

APRESENTAÇÃO

A bacia do rio Pardo insere-se no norte de Minas e no sul da Bahia, junto à bacia do rio Jequitinhonha. O rio Pardo nasce no município de Montezuma (MG), a uma altitude de 1.011 metros. Apresenta uma extensão total de 669 km até a sua foz, no município de Canasvieira (BA), a apenas 18 km da foz do rio Jequitinhonha, sendo 324 km em Minas Gerais e 345 km na Bahia. Sua bacia tem uma área total de 32.982 km², drenando quase 30 municípios, nos estados da Bahia e de Minas Gerais. Em Minas Gerais a área da bacia é de 12.828,45 km², ou seja, cerca de 39% da área total. Acha-se dividida nos trechos Alto, Médio e Baixo Pardo sendo o primeiro trecho situado em Minas Gerais, objeto deste Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, que é classificado como a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos UPGRH-PA1, pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM.

Os principais afluentes mineiros do rio Pardo são: Rio Pardinho, Córrego São João, Córrego Santana, Ribeirão Imbiruçu, rio São João do Paraíso, rio Muquém, rio Itaberaba, Ribeirão do Salitre, e rio Mosquito. Este último é considerado seu principal afluente.

Os municípios que compõem a UPGRH – PA1 são: Águas Vermelhas, Berizal, Curral de Dentro, Divisa Alegre, Indaiabira, Montezuma, Ninheira, Rio Pardo de Minas, Santa Cruz de Salinas, Santo Antônio do Retiro, São João do Paraíso, Taiobeiras e Vargem Grande do Rio Pardo. A Figura 1 apresenta a bacia com os municípios nela inseridos, distritos e sedes municipais.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Pardo (**PDRH-PA1**) tem como território de atuação a área de drenagem em Minas Gerais, igual a 12.828 km².

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 1
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

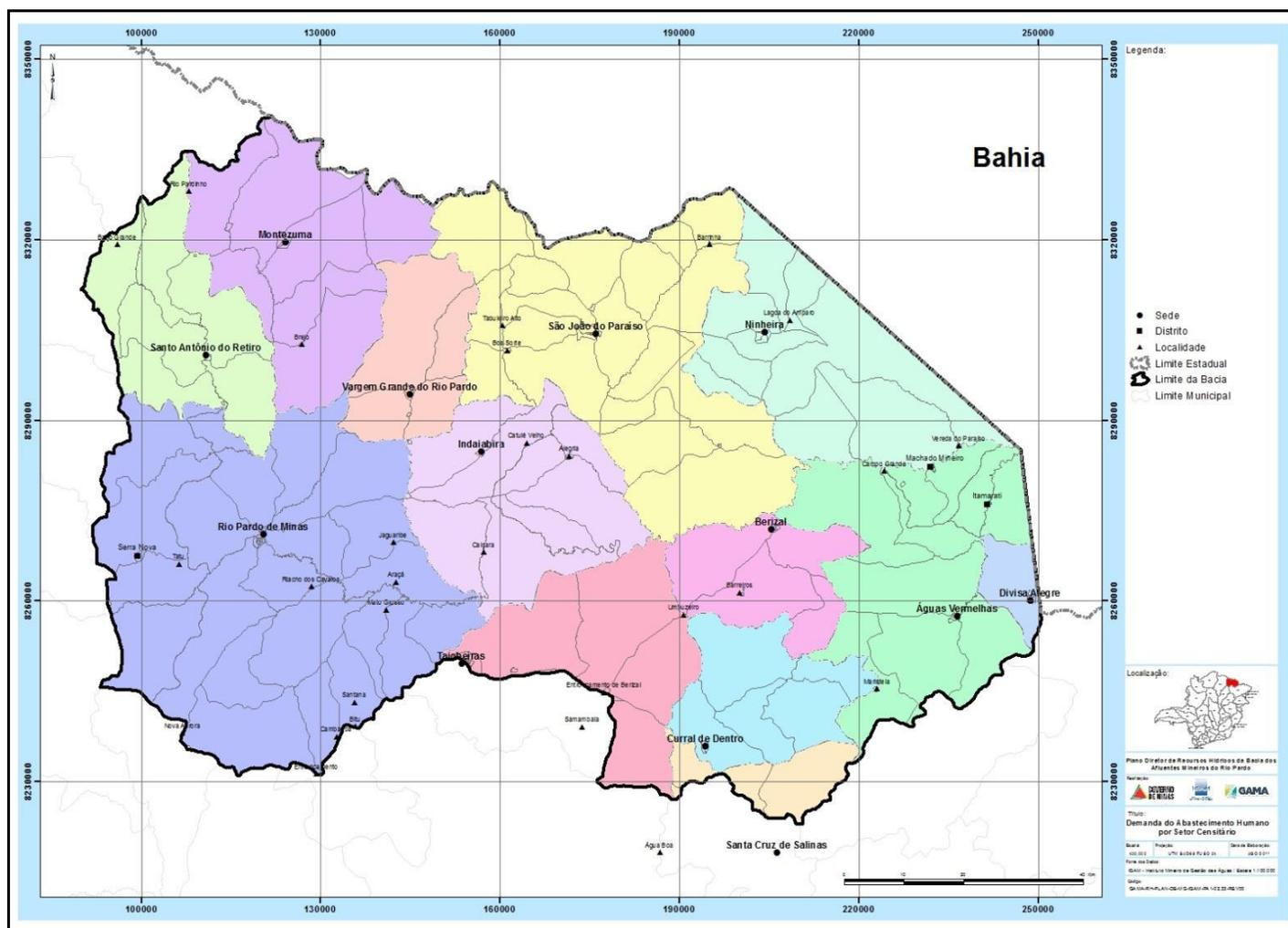


Figura 1 – Mapa de Localização da bacia

<p>Contrato 2241.0101.07.2010</p>	<p>Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05</p>	<p>Data de Emissão 26/09/2013</p>	<p>Página 2</p>
---------------------------------------	---	---------------------------------------	---------------------

De acordo com os Termos de Referência para a elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo “os seus produtos deverão atender os dispositivos da Lei Federal nº. 9.433 de 08 de Janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, em conjunto com os da Lei Estadual nº. 13.199, de 29 de janeiro de 1999, da Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. Com relação a esta última norma legal, deverá ser especialmente observado o seu artigo 11, que estabelece as orientações para Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas. Nele, é disposto que o conteúdo mínimo desse documento deverá apresentar:

- I. *Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica;*
- II. *Análise de opções de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificação dos padrões de ocupação do solo;*
- III. *Balço entre disponibilidades e demandas atuais e futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;*
- IV. *Metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;*
- V. *Medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados para o atendimento de metas previstas, com estimativas de custos;*
- VI. *Prioridade para outorga de direito de uso de recursos hídricos;*
- VII. *Diretrizes e critérios para cobrança pelo uso dos recursos hídricos;*
- VIII. *Proposta para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção de recursos hídricos e de ecossistemas aquáticos”.*

Na regulamentação deste artigo, o Decreto Estadual nº 41.578, de 08 de março de 2001, estabeleceu em seu artigo 28, que os Planos Diretores de Recursos Hídricos conterão subsídios para a implementação dos instrumentos econômicos de gestão, em especial:

1. A vazão remanescente ou ecológica para usos específicos;
2. A vazão de referência para o cálculo da vazão outorgável;
3. Os usos preponderantes e prioritários para a outorga;
4. Os usos preponderantes para o enquadramento dos corpos de água em classes;

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 3
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

5. Os estudos de viabilidade econômica e financeira nas respectivas bacias hidrográficas para a determinação dos critérios básicos de cobrança pelo uso das águas superficiais e subterrâneas;
6. A indicação de projetos para o alcance das metas de qualidade e quantidade dos recursos hídricos, com vistas ao estabelecimento de programas de investimento;
7. Os estudos para indicação de criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção de recursos hídricos e de ecossistemas aquáticos em especial as zonas de recarga dos aquíferos;
8. Os mecanismos de articulação e apoio ao sistema estadual de informações sobre recursos hídricos.

Também é disposto nos Termos de Referência que para elaboração das propostas de enquadramento de corpos de água deverá ser observada a Resolução número 91, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de 05 de novembro de 2008, que dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos e, também, a Deliberação Normativa Conjunta CERH / COPAM 001, de 05 de maio de 2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências.

Para a Fase I deste PDRH-PA1, onde deve ser apresentado um Diagnóstico, os Termos de Referência demandam a apresentação de uma *“descrição e a avaliação integrada, e contextualizada do quadro natural e antrópico existente nas bacias, das restrições e das potencialidades dos recursos hídricos associadas às demandas atuais e tendências futuras para os diversos usos”*. Também nesta fase *“deverão ser definidos os corpos de água superficiais prioritários para a proposta de enquadramento, mediante levantamento do uso e ocupação do solo e das condições da qualidade das águas superficiais, adotando como referência a Resolução nº 91/2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e Deliberação Normativa Conjunta nº 01/2008 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e Conselho Estadual de Política Ambiental e Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente”*.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 4
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Organização do relatório

A organização deste relatório é apresentada pelo título de seus capítulos e sub-capítulos, no

Quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Estrutura Analítica do Projeto

Apresentação
Capítulo 1 – Diagnóstico Rápido Participativo
1.1 Aplicação do Diagnóstico Rápido Participativo
1.2 Resultado do Diagnóstico Rápido Participativo
1.3 Conclusões do Diagnóstico Rápido Participativo
Capítulo 2 – Sistema Georreferenciado de Gerenciamento da Bacia
2.1 Software Base do SIGEH – PA1
2.2 Bases Cartográficas
2.3 Discretizações da bacia PA1
2.4 Referências Bibliográficas
Capítulo 3 - Caracterização Física da Bacia
3.1 Geologia
3.2 Potencial Mineral
3.3 Geomorfologia
3.4 Clima
3.5 Solos
3.6 Erodibilidade do solo
3.7 Aptidão Agrícola de Terras
3.8 Hidrogeologia
3.9 Hidrologia
3.10 Referências Bibliográficas
Capítulo 4 – Caracterização Biótica da Bacia
4.1 Cobertura Vegetal e Flora
4.2 Fauna
4.3 Referências Bibliográficas
Capítulo 5 - Caracterização Antropológica, Social e Cultural
5.1 Panorama Histórico
5.2 Panorama Cultural
5.3 Atores Sociais Estratégicos
5.4 Histórico de Formação do CBH PA1
5.5 Panorama Demográfico
5.6 Diagnóstico Sistema Educacional
5.7 Inventário Instituições Técnico - Científicas existentes na bacia
5.8 Diagnóstico Saúde Pública
5.9 Diagnóstico Meios de Comunicação
5.10 Referências Bibliográficas
Capítulo 6 – Caracterização Sócio-Econômica e Institucional
6.1 Atividades econômicas, polarização regional e evolução
6.2 Uso e ocupação do solo
6.3 Unidades de Conservação
6.4 Políticas Urbanas
6.5 Levantamento de grandes projetos em implantação

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	5

6.6 Infraestrutura Hídrica
6.7 Impacto da silvicultura do eucalipto nos recursos hídricos
6.8 Aspectos Institucionais e Legais
6.9 Referências Bibliográficas
Capítulo 7 - Diagnóstico das disponibilidades hídricas
7.1 Levantamento e análise de consistência de informações hidrológicas
7.2 Estimativa da disponibilidade hídrica superficial
7.3 Estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea
7.4 Referências Bibliográficas
Capítulo 8 - Diagnóstico das demandas hídricas
8.1 Saneamento básico
8.2 Pecuária
8.3 Irrigação
8.4 Uso Industrial
8.5 Mineração
8.6 Geração de Energia
8.7 Uso atual das Águas Subterrâneas
8.8 Pesca e aquicultura
8.9 Turismo e Recreação
8.10 Outorgas Concedidas
8.11 Referências Bibliográficas
Capítulo 9 – Balanço Hídrico Quali-Quantitativo da Bacia PA1
9.1 Sistema Georreferenciado de Apoio ao Gerenciamento da bacia PA1 – SGAG-PA1
9.2 Aplicação do SGAG-PA1: Diagnóstico quantitativo
9.3. Aplicação do SGAG-PA1: Diagnóstico qualitativo
9.4 Referências Bibliográficas
Capítulo 10 – Avaliação preliminar alternativas de enquadramento dos corpos hídricos
10.1- Descrição das fontes de poluição
10.2 - Monitoramento da qualidade das águas da Bacia do Rio Pardo
10.3 Resultados - Análise dos parâmetros de qualidade das águas nos pontos da rede básica operados pelo IGAM
10.4 Resultados - Índices de qualidade das águas
10.5 Considerações com respeito aos problemas de qualidade das águas da bacia
10.6 Proposta Preliminar de Enquadramento dos Corpos de Água na Bacia do Rio Pardo
10.7 Referências Bibliográficas
Capítulo 11 – Conclusão Diagnóstico Integrado
11.1 Estratégia governamental para desenvolvimento da bacia PA1
11.2 Conclusões finais

Considerações a respeito de temas relevantes norteadores da elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do Rio Pardo – PDRH/PA1

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo – CBH/PA1 tem como área de atuação as bacias dos afluentes mineiros do rio Pardo. Pela Carta Magna, no que se refere à dominialidade de águas, cabe ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM a emissão de outorgas de usos de água nos afluentes do rio Pardo que tenham dominialidade do

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	6

estado de Minas Gerais; e a emissão das outorgas de usos das águas que fluem no rio Pardo é da competência da Agência Nacional de Águas – ANA, pois este corpo hídrico atravessa os estados de Minas Gerais e Bahia. Esta dupla dominialidade complica significativamente o gerenciamento dos recursos hídricos deste tipo de bacia. Para tentar resolver os potenciais conflitos entre as deliberações nos âmbitos estadual e federal, existem normas legais que serão analisadas em detalhes em capítulo específico deste relatório. Antecipando-se a eles, se pode mencionar a Resolução nº 5/2000 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Em seu artigo 6º ela dispõe que: *“Os planos de recursos hídricos e as decisões tomadas por Comitês de Bacias Hidrográficas de sub-bacias deverão ser compatibilizadas com os planos e decisões referentes à respectiva bacia hidrográfica”*. No parágrafo único deste artigo a resolução esclarece estas compatibilizações, indicando serem *“definições sobre o regime das águas e os parâmetros quantitativos e qualitativos estabelecidos para o exutório da sub-bacia”*. Desta forma, na medida em que houvesse um Plano da Bacia Hidrográfica do rio Pardo, de forma integral, seriam oferecidas orientações sobre *“o regime das águas e os parâmetros quantitativos e qualitativos estabelecidos para o exutório da sub-bacia”* o que não ocorre neste caso.

Estas condições, no que se refere às de natureza qualitativa, acham-se vinculadas ao enquadramento dos corpos hídricos superficiais em classe qualitativas de acordo com seus usos preponderantes. Este processo de enquadramento, estritamente falando, deveria neste Plano Diretor se restringir aos rios de domínio do estado de Minas Gerais, ou aos afluentes mineiros do Rio Pardo. No entanto, cabe a reflexão sobre a falta de sentido de se enquadrar afluentes sem se saber a qualidade demandada pelo corpo de água receptor, o que leva à necessidade de se ignorar no âmbito da elaboração do processo de enquadramento as questões de dominialidade de água.

O mesmo problema se apresenta na aplicação de instrumentos quantitativos, como a outorga de direitos de usos de água, por exemplo. Como orientar as outorgas em afluentes com águas de domínio estadual, ignorando as demandas do corpo hídrico receptor, mesmo sendo ele de domínio federal? Obviamente isto não faria sentido, até por que os usuários de água, seja do rio de domínio mineiro ou federal, são, antes de tudo, cidadãos brasileiros, possivelmente mineiros e, em certos casos, até mesmo do mesmo município!

Isto faz com que os comitês das bacias hidrográficas nesta situação de dupla dominialidade ignorem estas questões – afinal, o que necessitam é de água em quantidade e qualidade

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	7

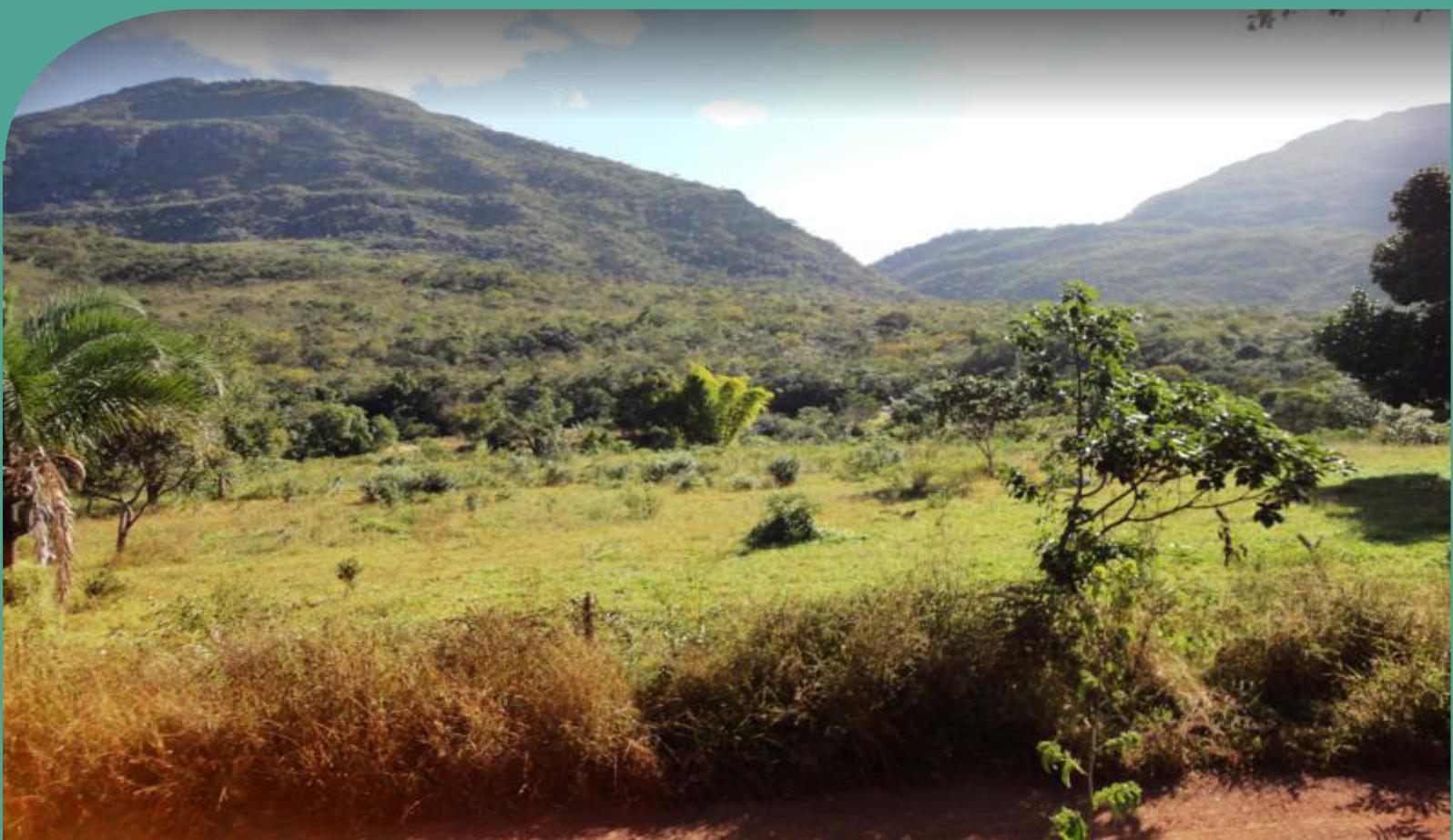
adequadas, independente de que entidade tenha atribuições de gerenciar para que isso ocorra. Isto, inclusive, faz com que a Política Nacional de Recursos Hídricos, em seus fundamentos, expressos no artigo 1º, afirme que *"V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos"*. E que nos fundamentos da Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, artigo 2º, seja preconizada *"IV – a adoção da bacia hidrográfica, vista como sistema integrado que engloba os meios físico, biótico e antrópico, como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento"*.

Por isto, neste PDRH/PA1, propõe-se que o conceito de bacia hidrográfica seja estritamente considerado - tanto em termos dos instrumentos de gestão, quanto nas propostas de medidas estruturais - sem distinção das águas de domínio do estado de Minas Gerais e das de domínio federal. Isto permitirá se atingir a consistência da abordagem. Por outro lado, fica claro que as propostas que forem apresentadas, quando necessitarem de deliberações vinculadas a questões de dominialidade – como outorga de direitos de uso ou enquadramento - deverão ser aprovadas nas instâncias cabíveis, de acordo com esta dominialidade.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Capítulo 1

Diagnóstico Rápido Participativo



SUMÁRIO

1	DIAGNÓSTICO RÁPIDO PARTICIPATIVO	3
1.1	Aplicação do Diagnóstico Rápido Participativo	4
1.2	Resultado do Diagnóstico Rápido Participativo	6
1.2.1	Fraquezas	6
1.2.2	Fortalezas	7
1.2.3	Expectativas.....	8
1.3	Conclusões do Diagnóstico Rápido Participativo	9

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1.1 – PARTICIPANTES DA REUNIÃO PARA ELABORAÇÃO DO DRP EM 17/6/2011.....5

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	ii

1 DIAGNÓSTICO RÁPIDO PARTICIPATIVO

A atividade inicial do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Pardo – PDRH/PA1 compreendeu a elaboração do Diagnóstico Rápido Participativo – DRP, conforme o Plano de Trabalho elaborado e aprovado. Embora os Termos de Referência não demandassem a realização deste DRP, a experiência da Gama Engenharia de Recursos Hídricos Ltda. – GAMA levou a propor este diagnóstico que teve como finalidade um primeiro reconhecimento da bacia por parte da equipe técnica e marcou o início dos trabalhos envolvendo a sociedade civil, usuários e poderes públicos da bacia hidrográfica do Rio Pardo, na elaboração do Planejamento Participativo. Devido à existência do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pardo – CBH-PA1 já instalado, a estratégia de mobilização proposta previu que se privilegiassem as reuniões com este ente de descentralização decisória da Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, e integrantes do seu Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O método do Diagnóstico Rápido Participativo – DRP consiste em reunir os vários atores sociais envolvidos na problemática da bacia hidrográfica e dispostos a contribuir para a elaboração do seu Plano Diretor. O intuito é identificar na visão dos atores sociais, pelo lado das fraquezas, os problemas, conflitos e ameaças com relação ao uso, controle de proteção das águas e dos compartimentos ambientais a elas associados; pelo lado das fortalezas, as condições atuais e potenciais para superação e mitigação dos problemas e ameaças; e pelo lado das expectativas, indicarem o que se julga poder melhorar por meio da implantação do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica. Esse método é rápido, efetivo e feito de forma participativa no levantamento de informações e no resultado final da análise do grupo.

O DRP não deve ser confundido com um diagnóstico técnico da bacia hidrográfica. Ele vale mais como uma avaliação da percepção dos atores sociais da bacia, sobre seus problemas e perspectivas de solução. Esta percepção social é valiosa por permitir à equipe técnica envolvida com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo - PDRH-PA1:

- Ser conhecida pelos atores sociais da bacia hidrográfica, facultando a realização de posteriores contatos visando à obtenção de informações;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	3

- Conhecer os atores sociais da bacia, estabelecendo contatos que posteriormente poderão ser usados para coleta de informações;
- Obter informações iniciais a respeito do que deve buscar em seu diagnóstico, prioritariamente;
- Conhecer preliminarmente os problemas da bacia hidrográfica, sobre a ótica dos seus atores sociais;
- Identificar as soluções que são entendidas como pertinentes, na visão dos atores sociais.

Nem sempre as percepções dos atores sociais são validadas quando escrutinadas pelas análises técnicas. Mesmo assim, se isto ocorrer, faz com que o plano seja instrumento importante para mudança de percepção e orientação correta da sociedade no processo de seu empoderamento, visando o gerenciamento da bacia hidrográfica. Por outro lado, frequentemente, o DRP permite à equipe técnica entender as preferências da sociedade em termos de priorização das ações a serem propostas para a implementação do PDRH-PA1. Desta forma, trata-se de um instrumento válido de planejamento, essencial na fase inicial de elaboração do plano.

1.1 Aplicação do Diagnóstico Rápido Participativo

A reunião para elaboração do DRP foi realizada no dia 17 de junho de 2011 na cidade de Rio Pardo de Minas - MG dirigida pela presidente do CBH-PA1, com presença, por parte da GAMA, do coordenador técnico do PDRH-PA1 e de membros da equipe técnica e de mobilização da sociedade.

Dela participaram 31 membros do CBH-PA1, conforme indicado no **Quadro 1.1**, e mais 6 pessoas interessadas.

Inicialmente houve a apresentação ao CBH-PA1 do plano de trabalho para realização do plano de bacia, explicitando as fases do projeto e as formas como poderá ser dada a participação da sociedade nesse processo e a equipe técnica alocada pela GAMA para elaboração do PDRH-PA1. Enfatizou-se a natureza de um Plano Diretor de Recursos Hídricos e como ele poderá ser usado para promover o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica, tendo por base o uso, controle e proteção de suas águas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	4

Quadro 1.1 – Participantes da reunião para elaboração do DRP em 17/6/2011

Grupo	Entidade	Representação
Poder Público Estadual	Instituto Mineiro de Agronomia – IMA	1
	Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM	2
	Polícia Militar de Minas Gerais – PMMG	2
	Empresa de Assistência Técnica e Extensão rural de MG	1
Poder Público Municipal	Prefeitura de Rio Pardo de Minas	3
	Prefeitura Municipal de Taiobeiras	1
	Câmara Municipal de Rio pardo	1
	Prefeitura de Montezuma	1
	Prefeitura de Santa Cruz de Salinas	1
	Prefeitura de Indaiabira	3
	Prefeitura de Águas Vermelhas	1
Usuários de água	Aguardente HM	1
	COPASA	2
	CBL	1
	CEMIG	1
	Cerâmica Vila Cruz	1
Sociedade Civil	AMAVE – Associação de Mulheres Aguasvermelhenses	2
	Globo Esporte Clube – Águas Vermelhas	2
	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Águas Vermelhas	-
	Associação Municipal de Taiobeiras	1
	Rotary Club de Taiobeiras	1
	Ong Girassol	1
	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Taiobeiras	1
RESUMO	Poder Público Estadual	6
	Poder Público Municipal	11
	Usuários	6
	Sociedade civil	8
TOTAL DO CBH-PA1		31
Participantes não-membros do CBH-PA1		6
TOTAL		37

Em um segundo momento foi demandado aos membros presentes do CBH-PA1 e demais participantes da reunião a explicitação por escrito do que entendem serem as Fortalezas e as Fraquezas da bacia, e as Expectativas existentes com relação às consequências do PDRH-PA1. As fichas nas quais as contribuições foram anotadas foram coladas em quadros que permitissem a visão por parte de todos os presentes. Finalmente, o coordenador técnico do PDRH-PA1 se propôs a realizar uma “leitura técnica” das contribuições que consiste em analisar as contribuições, buscando esclarecimentos e complementações, e estimulando, mediante provocações, estabelecer um debate franco e amplo entre os presentes.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	5

1.2 Resultado do Diagnóstico Rápido Participativo

Os resultados do DRP são a seguir apresentados simplesmente pela listagem das contribuições apresentadas, eliminando-se as repetições.

1.2.1 Fraquezas

- Escassez de estudos e pesquisas;
- Extração de areia e cascalho;
- Desmatamento;
- Estrutura político-administrativa municipal ineficiente;
- Manejo inadequado do solo;
- Falta diagnóstico da potencialidade hídrica;
- Falta de conscientização dos trabalhadores rurais da importância das nascentes;
- Fraqueza na gestão ambiental municipal – CODEMA;
- Fraqueza na participação social;
- Esgoto mal tratado;
- Monocultura de eucalipto sob o ponto de vista da sustentabilidade ambiental;
- Embate político partidário na aplicação de recursos governamentais;
- Impacto ao meio ambiente;
- Falta de conscientização das pessoas;
- Não aproveitamento maior da água;
- Curtume na beira do rio – Taiobeiras;
- Disposição inadequada de resíduos sólidos;
- Uso inadequado dos recursos hídricos e outros;
- Escassez de recursos hídricos
- Poucos rios perenes;
- Infraestrutura, estradas;
- Resíduos tóxicos próximo aos rios;
- Falta divulgação das informações existentes;
- Faltam conscientização e educação ambiental;
- Elevado índice de queimadas;
- Fraqueza na mobilização das pessoas;
- Mata ciliares desmatadas;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	6

- Nascentes desprotegidas e degradadas;
- Exploração de mineradoras sem manejo ambiental adequado;
- Pouca participação da comunidade no comitê;
- Falta de integração das políticas públicas.

1.2.2 Fortalezas

- Riqueza hídrica
- Muitas nascentes;
- Mobilização das forças;
- Potencial de recursos hídricos;
- CBH Mosquito/Pardo – reservatórios;
- Potencialidade turística;
- Fertilidade do solo;
- Muita produção agrícola;
- Alta disponibilidade de energia (carvão vegetal);
- Riqueza mineral;
- Conservação das águas;
- Águas limpas;
- Agricultura familiar, organização;
- Cultura – belezas naturais;
- CBH instituído e atuante;
- Qualidade (água);
- Lazer;
- Riqueza em recursos naturais;
- Estudos para criação da Reserva Areião Guará 47 mil ha;
- Disponibilidade de mão-de-obra não especializada;
- Qualidade de vida;
- Preservação da água;
- Belas paisagens (dão mais ânimo);
- Conservação e proteção das nascentes;
- Movimento pela defesa do ambiente;
- Capacidade de alimentar centenas de famílias com suas águas para beber, alimentar o gado e irrigar;
- Relevo plano;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	7

- Universidades e faculdades;
- Sociedade crítica e participativa.

1.2.3 Expectativas

- Aumento / regularização dos cursos d'água para uso em projetos de irrigação;
- Direcionar ações de gestão, investimento em recursos hídricos na bacia;
- Desenvolvimento;
- Consciência antes da aplicação dos recursos;
- Produzir um projeto de manejo das águas que garanta a sustentabilidade das futuras gerações;
- Uso com qualidade e sustentabilidade;
- Direcionar ações de sustentabilidade na bacia;
- Desenvolvimento e sustentabilidade;
- Bem estar para a geração futura;
- Entender melhor a natureza;
- Independência;
- Uso sustentável dos recursos hídricos;
- Preservação das florestas (leis municipais);
- Equilíbrio e sustentabilidade do planeta Terra;
- Preservação e reconhecimento da população;
- Energia entre disponibilidade de energia e o uso do solo (carvão);
- Melhor avaliação da disponibilidade de recursos hídricos;
- Proteção;
- Conhecer a bacia;
- Organizar ações;
- Reverter as fraquezas;
- PDRH – Verdadeiro instrumento de gestão, norteador da aplicação dos recursos;
- Mais vida para o vale do Rio Pardo;
- Melhor conscientização;
- Proteção e uso adequado dos recursos hídricos e aumento da qualidade.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	8

1.3 Conclusões do Diagnóstico Rápido Participativo

O DRP realizado com os conselheiros do PA1 e convidados revelou informações importantes sobre as fraquezas identificadas que demandam o fortalecimento da gestão descentralizada e participativa dos CBHs. Além dos impactos ambientais comumente encontrados em qualquer bacia do Norte de Minas, tais como assoreamentos, lançamento de esgotos urbanos *in natura* nos corpos de água e vegetação ciliar degradada, há uma série de deficiências que podem ser melhoradas com a participação das entidades representantes dos poderes públicos. Nesse ponto é de se destacar a escassez de estudos e pesquisas na região, estrutura político-administrativa ineficiente e precariedade da divulgação das informações técnico-científica existentes.

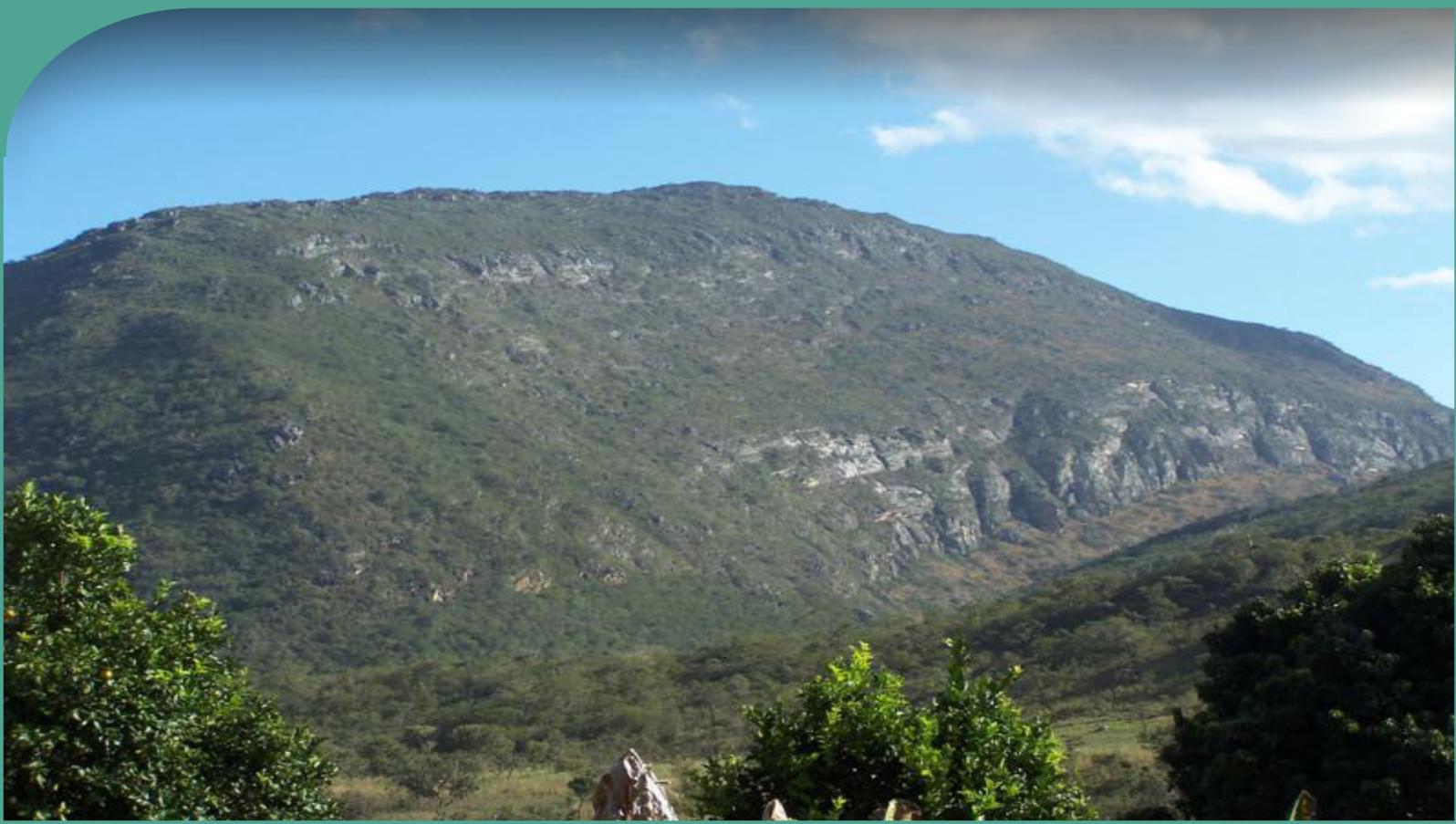
Em contraposição, vários pontos positivos foram detectados pelos presentes ao DRP, em especial o reconhecimento de todos quanto à riqueza hídrica da região, a luta do CBH Mosquito que ficou como exemplo a seguir na conquista de melhorias para a região, a organização civil, inclusive a qualidade da organização da agricultura familiar, ou seja, elementos decisivos para um processo de fortalecimento do conselho.

Nesse aspecto, ficou registrada nas expectativas dos presentes e participantes a necessidade cada vez maior de se conhecer a bacia para implementação de ações que visem o aumento e a regularização dos cursos de água, incentivar a gestão municipal à adoção de medidas legais para a proteção dos remanescentes de vegetação, e, por fim, que o PDRH-PA1 se torne um verdadeiro instrumento de gestão, norteador da aplicação de recursos na bacia visando ao uso, ao controle e à proteção de seus recursos hídricos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	9

Capítulo 2

Processo de Integração da Informação



SUMÁRIO

2 O PROCESSO DE INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO – O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – SIGRH/PA1.....	4
2.1 Software Base do SIGRH-PA1.....	4
2.2 Bases Cartográficas.....	4
2.3 Discretizações da bacia PA1.....	9
2.3.1 Preenchimento de Depressões.....	10
2.3.2 Direção de Fluxo.....	10
2.3.3 Área Acumulada.....	11
2.3.4 Delimitação das Sub-bacias.....	11
2.3.5 Definição e Delimitação das Ottobacias.....	11
2.4 Referências Bibliográficas.....	13

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

NDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – SIGRH/PA1 - ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E RELAÇÃO ESPACIAL COM OS DADOS GEOGRÁFICOS.....	8
FIGURA 2.2 – MNT DA BACIA.....	9
FIGURA 2.3 – DIREÇÃO DE FLUXO DA BACIA	10
FIGURA 2.4 – DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS.....	11
FIGURA 2.5 – CÓDIGO DAS OTTOBACIAS	12

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página ii
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 2.1 – BASES PRODUZIDAS PARA O DIAGNÓSTICO	5
QUADRO 2.2 – SIGRH	7

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iii
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

2 O PROCESSO DE INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO – O SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – SIGRH/PA1

Tendo como característica básica a capacidade de armazenar, integrar e manipular em uma mesma base de dados, informações mapeáveis, dados tabulares, imagens de satélite e Modelos Numéricos de Terreno (MNT), os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vêm sendo usados amplamente na sistematização de informações apoiando tarefas de avaliações, monitoramento e gerenciamento, fornecendo informações fundamentais para o gerenciamento e tomada de decisões.

A estruturação do SIGRH/PA1 aportará uma ferramenta fundamental no monitoramento, avaliação e gerenciamento de todas as fases do projeto, desde a primeira etapa, que diz respeito à consolidação de informações e à regionalização, à elaboração de cenários e ao gerenciamento de programas, não se esgotando a sua utilidade ao término do trabalho.

2.1 Software Base do SIGRH-PA1

De acordo com as solicitações constantes do Edital de Concorrência nº 05/2010 - SEMAD/IGAM/FHIDRO, Processo: nº 009/2010, o software ArcGIS 9.3 (ESRI, 2004) será utilizado como ferramenta base para a construção e armazenamento dos dados geográficos e tabulares produzidos pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Pardo – PDRH/PA1. O edital define também o formato dos arquivos estabelecidos para o SIG, denominado “Geodatabase”.

Os arquivos geodatabase possuem extensão “.mdb” padrão nativo do software comercial Access, da Microsoft Office. Este parâmetro define o formato final tanto dos dados espaciais, como das tabelas a serem geradas no estudo. Este procedimento ajuda no processo de ligação dos dados tabulares e das bases cartográficas, permitindo o resgate, união e produção de análises e mapas temáticos de forma rápida e consistente.

2.2 Bases Cartográficas

As bases cartográficas empregadas na construção de um SIG e nas aplicações em geoprocessamento possuem duas naturezas distintas. Os dados podem ser vetoriais ou matriciais (grades, rasters ou imagens). A definição pelo formato geodatabase permite o armazenamento das duas formas de organização dos dados em um mesmo arquivo “.mdb”.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	4

A qualquer momento é possível a exportação dos dados para os formatos conhecidos, SHP para os dados vetoriais e GeoTIFF para os dados matriciais.

A resolução dos dados matriciais é dada de acordo com a escala de trabalho empregada no PDRH/PA1. O Edital define como escala base 1:100.000. Em acordo com os parâmetros de precisão cartográfica, que estabelece para mapas de classe A o erro permitido é de 0,2 mm. Com base nestes critérios define-se o tamanho do pixel dos dados matriciais em 20 metros.

As informações sobre os dados produzidos, denominado de metadados serão implementadas no próprio ambiente ArcGIS. Através da ferramenta Arcatalog é possível à visualização prévia do dado, assim como consultar os parâmetros utilizados na sua criação.

Na elaboração deste diagnóstico é possível conhecer a relação inicial das bases produzidas até aqui e sua forma de armazenamento no SIGRH/PA1, ver **Quadro 2.1**.

Quadro 2.1 – Bases produzidas para o Diagnóstico

Base de dados	Formato de Armazenamento	Topologia
Limite da Bacia	Vetor	Polígono
Limite dos Municípios	Vetor	Polígono
Sedes	Vetor	Ponto
Distritos	Vetor	Ponto
Localidades	Vetor	Ponto
Rios Principais	Vetor	Linha
Drenagem	Vetor	Linha
Represas, Lagoas	Vetor	Polígono
Curvas de Nível	Vetor	Linha
Pontos Cotados	Vetor	Ponto
Rodovias	Vetor	Linha
Limite das Ottobacias	Vetor	Polígono
Limite dos setores censitários 2007	Vetor	Polígono
Limite dos setores censitários 2010	Vetor	Polígono
Unidades de Conservação	Vetor	Polígono
População 2010	Tabela	-
Dados Agropecuários 2006	Tabela	-
Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos de Minas Gerais	Vetor	Polígono
Uso e Cobertura do Solo	Vetor	Polígono
Solos	Vetor	Polígono
Estações de Qualidade da Água	Vetor	Ponto
Estações Climatológicas	Vetor	Ponto
Pontos de Outorgas Superficiais anteriores a 2009	Vetor	Ponto
Pontos de Outorgas Superficiais posteriores a 2009	Vetor	Ponto

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	5

Base de dados	Formato de Armazenamento	Topologia
Pontos de Outorgas Subterrâneas anteriores a 2009	Vetor	Ponto
Pontos de Outorgas Subterrâneas posteriores a 2009	Vetor	Ponto
Postos Pluviométricos	Vetor	Ponto
Umidade	Raster	-
Temperatura Média	Raster	-
Precipitação Anual	Raster	-
Imagem do Satélite Cbers	Raster	-
Modelo Digital de Terreno	Raster	-
Erosão	Raster	-
Vulnerabilidade	Raster	-
Risco de Contaminação DBO	Raster	-
Risco de Contaminação N	Raster	-
Risco de Contaminação P	Raster	-
Demanda de Irrigação	Raster	-

Todas as bases acima relacionadas foram armazenadas na projeção UTM SAD69 fuso 24S – PA1.

Cabe ressaltar que poderão ser elaboradas novas bases cartográficas, na medida em que os estudos prosseguem e novas demandas venham a surgir, seja por parte do órgão responsável, seja pelos representantes do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo - CBH/PA1.

Do ponto de vista de sua estrutura organizacional, e sua relação espacial com os dados geográficos que o constitui, o SIGRH/PA1 apresenta uma estrutura relacional, de acordo com a representação OMT-G específico para sistemas geográficos, que é apresentada na **Figura 2.1**.

A modelagem OMT-G faculta um visão sintética dos dados, permitindo agrupamentos e definições de representação e relação espacial entre os objetos constituintes do SIGRH.

O modelo aqui apresentado é uma prévia dos dados já coletados e suas interações dentro do SIGRH. Além dos dados geográficos, estão associados ao SIG os dados alfanuméricos, armazenados em forma de tabela conforme o **Quadro 2.1** apresentado anteriormente.

A escolha pelo formato Geodatabase, conforme mencionado no início deste capítulo permite a integração dos dados alfanuméricos, pertencentes ou não a uma base cartográfica.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	6

O SIGRH/PA1 possui duas interfaces distintas, como mostra o **Quadro 2.2**. Cada interface permite a utilização do máximo de ferramentas computacionais inerentes a cada meio, trazendo ao gestor uma variedade maior de processamentos para os dados trabalhados.

Quadro 2.2 – SIGRH

Interface Geográfica (Mapas)	Interface Alfanumérica (Banco de Dados)
ArcGIS	Microsoft Access
Manipulação de Mapas	Manipulação de tabelas

Esta dualidade de interface traz duas vantagens em relação à construção de sistemas de informação.

Facilidade de acesso à ferramenta

Facilidade de acesso ao profissional com conhecimento específico

Para a primeira vantagem é importante salientar que ambos os softwares descritos no **Quadro 2.2**, são ferramentas bastante difundidas nos meios técnicos que as empregam, facilitando sua atualização assim como a manutenção geral do SIGRH/PA1.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 7
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

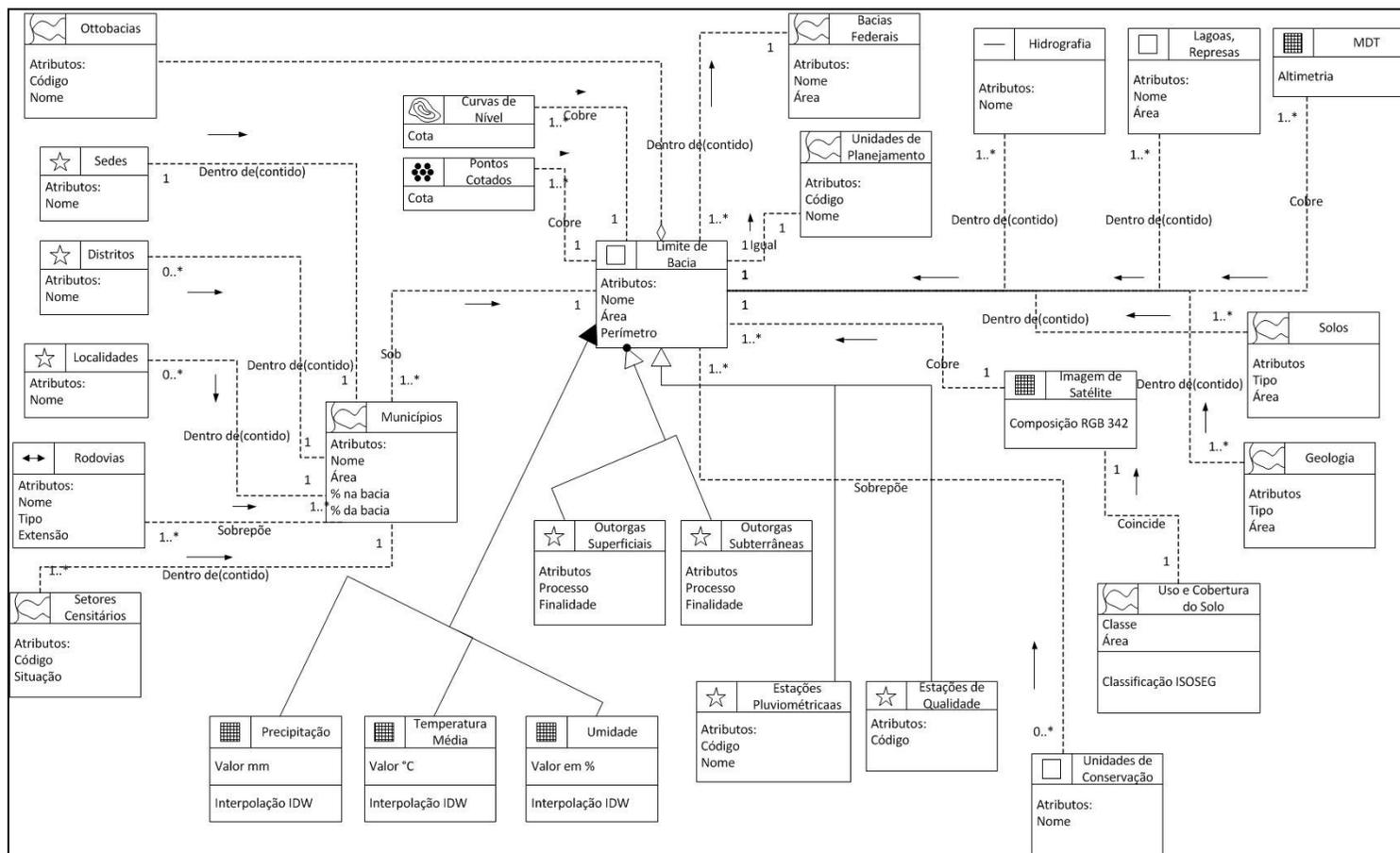


Figura 2.1 – SIGRH/PA1 - Estrutura organizacional e relação espacial com os dados geográficos

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

2.3 Discretizações da bacia PA1

Visando a estruturação de um banco de dados espacial e diante da necessidade de se obter um maior nível de detalhamento na caracterização da região, foi feita uma discretização em otobacias de nível 6, algo que adiante será mais bem explicado. Para a definição dos limites dessas subdivisões, foi necessária a utilização de ferramentas de geoprocessamento. Para isso o dado básico de entrada, na consistência da distribuição espacial, foi o Modelo Numérico do Terreno – MNT, obtido através de interferometria por radar (EMBRAPA). A **Figura 2.2** mostra como um MNT representa do relevo da região.

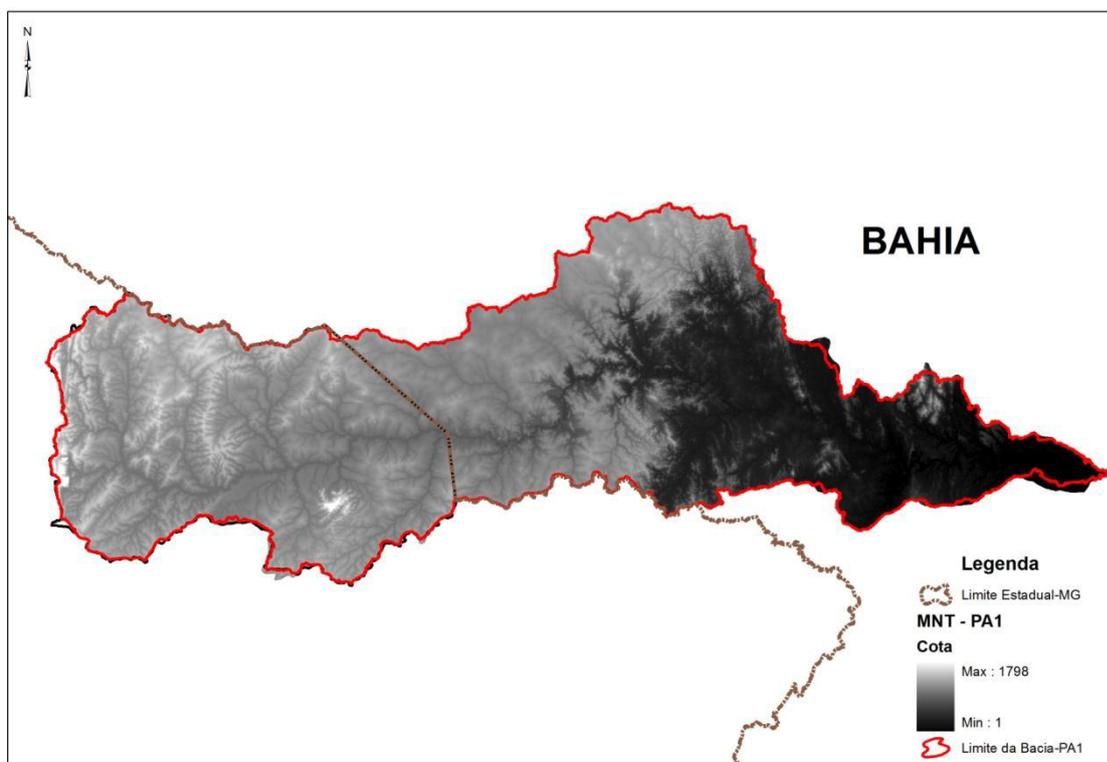


Figura 2.2 – MNT da Bacia

O processo de delimitação obedeceu a uma sequência de operações necessárias:

- Conversão de datum do MNT (WGS-84 para SAD-69);
- Mudança do sistema de coordenadas de geográficas (grau, minuto e segundo) para o sistema UTM (em metros);
- Preenchimento de depressões de células;
- Direção de fluxo que define para qual célula vizinha ocorre a drenagem;
- Cálculo da área acumulada em cada célula;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	9

Geração da rede de drenagem;

Delimitação das sub-bacias.

2.3.1 Preenchimento de Depressões

Trata das retificações de imperfeições. Essas imperfeições são células com depressões, ou seja, altura inferior à altura de todas as células de sua vizinhança. As depressões são corrigidas acrescentando altura artificialmente.

2.3.2 Direção de Fluxo

Nesta etapa foi gerada a imagem com as direções de fluxo definidas para cada pixel. A **Figura 2.3** mostra a direção de fluxo calculada na bacia do Pardo que é utilizada na etapa seguinte de cálculo da área acumulada em cada célula.

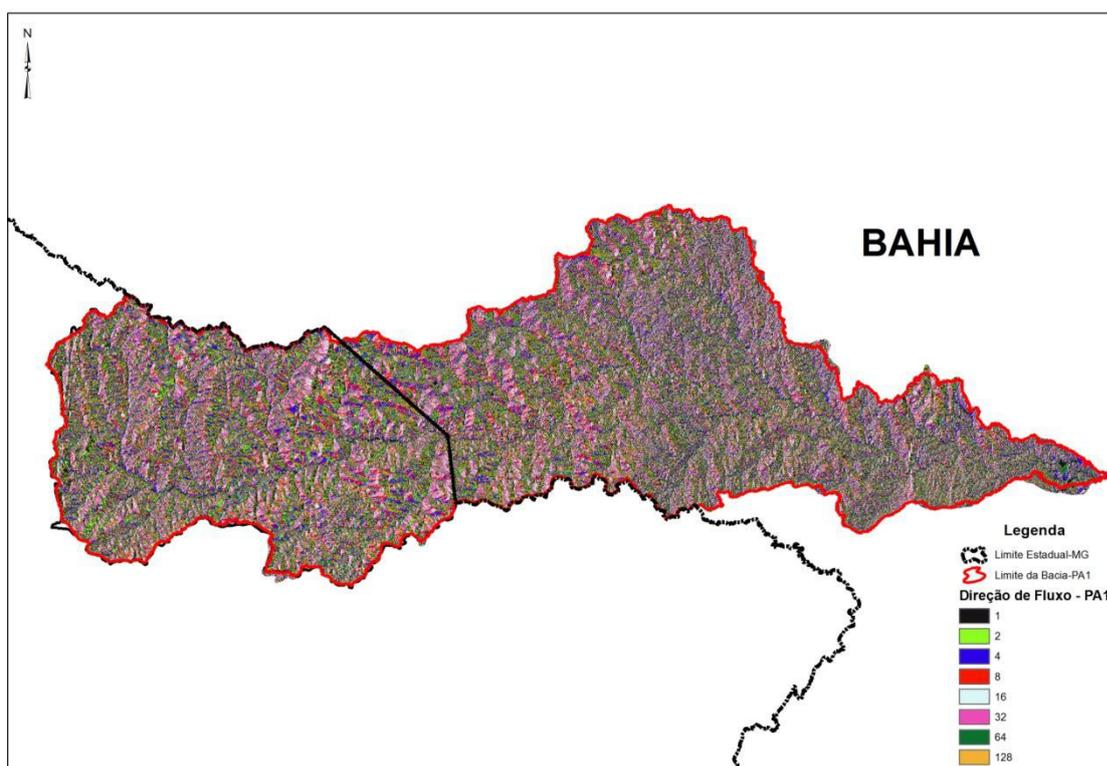


Figura 2.3 – Direção de Fluxo da Bacia

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 10
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

2.3.3 Área Acumulada

A partir da direção de fluxo, foi acumulado o número de pixel que drenam para a mesma direção.

2.3.4 Delimitação das Sub-bacias

Com as informações de direção de fluxo e área acumulada, foi possível determinar o limite da bacia contribuinte para qualquer ponto de interesse. Partindo do princípio da divisão da bacia em ottobacias, ou seja, em 9 sub-bacias como mostra a **Figura 2.4**.

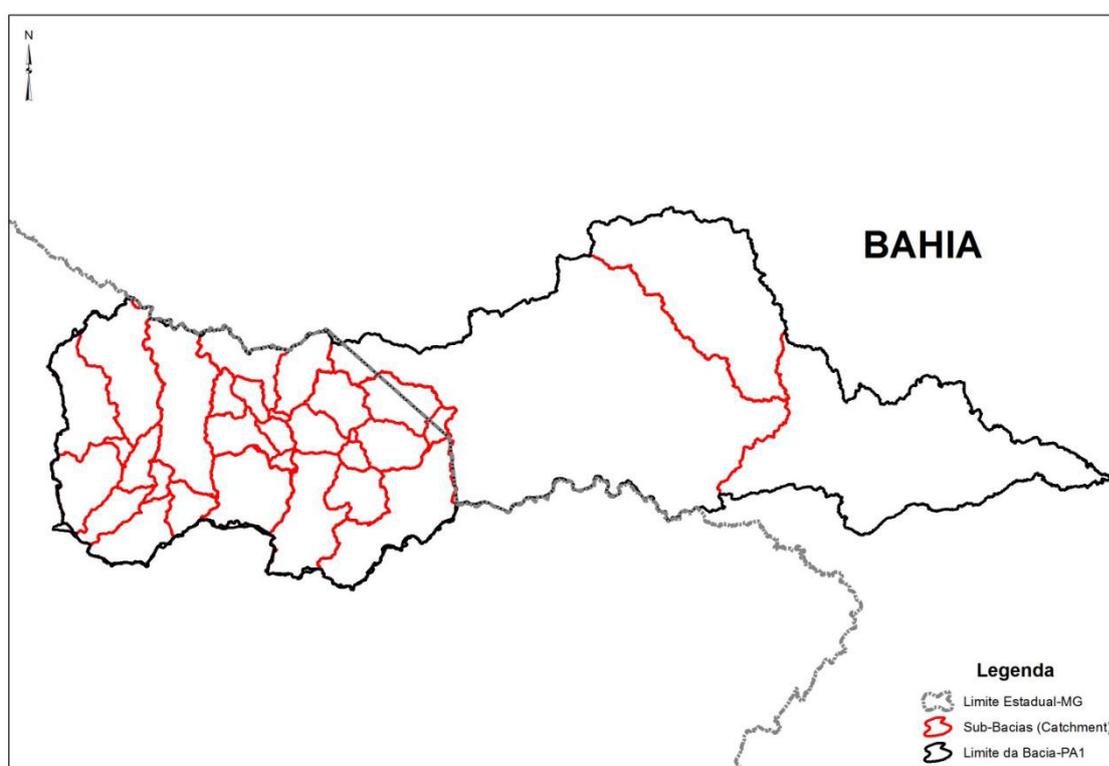


Figura 2.4 – Delimitação das Sub-Bacias

2.3.5 Definição e Delimitação das Ottobacias

A delimitação inicial teve como objetivo definir as ottobacias de acordo com a Resolução CNRH nº 30/2002 (Brasil, 2002). O método desenvolvido por Otto Pfafstetter utiliza dez algarismos, que representam dez níveis diretamente relacionados com a área de drenagem dos cursos d'água. De acordo com o método, a codificação requer a identificação dos quatro maiores tributários que devem receber os algarismos pares 2, 4, 6 e 8 na ordem em que são encontradas de jusante para montante. Em seguida, os demais tributários do rio principal

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	11

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1
são agrupados nas áreas restantes e recebem os algarismos 1, 3, 5, 7 e 9 conforme
mostrado na **Figura 2.5**.

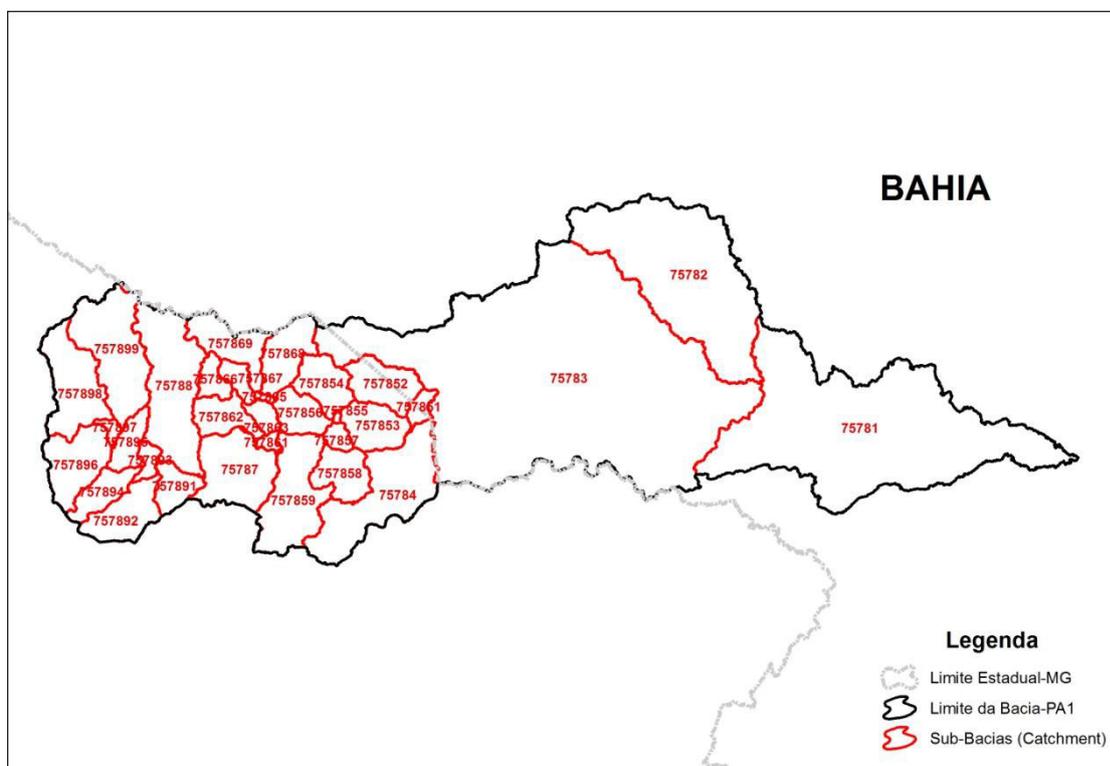


Figura 2.5 – Código das Ottobacias

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 12
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

2.4 Referências Bibliográficas

BRASIL. Resolução CNRH nº 30, de 11 de dezembro de 2002, Adota para efeito de codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

ESRI. 2004. What is ArcGIS?. 2004, 124 pgs. Disponível em: http://downloads.esri.com/support/documentation/ao_/698What_is_ArcGIS.pdf. Acesso em maio de 2011.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 13
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Capítulo 3

Caracterização Física da Bacia PA1



SUMÁRIO

3	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	8
3.1	Geologia.....	8
3.1.1	Descrição Geológica.....	10
3.1.2	Avaliação Estrutural	18
3.2	Potencial Mineral.....	23
3.3	Geomorfologia	27
3.4	Clima	31
3.4.1	Bases de Informação e Coleta dos Registros Históricos Disponíveis.....	32
3.4.2	Classificação Climática da bacia PA1.....	36
3.4.3	Variação dos Parâmetros Climatológicos	40
3.4.4	Balanco Hídrico Climático	52
3.5	Solos.....	58
3.5.1	Caracterização das Unidades Pedológicas	60
3.5.2	Unidades de Mapeamento	68
3.5.3	Conclusões sobre a aptidão agrícola dos solos	72
3.6	Erodibilidade do solo	74
3.6.1	Erosividade das Chuvas - Fator R.....	76
3.6.2	Erodibilidade dos Solos - Fator K.....	77
3.6.3	Declividade e Comprimento da vertente – Fatores L e S.....	78
3.6.4	Uso e Manejo dos Solos e Práticas Conservacionistas - Fator CP.....	79
3.6.5	Produção de Sedimento na Bacia	83
3.6.6	Processos Erosivos Concentrados.....	87
3.7	Aptidão agrícola das terras.....	88
3.7.1	Sistema de Avaliação da Aptidão.....	89
3.7.2	Características Agrícolas dos Solos	96
3.7.3	Aptidão Agrícola das Terras da bacia do rio Pardo	99
3.7.4	Níveis de manejo.....	103
3.7.5	Unidades de Mapeamento da Aptidão Agrícola das Terras.....	105
3.7.6	Considerações finais	108
3.8	Hidrogeologia	109
3.8.1	Descrição das Unidades Aquíferas.....	111
3.8.2	Síntese Hidrogeológica.....	118

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	i

3.9 Hidrologia.....	119
3.10 Referências Bibliográficas.....	122

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página ii
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1 – MAPA GEOLÓGICO DA BACIA PA1	9
FIGURA 3.2 – EXEMPLOS DE AFLORAMENTOS ROCHOSOS NA BACIA DO RIO PARDO	13
FIGURA 3.3 – EXEMPLOS DE AFLORAMENTOS ROCHOSOS NA BACIA DO RIO PARDO	14
FIGURA 3.4 – DIAGRAMA DE ROSETAS DOS LINEAMENTOS ESTRUTURAIS DA BACIA PA1	21
FIGURA 3.5 – MAPA DE DENSIDADE DE LINEAMENTOS COM LINEAMENTOS DISCRETOS E SUA CORRELAÇÃO ESPACIAL COM OS POÇOS CONFORME CLASSES DE VAZÃO	22
FIGURA 3.6 – MAPA DOS CENÁRIOS DE UTILIZAÇÃO MINERAL (ÁREAS TOTAIS REQUERIDAS)	25
FIGURA 3.7 – MAPA DOS CENÁRIOS DE UTILIZAÇÃO MINERAL (ÁREAS TOTAIS EM LAVRA)	26
FIGURA 3.8 – A) EM PRIMEIRO PLANO AS COLINAS SUAVIZADAS A ONDULADAS DAS FORMAÇÕES XISTOSAS PRESENTES NA ÁREA, AO FUNDO AS CRISTAS E COLINAS MUITO ONDULADAS DO SUPERGRUPO ESPINHAÇO. (-15°38'42"; -42°40'31"); B) DETALHE DA MORFOLOGIA DAS SERRAS DO SUPERGRUPO ESPINHAÇO. (-15°35'01"; -42°43'43")	27
FIGURA 3.9 – A) -15°13'23"; -42°32'06" E B) -15°18'47"; -42°30'57": COLINAS SUAVIZADAS A ONDULADAS DAS FORMAÇÕES XISTOSAS.....	28
FIGURA 3.10 – A) -15°23'35"; -42°23'48" E B) -15°19'18"; -41°48'58": RELEVO SUAVIZADO E COM TOPOS APLAINADOS DAS COBERTURAS CENOZOICAS, QUE SE APRESENTAM NA MAIOR PARTE DO LESTE DA ÁREA	29
FIGURA 3.11 – EM PRIMEIRO PLANO, MORFOLOGIA APLAINADA DAS COBERTURAS CENOZOICAS E AO FUNDO AS COLINAS ONDULADAS E MAIS DISSECADAS DOS GRANITOIDES PRESENTES NA ÁREA, PRÓXIMO AO MUNICÍPIO DE BERIZAL (-15°32'48"; -41°45'02")	29
FIGURA 3.12 – MAPA DE GEOMORFOLOGIA DA BACIA PA1	30
FIGURA 3.13 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA REDE DE OBSERVAÇÃO HIDROMETEOROLÓGICA NA BACIA PA1	34
FIGURA 3.14 – TIPOS CLIMÁTICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO (BACIA PA1)	39
FIGURA 3.15 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO.....	41
FIGURA 3.16 – HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	42
FIGURA 3.17 – HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS.....	42
FIGURA 3.18 – TEMPERATURA MÉDIA ANUAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO.....	45
FIGURA 3.19 – HISTOGRAMA DE TEMPERATURA MÉDIA MENSAL	46
FIGURA 3.20 – HISTOGRAMA DE TEMPERATURA MÉDIA MÍNIMA	47
FIGURA 3.21 – HISTOGRAMA DE TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA	47
FIGURA 3.22 – HISTOGRAMA DE EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL – EVAPORÍMETRO PICHÉ.....	49
FIGURA 3.23 – HISTOGRAMA DE NEBULOSIDADE MÉDIA MENSAL	50

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	iii

FIGURA 3.24 – HISTOGRAMA DE INSOLAÇÃO MÉDIA MENSAL	50
FIGURA 3.25 – VELOCIDADE DOS VENTOS MÉDIA MENSAL	51
FIGURA 3.26 – BALANÇO HÍDRICO DA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA MONTE AZUL	54
FIGURA 3.27 – BALANÇO HÍDRICO DA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE PEDRA AZUL	56
FIGURA 3.28 – CAMBISSOLOS EM ÁREAS DE RELEVO PLANO UTILIZADOS PARA O PLANTIO DE PASTAGENS	62
FIGURA 3.29 – LATOSSOLOS AMARELOS DISTRÓFICOS UTILIZADOS COM PASTAGENS PRÓXIMOS A CIDADE DE NINHEIRAS	64
FIGURA 3.30 – PLANTIO DE EUCALIPTO EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO	65
FIGURA 3.31 – PLANÍCIE DO RIO IMBIRUÇU COM NEOSSOLOS FLÚVICOS UTILIZADOS NO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E CULTURAS DE SUBSISTÊNCIA	67
FIGURA 3.32 – PLANÍCIE DO RIO PARDO ONDE OCORREM NEOSSOLOS FLÚVICOS ASSOCIADOS A DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS ARENOSOS INCONSOLIDADOS UTILIZADOS COMO PASTAGENS.....	67
FIGURA 3.33 – REGIÃO DE RELEVO MONTANHOSO COM AFLORAMENTOS ROCHOSOS NA SERRA DO ESPINHAÇO	68
FIGURA 3.34 – MAPA DE PEDOLOGIA DA PA1	70
FIGURA 3.35 – MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO	81
FIGURA 3.36 – PASTAGEM DEGRADADA PELO PISOTEIO DO GADO NA REGIÃO DE BERIZAL.....	82
FIGURA 3.37 – SOLO EXPOSTO EM ÁREAS DE CULTIVO DE CAFÉ DE SEQUEIRO NA REGIÃO DE TAIÓBEIRAS	83
FIGURA 3.38 – MAPA DE PERDA DE SOLO NA PA1	86
FIGURA 3.39 – DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS CONCENTRADOS AS MARGENS DA BR-342	87
FIGURA 3.40 – EROÇÃO POR SULCO NAS LATERAIS DAS ESTRADAS POR DEFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE DRENAGEM.....	88
FIGURA 3.41 – UNIDADE DE TRATAMENTO DE ESTACAS DE EUCALIPTO NA REGIÃO DE BERIZAL.....	91
FIGURA 3.42 – PERFIL DE SOLO COM FASE CASCALHENTA EM SUPERFÍCIE COM FORTE IMPEDIMENTO FÍSICO PARA O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E MECANIZAÇÃO	95
FIGURA 3.43 – ÁREAS DE LATOSSOLOS COM RELEVO PLANO A ONDULADO COM BAIXO IMPEDIMENTO A MECANIZAÇÃO.....	97
FIGURA 3.44 –TERRAS NA PLANÍCIE DO RIO PARDO, EM NEOSSOLOS FLÚVICOS, COM APTIDÃO 1ABC ..	100
FIGURA 3.45 – VALE DO RIO COM SOLOS DE MELHOR FERTILIDADE E UMIDADE (1ABC), ONDE SE REGISTRA O PLANTIO DE CANA DE AÇÚCAR, CULTURAS DE SUBSISTÊNCIA E PASTAGENS. AO FUNDO, NA PORÇÃO MAIS ELEVADA DO TERRENO, FEIÇÕES DE TABULEIRO COM APTIDÃO 2ABC	101
FIGURA 3.46 – PLANTIO DE EUCALIPTO EM TERRAS COM APTIDÃO 2(A)BC EM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO	102
FIGURA 3.47 – ÁREA COM APTIDÃO 3(BC) EM CAMBISSOLO SENDO APROVEITADA PARA PASTAGENS	103

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iv
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FIGURA 3.48 – PASTAGENS NA REGIÃO DE BERIZAL EM ÁREAS DE TOPOGRAFIA PLANA EM LATOSSOSOS AMARELOS DISTRÓFICOS	105
FIGURA 3.49 – MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DE TERRAS	106
FIGURA 3.50–MAPA HIDROGEOLÓGICO COM POÇOS TUBULARES DA BACIA DO PA1.....	114
FIGURA 3.51 – HIDROGRAFIA CONTENDO PRINCIPAIS CURSOS DE ÁGUA.....	120

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página v
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 3.1 – SÍNTESE GEOLÓGICA E DE MEIO FÍSICO DA BACIA PA1.....	15
QUADRO 3.2 –SÍNTESE GEOLÓGICA DAS SUB-BACIAS DA BACIA PA1.....	17
QUADRO 3.3 – NORMAIS CLIMATOLÓGICAS EM MONTE AZUL-MG	33
QUADRO 3.4 – NORMAIS CLIMATOLÓGICAS EM PEDRA AZUL-MG	33
QUADRO 3.5 – INVENTÁRIO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NA BACIA PA1.....	35
QUADRO 3.6 – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS UNIFICADOS E PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (MM).....	36
QUADRO 3.7 – TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO THORNTHWAITE (1948) E ICRISAT (1980), BASEADOS NO ÍNDICE DE UMIDADE (IU).....	37
QUADRO 3.8 – INDICADOR CLIMÁTICO REPRESENTADO PELO ÍNDICE DE UMIDADE DE THORNTHWAITE (1948).....	37
QUADRO 3.9 –TRIMESTRES CHUVOSOS, SECOS E PARÂMETROS DAS SÉRIES PLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS, EM PORCENTAGEM DA MÉDIA ANUAL	43
QUADRO 3.10 – COEFICIENTES DE VARIAÇÃO MENSAL E ANUAL DAS SÉRIES SELECIONADAS, EM PORCENTAGEM DA MÉDIA	44
QUADRO 3.11 – TEMPERATURA MÉDIA ANUAL.....	44
QUADRO 3.12 – UMIDADE RELATIVA MÉDIA.....	48
QUADRO 3.13 – INTENSIDADE DOS VENTOS (M/S)	51
QUADRO 3.14 – DIREÇÃO PREDOMINANTE DOS VENTOS	52
QUADRO 3.15 – BALANÇO HÍDRICO NORMAL POR THORNTHWAITE & MATHER (1955) – MONTE AZUL .	53
QUADRO 3.16 – BALANÇO HÍDRICO NORMAL POR THORNTHWAITE & MATHER (1955) – PEDRA AZUL ..	55
QUADRO 3.17 – UNIDADES DE MAPEAMENTO DAS CLASSES DE SOLOS DA BACIA DO RIO PARDO	71
QUADRO 3.18 – ÁREA E PERCENTUAL DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO DE SOLOS NA BACIA DO RIO PARDO	73
QUADRO 3.19 – PRECIPITAÇÕES MÉDIAS ANUAIS E VALORES DO FATOR R COM BASE NOS DADOS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA DO RIO PARDO	76
QUADRO 3.20 – UNIDADE DE MAPEAMENTO DE SOLOS E FATOR K PARA A BACIA DO RIO PARDO	77
QUADRO 3.21 – CLASSES DE USO DA TERRA E VALORES DE CP PARA A BACIA DO RIO PARDO	80
QUADRO 3.22 – CLASSES DE EROÇÃO EM FUNÇÃO DA PERDA DE SOLO	83
QUADRO 3.23 – PERDA DE SOLOS POR CLASSE DE EROÇÃO.....	84
QUADRO 3.24 – NÍVEIS DE MANEJO ESTABELECIDOS NA AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA BACIA	90
QUADRO 3.25 – GRUPOS DE APTIDÃO AGRÍCOLA CONFORME UTILIZAÇÃO E MANEJO	92

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	vi

QUADRO 3.26 – CLASSES DE APTIDÃO E INDICAÇÃO DE USO	92
QUADRO 3.27 – NÍVEIS DE EXIGÊNCIA DE FERTILIZAÇÃO	94
QUADRO 3.28 – NÍVEIS DE IMPEDIMENTO À MECANIZAÇÃO	95
QUADRO 3.29 – ÁREA OCUPADA POR CLASSE E GRUPO DE APTIDÃO AGRÍCOLA NA BACIA DO RIO PARDO	100
QUADRO 3.30 – CONVENÇÕES ADOTADAS NO MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DE TERRAS	107
QUADRO 3.31 – LEGENDA DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA BACIA DO RIO PARDO.....	108
QUADRO 3.32 – RELAÇÕES LITOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS NA BACIA PA1	113
QUADRO 3.33 – DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES AQUÍFERAS POR SUB-BACIA NA BACIA PA1	115
QUADRO 3.34 – CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS CURSOS DE ÁGUA NA BACIA DO RIO PARDO (MG)	121

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página vii
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

A compreensão dos condicionantes de meio físico no âmbito de uma bacia hidrográfica é fundamental para revelar seu diagnóstico de recursos hídricos. À medida que o ciclo hidrológico se processa, independentemente da escala de análise, são os aspectos físicos a priori que determinam a importância e magnitude de cada um dos vetores que a água pode e irá assumir. Os tipos de rochas e solos, suas características hidráulicas, assim como as formas de relevo e suas declividades e tipo de cobertura são determinantes na transformação das chuvas em escoamentos superficiais e ou recarga efetiva dos eventuais aquíferos, assim como na identidade química que estas águas irão adotar no período de interação com este meio físico. A descrição destas variáveis, e a quantidade e qualidade de água resultante, constituem o objeto central deste diagnóstico. Assim, portanto, as descrições de meio físico justificam-se somente quando justamente resgatam sua relação direta com as variáveis de quantidade e qualidade recém mencionadas.

3.1 Geologia

O arcabouço geológico da área da Bacia dos Afluentes Mineiros do Rio Pardo (doravante bacia PA1) é bastante complexo, sendo composto, estratigraficamente, da base para o topo, por: Rochas granitóides do Complexo Gavião (A2gm), rochas metamórficas do Corpo PR_delta, rochas metamórficas do Supergrupo Espinhaço, Formação Fazendinha e Formação Santo Onofre; rochas xistosas do Grupo Macaúbas; rochas metamórficas do Complexo Jequitinhonha, inúmeros corpos granitóides da Província Mantiqueira; finalmente as coberturas Cenozoicas (coberturas detrito-lateríticos, depósitos litorâneos indiferenciados recentes e depósitos aluvionares recentes). A distribuição espacial destas rochas pode ser vista no Mapa da **Figura 3.1**.

A seguir, cada uma destas unidades será descrita de forma sucinta, começando por aquelas de maior idade geológica. A **Figura 3.2** ilustra detalhes petrográficos e formas de ocorrência dos tipos rochosos que afloram na bacia PA1. As informações foram obtidas na cartografia oficial da CPRM, nas Cartas Geológicas ao Milionésimo, sendo posteriormente retrabalhadas em ambiente de SIG.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

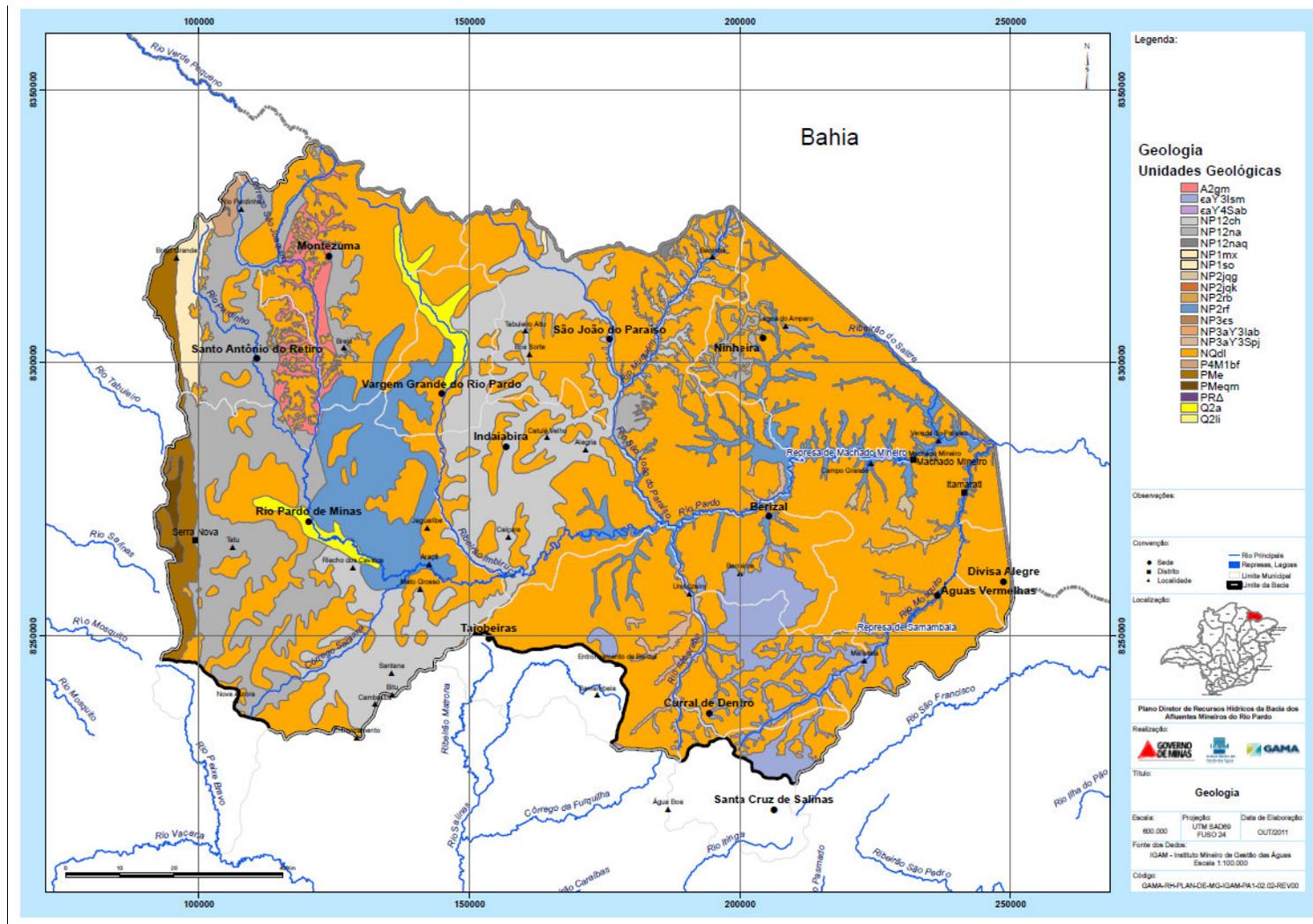


Figura 3.1 – Mapa Geológico da bacia PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 9
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

3.1.1 Descrição Geológica

A descrição dos tipos litológicos aflorantes na bacia PA1 obedece a uma ordem cronológica, começando com as rochas mais antigas até as mais recentes, que acabam por recobrir as demais. Além destas descrições de caráter petrográfico, foram confeccionados quadros de caráter sintético os quais relacionam estas ocorrências com as demais características do meio físico e com a lógica das sub-bacias da bacia PA1.

Complexo Gavião (A2gm) é composto por ortognaisses migmatíticos, com enclaves máficos e ultramáficos. O Corpo PR_delta, ainda não possui denominação e é composto de rochas basálticas metamorfizadas.

O Supergrupo Espinhaço, que faz parte da Província São Francisco, apresenta, na sua maior parte, espessas camadas de quartzitos com intercalações de conglomerados e filitos. Sua sequência foi dividida em oito formações, reunidas em dois grupos. Diamantina e Conselheiro Mata. Na bacia do Rio Pardo, afloram apenas litologias que não foram classificadas em nenhum desses grupos, as quais foram denominadas de Supergrupo Espinhaço Indiviso (PMe), formado por quartzitos, muscovita quartzitos, quartzitos arcoseanos e/ou ferruginosos, lentes de metaconglomerado, quartzo filito e mica xisto. Contempla também uma área onde aflora um quartzito laminado, com porções micáceas (PMeqm).

A Formação Fazendinha (P4M1bf) faz parte do Grupo Oliveira dos Brejinhos de idade e pertence à Província São Francisco, representada por quartzitos feldspáticos e sericítico, apresentando níveis de filito.

A Formação Santo Onofre (NP1so) é composta por filitos, por vezes hematítico ou grafitico, quartzitos, níveis de quartzo microconglomerático, brechas e metaconglomerados.

O Grupo Macaúbas é composto por rochas xistosas da Província Mantiqueira que se encontram sobre o embasamento arqueano e as rochas do Supergrupo Espinhaço. Na bacia do Rio Pardo, afloram da base para o topo: Formação Nova Aurora, Formação Chapada Acauã, Unidade Rio Preto e Formação Ribeirão da Folha. A Formação Nova Aurora (NP12na) é representada por metadiamictitos ricos em hematita, quartzitos micáceos de granulação variável e filitos. Associadas a essas rochas principais encontram-se porções quartzíticas (NP12naq). A Formação Chapada Acauã (NP12ch) é composta por metarritmitos e

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	10

metadiamictitos, sucedidos por quartzitos, sericitafilitos e quartzo-mica xistos. A Unidade Rio Preto (NP12mx) é representada por xistos, da fácies xisto verde, além de lavas e tufos de composição máficas. A Formação Ribeirão da Folha (NP2rf) é formada por xistos de grande variação composicional. Apresentando mica xistos, com ou sem granada, silimanita, cianita e cordierita, além de grafita xistos, metagrauvas, metaconglomerados e raros anfibolitos e formações ferríferas. Na bacia, ocorre associado ao corpo principal, uma unidade classificada com biotita paragneisse (NP2rb).

O Complexo Jequitinhonha pertence à Província Mantiqueira sendo composto por paragneisses, de cor cinza escuro e granulação média, rochas calcissilicáticas e talco xisto. Ocorrem associados a essas rochas Unidades Gnáissicas (NP2jgg) e uma unidade gnássica kingizítica, com raras lentes de mármore (NP2jqk).

A Província Mantiqueira, durante o Orógeno Araçuaí, foi marcada por intensa atividade magmática, com a formação de vários granitóides, que começou no Neoproterozóico e terminou no início do Paleozóico. Foram separados em Fases Pré-Colisionais, Pré a Sincolisionais, Sin a Tardicolisionais, Tardi a Pós- Colisionais e Pós-Colisionais. Dentro da Bacia do Rio Pardo afloram vários desses corpos granitóides, que serão descritos a seguir, conforme a sua classificação.

Na bacia, as fases Pré-Colisional e Pré a Sincolisional não estão aflorantes. Já na fase Sin a Tardicolisional, foi gerado o Granitóide Água Branca (NP3a_gamma_3Iab), que contempla um granito foliado, metaluminoso, tipo I e composto por biotita, granada, magnetita, titanita e allanita. Ainda nessa fase, foi formado o Corpo Pajeú (NP3a_gamma_3Spj), representado por granitos foliados com biotita, muscovita e/ou sericita, e granodioritos foliados com granada e/ou cordierita e/ou silimanita. Possuem características peraluminosas e tipo S.

A fase Tardi a Pós-Colisional marcou a transição entre o Neoproterozóico e o Paleozóico. Esse estágio é associado ao relaxamento do encurtamento crustal e, na bacia do Rio Pardo, é representado pela Formação Salinas (NP3_C_cortado_s), que é representada por metagrauvas, variando de maciças, gradadas, bandadas, covolutas ou brechadas, além de metarenitos, metaconglomerados e mica xistos granatíferos.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 11
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Ainda no estágio Tardi a Pós-Colisional foi formada a Suíte Medina-Maristela (C_cortado_a_gamma_3Ism), que apresenta granitos, que predominam, além de sienitos, granodioritos e monzonitos. As rochas são localmente foliadas, sendo metaluminosas, calcialcalinas de alto potássio e tipo I.

A última fase foi a Pós-Colisional, associada à fase final do colapso orogênico da Faixa Araçuaí. Novamente ocorre atividade magmática intensa, seguida do relaxamento tectônico do cinturão. Nessa fase, foi gerado o Corpo Água Boa (C_cortado_a_gamma_4Sab), marcado por leucogranitos ricos em mucovita e com biotitas com minerais máficos. Subordinadamente apresenta granodioritos, com termos aplíticos e pegmatóides ocorrendo localmente. As rochas são peraluminosas, tipo S.

As coberturas Cenozoicas são compostas por sedimentos semiconsolidados, grosseiramente estratificados e de atitude horizontal. Durante o Terciário foram depositadas as Coberturas Detrito-Lateríticos (NQdl), que apresentam areias com níveis de argila e cascalho e crosta laterítica. No Quaternário, são formados os Depósitos Litorâneos Indiferenciados Recentes (Q2li), que são depósitos de sedimentos arenosos de praia marinho e/ou lagunar, além dos Depósitos Aluvionares Recentes (Q2a), compostos por areias com intercalações de argila e cascalho, com matéria orgânica.

A distribuição relativa destes tipos litológicos na área da Bacia pode ser visualizada através do **Quadro 3.1**. A partir do mesmo, pode-se concluir que na bacia PA1, de maneira geral, predominam os sedimentos clásticos denominados de crostas detríticas e lateríticas com mais de 57% da superfície da bacia PA1, seguidos de uma ampla variedade de rochas metamórficas com 35%, e algumas porções de rochas granitóides com aproximadamente 6%. As imagens das **Figura 3.2** e **Figura 3.3** ilustram a forma de ocorrência destas rochas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 12
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

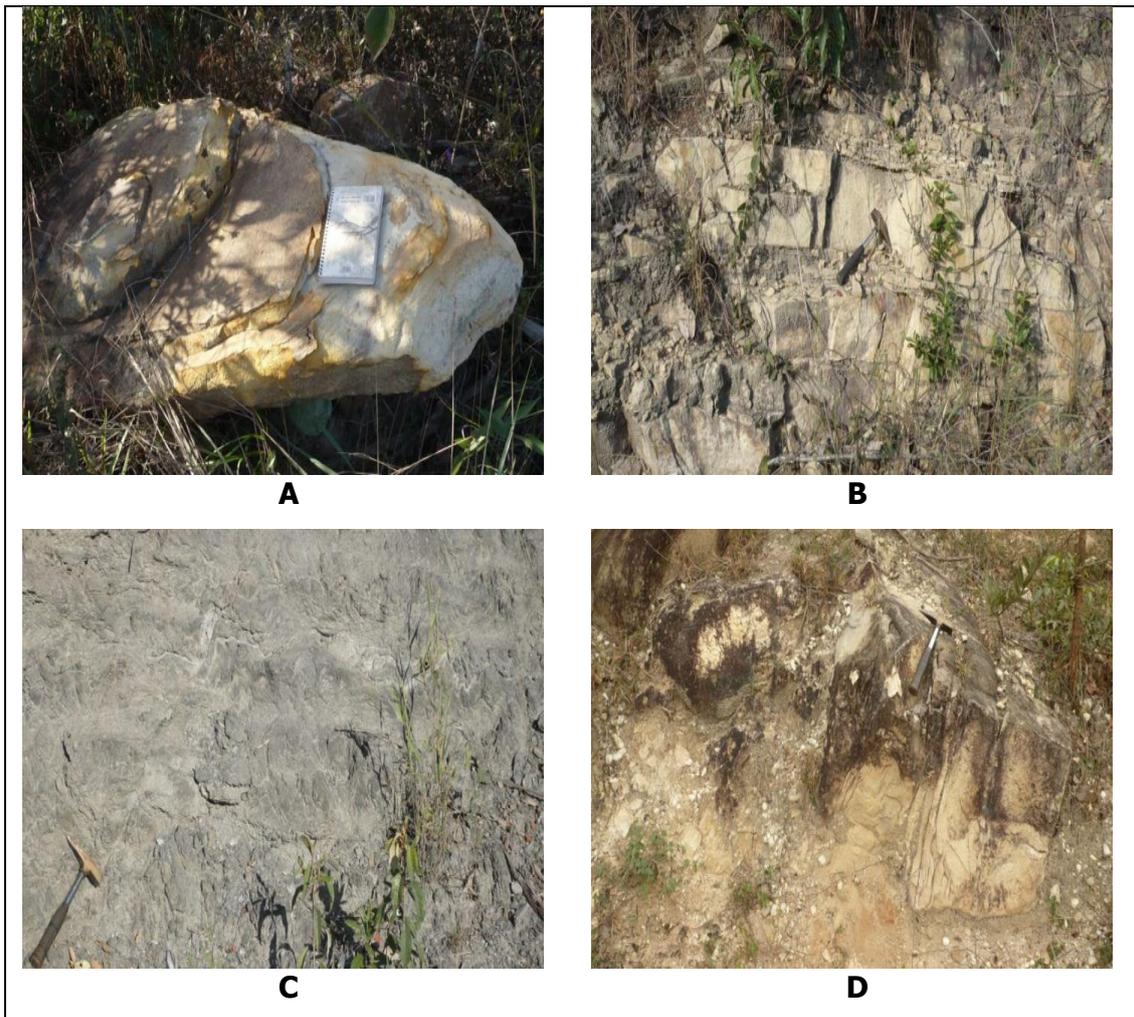


Figura 3.2 – Exemplos de afloramentos rochosos na Bacia do Rio Pardo
A: Arenito fino a médio do Supergrupo Espinhaço. (-15°33'59"; -42°44'04");
B: Quartzito fraturado do Supergrupo Espinhaço. (-15°34'22"; -42°43'48");
C: Xisto grafitosos, pertencente à Formação Nova Aurora. (-15°34'38"; -42°43'47");
D: Quartzito maciço, pertencente à Formação Nova Aurora. (-15°10'20"; -42°29'24").

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 13
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

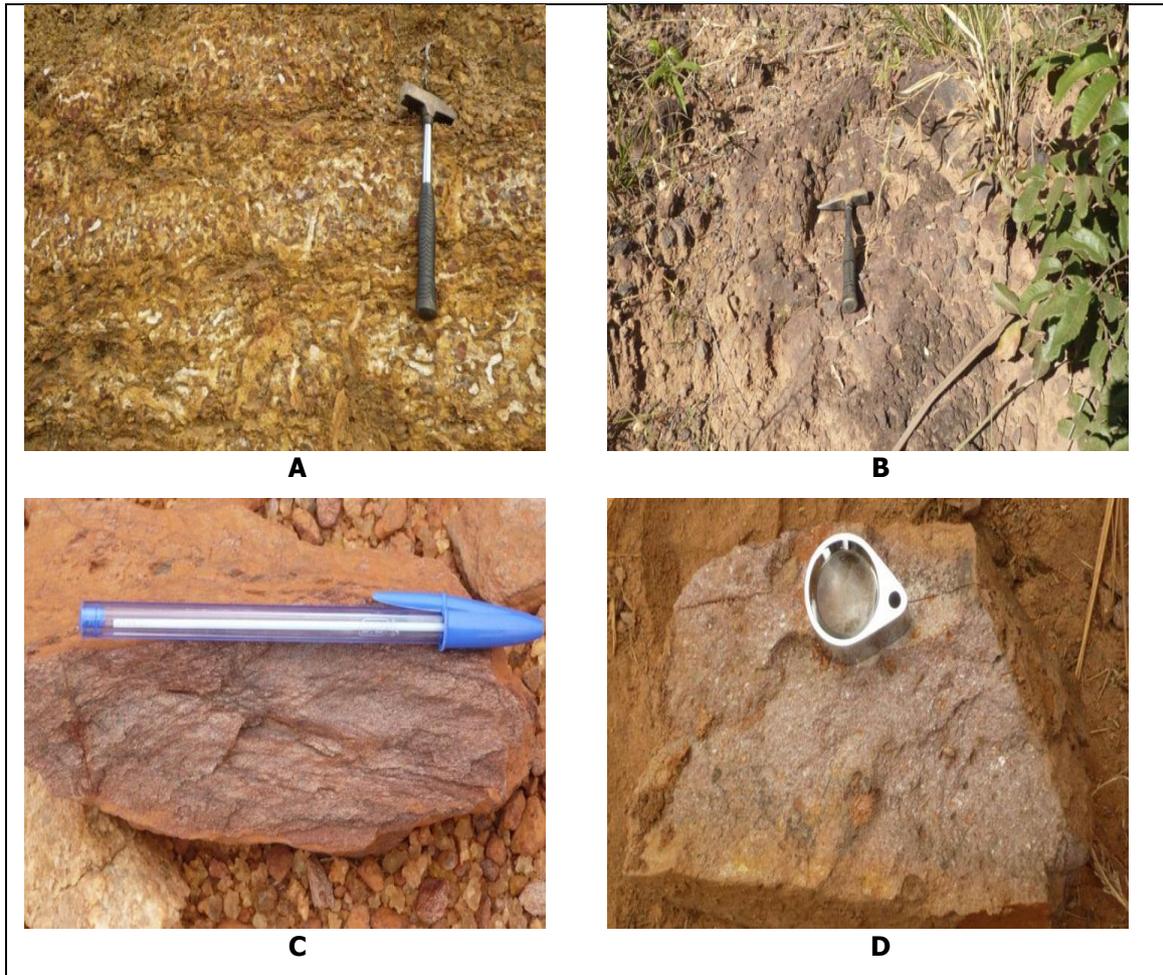


Figura 3.3 – Exemplos de afloramentos rochosos na Bacia do Rio Pardo
A: Metadiamictilite da Formação Nova Aurora. (-15°19'18"; -41°48'58");
B: Cobertura detrito-laterítica cenozoica. (-15°35'01"; -42°43'43");
C: Metassedimento da Formação Salinas. (-15°23'35"; -42°23'48");
D: Metarenito fino a grosso, mal selecionado pertencente à Formação Nova Aurora. (-15°25'49"; -42°17'19").

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 14
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 3.1 – Síntese Geológica e de Meio Físico da bacia PA1

Era	Unidade Geológica		Tipos Litológicos Predominantes	%	Formas de relevo principais	Presença de Manto de alteração
Cenozoico	Formações Cenozoicas	Depósitos Aluvionares Recentes (Q2a)	Areias com matéria orgânica	1,29	Fundo dos vales ao longo dos canais fluviais e planícies de inundação	Muito fino
		Depósitos Litorâneos Indiferenciados Recentes (Q2li)	Sedimentos arenosos	0,02		
		Coberturas Detrito-Lateríticos (NQdl)	Areias com níveis de argila, cascalho e crosta latérrica	57,39	Superfícies planas a levemente onduladas, normalmente, com escarpas abruptas e baixa densidade de drenagem	Espesso
Fanerozoico	Orógeno Araçuaí	Corpo Água Boa (C_cortado_a_gamma_4Sab)	Leucogranitos	0,01	Colinas fortemente onduladas com média densidade de drenagens e médio grau de dissecação. Morfologia em pontões ou dorsos desnudos são comuns	Fino
		Suíte Medina-Maristela (C_cortado_a_gamma_3Ism)	Sienitos, granodioritos e monzonitos	3,69		
Neoproterozoico	Orógeno Araçuaí	Formação Salinas (NP3_C_cortado_s)	Metagrauvacas, metarenitos, metaconglomerados e mica xistos	0,00	Colinas de topo aplainado e vales de fundo chato. Relevo suavemente ondulado com pequena variação de altitude	Médio
		Corpo Pajeú (NP3a_gamma_3Spj)	Granitos	0,87	Colinas fortemente onduladas com média densidade de drenagens e médio grau de dissecação. Morfologia em pontões ou dorsos desnudos são comuns	Fino
		Granitóide Água Branca (NP3a_gamma_3Iab)	Granitos	0,12		
	Complexo Jequitinhonha (NP2jqg e NP2jqk)	Paragnaisse, calcissilicáticas e talco xistos	0,34	Cristas e colinas com vales encaixados, apresentando médio a elevado grau de dissecação e relevo ondulado.	Espesso	

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 15
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Era	Unidade Geológica		Tipos Litológicos Predominantes	%	Formas de relevo principais	Presença de Manto de alteração
	Grupo Macaúbas	Formação Ribeirão da Folha (NP2rf e NP2rb)	Xistos, metagrauvacas e metaconglomerados	8,14	Colinas suavizadas a onduladas, variando de baixo a médio o grau de dissecação e alta densidade de drenagem	Médio
		Unidade Rio Preto (NP12mx)	Xistos e tufo máficos	0,06		
		Formação Chapada Acauã (NP12ch)	Metarrimitos e metadiamicctitos	12,06		
		Formação Nova Aurora (NP12na NP12naq)	Metadiamicctitos, quartzitos micáceos, filitos, formações ferríferas e anfibolitos	11,03		
	Formação Santo Onofre (NP1so)	Filitos, quartzitos, brechas e metaconglomerados	0,96			
Paleoproterozoico	Formação Fazendinha (P4M1bf)		Quartzitos com níveis de filito	0,27	Cristas e colinas fortemente onduladas alinhadas com cotas elevadas, entre 1000 e 1400 metros, vales escarpados, fortemente encaixados e profundos. Apresenta elevada densidade de drenagem	Fino
	Supergrupo Espinhaço (PMe e PMeqm)		Quartzitos, metaconglomerados e mica xistos	2,11		
	Corpo PR_delta		Meta-basaltos	0,01		
Arqueano	Complexo Gavião (A2gm)		Ortognaisses migmatíticos	1,62	Colinas suavizadas a onduladas e baixo grau de dissecação.	

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 16
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Estas proporções são importantes, mas devem ser necessariamente combinadas com outras variáveis descritoras do meio físico, como por exemplo, tipo de solo, formas de relevo e unidades aquíferas.

Da mesma forma, as informações geológicas podem ser agrupadas e discretizadas na lógica das sub-bacias da PA1, conforme nos mostra o **Quadro 3.2**.

Quadro 3.2 – Síntese Geológica das sub-bacias da bacia PA1

Sub-bacias/ Ottobacias	Tipos rochosos predominantes	Formas de relevo
75783, 757851, 757852, 757853, 757854, 757856, 757857, 75786, 75787, 75788, 757896	Coberturas Cenozoicas com Rochas Metamórficas	Superfícies planas a levemente onduladas, normalmente, com escarpas abruptas e baixa densidade de drenagens com transição para colinas suavizadas a onduladas, variando de baixo a médio o grau de dissecação e alta densidade de drenagem.
75784, 757858, 757859	Coberturas Cenozoicas com Rochas Granitóides	Superfícies planas a levemente onduladas, normalmente, com escarpas abruptas e baixa densidade de drenagens com transição para colinas onduladas com média densidade de drenagem e médio grau de dissecação Morfologia em pontões ou dorsos desnudos são comuns.
757855, 757891,757892, 757893, 757894, 757895,757897, 757898, 757899	Rochas Metamórficas com Coberturas Cenozoicas	Colinas suavizadas a onduladas, variando de baixo a médio o grau de dissecação e alta densidade de drenagens com transição para colinas onduladas com média densidade de drenagem e médio grau de dissecação Morfologia em pontões ou dorsos desnudos são comuns.

A leitura do **Quadro 3.2** permite agrupar sub-bacias com semelhante arcabouço geológico e geomorfológico, o qual certamente exercerá influência em suas características aquíferas e de hidrologia de superfície.

Para efeitos deste plano a relação entre as variáveis de meio físico e sua espacialização no âmbito da bacia é fundamental e, certamente, mais importante que o aprofundamento acadêmico específico na gênese e origem dos tipos petrográficos da bacia PA1, por exemplo. O arcabouço geológico, entretanto, quando avaliado à luz de suas propriedades hidráulicas (propriedades denominadas de aquíferas de armazenamento e transmissão de água), se converte em unidades aquíferas, base física da descrição hidrogeológica que será discutida em item específico. Esta correlação está explícita no item de Hidrogeologia.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 17
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

3.1.2 Avaliação Estrutural

Conforme pode ser apreciado no **Quadro 3.1**, a bacia PA1 possui amplas áreas com cobertura detrítica-laterítica, as quais recobrem rochas metamórficas e ígneas do embasamento. Apesar do fato dos depósitos de coberturas serem mais recentes que os principais lineamentos tectônicos (não menosprezando a possibilidade de reativações recentes) a tectônica rígida segue sendo um elemento importante na compreensão do arcabouço geológico da bacia PA1. Ou seja, os lineamentos tectônicos e o padrão de fraturamento exercem grande influência nas formas de ocorrência das rochas que a compõem. Esta influência se faz sentir em todas as escalas, desde condicionando macro-estruturas, como os próprios corpos rochosos, passando pelo comportamento das drenagens, coincidindo quase sempre com traços de fraturas, até a escala de fraturas discretas em escala local conforme pode ser visto nos afloramentos apresentados na **Figura 3.2** e **Figura 3.3**.

No presente trabalho adota-se a terminologia de Bates e Jackson (1980), os quais definem fratura como sendo o termo genérico para toda e qualquer descontinuidade desenvolvida nas rochas devido ao *stress* mecânico. Formam superfícies ao longo das quais se verificam perdas de coesão. A literatura considera o desenvolvimento de fraturas como sendo uma resposta rúptil a semi-rúptil aos processos deformacionais que as geraram. Este comportamento reológico ocorre nas porções mais superficiais da crosta. Em muitos casos, formam-se zonas discretas sub-paralelas nas quais ocorre uma concentração de tensões e por consequência deformação não coaxial por parte das rochas (independente da escala). Estas zonas, quando desenvolvidas nas porções superficiais da crosta são também conhecidas como zonas de cisalhamento rúptil ou zona de falhas. No interior destas zonas observa-se o desenvolvimento hierárquico de diferentes conjuntos de fraturas e falhas com geometrias e densidades distintas. A densidade de fraturamento dentro desta zona discreta é muitas vezes maior que a da massa rochosa adjacente. Deste conceito resulta a justificativa para que neste estudo fosse avaliado o padrão de fraturamento das rochas no contexto da bacia PA1:

1. Nestas zonas de fraturamento, a rocha perde coesão e resistência mecânica, intemperizando-se mais facilmente, e por consequência, gerando mantos de alteração e solos mais espessos a priori.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	18

2. Em função do exposto e de certa forma também agindo de forma proativa para que o intemperismo ocorra, é justamente nas superfícies de fraturas, que circulam os fluxos de água subterrânea. Em outras palavras, é a rede de fraturas que condiciona a circulação de água nas unidades aquíferas do tipo fraturadas.
3. A presença de manto de alteração e fraturas interconectadas entre si e com áreas de recarga de água subterrânea (no próprio leito das drenagens, por exemplo) controla a potencialidade aquífera da ampla maioria das unidades aquíferas presentes na bacia PA1.

Quando avaliados do ponto de vista hidrodinâmico, ou seja, de suas características de transmissão e armazenamento de água subterrânea, os seguintes detalhes são considerados importantes: (i) Orientação - a orientação de uma fratura refere-se a sua orientação espacial baseada na sua linha direcional e no seu ângulo de mergulho. Estes dois parâmetros conferem a uma determinada fratura uma atitude. As fraturas podem ser agrupadas em famílias ou "sets" que apresentem orientações similares, e, por consequência, têm uma relação genética entre si; (ii) Abertura - a abertura de uma fratura é definida como a medida de separação média entre as paredes rochosas ao longo da superfície de descontinuidade. Depende do tipo de tensão atuante, da mineralogia e textura da rocha. A magnitude da abertura da fratura determina o fluxo que a mesma comporta. As fraturas, mesmo quando abertas podem estar preenchidas de forma secundária; (iii) Rugosidade das Paredes - a rugosidade é uma característica das paredes da fratura, sendo definida como sendo a distância entre duas linhas paralelas à linha média e que tangenciam a saliência mais pronunciada e a reentrância mais profunda. A rugosidade é função da mineralogia, textura e estado de alteração das paredes rochosas nos planos de fratura. A rugosidade determina perdas de carga influenciando desta maneira a condutividade hidráulica; (iv) Densidade - a densidade de fraturas refere-se a quantidade de fraturas por unidade de área ou volume de massa rochosa. De maneira geral a densidade está diretamente relacionada ao fluxo; (v) Conectividade - a conectividade refere-se ao grau de conexão entre as fraturas de uma mesma família ou entre famílias diferentes. Quanto maior a conectividade maior será o fluxo.

No presente diagnóstico foi realizada uma extração de lineamentos à escala 1:250.000, em caráter regional portanto. A etapa de interpretação de lineamentos morfotectônicos foi realizada através de imagens de satélite. Para realizá-la foram confeccionadas duas imagens de relevo sombreado, geradas a partir de um MDE (modelo digital de elevação), que

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	19

possibilita visualizar as diferenças de relevo em uma dada região. A imagem sombreada é gerada a partir de uma grade retangular sobre a qual é aplicado um modelo de iluminação. O *software* utilizado para fazer relevo sombreado foi o ENVI, através da ferramenta *Topographic Modeling*. Uma vez selecionado o modelo digital, os parâmetros de elevação e azimute foram completados, com os valores 45 m e 135°, respectivamente. Outra imagem foi gerada da mesma forma, porém com um azimute de 225°. As imagens foram salvas no formato TIFF. Utilizando o programa ArcGIS, as duas camadas foram mescladas para gerar um relevo sombreado colorido. As estruturas foram traçadas a partir dessa imagem de relevo composta, na qual as mesmas são marcadas por alinhamentos de escarpas e vales, além de drenagens. Os lineamentos são facilmente identificáveis e seu traçado coincide com a presença de verdadeiras zonas de fraturas, onde se equalizam processos intempéricos e a circulação de fluxos subterrâneos.

O diagrama da **Figura 3.4** mostra claramente as direções preferenciais destas zonas e o Mapa da **Figura 3.5**, mostra o resultado da extração e os respectivos lineamentos individualizados correlacionados com a localização dos poços tubulares na bacia PA1. Estes mapas serão de fundamental importância na determinação do potencial hidrogeológico e da vulnerabilidade dos aquíferos no âmbito da Bacia PA1.

Tanto em termos de frequência de certas direções como no tamanho dos lineamentos, o comportamento é bimodal prevalecendo as direções do par conjugado NE-SW e NW-SE de forma subordinária. A maioria dos lineamentos assume estas direções e os lineamentos mais possantes em termos de comprimento também assumem estas direções preferenciais.

A partir do mapeamento dos lineamentos discretos é possível gerar um mapa com a densidade de fraturamento para toda a Bacia (Ver **Figura 3.5**). A correlação entre as manchas de densidade com as vazões dos poços não mostra uma aderência representativa. O banco de dados dos poços é pouco representativo e muitas vezes incompleto o que certamente remete a uma tarefa que não adentra no escopo de um plano de bacia. Trata-se da tarefa de melhorar os inventários de poços na região, a qual deveria ser coordenada entre o IGAM e a CPRM. Outra observação importante diz respeito à escala das análises de lineamentos, considerada regional. Constata-se que o fluxo das águas subterrâneas nesta bacia obedecem muito mais a variáveis de caráter local, em detrimento de padrões regionais, como os aqui mapeados. De todas as formas, trata-se de uma primeira aproximação metodológica que serve de diretriz para trabalhos de hidrogeologia de detalhe,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	20

que tampouco fazem parte do termo de referência de um plano. O importante neste caso é que estes estudos sejam identificados como estratégicos no corpo de ações futuras destacadas para a bacia em questão.

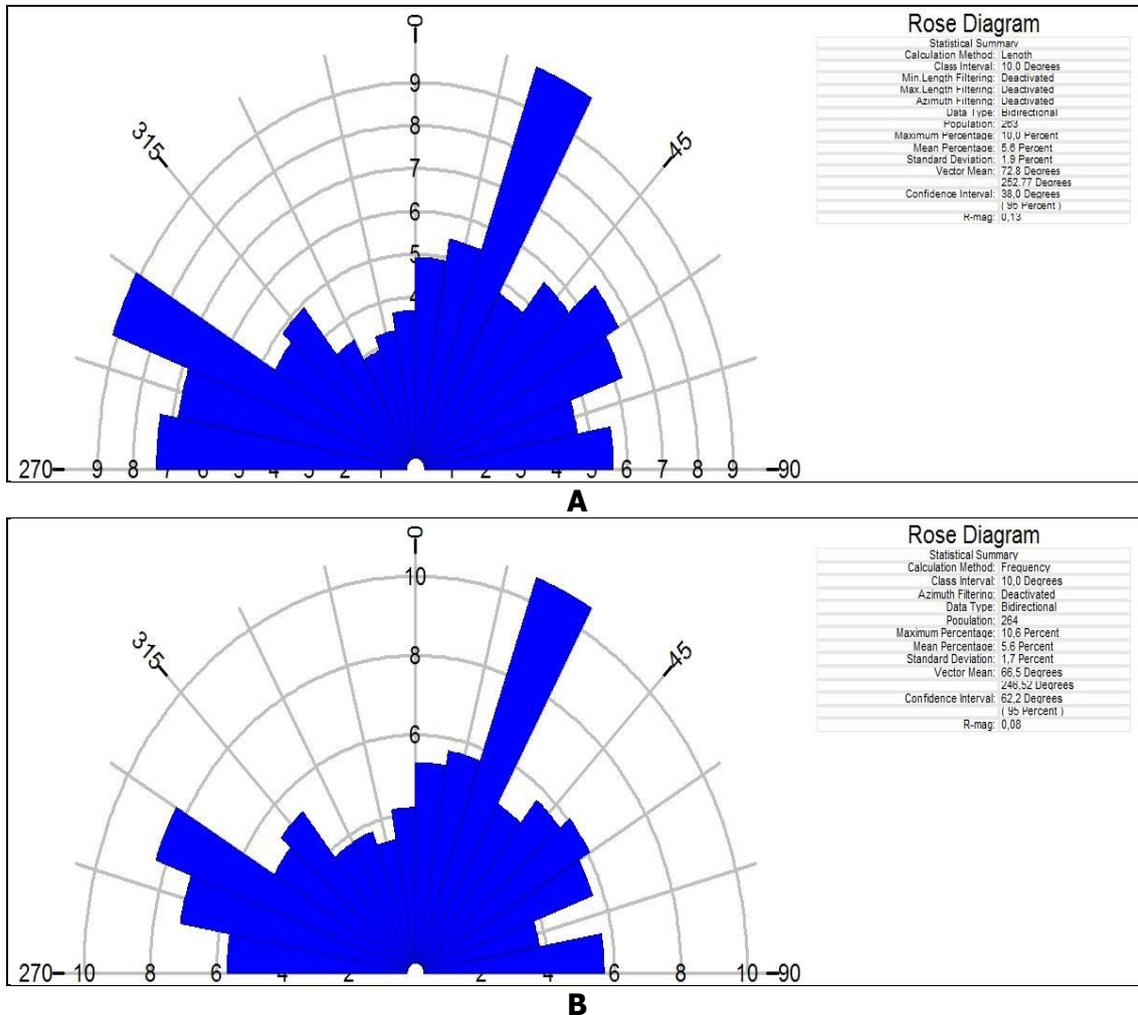


Figura 3.4 – Diagrama de rosetas dos lineamentos estruturais da bacia PA1
A: Comprimento do lineamento;
B: Frequência do lineamento.

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

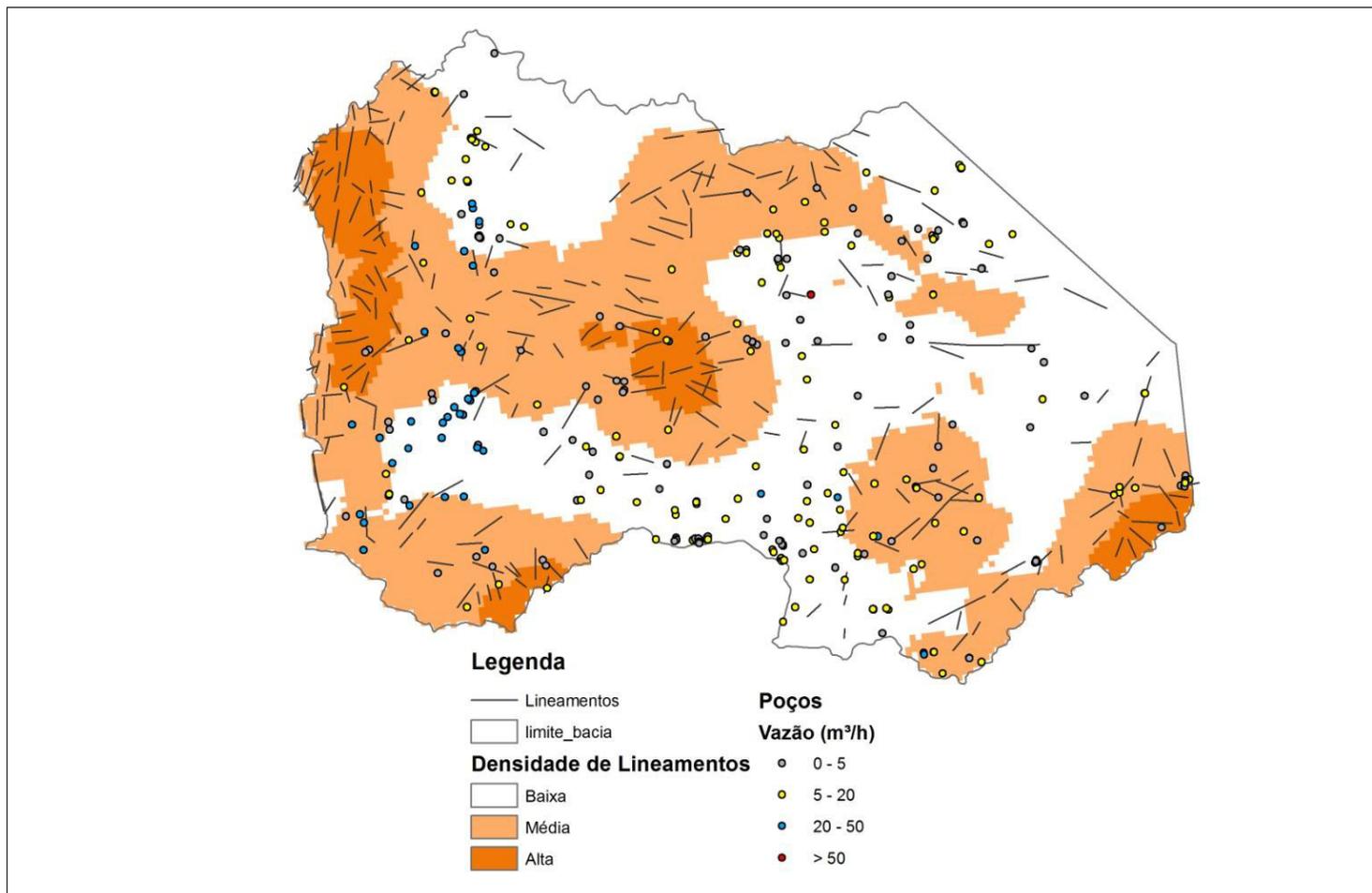


Figura 3.5 – Mapa de densidade de lineamentos com lineamentos discretos e sua correlação espacial com os poços conforme classes de vazão

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 22
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

3.2 Potencial Mineral

Este item apresenta o cenário específico de aproveitamento mineral na bacia PA1. As informações necessárias para compor este cenário foram obtidas junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) por meio de sua Diretoria de Outorga e Cadastro Mineiro (DICAM). O DNPM disponibiliza uma série de ferramentas para a consulta de dados e análises relacionais de caráter espacial, referentes aos títulos minerários de qualquer região do País. Os dados são apresentados em mapas e bases cartográficas digitais, e cada assunto é disposto como uma camada (*layer*) que, uma vez associados, permite realizar diferentes tipos de análises. Trata-se do sistema SIGMINE (<http://sigmine.dnpm.gov.br/>), cujas informações estão em constante atualização. Os dados relacionados nestes cenários foram obtidos em junho de 2011.

Do ponto de vista metodológico, os dados brutos dos processos, através de técnicas de geoprocessamento, foram gerados mapas de requerimentos totais (independentes do seu *status* atual) e mapas de atividades minerais em processo de lavra. Do cenário de requerimentos totais, as seguintes conclusões podem ser traçadas: (i) A área da bacia PA1 encontra-se em 90% requerida para os mais variados bens minerais, principalmente minério de ferro, seguido de fosfato e minério de prata – em toda a área da bacia; ii) Em virtude da alta proporção de áreas requeridas e de seu arcabouço geológico variado, a bacia PA1 pode ser reconhecida como uma bacia de alto potencial mineral; (iii) Ressalta-se que, na ampla maioria dos casos, devido ao considerável investimento financeiro necessário para transpor as etapas de pesquisa a adentrar etapas de produção em escala industrial, grande parte dos requerimentos de pesquisa acaba exercendo apenas a função especulativa, não se concretizando em empreendimentos minerais.

Por outro lado, quando analisado o cenário das lavras autorizadas, verifica-se que: (i) Ocorre uma drástica redução das áreas com mineração legal, totalizando quando muito em 1% da área total da bacia; (ii) Os bens minerais lavrados são aqueles que requerem o mais baixo grau de investimento e técnica, entre eles a extração de granito e ametista a jusante da bacia, nos limites dos Municípios de Curral de Dentro e Águas Vermelhas, consideradas os pólos minerais da Bacia; (iii) Nestes dois locais, as lavras ocorrem junto ao vale do Rio Mosquito e dizem respeito à extração de Granito.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	23

Os mapas das **Figura 3.6** e **Figura 3.7** evidenciam o contraste entre os cenários de requerimento e lavra para a bacia PA1, conforme recém exposto.

De forma geral, algumas considerações se fazem pertinentes:

- A atividade mineral futura (dada os requerimentos totais) está dispersa e ocupa toda a bacia PA1;
- Não ocorrem nesta bacia requerimentos típicos de bacias próximas a centros urbanos, ou seja, aqueles que dizem respeito à matéria-prima para a construção civil, como cascalho, areia e saibro;
- A extração de água mineral (fato que caracterizaria um uso consuntivo da água subterrânea associado à mineração) não é representativa;
- A grande maioria das lavras deve-se à exploração de granitos, que normalmente acontece nas regiões de meia encosta, relativamente distante das drenagens, e, portanto, quando comparadas a outras formas de lavras, de menor impacto sobre os recursos hídricos, apesar de poderem ter impactos significativos de outras categorias, como na paisagem e vegetação;
- O cenário de requerimentos abundantes leva a uma reflexão sobre o tipo de desenvolvimento econômico desenhado para a bacia PA1. Vislumbra-se no futuro a retirada de insumos minerais (no caso minério de ferro e fosfato) da bacia PA1. Da forma com que a mesma se processa nesta e em muitas regiões do país, a renda gerada é retida, em sua maior parte, onde este mesmo insumo é processado. O que fica retido na bacia são as externalidades econômicas desta extração, no caso, os impactos ambientais que dela poderão advir. Desta forma, não se pode afirmar de forma categórica que o desenvolvimento econômico da bacia PA1 poderá ser sustentado pela atividade mineral, enquanto o processamento do minério e a correspondente agregação de valor ocorrer fora da bacia.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 24
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

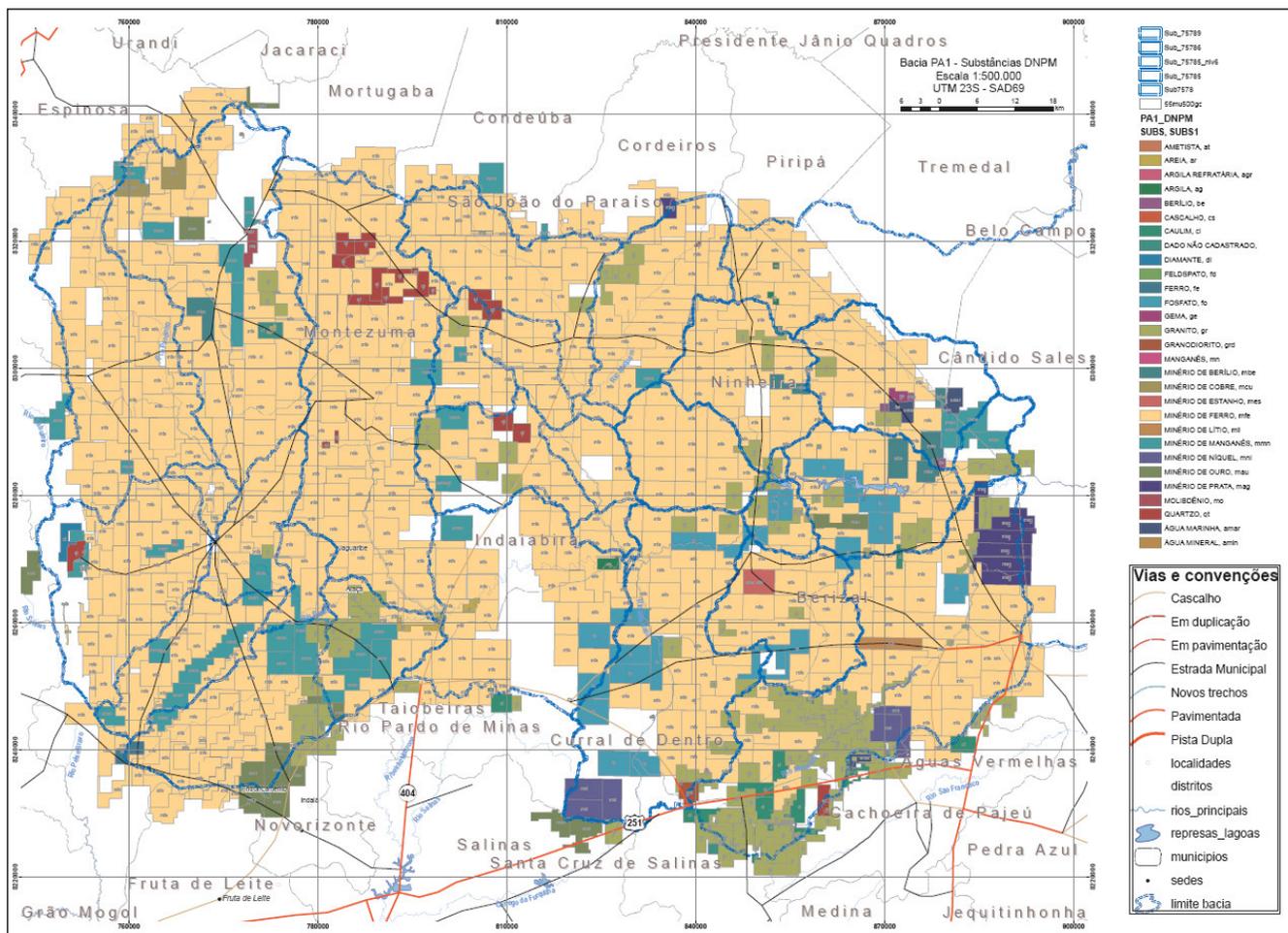


Figura 3.6 – Mapa dos cenários de utilização mineral (áreas totais requeridas)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 25
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

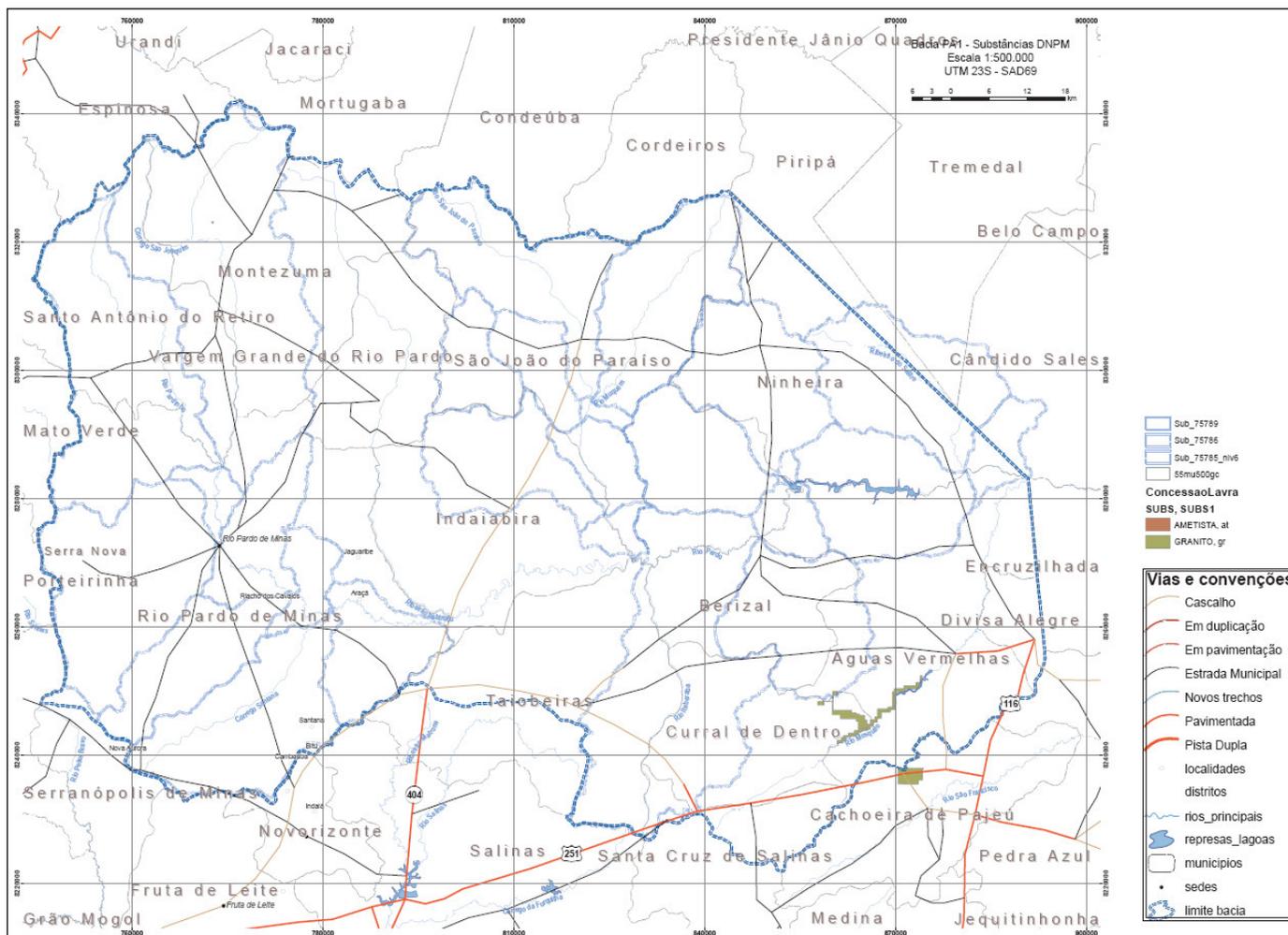


Figura 3.7 – Mapa dos cenários de utilização mineral (áreas totais em lava)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 26
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

3.3 Geomorfologia

Os dados de geomorfologia foram descritos através do Mapa de Macrocompartimentos do Relevo de Minas Gerais, cuja fonte foi o IBGE em 2006 e elaborado por Bertolini em 2008. Além disso, foram utilizados os dados do Projeto RADAM, Folha Brasília, escala 1:1.000.000 (IBGE, 1982). A geomorfologia local, como era de se esperar, compreende uma forte interação com as características geológicas. As unidades geomorfológicas foram compartimentadas na bacia através da disposição estrutural das rochas e da ação dos agentes meteorológicos, que moldaram o seu relevo. Na Bacia do Rio Pardo são encontradas três unidades geomorfológicas: Serra do Espinhaço, Planalto do Rio Jequitinhonha – Rio Pardo e Planaltos dos Geraízinhas, conforme nos mostra o Mapa da **Figura 3.12**.

A Serra do Espinhaço é caracterizada por um conjunto de cristas, picos e colinas fortemente onduladas, que se encontram alinhadas na direção Norte-Sul e separam a Bacia do Jequitinhonha da Bacia do São Francisco. O relevo é controlado pela geologia, através das litologias e das estruturas. Com altitudes variando entre 1.000 e 1.400 metros, as vertentes apresentam-se íngremes e os vales são bastante encaixados. Na bacia PA1, essa unidade ocupa o extremo oeste da área em uma feição alongada de direção Norte-Sul. As fotografias da **Figura 3.8** ilustram estas feições.



Figura 3.8 – a) Em primeiro plano as colinas suavizadas a onduladas das formações xistosas presentes na área, ao fundo as cristas e colinas muito onduladas do Supergrupo Espinhaço. (-15°38'42"; -42°40'31"); b) Detalhe da morfologia das serras do Supergrupo Espinhaço. (-15°35'01"; -42°43'43")

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 27
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O Planalto do Rio Jequitinhonha – Rio Pardo é caracterizado por chapadas de variadas dimensões intercaladas por áreas mais dissecadas, representada por colinas e cristas, vales encaixados e vertentes ravinadas. A altitude encontra-se entre 800 e 1.100 metros e ocorre baixa densidade de drenagem, sendo essa muito controlada pelas estruturas geológicas. Na bacia PA1, essa unidade ocorre próxima aos municípios de Berizal e Curral de Dentro. Na **Figura 3.9** as fotografias ilustram estas feições.



Figura 3.9 – a) -15°13'23"; -42°32'06" e b) -15°18'47"; -42°30'57": Colinas suavizadas a onduladas das formações xistosas

O Planalto dos Geraizinhos é uma grande área de relevos aplainados, abrangendo o relevo que se desenvolve sobre as litologias do Grupo Macaúbas e encontra-se em altitudes que podem variar de 600 a 1.000 metros. É constituído por planos conservados e retocados em via de desmonte pela ação das redes de drenagem. Na bacia do Pardo, essa unidade geomorfológica é denominada de Chapadas do Alto Rio Pardo, sendo drenada pelo Rio Pardo e seus afluentes.

Áreas onde ocorre exumação de dobras formam camadas inclinadas, com topos aplainados formando saliências sobre o nível topográfico dos planos mais extensos, retocados ou dissecados, onde a densidade de drenagem transforma o pediplano, torna-o dissecado. Isso é observado entre os municípios de Rio Pardo de Minas, São João do Paraíso e Taiobeiras. A leste de Taiobeiras, o relevo mostra-se aplainado e conservado e apresenta algumas porções alagadas que servem de nascentes para os afluentes do Rio Pardo. (RADAMBRASIL, 1982).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	28



a



b

Figura 3.10 – a) -15°23'35"; -42°23'48" e b) -15°19'18"; -41°48'58": Relevo suavizado e com topos aplainados das coberturas cenozoicas, que se apresentam na maior parte do leste da área

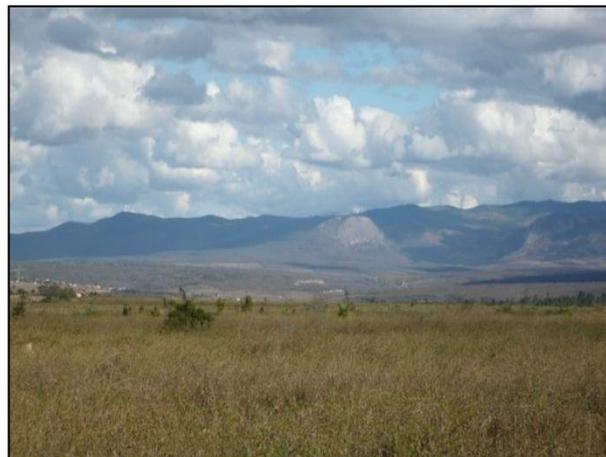


Figura 3.11 – Em primeiro plano, morfologia aplainada das coberturas cenozoicas e ao fundo as colinas onduladas e mais dissecadas dos granitoides presentes na área, próximo ao município de Berizal (-15°32'48"; -41°45'02")

Na bacia do Pardo são identificados dois tipos de modelamento morfológico: Superfície de Aplainamento Retocada Inumada (Pri) e modelo de dissecação fluvial (D1). A superfície de Aplainamento Retocada Inumada é formada por sucessivas fases de erosão, porém sem perder sua característica de aplainamento. O modelo de dissecação fluvial, na bacia em estudo, é controlado pela tectônica e definido pela variável aprofundamento da drenagem. Na bacia PA1, o modelo é classificado, na sua maioria, como nível 1, ou seja, pouco aprofundamento.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 29
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1



Figura 3.12 – Mapa de geomorfologia da Bacia PA1

3.4 Clima

O clima de uma região é definido pela caracterização das condições médias da meteorologia dominante. As condições meteorológicas são mensuradas através da atuação de diversos elementos e fatores climáticos. O clima apresenta normalmente uma forte correlação com a fauna e flora, bem como, com as atividades agropecuárias, uma vez que define a aptidão local para a exploração de determinados cultivos e espécies animais. Sob o ponto de vista hidrológico, o clima regional exprime também algumas particularidades do ciclo hidrológico, como a ocorrência de secas e enchentes. Na construção de açudes, o clima define as perdas para a atmosfera, decorrentes do balanço evaporação – precipitação no espelho do lago.

A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Pardo (bacia PA1) até a divisa com o Estado da Bahia. Adotou-se como área de representação das variáveis analisadas a parcela do território mineiro definido pelas coordenadas geográficas:

- Paralelos 15:00 S até 16:00 S, e
- Meridianos 40:45 W até 42:45 W.

Na escala regional, a área em estudo está inserida dentro da região Sudeste do Brasil, considerada de clima tropical, quente, com médias anuais de temperatura superiores a 21°C. Contudo exibe maior variedade térmica que o equatorial: no interior do seu domínio, as áreas em maiores latitudes e altitudes podem ter médias próximas a 18 °C em julho. As amplitudes anuais são menores que as diárias, podendo chegar a 7 °C.

A característica distintiva desse tipo climático é a alternância entre uma estação chuvosa de verão e uma estiagem de inverno. Durante o verão austral, a ZCT (Zona Continental Tropical) desloca-se para a Bolívia, e a mEc (massa equatorial continental), domina o Brasil central. Nessa época as precipitações são abundantes e resultam, principalmente, da convecção. No inverno, o predomínio passa para a mTa (massa tropical atlântica). As altas pressões condicionam tempo estável, céu claro e baixa umidade do ar. A invasão eventual da mPa (massa polar atlântica) é antecedida por linhas de instabilidade que provocam tempestades tropicais.

A caracterização climática na bacia PA1 torna-se possível a partir da análise dos principais elementos do clima e do tempo atmosférico tais como: precipitação, temperatura, umidade

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	31

relativa do ar, evaporação, nebulosidade, insolação, radiação solar, e ventos. Em quanto aos principais fatores climáticos tem-se: latitude, altitude, maritimidade e continentalidade, solos, vegetação, correntes marítimas, disposição do relevo e interferência antrópica.

3.4.1 Bases de Informação e Coleta dos Registros Históricos Disponíveis

As bases de informações consultadas e a coleta de dados hidroclimatológicos realizada, e organizadas por temas, relacionam-se a seguir.

- Normais Climatológicas (1961-1990) do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET;
- Séries de precipitações mensais do banco de dados hidrológicos da Agência Nacional de Águas - ANA;
- Plano Diretor de Recursos Hídricos para os Vales dos Rios Jequitinhonha e Pardo. RURALMINAS, Planvale. Belo Horizonte: Geotécnica, 1995;
- Zoneamento Ecológico Econômica de Minas Gerais – ZEE. Governo de Minas Gerais; e
- Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais– PAE/MG. Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Secretaria de Estado Extraordinária para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucurí e do Norte de Minas. Novembro de 2010.

Estações Meteorológicas

A avaliação da variabilidade temporal dos principais elementos do clima da bacia PA1 foi realizada a partir dos dados oriundos das estações meteorológicas localizadas em Monte Azul (83388) e Pedra Azul (83393), do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, com dados normalizados para o período de 1961-1990.

É importante ressaltar que apesar de ambas as estações estarem fora da bacia PA1, estão próximo o suficiente para auxiliar na definição do comportamento dos parâmetros meteorológicos estudados, nos limites da área.

A **Figura 3.13** apresenta a localização das estações meteorológicas do INMET e dos postos pluviométricos da ANA considerados para os estudos na bacia PA1.

Os dados das estações citadas foram analisados e obtidos os valores médios mensais de cada parâmetro, que se encontram apresentados nos **Quadro 3.3** e **Quadro 3.4** a seguir.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	32

Quadro 3.3 – Normais Climatológicas em Monte Azul-MG

Estação Nº = 83388	Lat. = 15° 05' S			Long. = 42° 45' W			Altitude = 603,6 m			Período = 1975-1990			
Normal Climatológica	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ano
Temperatura Média (°C)	24,4	24,7	24,7	23,9	23,3	22,1	22,1	23,2	24,9	25,5	24,9	24,5	24,0
Temperatura Máxima (°C)	29,9	30,6	31,2	30,2	29,5	28,2	26,9	29,4	31,1	31,3	30,2	29,9	29,9
Temperatura Mínima (°C)	20,4	20,7	20,8	20,9	18,9	17,4	18,0	17,9	19,5	20,9	20,9	20,6	19,7
Precip. Média Mensal (mm)	162,1	118,3	94,9	51,1	8,9	2,0	6,5	1,5	13,1	64,4	128,6	176,8	828,2
Evapor. Média Mensal (mm)	147,3	144,5	165,0	168,7	189,0	186,8	230,3	276,7	285,5	248,3	176,9	140,8	2.359,8
Umid. Relat. Méd. Mensal (%)	71,9	69,6	69,2	72,5	62,0	57,8	54,8	50,7	52,0	56,4	66,0	71,1	62,8
Insolação Média Mensal (h)	213,7	206,0	237,6	229,9	252,4	227,2	260,2	275,7	240,2	209,2	173,0	182,5	2.707,6
Nebulosidade (0-10)	6,0	4,9	4,7	4,5	3,3	3,4	2,5	2,6	3,2	4,6	5,3	5,9	4,2

Quadro 3.4 – Normais Climatológicas em Pedra Azul-MG

Estação Nº = 83393	Lat. = 16° 00' S			Long. = 41° 17' W			Altitude = 648,9 m			Período = 1973-1990			
Normal Climatológica	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ano
Temperatura Média (°C)	23,7	23,9	23,9	22,7	21,4	19,9	19,5	20,3	21,4	22,6	22,9	23,2	22,1
Temperatura Máxima (°C)	29,4	30,1	29,9	28,4	27,2	25,7	25,1	26,3	27,3	28,3	28,2	28,7	27,9
Temperatura Mínima (°C)	19,3	19,4	19,6	18,6	16,8	15,3	14,8	15,5	16,9	18,2	18,9	19,3	17,7
Precip. Média Mensal (mm)	143,5	68,9	83,2	58,1	31,2	12,1	11,2	9,7	33,6	98,0	138,2	189,3	877,0
Evapor. Média Mensal (mm)	129,4	130,8	131,0	110,1	94,4	97,2	108,5	145,3	151,1	148,9	123,1	118,2	1.488,0
Umid. Relat. Méd. Mensal (%)	75,2	72,3	73,7	75,0	75,2	72,2	72,7	70,1	68,7	72,2	75,0	76,8	73,3
Insolação Média Mensal (h)	211,5	203,7	217,8	189,9	185,9	165,8	192,9	207,5	179,4	184,0	154,3	176,9	2.269,6
Nebulosidade (0-10)	6,1	5,8	5,9	6,0	5,8	5,8	5,6	5,0	5,5	6,1	6,7	6,5	5,9

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 33
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

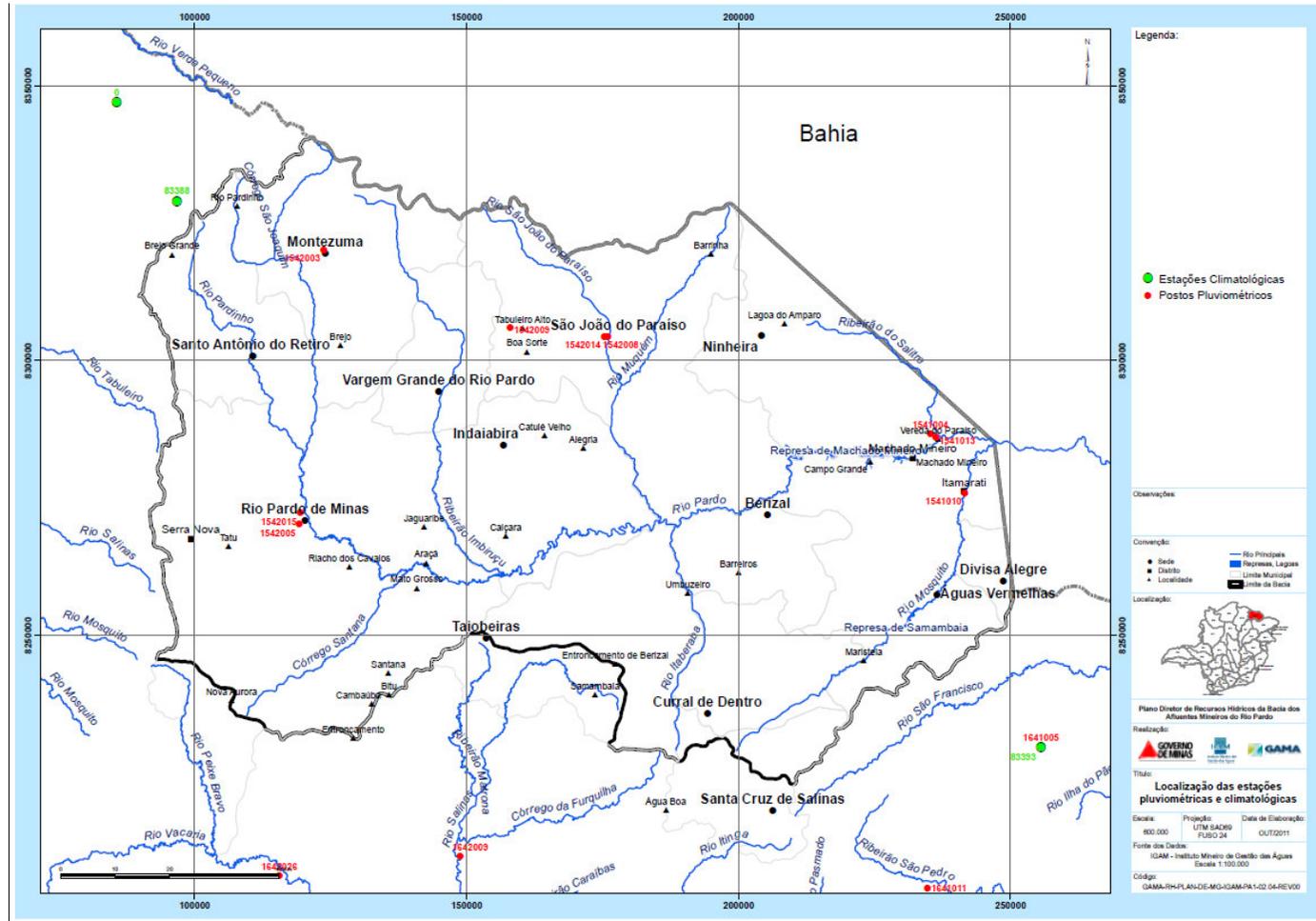


Figura 3.13 – Mapa de Localização da Rede de Observação Hidrometeorológica na Bacia PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 34
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Estações Pluviométricas

As estações pluviométricas localizadas na bacia e no seu entorno foram pesquisadas, verificando a existência e o período dos dados disponíveis. Estas informações foram avaliadas e de acordo com a consistência serão utilizadas para os estudos hidrológicos.

Os dados utilizados foram coletados da ANA (*Hidroweb*). O **Quadro 3.5** exprime o inventário das séries pluviométricas com dados disponíveis na área de estudo.

Quadro 3.5 – Inventário das Estações Pluviométricas na Bacia PA1

No	Código	Nome	Responsável	Operadora	LAT	LONG	Banco de Dados
1	1541004	VEREDA DO PARAÍSO	SUDENE	Desativada	-15:29:00	-41:28:00	Disponível
2	1541005	OLHO D'ÁGUA DE DENTRO	SUDENE	Desativada	-15:36:00	-41:52:00	Disponível
3	1541010	ITAMARATI	ANA	CPRM	-15:34:51	-41:24:31	Disponível
4	1541013	VEREDA DO PARAÍSO	ANA	CPRM	-15:29:23	-41:27:28	Disponível
5	1542003	MONTEZUMA	SUDENE	Desativada	-15:10:0	-42:30:0	Disponível
6	1542004	RIO PARDO DE MINAS	ANA	Desativada	-15:37:0	-42:33:0	Disponível
7	1542005	RIO PARDO DE MINAS	DNOCS	DNOCS	-15:37:0	-42:33:0	Disponível
8	1542008	SÃO JOÃO DO PARAÍSO	DNOCS	DNOCS	-15:19:0	-42:1:0	Disponível
9	1542009	TABOLEIRO ALTO	SUDENE	Desativada	-15:18:0	-42:11:0	Disponível
10	1542014	SÃO JOÃO DO PARAÍSO	ANA	CPRM	-15:19:0	-42:1:22	Disponível
11	1542015	RIO PARDO DE MINAS	ANA	CPRM	-15:35:54	-42:32:51	Disponível

Observação = Não Disponível Desativada

Como mostrado no **Quadro 3.5**, algumas estações pluviométricas possuem a mesma localização. As séries das estações com localização comum e/ou períodos muito curtos de informação foram unificadas.

Da triagem anterior resultaram 09 séries pluviométricas unificadas, conforme indicado na **Quadro 3.6**, apresentando também as principais informações a respeito de cada estação na área de influência da bacia e a precipitação média mensal das mesmas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 35
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 3.6 – Postos Pluviométricos Unificados e Precipitação Média Mensal (mm)

Código	Precipitação Média (mm)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1541004	176,4	98,2	118,1	70,0	26,8	17,4	17,7	10,5	19,6	119,3	208,9	219,1	1.139,2
1541010	140,6	65,2	105,1	43,6	14,7	8,6	6,2	4,5	16,6	68,6	120,4	173,3	767,5
1541013	93,0	48,2	111,5	32,9	15,2	15,2	9,2	7,4	16,9	61,0	146,2	191,8	739,0
1542003	114,5	72,1	59,7	35,0	8,6	4,5	2,5	1,8	11,5	42,9	127,8	137,3	629,0
1542005	164,5	96,2	95,8	35,1	10,9	7,7	7,8	12,8	28,3	76,1	172,7	199,6	813,7
1542008	101,9	54,4	57,0	41,2	5,2	2,5	3,3	4,5	14,5	73,1	137,6	160,1	645,6
1542009	110,8	74,3	89,3	45,1	11,6	10,6	7,0	4,9	12,3	76,2	144,9	138,5	758,0
1542014	134,2	75,2	106,6	40,2	14,5	6,0	5,9	4,9	20,5	71,1	136,8	168,9	783,3
1542015	150,9	82,9	106,6	48,2	14,1	5,3	6,6	2,9	23,4	72,4	158,4	206,6	878,3

3.4.2 Classificação Climática da bacia PA1

A Classificação Climática para o Estado de Minas Gerais Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE (MMA) foi realizada utilizando a metodologia Balanço Hídrico Climatológico - BHC, segundo Thornthwaite e Mather (1955). Ele fornece informações da disponibilidade hídrica local ou região, pelo cálculo da deficiência hídrica (Def), excesso hídrico (Exc), retirada e reposição de água no solo. Para a sua elaboração, efetua-se o balanço entre entradas e saídas de água no sistema solo-planta levando em conta a capacidade de armazenamento de água pelo solo.

Complementando o BHC, Thornthwaite propôs uma classificação climática utilizando índices calculados a partir de parâmetros do próprio BHC, conforme apresentados a seguir:

Índice de umidade de Thornthwaite (Iu):

$$Iu = Ih - Ia$$

Equação 3.1

em que, o índice hídrico (Ih) e índice de aridez (Ia), são calculados respectivamente por:

$$Ih = 100 (Exc / ETP)$$

Equação 3.2

$$Ia = 100 (Def / ETP)$$

Equação 3.3

Com base no índice de umidade (Iu), Thornthwaite (1948) e sob uma revisão de especialistas ocorrida na Índia em 1980 (Icrisat, 1980) foram definidos os tipos climáticos apresentados no **Quadro 3.7**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	36

Quadro 3.7 – Tipos climáticos segundo Thornthwaite (1948) e Icrisat (1980), baseados no índice de umidade (Iu)

Tipo de Clima		Iu
A	Superúmido	$Iu \geq 100$
B4	Úmido	$80 \leq Iu < 100$
B3	Úmido	$60 \leq Iu < 80$
B2	Úmido	$40 \leq Iu < 60$
B1	Úmido	$20 \leq Iu < 40$
C2	Subúmido	$0 \leq Iu < 20$
C1	Subúmido seco	$-33,3 \leq Iu < 0$
D	Semi-árido	$-66,7 \leq Iu < -33,3$
E	Árido	$-100 \leq Iu < -66,7$

Para a determinação dos tipos climáticos na bacia PA1 foram utilizados os dados e informações do referido ZEE. O BHC foi realizado para todas as estações do INMET em torno da bacia para efeito de interpolação dos índices climáticos (*Iu*).

O **Quadro 3.8** apresenta os cálculos efetuados onde se tem além das estações climatológicas utilizadas, os dados observados médios anuais de temperatura (*T*) e precipitação pluvial acumulada (*P*), assim como os resultados anuais para evapotranspiração potencial (*ETP*), deficiência hídrica (*Def*), excesso hídrico (*Exc*), o índice hídrico (*Ih*), o índice de aridez (*Ia*) e por fim o índice de umidade de Thornthwaite (*Iu*).

Quadro 3.8 – Indicador Climático representado pelo Índice de Umidade de Thornthwaite (1948)

Localidade	Lat. (dec)	Long. (dec)	Altitude (m)	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	Def (mm)	Exc (mm)	Ih	Ia	Iu
Araçuaí	-16,87	-42,07	284,4	24,4	842	1.176	353	19	1,6	30	-28,4
Diamantina	-18,25	-43,6	1.296,1	18,1	1.405	1.076	175	504	46,9	16,2	30,6
Itamarandiba	-17,85	-42,85	1097	20,1	1.083	1.005	200	278	27,7	19,9	7,7
Monte Azul	-15,08	-42,75	603,6	24	827	1.452	625	0	0	43	-43
Montes Claros	-16,72	-43,87	646,3	22,4	1.082	1.336	442	188	14,1	33,1	-19
Pedra Azul	-16,00	-41,28	648,9	22,1	848	1.219	391	20	1,6	32,1	-30,5

O zoneamento climático na bacia PA1 com base no índice de umidade de Thornthwaite é apresentado na **Figura 3.14**, mostrando as zonas com características climáticas homogêneas, conforme as considerações seguintes:

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 37
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

- A bacia apresenta diversidade climática sofrendo influência geográfica desde a Serra do Espinhaço até as partes mais baixas na divisa com o estado da Bahia;
- Analisando os tipos climáticos em função do índice de umidade (Iu) foram reconhecidos 02 tipos climáticos: Semiárido e Sub-úmido Seco.
- Na região mais ocidental e para o norte da área, abrangendo a região dos municípios de Montezuma e Santo Antônio do Retiro (nascentes do Rio Pardinho e Córrego São Joaquim), encontra-se o tipo climático D (Semiárido).

Este tipo se caracteriza por apresentar o Iu variando entre $-66,7$ e $-33,3$. Pode-se caracterizar por ser regiões com baixos índices de chuvas, normalmente com média anual abaixo de 850 mm associado com elevadas taxas de evapotranspiração, referenciando-se pelas temperaturas mais altas com médias anuais superando $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, o que condiciona a um clima semi-árido.

- Das nascentes do Córrego Santana e abrangendo a região central até a parte baixa da área da bacia PA1 predomina o tipo caracterizado como clima C1 (Subúmido seco).

Este tipo climático apresenta intervalo do Iu entre $-33,3$ e 0. São verificados índices de chuvas acumuladas, em média durante o ano, na ordem de 850 a 1.100 mm. Possui temperaturas médias anuais relativamente mais baixas com relação ao clima semiárido compreendendo uma faixa que pode variar de $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, que leva a demanda de evapotranspiração relativamente menor, a qual, por sua vez, gera índices de umidade pouco maiores.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	38

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1



Figura 3.14 – Tipos Climáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (bacia PA1)

3.4.3 Variação dos Parâmetros Climatológicos

O clima, como dito anteriormente, é uma generalização ou a integração das condições do tempo para um certo período, em uma determinada área. O ritmo das variações sazonais de temperatura, chuva, entre outros, caracteriza o clima de uma região.

O período mínimo de trinta anos foi determinado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) com base em princípios estatísticos de tendência de valor médio. Desse modo, incluem-se anos com desvios para mais e para menos em todos os elementos do clima. Para a análise das características climáticas na bacia PA1 foram utilizadas as Normais Climatológicas (1961-1990) do INMET, em termos dos principais elementos climáticos monitorados na bacia ou em seu entorno e os dados pluviométricos da ANA (*Hidroweb*).

Precipitação

Na bacia do rio Pardo a configuração do relevo e a distância em relação ao litoral são fatores decisivos para a distribuição espacial das chuvas e determinantes para os processos termodinâmicos em toda a área.

A chuva anual média da bacia possui pequena variabilidade espacial, conforme demonstra a **Figura 3.15**, que representa as isoietas da bacia. Caracteriza-se basicamente pelo regime de chuvas, definido pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações pluviométricas num curto período de cerca de três meses, durante o qual ocorrem sob a forma de fortes aguaceiros, de pequena duração.

Na bacia, em função dos sistemas de circulação dominantes (uma, onde as chuvas são trazidas pelas correntes de Sul; e outra, em que as chuvas são trazidas pelo sistema de Oeste) e à influência do relevo sobre as tendências gerais determinadas pelos fatores dinâmicos as precipitações diminuem do Sul para o Norte e do Oeste para o Leste.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	40

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

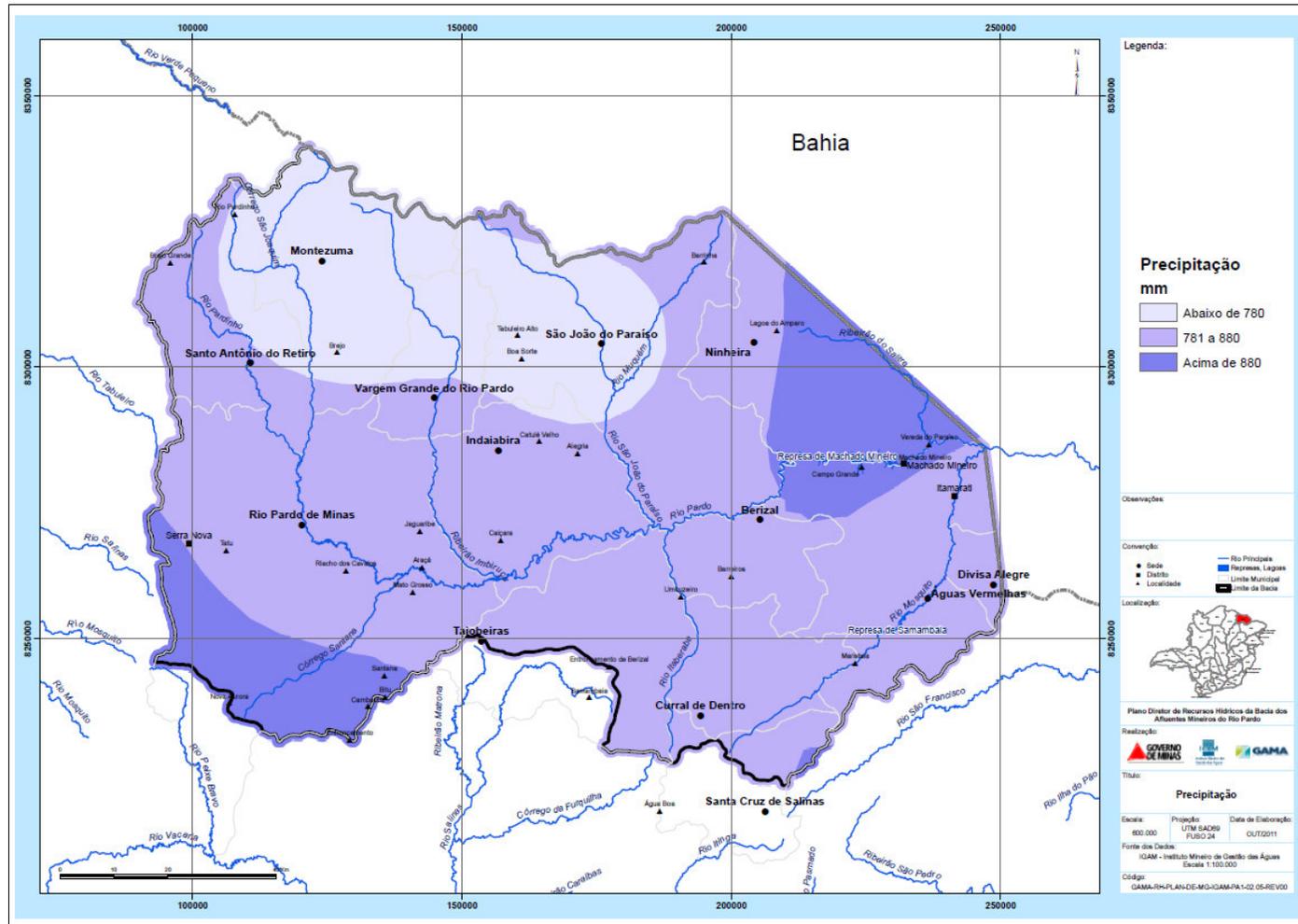


Figura 3.15 – Precipitação Média Anual na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 41
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

As **Figura 3.16** e **Figura 3.17** apresentam a variação sazonal dos postos pluviométricos selecionados. As chuvas caracterizam-se por uma distribuição sazonal definida em dois períodos. O período chuvoso inicia-se no mês de outubro, consolidando-se a partir de novembro, com máximas, dependendo do ano, podendo ocorrer de dezembro a fevereiro. Em seguida inicia-se o período de estiagem, prolongando-se até o mês de setembro.

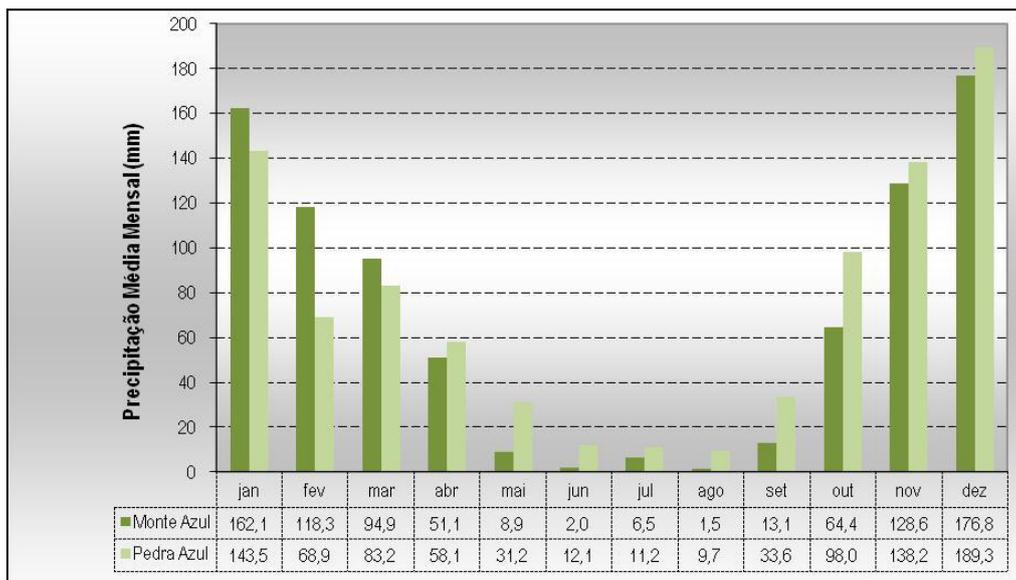


Figura 3.16 – Histograma de precipitação média mensal nas estações meteorológicas

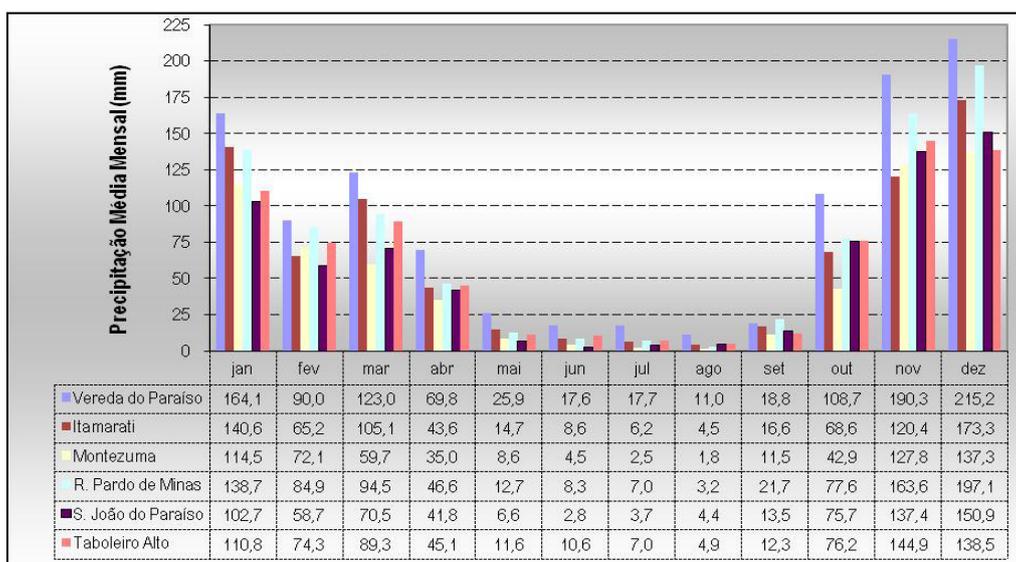


Figura 3.17 – Histograma de precipitação média mensal nos postos pluviométricos

O trimestre chuvoso vai de novembro a janeiro, quando acontece em torno de 57% da precipitação anual, sendo dezembro o mês mais chuvoso. O trimestre seco acontece entre os meses de junho a agosto, com 2,5% da precipitação anual, sendo junho o mês mais seco.

O **Quadro 3.9** mostra os trimestres de precipitação máxima e mínima em função da média de cada uma das séries selecionadas. A variação sazonal pode-se considerar como bastante homogênea para todos os postos pluviométricos.

Quadro 3.9 – Trimestres chuvosos, secos e parâmetros das séries pluviométricas selecionadas, em porcentagem da média anual

Estação/Posto	Precipitação Média (mm)			% da Média	
	Anual	Trimestre. Chuvoso	Trimestre Seco	Trim. Chuvoso	Trim. Seco
Vereda do Paraíso	1.031,6	569,6	46,2	55,2%	4,5%
Itamarati	767,5	434,4	19,3	56,6%	2,5%
Montezuma	629,0	379,6	8,9	60,3%	1,4%
Rio Pardo de Minas	854,9	499,5	18,5	58,4%	2,2%
São João do Paraíso	671,9	391,1	10,9	58,2%	1,6%
Taboleiro Alto	758,0	394,3	22,5	52,0%	3,0%
Média =				56,8%	2,5%
Desvio =				2,9%	1,1%
CV =				5,1%	44,2%
Máximo =				60,3%	4,5%
Mínimo =				55,5%	1,0%

A variabilidade interanual dos totais precipitados foi caracterizada através do coeficiente de variação (CV). Este parâmetro define o intervalo, em torno da média, no qual acontecem 68% dos casos. A medida relativa CV permite a comparação de distribuições, pois seu resultado é o desvio padrão por unidade de média.

O **Quadro 3.10** mostra os valores calculados para as séries pluviométricas selecionadas. O coeficiente de variação sazonal, calculado para as séries selecionadas resultou entre 30% a 48%. Os valores maiores corresponderam aos postos com médias menores. As séries com coeficientes de variação próximos ao mínimo indicam locais com precipitação média anual regular e baixo risco de acontecimento de seca. As séries com os maiores coeficientes de variação revelam locais muito vulneráveis à ocorrência de secas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 43
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 3.10 – Coeficientes de variação mensal e anual das séries selecionadas, em porcentagem da média

Código	1541004	1541010	1542003	1542005	1542008	1542009	
Nome	Vereda do Paraíso	Itamarati	Montezuma	Rio Pardo de Minas	São João do Paraíso	Taboleiro Alto	
Coeficiente de Variação (%)	Jan	110,4%	83,8%	114,7%	90,7%	86,4%	87,9%
	Fev	112,6%	97,5%	109,0%	102,7%	92,5%	97,3%
	Mar	96,7%	100,6%	101,9%	91,8%	123,1%	93,3%
	Abr	104,2%	90,5%	110,3%	86,5%	104,3%	98,8%
	Mai	133,5%	100,4%	193,8%	187,4%	192,4%	137,5%
	Jun	97,2%	119,4%	295,2%	303,9%	221,1%	190,5%
	Jul	94,9%	91,1%	232,1%	187,8%	210,3%	145,9%
	Ago	116,3%	174,0%	225,8%	180,8%	170,3%	200,1%
	Set	98,9%	105,1%	125,8%	148,0%	160,9%	156,3%
	Out	71,0%	69,1%	124,7%	73,4%	70,4%	70,4%
	Nov	57,8%	66,6%	68,4%	48,8%	56,5%	55,6%
	Dez	69,0%	56,6%	71,2%	70,7%	61,3%	72,8%
Anual	43,4%	30,5%	48,4%	37,8%	29,7%	35,1%	

O total pluviométrico mensal apresenta uma acentuada variação de um ano para outro, indicando a tendência para o clima semiárido. Apesar disso, a tropicalidade do regime fica evidente, com a presença das duas estações distintas.

Temperatura

Os dados de temperatura disponíveis são aqueles medidos nas estações meteorológicas do INMET = Monte Azul e Pedra Azul. O **Quadro 3.11** mostra a temperatura média anual e as máximas e mínimas médias mensais nos locais selecionados. A média da região, calculada como a média aritmética dos locais selecionados, é igual a 23,3 °C.

Quadro 3.11 – Temperatura média anual

Temperatura/ Local	Monte Azul	Pedra Azul
Média (°C)	24,4	22,1
Máxima (°C)	25,5	23,9
Mínima (°C)	22,1	19,5

A variação espacial da temperatura média anual na bacia situa-se entre 22,1 °C e 24,4 °C (**Figura 3.18**). Entre Monte Azul e Pedra Azul, a diferença entre a temperatura média anual é de apenas 2,3 °C. Ambas as localidades se encontram a uma altitude de aproximadamente 600 m, o que justifica as pequenas diferenças de temperaturas na bacia PA1.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 44
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

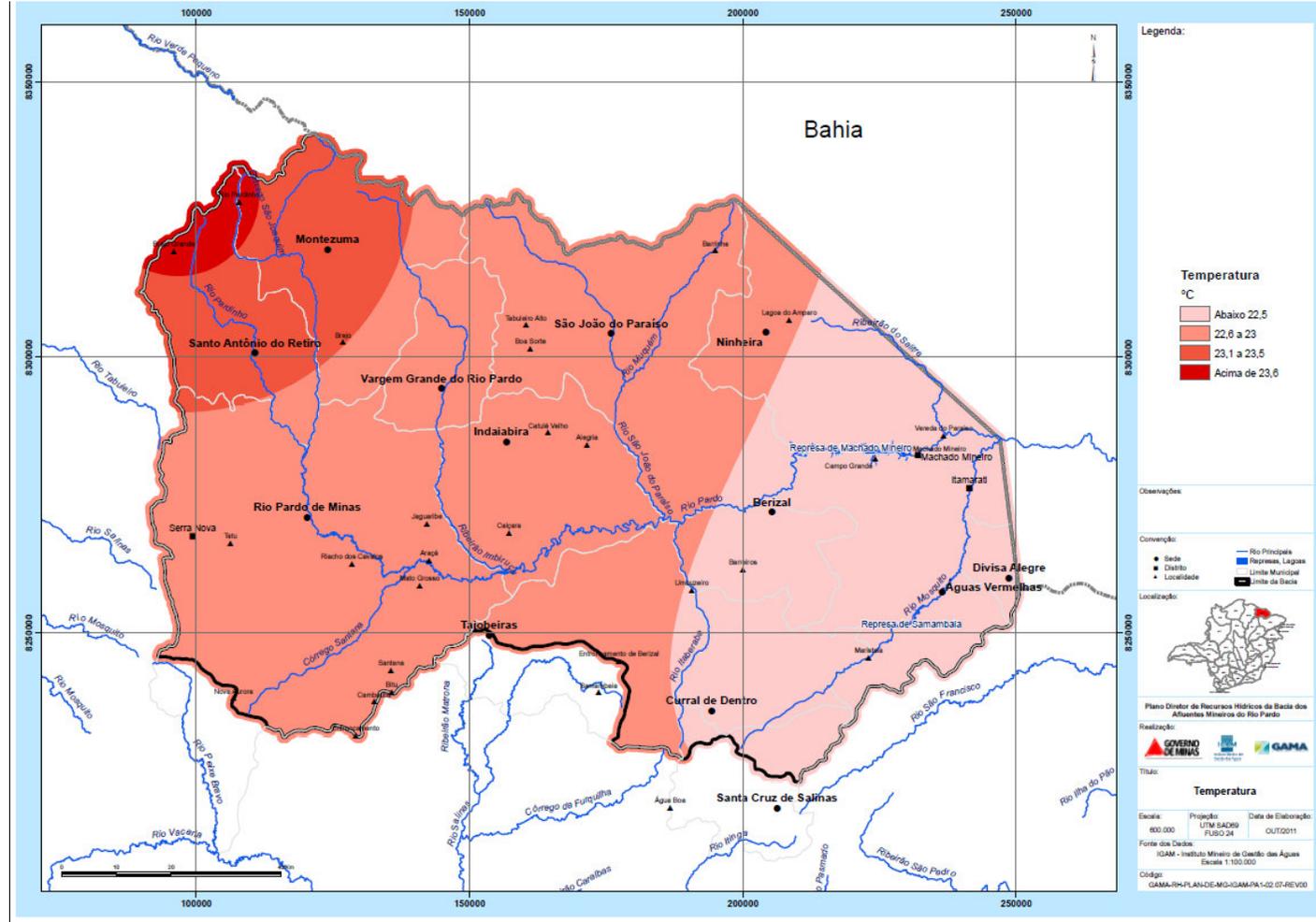


Figura 3.18 – Temperatura Média Anual na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 45
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

A distribuição sazonal das temperaturas médias mensais é apresentada na **Figura 3.19**.

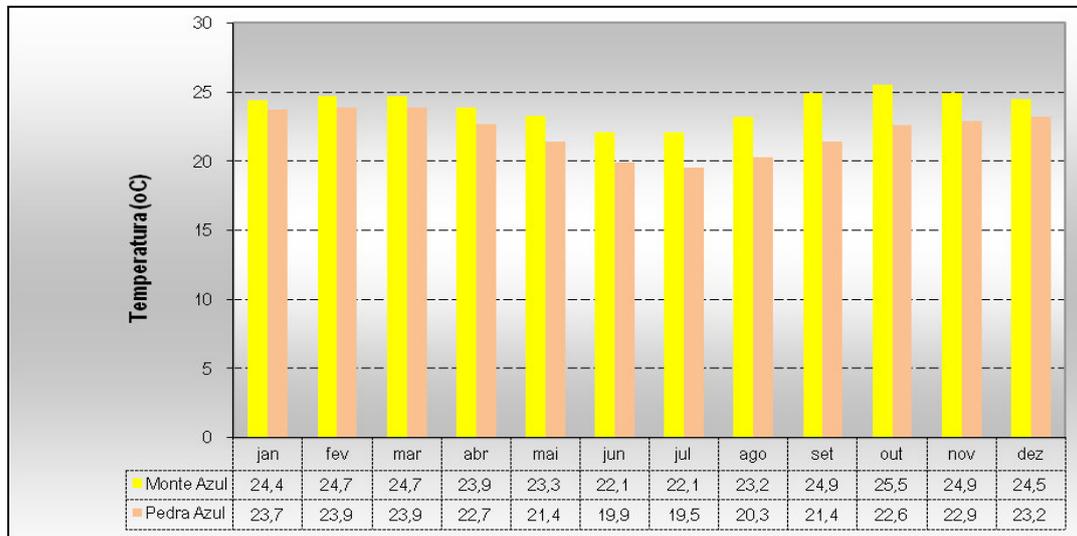


Figura 3.19 – Histograma de temperatura média mensal

O clima apresenta-se quente e seco, com médias de temperatura mínimas de 19,5 °C -22 °C e máximas de 24 °C – 26 °C.

Existe pouca variação da temperatura média mensal ao longo do ano, no entanto a maior diferença entre a máxima e mínima média mensal é 4,4 em Pedra Azul.

A **Figura 3.20** mostra o comportamento diferenciado das temperaturas mínimas na bacia, representado pelos locais selecionados. Ao longo do ano as temperaturas mínimas mensais variam entre 21 °C a 17 °C em Monte Azul e 20 °C a 15 °C em Pedra Azul.

As temperaturas mais baixas acontecem entre os meses de junho e agosto, com média das mínimas mensais do trimestre de 18 °C e 15 °C em Monte Azul e Pedra Azul, respectivamente. Na estação de Pedra Azul, foram registradas as temperaturas mínimas absolutas da área, a qual ficou em torno de 14,8 °C para o mês de julho.

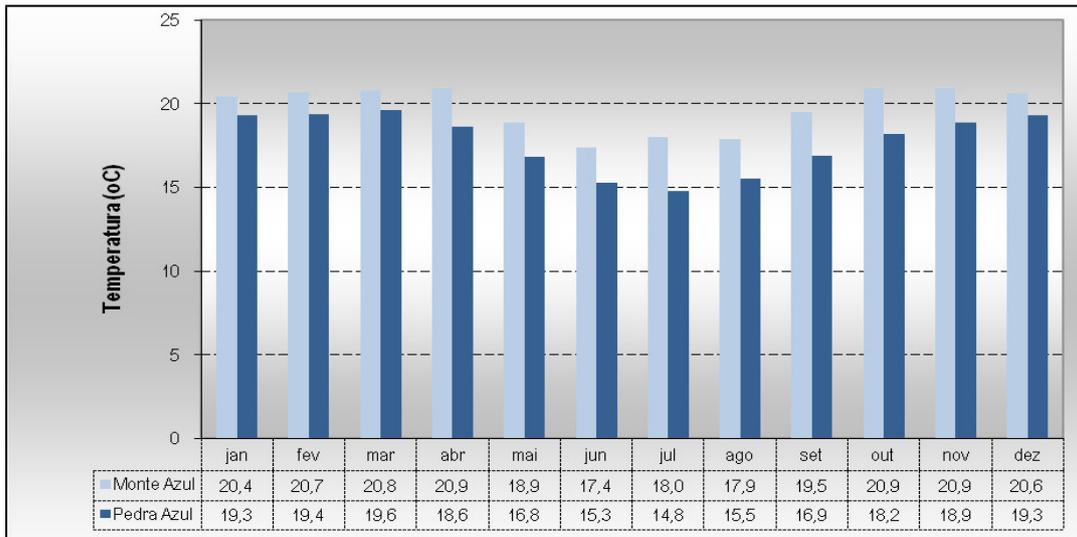


Figura 3.20 – Histograma de temperatura média mínima

As maiores temperaturas acontecem entre janeiro e março, como mostra a **Figura 3.21**, para as duas estações selecionadas. A média para o trimestre das temperaturas máximas é de 30,3 °C e 30,1 °C para as estações de Monte Azul e Pedra Azul, respectivamente.

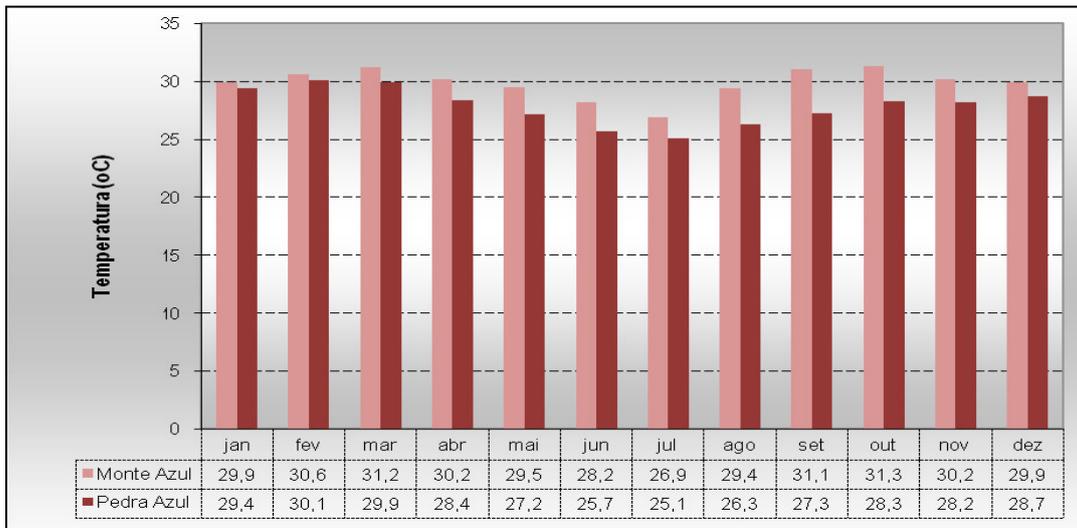


Figura 3.21 – Histograma de temperatura média máxima

As temperaturas mais elevadas registraram-se na estação de Monte Azul, com uma máxima absoluta média de 31,3 °C para o mês de outubro.

A amplitude entre as médias das máximas e das mínimas é de aproximadamente 10,0 °C para as duas estações.

Umidade

Esta variável expressa a capacidade do ar circulante em captar o vapor d'água das superfícies livres, solos e vegetação. A precipitação é derivada desta água atmosférica.

A alta umidade atmosférica implica em pelo menos dois efeitos benéficos possíveis no crescimento da planta. Primeiramente muitas plantas podem absorver diretamente umidade do ar saturado. Segundo, a umidade pode afetar a fotossíntese. Segundo Baker (1965) o nível fotossintético cresce com a umidade, mais ou menos substancialmente em função da intensidade luminosa. A umidade atmosférica tende a decrescer com o aumento da latitude, mas a umidade relativa, sendo uma função inversa da temperatura, tende a aumentar. Ela também decresce com a altitude e é maior sobre áreas vegetadas do que sobre o solo estéril.

O **Quadro 3.12** mostra a umidade relativa nos locais selecionados, considerando a média anual e as médias para o período seco e o úmido. O valor médio anual da umidade relativa para a bacia fica por volta dos 68%, variando de 65% a 70% do período seco ao úmido.

Quadro 3.12 – Umidade relativa média

Estação	Anual (%)	Período Seco (%)	Período Chuvoso (%)
Monte Azul	62,8	58,3	67,4
Pedra Azul	73,3	72,3	74,2

Com relação a sua distribuição temporal, pode-se constatar que o período de menor umidade corresponde aos meses de inverno (abril a setembro), coincidindo com o período em que as precipitações são menos frequentes. A média anual é em torno de 62% na estação de Monte Azul, enquanto que em Pedra Azul fica em torno de 73%, ocorrendo entre agosto e setembro as menores médias mensais, dependendo principalmente dos correspondentes valores de precipitação.

Evaporação

A evaporação é a passagem de um corpo do estado líquido para o gasoso. A vaporização toma o nome de evaporação quando se produz unicamente na superfície livre de um líquido. A evaporação sofre influência principalmente da latitude, da velocidade do vento, da radiação global, da temperatura do ar e da água, da umidade, entre outras.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 48
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

A evaporação na bacia, como mostra a **Figura 3.22**, assume um comportamento semelhante entre as estações consideradas, no que diz respeito à variação sazonal. Todas as estações apresentam níveis de evaporação mais baixos nos primeiros meses do ano, elevando-se gradativamente até o mês de setembro, quando atingem o máximo.



Figura 3.22 – Histograma de evaporação média mensal – Evaporímetro Piché

Nos meses secos, de abril a setembro, tem-se 52% dos totais evaporados na bacia. Em termos de totais médios anuais Pedra Azul apresenta valores próximos de 1.490 mm, enquanto que em Monte Azul é de 2.360 mm, sendo medidos em evaporímetro Piché

Nebulosidade

A nebulosidade é o grau de cobertura do céu pelas nuvens durante um período fixo de tempo. Geralmente emprega-se uma escala que varia de 0 (zero), que indica um céu completamente livre de nuvens, a 10 (dez), representando um céu totalmente coberto. A **Figura 3.23** permite visualizar o comportamento da nebulosidade ao longo do ano na bacia.

A média mensal da nebulosidade varia sazonalmente com a precipitação. Pedra Azul, com nebulosidade média anual igual a 5,9, apresenta o maior índice da região. Os menores valores registrados correspondem à estação de Monte Azul, com uma nebulosidade média anual igual a 4,2.

A nebulosidade máxima mensal se verifica entre os meses de outubro e março, com média de aproximadamente 5,7 para a bacia.

Os valores mínimos se dão no mês de agosto em ambas as estações com média de 3,8 para a bacia.

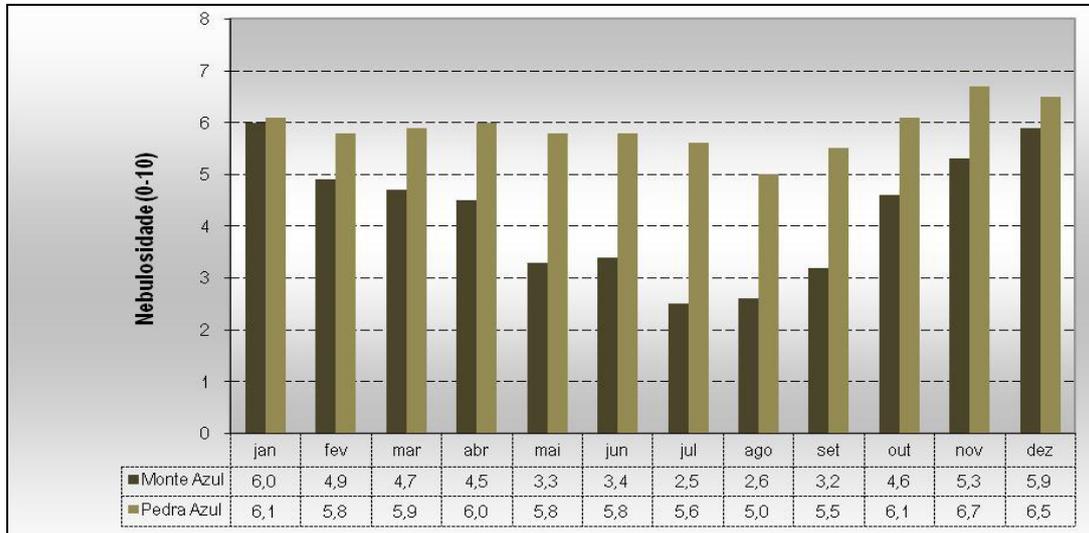


Figura 3.23 – Histograma de nebulosidade média mensal

Insolação

A insolação apresenta padrão inverso à nebulosidade e à precipitação, com maior incidência solar no período de abril a setembro, conforme mostra a **Figura 3.24**.

De agosto a outubro têm-se os valores maiores em ambas as estações. Em Pedra Azul os menores valores ocorrem de maio a julho. Já em Monte Azul os valores menores se verificam no trimestre de dezembro a fevereiro.

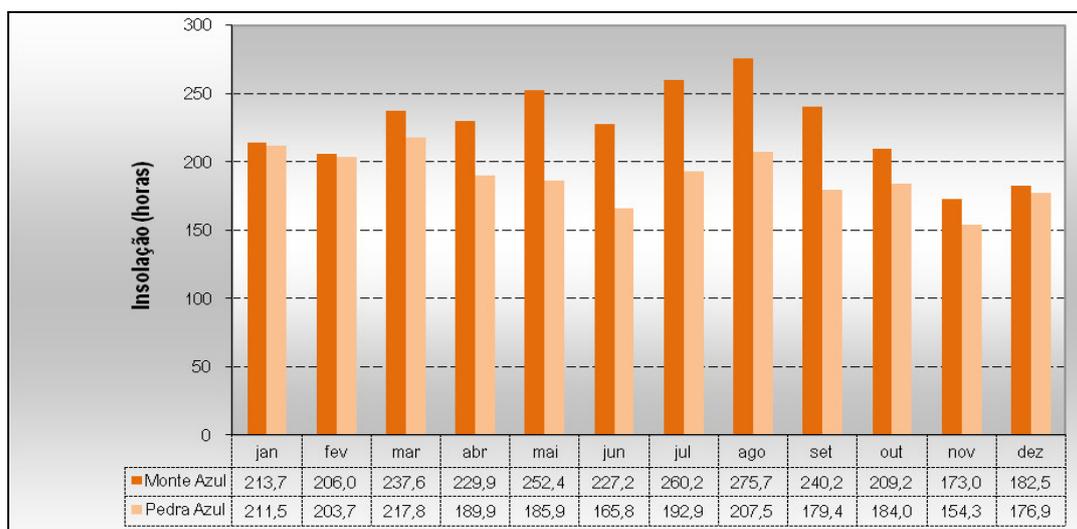


Figura 3.24 – Histograma de insolação média mensal

A insolação total média anual é de 2.270 horas para a estação de Pedra Azul, variando em termos médios de um máximo de 217 horas em março a um mínimo de 154 horas em novembro. Na estação de Monte Azul, a insolação total média é de 2.707 horas, com máxima de 275 horas para o mês de agosto e mínima de 173 horas em agosto.

Ventos

Os ventos são caracterizados por sua intensidade e direção, que são medidos pelo anemômetro. As duas variáveis são fortemente influenciadas pelas irregularidades topográficas.

Os registros anemométricos das duas estações meteorológicas permitiram estabelecer as velocidades médias para cada mês, as quais são apresentadas no **Quadro 3.13** e na **Figura 3.25**.

Quadro 3.13 – Intensidade dos Ventos (m/s)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Monte Azul	0,95	0,98	1,01	1,14	1,36	1,70	1,95	2,08	2,44	1,80	1,22	0,96	1,47
Pedra Azul	1,47	1,68	1,34	1,63	1,57	1,58	1,74	1,89	2,03	1,64	1,36	1,23	1,60

Fonte: INMET, 1992.

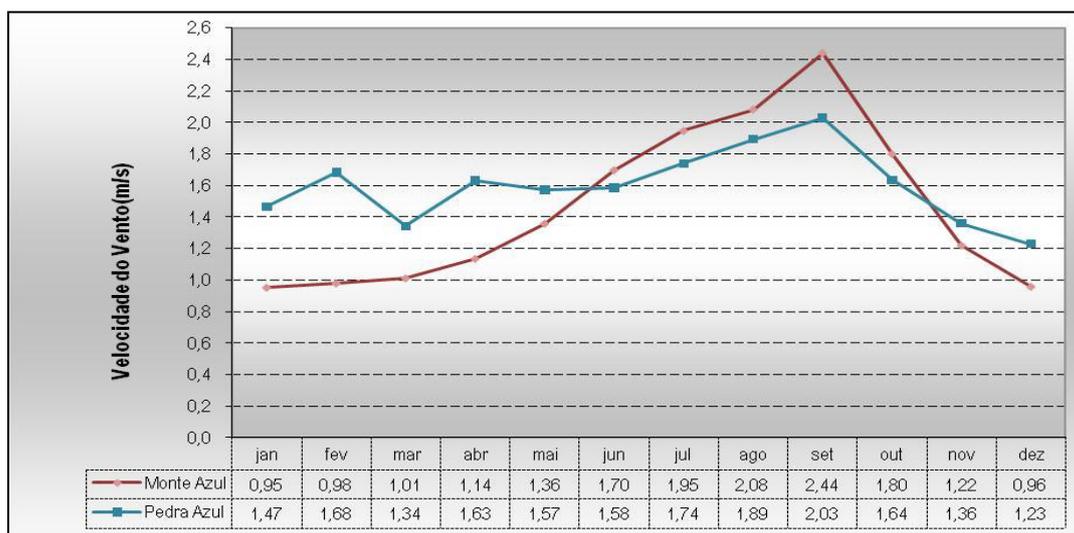


Figura 3.25 – Velocidade dos Ventos média mensal

Os registros observados nas estações meteorológicas da região indicam pequenas variações enquanto à sazonalidade nas velocidades médias dos ventos ao longo da bacia. Entre agosto e outubro onde se verifica a maior média de velocidade, tendo o mês de setembro os maiores ventos na região.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	51

Conforme observado na figura anterior o vento ocorre com maior intensidade em Monte Azul nos meses de junho a outubro. De acordo com a classificação de Beauford, em ambas as estações possuem Grau 2 – brisa leve, com velocidades superiores a 1,5 m/s.

Segundo o **Quadro 3.14**, para a estação de Monte Azul, a direção predominante é Leste de junho a outubro, sendo Calmo o resto dos meses do ano. Já Pedra Azul apresenta preponderância de ocorrência na direção Sudeste para todos os meses do ano.

Quadro 3.14 – Direção predominante dos ventos

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Monte Azul	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	Calmo	E	E	E	E	E	Calmo	Calmo	Calmo
Pedra Azul	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE

Legenda: SE – Sudeste; E – Leste

Fonte: INMET, 1992.

3.4.4 Balanço Hídrico Climático

O balanço hídrico para análise das condições hídricas determinou-se por meio do método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando os dados de precipitação, evapotranspiração potencial e real para as estações meteorológicas.

Os **Quadro 3.15** e **Quadro 3.16** e nos gráficos da **Figura 3.26** e **Figura 3.27** são apresentados os resultados do balanço hídrico das estações meteorológicas operadas pelo INMET na bacia PA1. Foram adotados os dados das estações de Monte Azul (1975-1990) e Pedra Azul (1960-1990), obtidos junto ao Banco de Dados Climáticos do Brasil elaborado pela Embrapa - Monitoramento por Satélite e da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), e atualizado em 05 de setembro de 2003. Os dados apresentados no referido Banco de Dados foram coletados e organizados por Sentelhas et al. (1999).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 52
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 3.15 – Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955) – Monte Azul

Meses	Nº. dias	T (°C)	P (mm)	N (horas)	I	a	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	30	24,4	162,0	12,9	11,0	3,0	114,61	47,4	0,0	100,00	31,76	114,6	0,0	15,6
Fev	28	24,7	118,0	12,7	11,2	3,0	109,09	8,9	0,0	100,00	0,00	109,1	0,0	8,9
Mar	31	24,7	95,0	12,3	11,2	3,0	117,47	-22,5	-22,5	79,88	-20,12	115,1	2,3	0,0
Abr	30	23,9	51,0	11,9	10,7	3,0	99,31	-48,3	-70,8	49,27	-30,61	81,6	17,7	0,0
Mai	31	23,3	9,0	11,5	10,3	3,0	91,87	-82,9	-153,6	21,51	-27,76	36,8	55,1	0,0
Jun	30	22,1	2,0	11,2	9,5	3,0	73,97	-72,0	-225,6	10,47	-11,04	13,0	60,9	0,0
Jul	31	22,1	6,0	11,1	9,5	3,0	76,07	-70,1	-295,7	5,20	-5,28	11,3	64,8	0,0
Ago	31	23,2	1,0	11,3	10,2	3,0	89,58	-88,6	-384,3	2,14	-3,05	4,1	85,5	0,0
Set	30	24,9	13,0	11,7	11,4	3,0	110,71	-97,7	-482,0	0,81	-1,34	14,3	96,4	0,0
Out	31	25,5	64,0	12,1	11,8	3,0	127,35	-63,3	-545,3	0,43	-0,38	64,4	63,0	0,0
Nov	30	24,9	129,0	12,6	11,4	3,0	118,72	10,3	-223,4	10,71	10,28	118,7	0,0	0,0
Dez	31	24,5	177,0	12,8	11,1	3,0	119,47	57,5	-38,2	68	57,53	119,5	0,0	0,0
TOTAIS		288,2	827,0	144,0	129,2	35,8	1.248,21	-421,2		448,7	0,00	802,5	445,8	24,5
MÉDIAS		24,0	68,9	12,0	10,8	3,0	104,02	-35,1		37,4		66,9	37,1	2,0

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

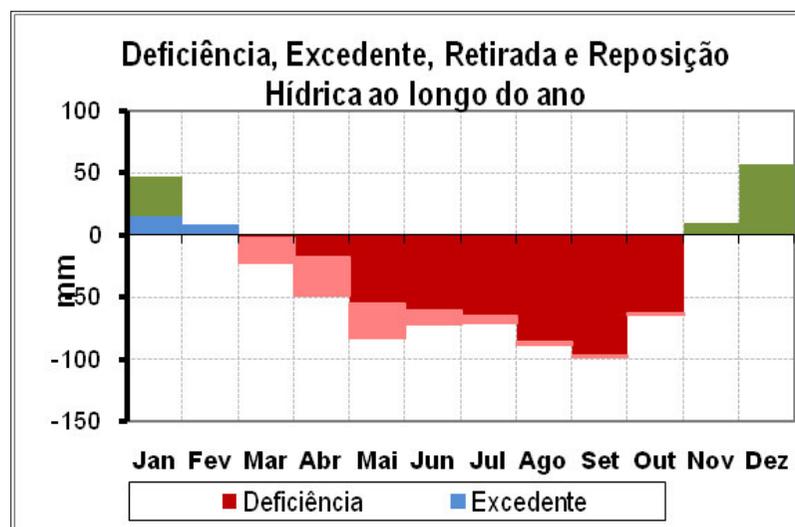
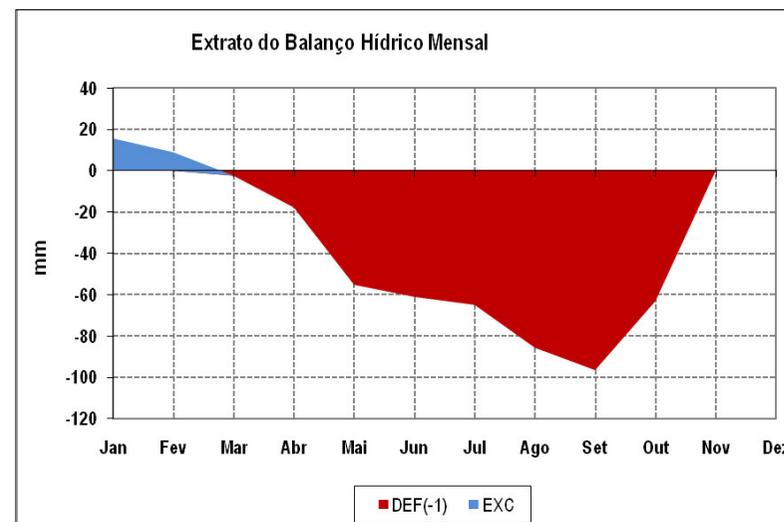
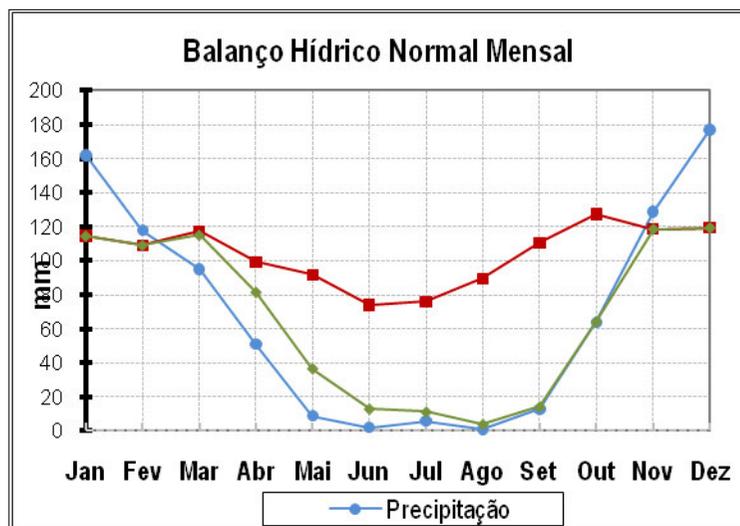


Figura 3.26 – Balanco Hídrico da Estação Climatológica Monte Azul

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 3.16 – Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955) – Pedra Azul

Meses	No. de dias	T (°C)	P (mm)	N (horas)	I	a	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	30	23,7	143,0	12,9	10,5	2,5	110,70	32,3	0,0	100,00	0,00	110,7	0,0	32,3
Fev	28	23,9	69,0	12,7	10,7	2,5	103,69	-34,7	-34,7	70,69	-29,31	98,3	5,4	0,0
Mar	31	23,9	83,0	12,3	10,7	2,5	111,46	-28,5	-63,1	53,18	-17,51	100,5	10,9	0,0
Abr	30	22,7	58,0	11,9	9,9	2,5	90,98	-33,0	-96,1	38,24	-14,94	72,9	18,0	0,0
Mai	31	21,4	3,0	11,4	9,0	2,5	77,95	-75,0	-171,1	18,07	-20,17	23,2	54,8	0,0
Jun	30	19,9	12,0	11,1	8,1	2,5	60,98	-49,0	-220,1	11,07	-7,00	19,0	42,0	0,0
Jul	31	19,5	11,0	11,1	7,9	2,5	59,53	-48,5	-268,6	6,82	-4,26	15,3	44,3	0,0
Ago	31	20,3	10,0	11,3	8,3	2,5	67,26	-57,3	-325,8	3,84	-2,97	13,0	54,3	0,0
Set	30	21,4	34,0	11,7	9,0	2,5	77,14	-43,1	-369,0	2,50	-1,35	35,3	41,8	0,0
Out	31	22,6	98,0	12,1	9,8	2,5	95,19	2,8	-293,6	5,31	2,81	95,2	0,0	0,0
Nov	30	22,9	138,0	12,6	10,0	2,5	98,74	39,3	-80,8	44,57	39,26	98,7	0,0	0,0
Dez	31	23,2	189,0	12,9	10,2	2,5	107,95	81,0	0,0	100	55,43	108,0	0,0	25,6
TOTAIS		265,4	848,0	144,0	114,2	30,6	1.061,57	-213,6		454,3	0,00	790,1	271,5	57,9
MÉDIAS		22,1	70,7	12,0	9,5	2,5	88,46	-17,8		37,9		65,8	22,6	4,8

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

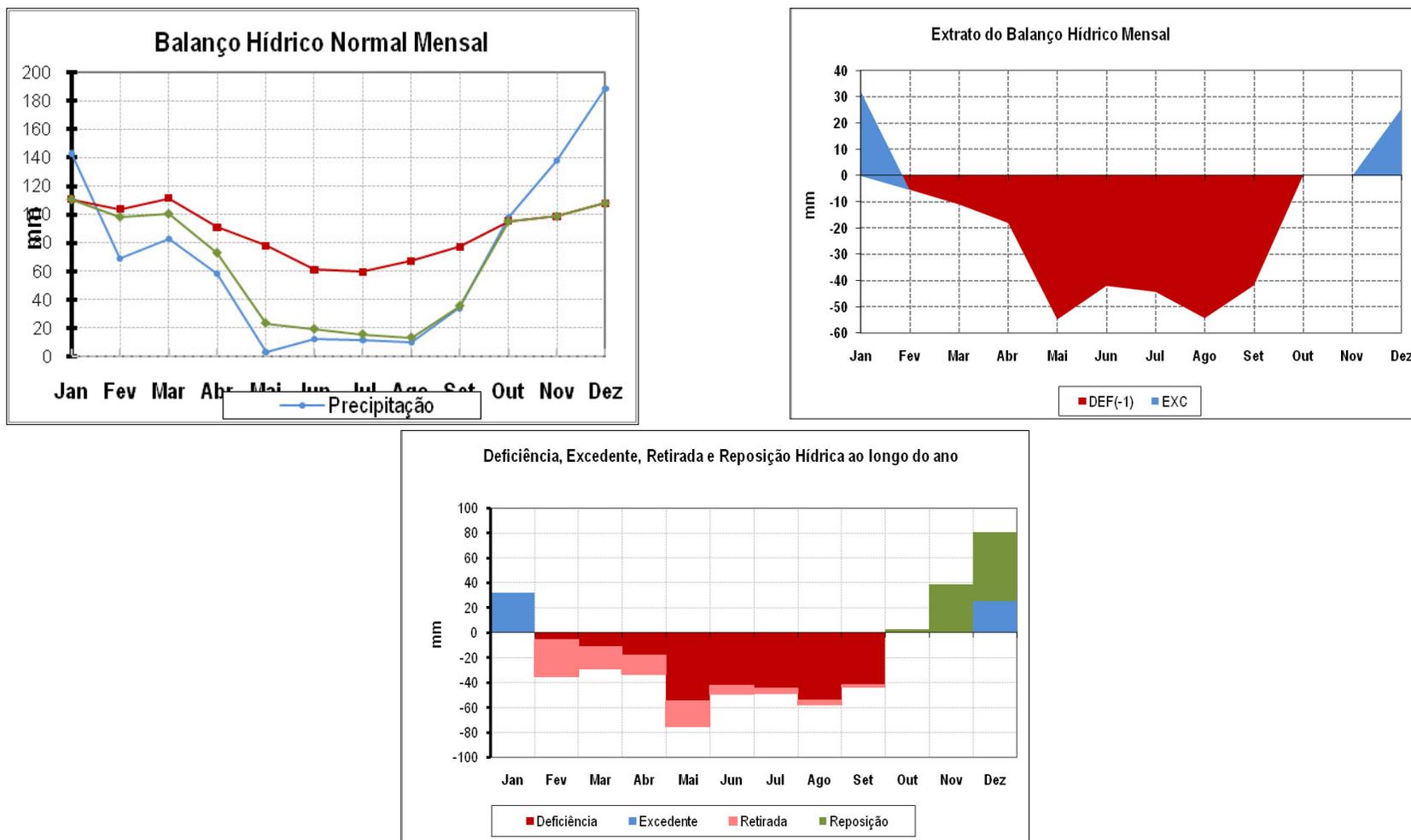


Figura 3.27 – Balanço Hídrico da Estação Climatológica de Pedra Azul

Examinando o balanço hídrico (**Figura 3.26**), a região de Monte Azul/MG, localizada a 600 m de altitude, apresenta uma elevada taxa de evapotranspiração potencial (ETP) ao longo do ano (1.250 mm) e devido à pequena quantidade de chuvas (827 mm/ano) ocasionam uma situação marcada pela forte deficiência hídrica (446 mm/ano), principalmente durante os 9 meses mais secos.

O armazenamento no solo (ARM) é 100 mm menor desde março a dezembro. Portanto só existe excedente de 24,5 mm/ano disponível para percolar ou escoar superficialmente durante os meses de janeiro e fevereiro.

Analisando o balanço hídrico de Pedra Azul (**Figura 3.27**), observa-se que há excedente hídrico somente nos meses de dezembro e janeiro. De fevereiro a setembro a situação é de deficiência. Somente nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro a evapotranspiração potencial (ETP) seria inferior à precipitação.

O armazenamento seria máximo somente em dezembro e janeiro, ou seja, o solo estaria com 100 mm de água armazenada somente nesses meses. De um total de 848 mm de precipitação média anual, somente 58 mm estaria disponível para percolar ou escoar superficialmente e isso ocorreria nos meses de dezembro e janeiro.

Os resultados apresentados devem ser analisados dentro da devida perspectiva. Trata-se, como foi comentado, de resultados obtidos com as chamadas normais climatológicas, quais sejam, das condições médias de cada variável utilizada, conforme observadas no período de 30 anos que vai de 1961 a 1990, dependendo da disponibilidade de dados. Sendo uma condição “média” o significado é que poderão ocorrer anos mais severos em termos de excessos hídricos, bem como anos menos severos. Em linhas gerais a climatologia da bacia permite concluir:

1. O clima dominante na bacia PA1 segundo a classificação de Thornthwaite (1948) é o Subúmido Seco, apresentando manchas com condições mais desfavoráveis, com tendência ao clima Semiárido.
2. De forma geral e considerando as variações espaciais pode ser observado que no trecho superior a ETP atinge até 1.250 mm, com déficit de 445 mm; e no trecho mais a jusante da área a ETP situa-se em 1.000 mm, enquanto que o DEF anual chega a cair para 270 mm.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 57
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

3. O balanço hídrico climatológico da bacia PA1 torna-se ainda mais desfavorável devido à alta intensidade luminosa, aos dias longos e às temperaturas elevadas durante o ano todo.
4. A ETP se mantém elevada e o suprimento de água para as plantas depende de absorção das camadas mais profundas dos solos.
5. Para o desenvolvimento da agricultura existe a necessidade de implementação da irrigação para superar os períodos de déficits hídricos nas estações secas.
6. Portanto, cabe enfatizar que a bacia PA1, com características das regiões de climas Subúmido Seco e Semiárido, caberia a proposta de realização de investimentos para a disponibilização de água com vistas a atenuar os déficits hídricos da estação seca de forma que seja possível a promoção de alternativas de desenvolvimento baseadas na agricultura irrigada.

3.5 Solos

A caracterização dos solos da bacia hidrográfica objetiva a identificação das unidades predominantes na região e a apresentação de informações detalhadas que permitam o conhecimento deste recurso e orientem as formas de manejo mais adequadas.

O solo e a água são recursos naturais indispensáveis para a utilização na agricultura e pecuária, entretanto, dependendo da forma como esses recursos são explorados, pode ocorrer degradação tanto do próprio solo, quanto da água. Assim, o levantamento de suas características e propriedades é fundamental para o conhecimento dos fatores limitantes de uso desse recurso. A partir de tais conhecimentos pode ser estabelecida a capacidade de uso das terras e planejamento de uma exploração agrícola adequada, de forma sustentável e sem causar a degradação do ambiente.

O diagnóstico dos solos objetiva, em linhas gerais, o conhecimento do ambiente e a caracterização dos principais agrupamentos de solos, fornecendo no contexto do PDRH/PA1, junto com outros aspectos do sistema físico, uma visão integrada entre os diversos componentes. Constitui também um subsídio para orientar o melhor uso da terra em função de sua potencialidade, indicando áreas mais propícias às atividades produtivas bem como aquelas de vocação conservacionista.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 58
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Neste diagnóstico foram utilizados os dados e informações secundárias contidas em mapas e relatório específicos sobre o tema, adicionando-se os conhecimentos adquiridos com as viagens de reconhecimento da área da bacia e observações e descrição de solos em cortes de estrada. O mapa de solos contém o delineamento das unidades e a legenda é apresentada no texto conforme o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (Embrapa, 1999).

Os estudos estão apresentados com base em levantamento a nível exploratório, conforme procedimento normativo de levantamento pedológico da Embrapa, com informações generalizadas dos recursos dos solos, em grandes áreas, com mapas em escala pequena, contendo correlações e observações de campo.

A bacia do rio Pardo tem suas nascentes na Serra do Espinhaço, composta predominantemente de quartzitos ortoquartzíticos, quartzitos conglomeráticos, filitos e xistos que se apresenta em um relevo movimentado como um modelado de cristas monoclinais e grandes blocos isolados esculpidos em colinas com afloramentos rochosos e solos litólicos de textura arenosa e média.

Na região central e centro leste da bacia ocorrem as Chapadas do Alto rio Pardo, caracterizada por pediplanos dissecados e, no topo, superfícies de aplainamento com colúvios de textura argilosa e arenosa e eventuais espraiamentos de seixos formando pavimentos desérticos localizados sobre as rampas.

Em direção a leste e a sul as formas de relevo condicionaram domínios geomorfológicos constituídos por extensas áreas de topografia tabular, constituídas por depósitos detríticos dos Terciário e Quaternário constituindo planos inclinados em pediplanos parcialmente conservados.

Na bacia PA1 estes condicionantes geológicos e geomorfológicos, aliados a fatores como clima e vegetação, deram origem a Latossolos e Cambissolos como associações de solos dominantes, e com menor representatividade Argissolos e Neossolos Flúvicos, além dos afloramentos rochosos na região da Serra do Espinhaço.

Segundo a distribuição apresentada no mapa de solos da bacia PA1 os Latossolos ocorrem em 57,6% da área da bacia, sendo a classe mais representativa, seguidos pelos Cambissolos (35,7%), predominando os distróficos, enquanto que os Argissolos e Neossolos Flúvicos -

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	59

associado às planícies de inundação dos principais rios ocorrem em pouco menos de 4,0%. De forma também pouco representativa ocorrem afloramentos rochosos e secundariamente Neossolos Litólicos em 3,2% da área.

3.5.1 Caracterização das Unidades Pedológicas

Argissolos

Argissolos são solos minerais não hidromórficos que apresentam como característica marcante um aumento do teor de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B que é do tipo textural (Bt). A sequência de horizontes inclui o A, Bt e C. geralmente mostrando, em perfil, boa diferenciação de cores, que no horizonte A são sempre mais escuras enquanto que no horizonte B textural variam de acinzentadas a avermelhadas.

São solos com profundidade variável, geralmente bem drenados, que possuem textura média e média/argilosa, podendo ocorrer fase cascalhenta. No horizonte diagnóstico Bt a textura é argilosa ou muito argilosa, ocorrendo mudança textural abrupta ou com pequena variação ao longo do perfil.

Na bacia PA1 ocorre como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico (PVAe), com horizonte A moderado/chernozêmico e textura média/argilosa.

Ele é identificado de forma pouco expressiva na porção sudeste da bacia, em uma área de relevo movimentado correspondente a Serra do Anastácio, mapeado como uma mancha que se estende a sul da localidade de Barreiro, entre os municípios de Berizal e Curral de Dentro. Ocupa uma área de 192 km², o que representa 1,65% da área da bacia PA1.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos apresentam, de maneira geral, o horizonte A moderado ou proeminente, com textura variável desde arenosa a argilosa, com ou sem cascalho e transição clara ou gradual para o Bt. O Bt possui textura argilosa, cascalhenta ou não cascalhenta, com cerosidade sempre presente na superfície dos elementos estruturais, que são do tipo blocos subangulares e angulares, com desenvolvimento moderado ou forte e argila de atividade baixa.

A principal limitação ao uso agrícola é o relevo movimentado e a ocorrência de níveis de cascalho que afloram nas áreas de encostas onde a declividade é mais forte, formando, por vezes, pavimentos desérticos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	60

Do ponto de vista de fertilidade, apesar de estar sob vegetação de Cerrado, sua saturação de bases no horizonte Bt fica acima de 50%, o que lhe confere o caráter eutrófico. Estes solos apresentam eventualmente teores elevados de potássio (K) em função da geologia de área, onde ocorrem xistos diversos, fonte de material micáceo rico em potássio (K).

Cambissolos

Os Cambissolos são solos pouco profundos e pouco desenvolvidos, não hidromórficos, apresentando horizonte B incipiente (ou câmbico), mal a acentuadamente drenados, podendo apresentar qualquer tipo de horizonte A sobre um horizonte B incipiente (Bi), também de cores diversas sendo predominantes o horizonte A moderado e a textura argilosa.

Ocorrem como Cambissolos Háplicos Tb distróficos (CXbd) na porção oeste da bacia, bordejando as áreas de afloramentos rochosos, nas partes mais baixas do relevo, e a partir da confluência do rio São João do Paraíso com o rio Pardo ocupando as áreas mais baixas dos vales das principais drenagens, recobrimdo 28,9 % da área total da bacia. É classificado como háplico por apresentar um horizonte A de coloração clara, e eventualmente fase cascalhenta, pedregosa e até mesmo rochosa (**Figura 3.28**).

Na região entre São João do Paraíso, Vargem Grande do Rio Pardo e a localidade de Caiçara a sul, ocorrem como Cambissolos Háplicos Tb eutrófico (CXbd), correspondendo a 6,3% da área.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	61



Figura 3.28 – Cambissolos em áreas de relevo plano utilizados para o plantio de pastagens

O relevo varia de aplainado (relevo suave ondulado) até encostas íngremes (relevo montanhoso), sob vegetação de Cerrado, Campo Cerrado e Carrasco. Ocorre associado a rochas xistosas, metapelitos e quartzitos das áreas de Afloramentos Rochosos e de Neossolos Litólicos em relevo mais acidentado, bordejando os mesmos. São solos jovens, em formação, onde a principal característica que os diferencia dos Neossolos Litólicos é a ocorrência de um horizonte B incipiente entre o horizonte A superficial e a rocha.

Os Cambissolo Háplicos constituem áreas com baixo potencial de uso agrícola considerando o pouco desenvolvimento do horizonte B. Na porção oeste da bacia, apresentaram teor muito baixo de argila em função do material de origem ser predominantemente de rochas quartzíticas que formam aos afloramentos rochosos adjacentes, apresentando textura média e em geral distróficos.

Cambissolo Háplico quando em fase cascalhenta, são solos rasos que ocorrem principalmente nas encostas dos morros e em sua maioria não se prestam para agricultura, sendo utilizados para criação de gado e extrativismo.

Considerando a heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas relacionados a sua gênese, as características dos Cambissolos podem se apresentar de forma muito variável.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 62
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Latossolos

Os Latossolos são solos minerais, não-hidromórficos, sempre com argila de atividade baixa, cuja principal característica é o horizonte B tipo latossólico. São considerados solos em avançado estágio de evolução, suficiente para transformar os minerais primários oriundos do material de origem em caulinita ou óxidos de ferro e alumínio.

Caracterizam-se como solos maduros, muito intemperizados, profundos e de boa drenagem, apresentando grande homogeneidade do perfil, sendo geralmente de baixa fertilidade natural, com baixa reserva de nutrientes para as plantas, apresentando, entretanto, boas possibilidades para o desenvolvimento radicular.

São, de forma genérica, muito permeáveis, função da textura e da própria mineralogia, constituindo a classe de solo de maior utilização agrícola, incluindo silvicultura e pastagens. As características físicas são muito favoráveis ao aproveitamento agrícola, refletidas em boa drenagem interna, boa aeração e boa profundidade para a penetração de raízes.

Embora os Latossolos possuam boas propriedades físicas, o manejo destes solos deve ser cuidadoso para evitar a sua degradação, principalmente o decréscimo do nível de matéria orgânica e alterações na distribuição de poros (compactação) devido ao pisoteio intenso e sobrecarga nas pastagens, acarretando maior susceptibilidade à erosão e decréscimo da fertilidade natural. Na bacia PA1 os Latossolos ocupam uma área total de 6.698,26 Km², correspondente a aproximadamente 57,6 % das terras, ocorrendo como Latossolos Amarelos (LAd) e Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (LVAd).

Os Latossolos Amarelos ocorrem na porção sul da área da bacia, a leste da cidade de Taiobeiras como Latossolos Amarelos distróficos (LAd) e a leste, na região de Curral de Dentro e Águas Vermelhas, margem direita do rio Mosquito, associados aos Cambissolos que ocorrem no vale do rio. Ocupam uma extensão de 1.177,4 Km², correspondente a aproximadamente 10,1 % da superfície da bacia hidrográfica.

Os Latossolos Amarelos são solos minerais, ácidos, não hidromórficos, com horizonte B latossólico apresentando tonalidades amareladas ou amarelo-avermelhadas e baixo teor de ferro. Caracterizam-se por um estágio de intemperização avançado constituído por sesquióxidos, minerais de argila (1:1) e minerais primários resistentes ao intemperismo,

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 63
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

possuindo ainda como característica do seu avançado grau de intemperismo, baixa relação silte/argila e baixos valores para capacidade de troca de cátions.

São bem acentuadamente drenados, com predominância de classes texturais argilosas, horizonte A moderado e ocorrência eventual de A proeminente, sendo normalmente distróficos com baixa soma de bases trocáveis. Possuem baixa fertilidade natural sendo utilizados predominantemente como pastagens, aparecendo também em grandes extensões de silvicultura. Estão distribuídos em relevo plano e suave ondulado.

Os Latossolos Amarelos distróficos ocorrem associados a coberturas detríticas colúvio-eluviais e, devido às condições de relevo e facilidade de mecanização, são utilizados para plantio de eucalipto e eventualmente plantio de café, como ocorre a leste da cidade de Taiobeiras (**Figura 3.29**).



Figura 3.29 – Latossolos Amarelos distróficos utilizados com pastagens próximos a cidade de Ninheiras

Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocorrem distribuídos por toda a bacia, principalmente na região do médio e baixo curso, ocupando uma área de 5.520,9 km², correspondente a 47,5% da bacia.

Os Latossolos Vermelho-Amarelo são solos bem drenados, caracterizados pela ocorrência de horizonte B latossólico de cores vermelhas a vermelho-amareladas, apresentando teores

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	64

intermediários de Fe₂O₃ e cores entre o Latossolo Amarelo e o Vermelho. São profundos, com boa drenagem e normalmente baixa fertilidade natural, apresentando horizonte A predominantemente moderado e proeminente, e mais raramente A fraco. O Bw possui cores de tonalidades amarelas, brunadas e amarelo-avermelhadas (**Figura 3.30**). O horizonte B é latossólico, com seqüência de horizontes A-Bw-C, com predominância de minerais do tipo 1:1 (caulinita) na fração argila. São solos profundos e bastante intemperizados, o que se reflete em baixa capacidade de troca de cátions e saturação de bases, bastante permeáveis, muito porosos, de textura variando de média a muito argilosa no horizonte B.



Figura 3.30 – Plantio de eucalipto em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico

As áreas de latossolos Vermelho-Amarelo estão associadas a coberturas detrito-lateríticas com concreções ferruginosas que ocorrem de forma dispersa constituindo superfícies aplainadas nos topos das serras em cotas mais elevadas. São constituídas de material areno-argiloso com concreções ferruginosas e freqüentes fragmentos de quartzo leitoso. Nestas condições são solos de baixa fertilidade, com saturação de alumínio variando de baixa a muito elevada.

Neossolos Flúvicos

São solos derivados de sedimentos aluviais que ocorrem nas áreas de planície fluvial, próximos aos cursos d'água, caracterizados pela ocorrência de horizonte A sobre o horizonte C e de camadas estratificadas sem correlação pedogenética entre elas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	65

Ocorre em todo o trecho superior da bacia, associado ao vale do rio Pardo e seus afluentes principais: rio Pardinho, Ribeirão Imbiruçu e Córrego Santana, ocupando uma área de 267,3 km², correspondente a 2,3% da área da bacia. A predominância é de solos de textura grosseira ricos em matérias primários derivado de processo erosivos da região da Serra do Espinhaço.

A área ocupada pelos depósitos fluviais é restrita, pois predominam vales estreitos, porém assume função importante em termos de aproveitamento agrícola devido principalmente a maior umidade destas terras nos períodos mais secos (**Figura 3.31**).

São constituídos de camadas estratificadas (ao menos em 25% do perfil), sem relação pedogenética entre si, função do processo de deposição. A textura das camadas varia de areia e areia franca, a textura argilosa em função do material fonte e dos processos de deposição (**Figura 3.32**).

As características desses sedimentos que ocupam os canais fluviais e planícies de inundação apresentam grande variação dependendo da natureza das rochas das áreas fontes, embora, de maneira genérica, predominam cascalhos e areias grosseiras na base dos depósitos, tendendo a um material de granulometria mais fina para o topo: areias finas, siltes e argilas.

São solos normalmente utilizados na agricultura, entretanto, quando são predominantemente constituídos por areia tendem a apresentar fertilidade muito baixa, o que limita a sua utilização.

Os Neossolos Flúvicos de textura arenosa se diferenciam dos Neossolos Quartzarênicos pelo fato dos primeiros possuírem distribuição aleatória do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, além da presença de camadas com texturas diferenciadas ao longo do perfil.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 66
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 3.31 – Planície do rio Imbiruçu com Neossolos Flúvicos utilizados no cultivo de cana-de-açúcar e culturas de subsistência



Figura 3.32 – Planície do rio Pardo onde ocorrem Neossolos Flúvicos associados a depósitos de sedimentos arenosos inconsolidados utilizados como pastagens

Afloramentos Rochosos

Os Afloramentos Rochosos ocorrem na região do alto rio Pardo, extremo oeste da bacia, com uma superfície de 372,7 km², representando 3,2% da área total. Ocorrem associados às rochas quartzíticas do Grupo Diamantina que afloram em toda a região do alto curso da

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 67
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

bacia do Pardo ao longo dos divisores de água, regiões de cabeceiras, correspondente a Serra do Espinhaço (**Figura 3.33**). São áreas constituídas predominantemente (> 50%) por exposição de rocha sã ou pouco alterada.

Associadas as áreas de Afloramentos Rochosos ocorrem pequenas manchas de solos com distribuição dispersa e descontínua, geralmente Neossolos Litólicos e Cambissolos Háplicos distróficos, textura arenosa, fase cascalhenta, em relevo ondulado a montanhoso com vegetação de Cerrado e Campos rupestres, apresentando forte limitação para o uso agrícola devido a elevada rochiosidade e pedregosidade relacionadas com a natureza do material originário.

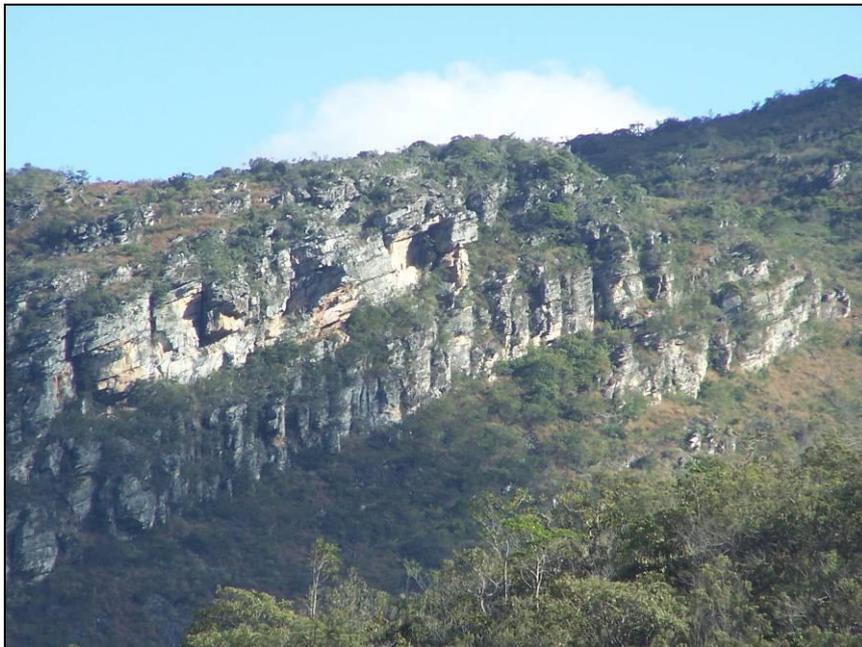


Figura 3.33 – Região de relevo montanhoso com Afloramentos Rochosos na Serra do Espinhaço

3.5.2 Unidades de Mapeamento

O **Quadro 3.17** apresenta as unidades de mapeamento com a ocorrência e distribuição e as respectivas descrições das unidades de solos utilizadas no mapa pedológico da bacia PA1 (**Figura 3.34**).

A variabilidade espacial dos solos é muito grande, até mesmo quando se trabalha em escala de detalhe, existindo, entretanto, para uma determinada zona, dominância de um tipo de solo, função de características comuns do material originário e dos fatores relacionados à sua gênese. Assim, as unidades de mapeamento são constituídas por associações compostas

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 68
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

normalmente por duas ou três classes de solos, com predominância de uma delas. Utiliza-se como primeiro componente da descrição a classe de solo que ocorre com maior extensão e os demais componentes segue em ordem decrescente de área. Aquelas com ocorrência menor que 15% em termos da área são consideradas inclusões.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 69
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

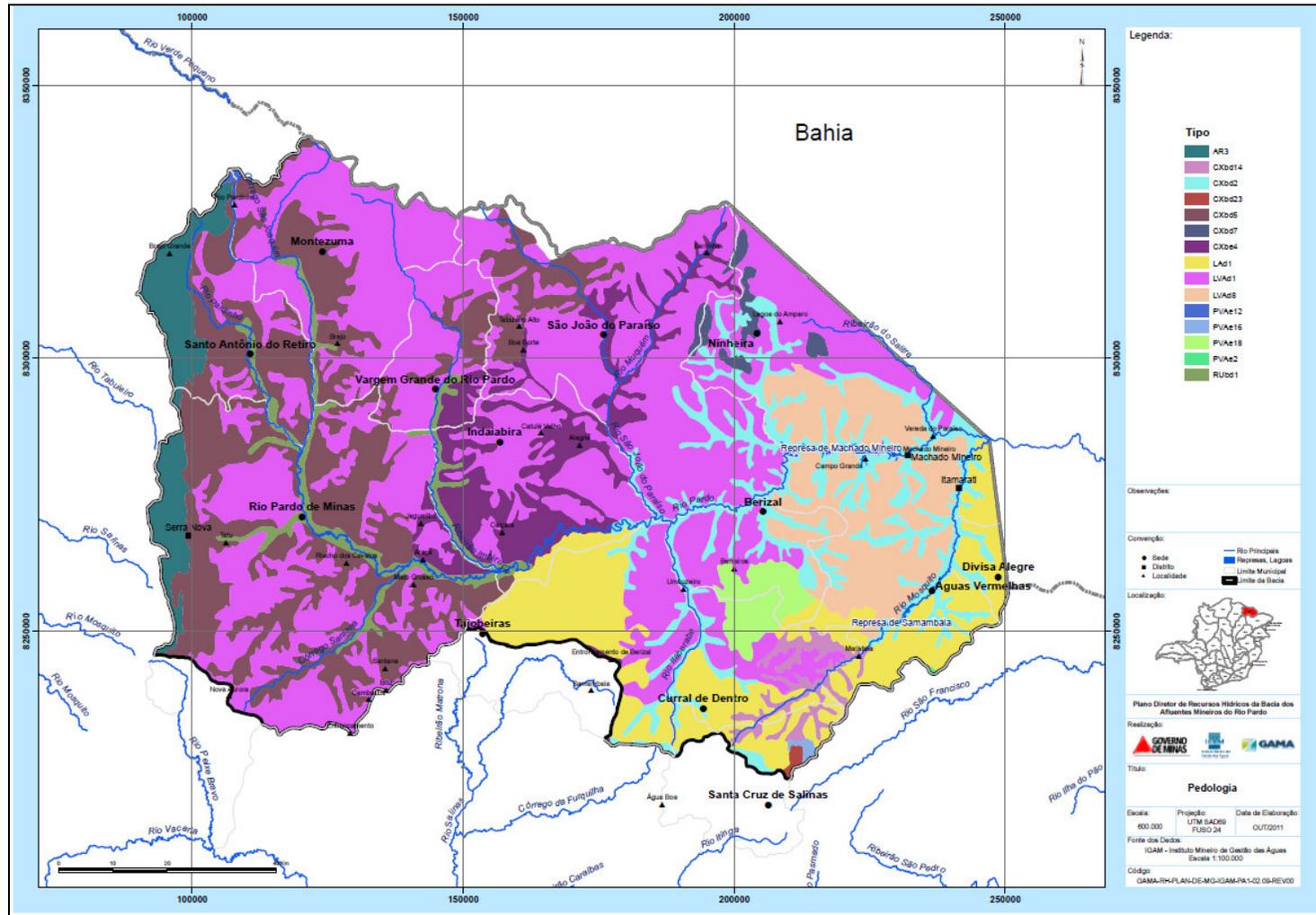


Figura 3.34 – Mapa de Pedologia da PA1

<p>Contrato 2241.0101.07.2010</p>	<p>Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05</p>	<p>Data de Emissão 26/09/2013</p>	<p>Página 70</p>
---------------------------------------	---	---------------------------------------	----------------------

Quadro 3.17 – Unidades de Mapeamento das Classes de Solos da bacia do rio Pardo

Ocorrência e Distribuição	Unidades de Mapeamento	Descrição
Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico - Ocorre na porção sudeste da bacia, na Serra do Anastácio, entre os municípios de Berizal e Curral de Dentro.	PVAe2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado textura média/argilosa; fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso.
	PVAe12	PVAe12 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura siltosa/argilosa, cascalhento/não cascalhento; ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo forte ondulado.
	PVAe16	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A chernozêmico textura média/argilosa + AFLORAMENTO ROCHOSO; ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado.
	PVAe18	PVAe18 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado/chernozêmico textura média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico A moderado textura argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO eutrófico típico A fraco; fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso.
Cambissolo Háplico distrófico - ocorrem na porção oeste da bacia bordejando as áreas de afloramentos rochosos e ao longo das encostas dos vales a partir da confluência do rio São João do Paraíso com o rio Pardo.	CXbd2	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A fraco/moderado textura argilosa, cascalhento; fase caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.
	CXbd5	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura arenosa, cascalhento; fase cerrado, relevo forte ondulado.
	CXbd7	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A fraco/moderado textura argilosa, cascalhento/não cascalhento + LATOSSOLO VERMELHO distrófico A moderado textura argilosa; ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo ondulado e forte ondulado.
	CXbd14	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e léptico A moderado textura argilosa + AFLORAMENTO ROCHOSO; ambos fase floresta subcaducifólia, relevo suave ondulado.
Cambissolo Háplico eutrófico – ocorrem na região entre São João do Paraíso, Vargem Grande do Rio Pardo e a localidade de	CXbd23	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura média/argilosa + AFLORAMENTO ROCHOSO; todos fase cerrado, relevo forte ondulado.
	CXbe4	CAMBISSOLO HÁPLICO eutrófico típico A moderado textura argilosa, cascalhento/não cascalhento + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico típico A moderado textura

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	71

Ocorrência e Distribuição	Unidades de Mapeamento	Descrição
Caçara.		média/ argilosa, cascalhento/não cascalhento; ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo forte ondulado.
Latossolo Amarelo distrófico - ocorre na porção sul da área da bacia, a leste da cidade de Taiobeiras e a leste, na região de Curral de Dentro e Águas Vermelhas.	LAd1	LATOSSOLO AMARELO distrófico húmico textura argilosa + LATOSSOLO AMARELO distrófico típico A proeminente textura argilosa; ambos fase floresta subcaducifólia e floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado.
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico – apresentam ampla distribuição na bacia principalmente na região do médio e baixo curso.	LVA d1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado.
	LVA d8	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura argilosa + LATOSSOLO AMARELO distrófico húmico textura argilosa; ambos floresta caducifólia, relevo plano e suave ondulado.
Neossolos Flúvicos - ocorrem associados ao vale do rio Pardo e seus afluentes principais.	RYbd1	NEOSSOLO FLUVICO Tb distrófico típico A moderado; fase caatinga hipoxerófila, relevo plano.
Afloramento Rochoso – ocorrem na região da Serra do Espinhaço, ao longo dos divisores de água, associados a rochas quartzíticas do Grupo Diamantina.	AR3	AFLORAMENTO ROCHOSO + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico e lépticos A moderado, textura arenosa, fase cascalhenta + NEOSSOLO LITÓLICO psamítico A fraco; todos fase cerrado, relevo ondulado e montanhoso.

As principais ordens de solos que ocorrem na área da bacia do rio Pardo são os Latossolos ocupando 57,6%, com predominância das classes dos Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico (47,5%).

3.5.3 Conclusões sobre a aptidão agrícola dos solos

O **Quadro 3.18** apresenta as áreas e percentuais de Ordem e Grupos de solos encontrados. O caráter distrófico dos Latossolos reflete a baixa fertilidade natural das terras, em relevo que varia de montanhoso a suave ondulado e plano, saturação de bases e de alumínio trocável menores que 50%, caracterizando solos que necessitam de correção de acidez e incremento de fertilidade, embora as características mecânicas e de profundidade sejam muito favoráveis. Estes latossolos, em geral, estão associados a coberturas detrítico-lateríticas relacionadas a ciclos de aplainamento.

Os Cambissolos aparecem recobrimdo 35,26% da área de bacia, com predominância do Cambissolo Háplico distrófico típico (com baixa fertilidade natural e saturação de bases

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 72
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

menores que 50%), textura arenosa com frequente fase cascalhenta e vegetação de cerrado, ocorrendo em relevo forte ondulado, o que representa restrições a sua utilização.

Quadro 3.18 – Área e percentual das unidades de mapeamento de solos na bacia do rio Pardo

Classe de Solo	Área (Km ²)	Percentual por grupo (%)	Percentual por Ordem (%)
Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico	192,46	1,65	1,65
Cambissolo Háptico distrófico	3.363,86	28,93	35,26
Cambissolo Háptico eutrófico	735,77	6,33	
Latossolo Amarelo distrófico	1.177,38	10,12	57,59
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	5.520,88	47,47	
Neossolos Flúvicos	267,27	2,30	2,30
Afloramentos Rochosos	372,67	3,20	3,20
Total	11.630,29	100	100

Fonte: Mapa de solos da bacia – cálculo de áreas através de Geoprocessamento.

Os Cambissolos juntamente com os Latossolos perfazem um total de 92,8% da área da bacia, predominando os distróficos, o que representa, em termos genéricos, baixa fertilidade natural das terras da bacia. Os Cambissolos são solos jovens, pouco desenvolvidos, evoluindo dos solos litólicos com o desenvolvimento de um horizonte B ainda incipiente, ainda em processo de formação, enquanto que os latossolos são solos maduros, profundos, derivados de coberturas detríticas.

As observações quanto as unidades presentes na bacia indicam que a dominância é de solos de textura média e, em menor proporção, textura argilosa, não sendo identificados solos muito argilosos (>65% de argila), característica que reflete a relação do solo com o material de origem, que são rochas do Supergrupo Espinhaço, onde predominam quartzitos com ou sem níveis conglomeráticos e xistos diversos.

Os Latossolos são encontrados em chapadas cujas áreas de relevo plano são limitadas, logo transicionando para classes de relevo suave ondulado e gradando para Cambissolos Hápticos, constituindo ambientes frágeis.

As áreas de afloramentos rochosos das cabeceiras das drenagens, nas áreas de nascentes da Serra do Espinhaço, as áreas de rochas quartzíticas que conferem aos solos texturas média têm uma forte relação com relevo mais acidentado, sendo muito suscetíveis a processos erosivos.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 73
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Em conclusão, a vocação agrícola da bacia PA1 está limitada aos Latossolos distróficos (58% de sua área) com baixa fertilidade natural, em relevo que varia de montanhoso a suave ondulado e plano, que necessitam de correção de acidez e incremento de fertilidade, embora as características mecânicas e de profundidade possam ser favoráveis. Limitações de diversas naturezas, quanto à possibilidade de mecanização e à fertilidade, poderão reduzir a percentuais menores que 58% os solos com potencial de exploração agrícola. Esta situação, talvez mais do que a escassez hídrica, pode representar a principal barreira ao desenvolvimento econômico da bacia PA1. Porém, as modernas técnicas de manejo de solo, visando ao aumento de fertilidade, e a irrigação, seletivamente usados, poderão incorporar uma área significativa de agricultura moderna, com potencial de estabelecer novas vertentes de dinamização da economia regional. Em próximo item deste capítulo maior detalhamento desta questão de aptidão agrícola será apresentado.

3.6 Erodibilidade do solo

As precipitações sobre uma bacia hidrográfica e o consequente escoamento superficial, comandado pela rede de drenagem, são agentes naturais de transformação do relevo através de processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos. A ação do homem sobre o ambiente através do uso do solo, pode modificar a velocidade com que essas transformações acontecem, causando desequilíbrios nos ecossistemas.

O processo de erosão acelerada pode acarretar prejuízos significativos para a agropecuária e para o meio ambiente, promovendo alterações no regime hidrológico dos rios, aumento das vazões de pico e o incremento da carga de sedimento para os mananciais hídricos.

A aplicação da equação universal de perda de solo - EUPS em bacias hidrográficas permite avaliar a ordem de grandeza da perda de solo potencial e a identificação de áreas onde esta perda é mais significativa, orientando a adoção de práticas de uso e manejo. O confronto entre as previsões de perda obtidas com a equação e os valores considerados ideais de tolerância para um determinado tipo de solo permite uma decisão sobre quais as combinações de cultivo e manejo que devem ser adotadas visando à conservação dos solos da bacia.

A aplicação da EUPS em uma bacia hidrográfica se mostra adequada na identificação geográfica das áreas mais vulneráveis ao processo de erosão. A informação, mesmo que qualitativa, fornece subsídios importantes para o planejamento agrícola e a conservação

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	74

ambiental da bacia. Permite também o cálculo e análise de cada um dos fatores que controlam o processo de erosão hídrica, possibilitando o entendimento das respostas dos solos, cobertura vegetal e clima ao processo erosivo.

Um dos principais fatores que contribui para a perda da capacidade produtiva do solo é a erosão hídrica, acelerada pela ação antrópica, principalmente relacionada a práticas inadequadas de agricultura e uso e ocupação das terras.

A EUPS foi originalmente desenvolvida como uma forma de orientar agricultores dos Estados Unidos quanto à conservação da produtividade de solos agrícolas, partindo-se da estimativa de uma tolerância anual de perda de solo que deveria ser mantida a partir de mudanças dos fatores antrópicos, tais como formas de uso/manejo dos solos e adoção de práticas conservacionistas.

Na EUPS (Wischmeier e Smith,1978), a perda de solo média anual é expressa pela **Equação 3.4**.

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Equação 3.4

Onde:

A = perda de solo média anual (t/ha ano);

R = fator de erosividade da chuva (MJ.mm/ha.h.ano);

K = fator de erodibilidade do solo (t.ha.h/ha.MJ.mm)

L = fator de comprimento de rampa

S = fator de declividade

C = fator de uso/manejo

P = fator de práticas conservacionistas

A equação apresenta dois conjuntos de fatores: os naturais (erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos, declividade e comprimento de vertente), que estabelecem o

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 75
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

potencial natural de erosão em um solo em função da ação de agentes intempéricos, e os fatores antrópicos (uso/manejo dos solos e práticas conservacionistas), que são funções do tipo de uso ao qual o solo está submetido.

3.6.1 Erosividade das Chuvas - Fator R

A chuva e o escoamento superficial são as características hidrológicas que mais influenciam a erosão do solo. A precipitação inicia o processo de erosão por impacto das gotas de chuva, desprendendo o material da superfície. A contribuição da chuva sobre o escoamento irá determinar a intensidade do movimento do sedimento da vertente para o curso d'água.

O fator Erosividade das Chuvas (R) é um parâmetro quantitativo que expressa a capacidade da chuva de causar erosão sobre um solo desprotegido causada pelo impacto das gotas de chuva e do consequente escoamento superficial.

O fator R pode ser calculado a partir de dados de precipitações mensais e precipitações anuais aplicados a uma equação proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1999). No cálculo do fator R foram utilizados dados dos postos pluviométricos representativos da bacia hidrográfica conforme **Quadro 3.19** apresentado a seguir:

Quadro 3.19 – Precipitações médias anuais e valores do fator R com base nos dados dos postos pluviométricos da bacia do rio Pardo

Código	Nome	Município	Precipitação anual (mm)	Fator R Erosividade (MJ.mm/ha.h.ano)
1541004	VEREDA DO PARAÍSO	São João do Paraíso	1.139,2	6.147,65
1541010	ITAMARATI	Águas Vermelhas	767,5	4.873,18
1541013	VEREDA DO PARAÍSO	São João do Paraíso	739,0	4.963,49
1542003	MONTEZUMA	Rio Pardo de Minas	629,0	4.195,36
1542005	RIO PARDO DE MINAS	Rio Pardo de Minas	813,7	6.228,59
1542008	SÃO JOÃO DO PARAÍSO	São João do Paraíso	645,6	4.552,02
1542009	TABOLEIRO ALTO	São João do Paraíso	758,0	4.357,44
1542014	SÃO JOÃO DO PARAÍSO	São João do Paraíso	783,3	4.942,50
1542015	RIO PARDO DE MINAS	Rio Pardo de Minas	878,3	5.579,76
83888	MONTE AZUL	São João do Paraíso	828,2	5.339,09

Conforme observado no **Quadro 3.19**, a região da bacia apresenta valores de erosividade média anual variando entre 6.228,6 e 4.195,4 MJ.mm/ha.ano. Estes valores são classificados segundo Carvalho (2008) como potencial de erosividade moderada a alta.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 76
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

As chuvas associadas a sistemas frontais tendem a ser de natureza torrencial, concentradas e de alta intensidade, apresentando maior potencial erosivo, enquanto que as chuvas de inverno podem ser mais frequentes, porém com baixa intensidade, contribuindo de forma pouco significativa para os processos de erosão na bacia.

3.6.2 Erodibilidade dos Solos - Fator K

O fator Erodibilidade do Solo (K) é um parâmetro que reflete a susceptibilidade de um solo ao processo de erosão provocado pelo efeito integrado de agentes erosivos, expressando a resistência de um solo a fenômenos de desagregação e transporte, e depende das propriedades físicas e químicas inerentes a cada tipo de solo.

Para determinação do fator de erodibilidade foi aplicada a equação proposta por Denardin (1990), que utiliza dados referentes à textura, granulometria, teor de Al_2O_3 , e teor de matéria orgânica. As propriedades de cada classe de solo identificada na área da bacia e necessárias a aplicação da equação foram obtidas mediante análise dos perfis e informações pedológicas apresentadas no Projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1987). Os valores de erodibilidade dos solos da bacia do rio Pardo são apresentados no **Quadro 3.20**.

Quadro 3.20 – Unidade de mapeamento de solos e fator K para a bacia do rio Pardo

Unidade de mapeamento	Descrição da classe	Fator K t.ha.h/ha.MJ.mm
AR	Afloramentos Rochosos	0,034
CXbd	Cambissolos Haplicos distróficos típico	0,069
CXbe	Cambissolos Haplicos eutrófico típico	0,128
LAd	Latossolo Amarelo distrófico	0,064
LVA1	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico	0,061
PVAe	Argissolo Vermelho-Amarelo	0,075
RYbd	Neossolos Flúvicos distrófico típico	0,198

Obs.: modificados de Bernal(2009) e Queiroz(2003).

A classe de solo de maior representatividade na bacia do rio Pardo é a dos Latossolos que recobrem cerca de 57,6% da superfície, ocupando as áreas do terço médio e inferior da bacia, em áreas de relevo de tabuleiros. Os Cambissolos distróficos ocupam 35,7% em relevo movimentado e de declividade moderada a forte.

Os valores de erodibilidade do solo (Fator K) variaram de 0,034 t.ha.h/ha.MJ.mm a 0,198 t.ha.h/ha.MJ. Destaca-se que as classes de Latossolos e Cambissolos foram subdivididas

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 77
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

subclasses em função de texturas diferenciadas que resultam em valores distintos de erodibilidade.

Os Neossolos Flúvicos que ocorrem associados a depósitos fluviais nos vales do rio Pardo e de seus principais afluentes apresentam os maiores valores de erodibilidade, embora sejam pouco expressivos em termos de área de ocorrência (2,3%). Os Cambissolos eutróficos, também com valor de erodibilidade elevada, ocorre em 6,33% da área.

3.6.3 Declividade e Comprimento da vertente – Fatores L e S

A intensidade da erosão causada pela água que se precipita e posteriormente escoam pelas encostas dos vales para a rede de drenagem é muito afetada, tanto pelo comprimento da vertente como pela sua declividade. Na concepção da equação de perda de solo esses dois efeitos são avaliados separadamente, representados pelos fatores L e S. Para a aplicação prática da equação, os fatores L e S são considerados em conjunto como um fator topográfico.

A geração do sedimento e a quantidade de material em suspensão transportado pela água ao longo das vertentes dependem da velocidade de escoamento, que é função tanto do comprimento da vertente (fator L), como do gradiente (fator S), ambos expressos na equação de perda de solo.

O fator (L) é definido como a distância do ponto de origem do fluxo laminar até o ponto em que tem início a deposição por diminuição do gradiente (S) ou quando o escoamento atinge um canal bem definido.

O fator (S) é definido como o ângulo ou gradiente de inclinação da vertente. Sua importância na definição da perda de solo por erosão laminar está associada ao aumento da velocidade de escoamento superficial.

A partir de estudos empíricos baseados nas medidas de perda de solos para talhões de diferentes comprimentos e graus de declive dos principais solos no município de Campinas, Estado de São Paulo, Bertoni e Lombardi Neto (1993) estabeleceram uma equação para o fator topográfico da EUPS. A relação foi estabelecida com medições de perda de solo em vertentes com graus de declividade entre 1 e 20% e comprimentos de rampa variando de 5,0 a 100,0 metros, gerando a **Equação 3.5**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	78

$$LS = 0,00984 * L^{0,63} * S^{1,18}$$

Equação 3.5

Onde:

L = comprimento da vertente em metros;

S = grau de declividade em percentagem.

Assim, o fator topográfico é a avaliação conjunta de duas variáveis que influenciam na perda do solo por erosão laminar: o fator do comprimento de rampa e o fator declividade das bacias hidrográficas.

A determinação do comprimento de rampa foi realizada através do método do retângulo equivalente, que pode ser compreendido como a distância média em que a água das chuvas deveria percorrer até o ponto mais próximo do leito dos rios. Esse método considera a bacia como um retângulo, onde, em seu centro, passa um rio de comprimento representado pelo somatório dos comprimentos de todos os cursos d'água componentes da rede de drenagem da bacia, onde o valor da extensão média do escoamento sobre os terrenos é determinado por uma equação.

No cálculo do fator do comprimento de rampa foi utilizado o plano de informações contendo a hidrografia, sendo possível quantificar a área e o somatório do comprimento da rede drenagem de cada bacia. Para o cálculo dos respectivos comprimentos de rampa foi utilizada a delimitação de sub-bacias nível 5 sugerida por Otto Pfafstetter.

3.6.4 Uso e Manejo dos Solos e Práticas Conservacionistas - Fator CP

O potencial de erosão depende também do tipo de uso e manejo do solo e da adoção de práticas conservacionistas adotadas, expressa na equação de perda de solos pelos fatores C e P. A definição destes índices como um fator único denominado de CP, apresentado no **Quadro 3.21** para efeito de cálculo do potencial de produção de sedimento, considera a não adoção de práticas conservacionistas.

Considerando as classes de cobertura vegetal identificadas no mapa de uso e cobertura do solo (**Figura 3.35**), as áreas de floresta e matas ciliares são as que apresentam valores mais baixos para o índice CP devido, principalmente, à proteção que a cobertura vegetal mais densa dá ao solo contra o impacto das gotas de chuva. Já as áreas de cerrados, e campos cerrados, devido às características da vegetação com pouca massa verde,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	79

apresentam valores maiores para o índice, significando menos proteção aos agentes de erosão.

Solos expostos sem qualquer tipo de proteção, áreas de cultivo principalmente na fase de preparação das terras e as pastagens, representam a forma de uso com menor proteção e consequentemente maior possibilidade de produzir sedimento.

Os valores de CP atribuídos a cada uma das classes de vegetação e uso foram definidos de acordo com o tipo e o porte da cobertura vegetal, utilizando os valores mais adequados dentre os propostos por Stein *et al.* (1987) e Wischmeier & Smith (1978). Os valores de CP foram atribuídos às classes de uso da terra da bacia conforme **Quadro 3.21** a seguir:

Quadro 3.21 – Classes de uso da terra e valores de CP para a bacia do rio Pardo

Classes	Tipo de Uso	Fator CP
Classes de vegetação	Campo Cerrado	0,01
	Campo Rupestre	0
	Cerrado	0,0007
	Floresta Ciliar	0,00004
	Floresta Estacional Decidual	0,00004
	Floresta Estacional Semidecidual	0,00004
Classes de uso	Área de Cultivo	0,2
	Plantio de Eucálio	0,0001
	Pastagem	0,1
	Solo Exposto	0,5
	Mancha Urbana	0,03

Conforme observado no **Quadro 3.21**, para as áreas de pastagens foi adotado um valor de CP de 0,1, que corresponde à cobertura parcial do terreno, visto que muitas áreas, principalmente as de maior declividade, apresentam pastagens degradadas, que geralmente produzem grande quantidade de sedimento. As áreas de pastagens também produzem valores consideráveis de sedimento durante o período de formação quando parte do solo ainda encontra-se descoberto ou quando é utilizado o método de renovação através de queimadas, prática comum na região.

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

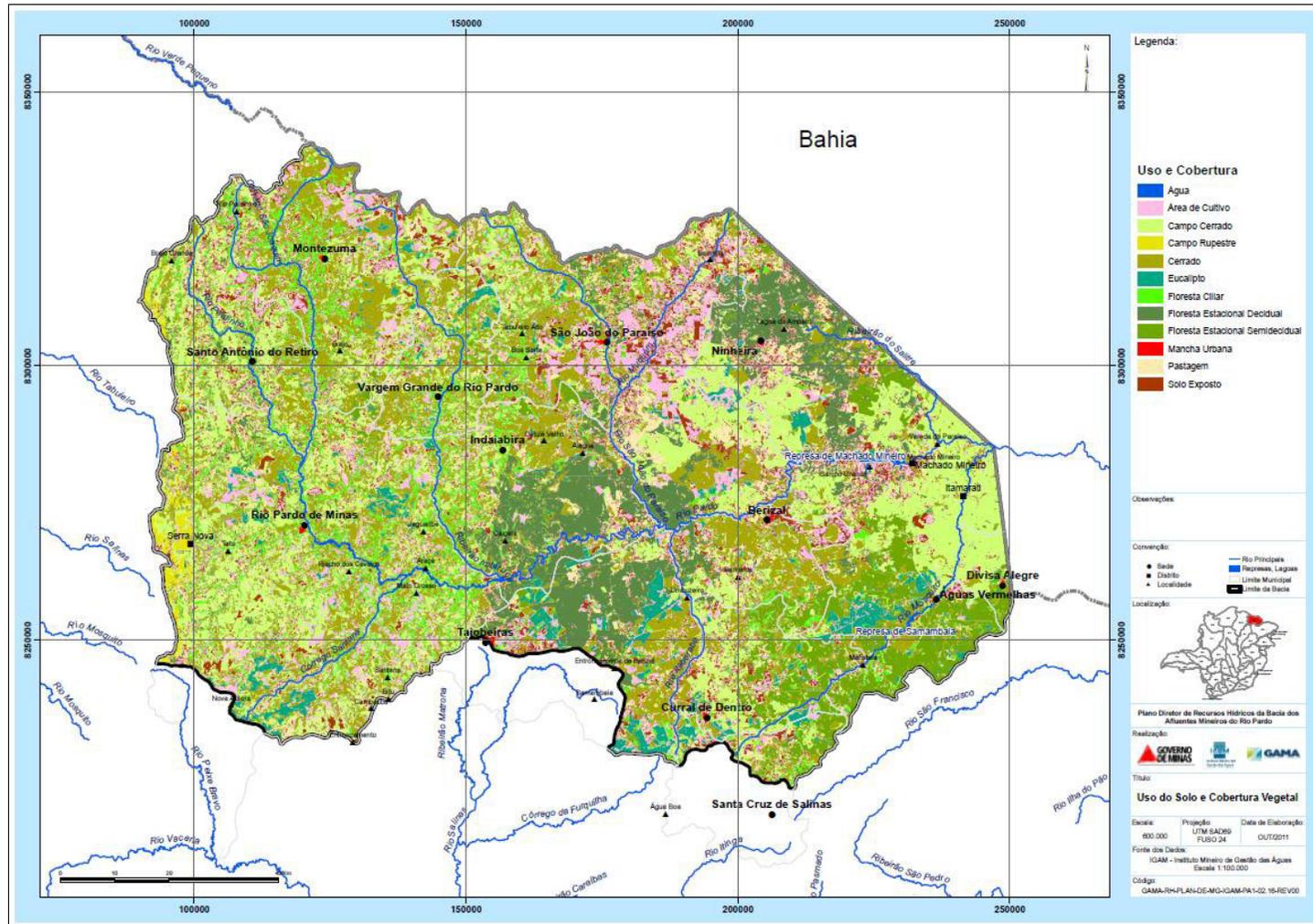


Figura 3.35 – Mapa de uso e cobertura do solo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 81
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

A ocorrência de pasto e cobertura morta ao longo da vertente promove a deposição de sedimento devido à redução da capacidade de transporte e da capacidade de erosão do escoamento, fazendo-se ressalva, entretanto, às áreas de pastagens degradadas onde o pisoteio intenso do gado causa compactação e a exposição dos solos, aumentando a atividade erosiva (**Figura 3.36**).



Figura 3.36 – Pastagem degradada pelo pisoteio do gado na região de Berizal

Áreas de cultivo de café em regime de sequeiro, ou mesmo irrigado, devido à concorrência por nutrientes entre plantas, são mantidas sem qualquer tipo de cobertura, facilitando a ação de agentes erosivos do solo (**Figura 3.37**).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 82
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 3.37 – Solo exposto em áreas de cultivo de café de sequeiro na região de Taiobeiras

3.6.5 Produção de Sedimento na Bacia

Para a aplicação da EUPS em ambiente de Sistema de Informação Geográfica – SIG foi necessário a espacialização dos fatores da equação na forma de planos de informação. O mapa final representativo da perda de solo média anual da bacia foi calculado através do produto dos quatro planos de informação (R, K, LS e CP) utilizando-se ferramentas de geoprocessamento.

Os valores de produção de sedimento são classificados conforme Quadro 3.22. Os valores definidos como forte e muito forte (> 50 t/ha.ano) correspondem à erosão acima de limites toleráveis, sendo necessária a recomendação da adoção de práticas conservacionistas.

Quadro 3.22 – Classes de erosão em função da perda de solo

Classe de erosão	Perda de solo (t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Nula a pequena	< 10
Moderada	10 a 50
Forte	50 a 200
Muito forte	> 200

A produção total de sedimentos determinada para a bacia foi de 83.603.616 t/ano considerando uma área de 1.358.764 hectares ou 13.587,64 km², o que representa uma produção específica de 61,5 t/ha.ano. No **Quadro 3.23** são apresentadas as quatro classes

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 83
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

de perda de solo segundo a classificação proposta por Carvalho (1994) e suas correspondentes áreas e percentagem de perda de solo.

A erosão potencial dos solos da bacia variou de nula a pequena em 76,08% da área da bacia, enquanto que os índices de erosão forte a muito forte ocorreram em cerca de 12%, significando que os problemas de erosão são localizados.

Quadro 3.23 – Perda de solos por classe de erosão

Classe de erosão	Área		Perda Solo	
	(km ²)	%	(t/ano)	%
Nula a pequena	9.647,77	76,08	833.712	0,99
Moderada	1.521,79	12,00	3.488.264	4,18
Forte	614,74	4,85	6.419.240	7,67
Muito Forte	896,30	7,07	72.862.400	87,15
Total	13.587,64	100	83.603.616	100

O **Quadro 3.23** mostra que 87% da produção de sedimento é gerada em apenas 7% da área da bacia. As áreas de produção de sedimentos estão distribuídas por toda a bacia, associadas a terrenos de declividade acentuada em relevo movimentado, conforme pode ser visualizado no mapa de perda de solos (**Figura 3.38**). As áreas relacionadas aos topos dos tabuleiros onde são implantadas as culturas de eucalipto apresentam classe de erosão nula a pequena, função principalmente da topografia plana e da boa drenagem dos Latossolos, as variações de perda de solo observadas nestas áreas são em função do tipo de uso e da cobertura vegetal.

Os maiores valores de potencial de erosão ocorrem nos terrenos de maior declive, com o relevo mais acentuado, ficando estabelecida a relação do potencial de produção de sedimento com o relevo, a exemplo das áreas de bordas das feições de tabuleiros apresentam declividade forte, condicionando maior energia dos processos morfodinâmicos. Valores maiores de potência de erosão também são registrados na associação do relevo movimentado com solos com maior susceptibilidade, a exemplo dos cambissolos eutróficos na borda da região da Serra do Espinhaço.

Nas áreas de topo dos tabuleiros, com topografia plana ou levemente convexa, correspondente às áreas de plantio de eucalipto, apesar da pouca cobertura vegetal de porte rasteiro, a dominância do relevo plano origina um escoamento superficial lento e difuso que,

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 84
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

associada à textura leve e permeabilidade dos Latossolos, favorece a infiltração das águas, proporcionando estabilidade dos terrenos.

Nos estudos sobre conservação do solo, a equação universal de perda de solo permite, em termos relativos, a avaliação do potencial de perda de solo para diferentes condições de declive, tipo de solo, cobertura vegetal e cultivo.

A EUPS é uma ferramenta que pode ser utilizada para orientar agricultores quanto à conservação da produtividade de solos agrícolas, partindo-se da estimativa de uma tolerância anual de perda de solo que deveria ser mantida a partir de mudanças dos fatores antrópicos, tais como formas de uso/manejo dos solos e adoção de práticas conservacionistas.

No contexto de planejamento da bacia hidrográfica verifica-se a necessidade de aplicação de práticas conservacionistas em áreas restritas, que representam aproximadamente 12% da superfície total, e que são responsáveis pela produção de 95% de todo o sedimento gerado na bacia.

Todas as áreas onde foram identificadas perdas de solo superiores a 200 t/ha são áreas ambientalmente comprometidas e que devem ser objeto de conservação. As áreas degradadas e ocupadas por agricultura são mais críticas por propiciar maiores perdas laminar de solos, e devem ser atendidas prioritariamente com técnicas conservacionistas, ajustando-se à sua capacidade de uso, de acordo com sua classe de aptidão agrícola.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 85
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

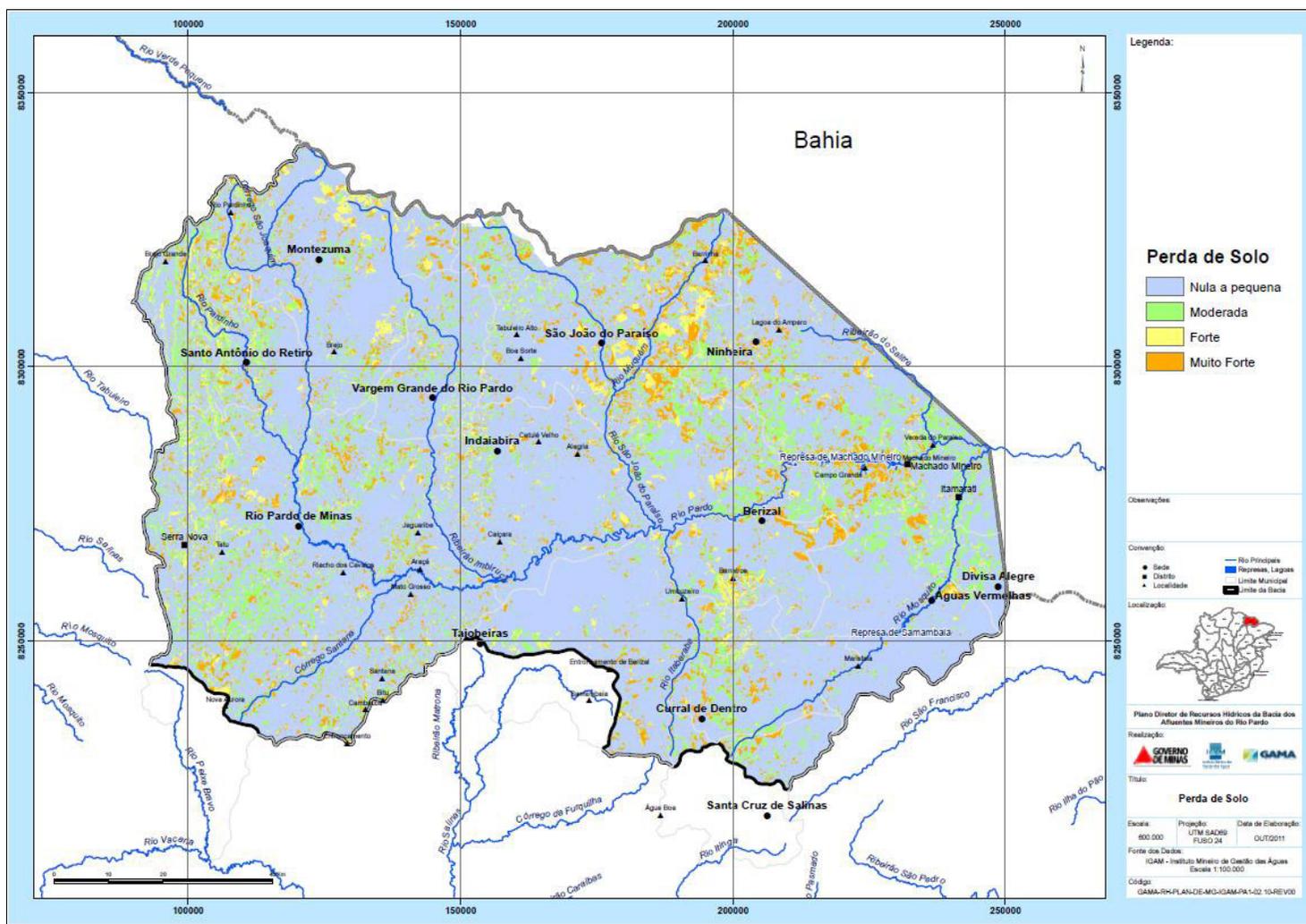


Figura 3.38 – Mapa de Perda de Solo na PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 86
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

3.6.6 Processos Erosivos Concentrados

A erosão laminar é um processo causado pelo escoamento difuso das águas da chuva que remove de forma progressiva e relativamente uniforme os horizontes superficiais do solo, sendo estimada com a aplicação da equação de perda de solo, entretanto, também são registrados na área da bacia pontos de erosão concentrada causadas em sua maioria por intervenções antrópicas, principalmente em obras viárias (**Figura 3.39**).

A movimentação de terras nas operações de corte e aterro necessárias para uniformização da declividade das estradas deixa os terrenos desprotegidos, com forte tendência ao desenvolvimento de processos erosivos concentrados.

Nos terrenos desprotegidos pela ausência de cobertura vegetal, a erosão se manifesta inicialmente a partir de um escoamento superficial laminar, que devido à declividade forte, evolui rapidamente para o fluxo concentrado através de sulcos distribuídos em função das irregularidades das vertentes, formando linhas de erosão profunda que podem conduzir à formação de voçorocas e a movimentos de massa tipo desmoronamento.



Figura 3.39 – Desenvolvimento de processos erosivos concentrados as margens da BR-342

Assim, verifica-se na bacia tendência a processo erosivo concentrados, acarretados principalmente por intervenções antrópicas que removem a cobertura vegetal e alteram as características superficiais dos solos.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 87
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Nas áreas de transição entre os topos dos tabuleiros e os fundos de vale, eventualmente são visualizados processo erosivos concentrados nas laterais das principais vias de acesso devido à falta de estruturas de drenagem (**Figura 3.40**). Em função do comprimento da via, a concentração aumenta o poder erosivo das águas pluviais com a tendência de desenvolvimento de ravinas e voçorocas.



Figura 3.40 – Erosão por sulco nas laterais das estradas por deficiência de sistemas de drenagem

3.7 Aptidão agrícola das terras

Na avaliação da aptidão das terras da bacia foi adotada a metodologia do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras proposto por Ramalho Filho *et al.* (1978) e Ramalho Filho e Beek (1995). A base deste modelo de classificação foi desenvolvida nos anos 1960, propondo uma nova classificação adaptada às condições da agricultura tropical.

Esta metodologia considera o enquadramento das terras em diferentes níveis de manejo, coincidente com o que se verifica na bacia em termos utilização das terras, onde se encontra pastagens naturais em sistema extensivo, passando por plantio de cana de açúcar em pequenas áreas nos fundos dos vales para produção artesanal de cachaça, até grandes áreas de eucalipto com nível tecnológico avançado.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 88
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O método possibilita a identificação do potencial produtivo das terras frente a diferentes categorias de uso e manejo, fornecendo subsídios para o planejamento abrangente para todos os níveis tecnológicos utilizados na região, desde o mais primitivo ao mais técnico.

A classificação por grupo de aptidão tem o objetivo de orientar, em escala de planejamento regional, como podem ser utilizados os recursos do solo para diferentes níveis tecnológicos e culturais baseado em potencialidade, sendo apropriada para avaliar a aptidão agrícola de grandes extensões de terras. Embora seja uma metodologia orientada para planejamento regional, está aberta a adaptações para escalas de maior detalhe, e passível de ajustes no caso de aptidão de uso de propriedades agrícolas.

O objetivo deste estudo no contexto do PDRH/PA1 é a recomendação de aproveitamento agrícola das terras da bacia com ênfase na vocação natural e potencialidade, por agrupamento em unidades de uso relativamente homogêneas onde são destacadas as principais características favoráveis e as limitações.

Neste sistema de avaliação de aptidão, a irrigação não é considerada uma forma de manejo mais técnica, assim, a limitação referente ao atributo disponibilidade de água afeta igualmente a utilização dos solos sob os níveis de manejo A, B ou C.

3.7.1 Sistema de Avaliação da Aptidão

A definição da aptidão agrícola é feita com base no mapa de solos a partir da avaliação de diferentes características que interferem na utilização dos solos para fins agrícolas tais como fertilidade natural, profundidade, textura e permeabilidade, susceptibilidade à erosão e impedimentos físicos. Assim, para cada unidade de mapeamento de solos é estabelecida uma classificação, função das características e dos graus de limitação por elas imposta, comparada com as distintas práticas de manejo estabelecidas.

Conforme estabelecido por Ramalho Filho e Beek (1995), este sistema avalia o comportamento da utilização das terras considerando níveis diferenciados de manejo frente às qualidades naturais dos solos. É, portanto, função da tecnologia disponível e praticada na região, podendo variar com a evolução das técnicas de utilização e manejo. Assim, em resposta a diferentes níveis tecnológicos, foram estabelecidos três níveis conforme **Quadro 3.24**.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 89
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

As pastagens naturais utilizadas na pecuária extensiva são enquadradas nas categorias de manejo “A” considerando o uso das terras sem quaisquer tipos de melhoramentos tecnológicos.

As pastagens plantadas e a silvicultura são enquadradas nas categorias de manejo “B” considerando-se como prática usual a aplicação limitada de corretivos, fertilizantes, e defensivos.

Quadro 3.24 – Níveis de manejo estabelecidos na avaliação da aptidão agrícola das terras da bacia

Nível de Manejo	Características	Aplicação
A primitivo	Corresponde a práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico onde praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas são conduzidas pelo trabalho braçal, podendo ser utilizada tração animal com implementos agrícolas simples.	Agricultura e Pastagens naturais sem qualquer tipo de técnica ou melhoramento
B pouco desenvolvido	Corresponde a práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio, caracterizando-se pela aplicação modesta de capital e da aplicação de técnicas simples de manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal	Agricultura e Pastagens plantadas e Silvicultura considerando a aplicação moderada de fertilizantes, corretivos e defensivos.
C desenvolvido	Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico tendendo a uma administração empresarial, caracterizando-se pela aplicação intensiva de capital e de técnicas aprimoradas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.	Agricultura

A cultura do eucalipto para produção de madeiras, carvão ou resina utiliza grandes extensões de terras, com aplicação intensa de capital, utilização de máquinas e implementos para o plantio, e no desenvolvimento de pesquisas, indicativo do nível “C” de manejo (**Figura 3.41**). Considera-se, entretanto, que há uma diluição do capital inicialmente aplicado, tanto no decorrer dos vários anos do plantio até a colheita, quanto na extensão das parcelas de terras utilizadas, correspondendo em última análise ao enquadramento no nível de manejo “B”.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 90
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 3.41 – Unidade de tratamento de estacas de eucalipto na região de Berizal

Os níveis de manejo “B” e principalmente o “C”, ambos adotados na avaliação da aptidão agrícola, envolvem melhoramentos tecnológicos mais apurados, entretanto não levam em consideração a aplicação de métodos de irrigação para suprir a deficiência hídrica.

Assim, na avaliação da aptidão agrícola considera-se o comportamento das terras aptas para as lavouras, nos níveis de manejo A (baixo nível tecnológico), B (nível tecnológico médio) e C (nível tecnológico alto); para pastagem plantada e/ou silvicultura considerando-se o nível de manejo B; e para pastagem natural no nível de manejo A.

Os grupos de aptidão são estabelecidos com base na melhor classe de aptidão, em um dos três níveis de manejo, para cada classe de solo, conforme critérios estabelecidos no **Quadro 3.25** e **Quadro 3.26**.

Grupos de Aptidão

A representação dos grupos de aptidão agrícola, função da possibilidade de utilização da terra, é feita com algarismos de 1 a 6, em escala crescente de limitação que afeta negativamente o tipo de utilização e, conseqüentemente, em escala decrescente de possibilidade de uso. Assim, a indicação da classe de aptidão representa o melhor uso que se pode dar àquela terra em termos de utilização e aproveitamento econômico.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 91
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Os grupos 1, 2 e 3 são aptos para lavouras; o grupo 4 é indicado para pastagens plantadas; o grupo 5 para silvicultura e/ou pastagem natural e por fim, o grupo 6 reúne as terras sem qualquer tipo de aptidão agrícola, destinadas preferencialmente a unidades de conservação ou extrativismo primário. Terras dos grupos 1 a 3, indicadas para lavouras, podem ser utilizadas para pastagens, entretanto, este não representa o seu uso mais nobre e de melhor retorno econômico.

Os grupos de aptidão agrícola identificam o tipo de utilização mais intensivo das terras, com maior possibilidade de retorno econômico, sendo identificados seis grupos conforme quadro a seguir:

Quadro 3.25 – Grupos de aptidão agrícola conforme utilização e manejo

Indicação	Grupos	Tipo de utilização
Lavouras	1	Terras com aptidão boa para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo A, B ou C
	2	Terras com aptidão regular para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo a, b ou c
	3	Terras com aptidão restrita para lavouras em pelo menos um dos níveis de manejo (a), (b) ou (c)
Pastagem plantada	4	Terras com aptidão boa, regular ou restrita para pastagem plantada.
Silvicultura e/ou Pastagem natural	5	Terras com aptidão para silvicultura e/ou pastagem natural, independentemente da classe da aptidão.
Sem aptidão	6	Terras inaptas para a utilização agrícola, indicadas para a preservação da flora e da fauna.

Classes de Aptidão

As Classes de aptidão agrícola expressam a aptidão das terras para um determinado tipo de utilização com um nível de manejo definido dentro do grupo de aptidão, refletindo o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras.

Quadro 3.26 – Classes de aptidão e indicação de uso

Classe de Aptidão	Indicação de uso	Representação na legenda
Boa	Terras boas e sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, considerando as condições de manejo desejadas. Há um mínimo de restrições que não reduz de forma expressiva a produtividade ou benefícios, e não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.	A, B e C: Lavouras; P: Pastagem plantada; S: Silvicultura; N: Pastagem natural
Regular	Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observadas as condições desejadas de manejo. As limitações reduzem a produtividade, elevando a necessidade de insumos.	a, b e c: Lavouras; p: Pastagem plantada; s: Silvicultura n: Pastagem natural

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 92
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Classe de Aptidão	Indicação de uso	Representação na legenda
Restrita	Terras que apresentam fortes limitações para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observadas as condições de manejo desejadas. As limitações aumentam a necessidade de insumos a um custo próximo ao do comprometimento econômico.	(a), (b) e (c): Lavouras; (p): Pastagem plantada; (s): Silvicultura; (n): Pastagem natural
Inapta	Terras que apresentam condições que excluem a produção sustentada do tipo de utilização pretendida.	A ausência do símbolo caracteriza a não aptidão para o mesmo

As terras classificadas como inaptas para os diversos tipos de utilização tais como: lavouras; pastagem plantada; silvicultura e pastagem natural são, por exclusão, indicadas para a preservação da flora e da fauna, recreação ou algum outro tipo de uso não-agrícola, embora mapeamentos de detalhe possam indicar manchas de solos menores, caracterizadas no mapeamento de solos como inclusões, que podem ser utilizadas para fins econômicos.

A aptidão agrícola é definida em função do solo dominante, vez que as unidades de mapeamento de solos são constituídas por associações, principalmente em levantamentos de escala e reconhecimento.

Fatores limitantes

Os fatores limitantes são aqueles que restringem a utilização das terras, definindo o seu enquadramento em função das possibilidades de utilização das terras frente a estas restrições. A caracterização não se baseia apenas em um único aspecto limitante, sendo considerado o conjunto de todos os fatores tais como: fertilidade natural, excesso de água, falta de água, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização.

Além do enquadramento das terras nas classes de aptidão foram avaliados dois fatores que se mostraram particularmente importantes na avaliação das terras da bacia: a deficiência de fertilidade e o impedimento a mecanização, sendo incorporado à legenda na forma dos índices F e M.

A definição dos graus de limitação por fertilidade, expressa pelo fator F, foi estabelecido com base em parâmetros ligados à própria classificação dos solos, onde é caracterizada a saturação por alumínio e bases trocáveis, sendo estabelecidos quatro níveis de exigência.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 93
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 3.27 – Níveis de exigência de fertilização

Índice	Classe	Exigência e tipo de solo
F1	BAIXO	Terras com exigência mínima de fertilizantes para manutenção de seu estado nutricional - Solos eutróficos e com presença de argila de atividade alta (Ta) ou eventualmente baixa (Tb), sem no entanto, apresentar toxidez por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos tóxicos e prejudiciais ao desenvolvimento das plantas
F2	MÉDIO	Terras com mediana exigência de fertilizantes e corretivos para adequação de seu estado nutricional - Solos distróficos e com presença de argila de atividade baixa (Tb), igualmente não apresentando toxidez por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas.
F3	ALTO	Terras com alta exigência de fertilizantes e corretivos para adequação de seu estado nutricional - Solos álicos e com presença de argila de atividade baixa (Tb), no entanto a saturação por alumínio não é tão elevada que possa inviabilizar a adoção do nível de manejo "A", menos técnico. O grau de saturação por alumínio é definido pela fase de vegetação.
F4	MUITO ALTO	Terras com elevada exigência de fertilizantes e corretivos para adequação de seu estado nutricional - Solos álicos ou distróficos, arenosos ou não, mas com valores T muito baixos, onde a exploração generalizada sob o nível de manejo "A" é muito difícil, considerando-se também solos com problemas relacionados à salinidade ou sodicidade

A presença em superfície ou subsuperfície de impedimentos físicos tais como pedregosidade e/ou rochividade, presentes em afloramentos rochosos e Neossolos litólicos, impedem o desenvolvimento radicular das plantas, limitando a absorção de água e nutrientes e restringindo o suporte físico, tornado as terras inaptas para agricultura ou até mesmo a pecuária (**Figura 3.42**).

Este impedimento físico também dificulta a utilização de máquinas e implementos agrícolas, cujo uso está voltado para alta produtividade, requisito de uma agricultura empresarial e de grande escala.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 94
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 3.42 – Perfil de solo com fase cascalhenta em superfície com forte impedimento físico para o desenvolvimento das plantas e mecanização

O impedimento a mecanização está expresso no fator M conforme **Quadro 3.28** a seguir:

Quadro 3.28 – Níveis de impedimento à mecanização

Índice	Classe	Qualificação
M1	BAIXO	Terras praticamente sem limitação para o uso de máquinas e implementos agrícolas. O rendimento efetivo do trator deve ser acima de 90%. Solos que permitem, em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipos de máquinas e implementos agrícolas ordinariamente utilizados, com alto índice de eficiência. Estão em relevo plano e apresentam textura média ou mais argilosa, argila de atividade baixa e preferencialmente com micro-agregação e sem presença de frações maiores que cascalho.
M2	MÉDIO	Terras com limitação ligeira a moderada para o uso de máquinas e implementos agrícolas. O rendimento efetivo do trator deve situar-se entre 70 e 90%. Solos que permitem, durante quase todo o ano, o emprego da maioria das máquinas agrícolas. Quando há presença de algum elemento que diminua a eficiência da mecanização como textura arenosa ou presença de frações grosseiras, devem apresentar relevo plano ou suave ondulado.
M3	ALTO	Terras com limitação moderada a forte para o uso de máquinas e implementos agrícolas. O rendimento efetivo do trator deve situar-se entre 50 e 70% Solos que possuem relevo ondulado associado a outros fatores restritivos como pedregosidade moderada, textura muito arenosa ou muito argilosa.
M4	MUITO ALTO	Terras com impedimentos muito fortes para o uso de máquinas e implementos agrícolas. O rendimento efetivo do trator deve situar-se abaixo de 50%. Solos que permitem, de forma genérica, somente o uso de implementos de tração animal ou máquinas com tração diferenciada, caracterizado pelo relevo forte ondulado, pedregosidade em grau acentuado, rochividade, e pequena profundidade, ou se apresentam como terrenos inundados durante a maior parte do ano.

Outros fatores limitantes tais como a deficiência de água, estão relacionados a características texturais e de drenagem, associados a condições climáticas regionais e podem ser eventualmente supridos com o emprego de técnicas de irrigação. Outros fatores tais como deficiência de oxigênio ou excesso de água estão relacionados à localização das terras em áreas sujeitas a inundações periódicas situadas em planícies de inundação, entretanto, esta característica deve ser analisada localmente pois, técnicas de manejo como drenagem, rotação de culturas e ajuste de calendário agrícola, podem contornar este tipo de limitação.

3.7.2 Características Agrícolas dos Solos

Na bacia hidrográfica do rio Pardo os solos dominantes são os Latossolos que ocorrem em 57,6% da área, seguidos pelos Cambissolos (35,7%), predominando os distróficos, e associado às planícies de inundação dos principais rios ocorrem os Argissolos e Neossolos Flúvicos. De forma também pouco representativa ocorrem afloramentos rochosos e secundariamente Neossolos Litólicos em 3,2% da área associados à região de relevo montanhoso da Serra do Espinhaço.

Latossolo

A característica mais favorável ao uso agrícola dos Latossolos é a topografia, apresentando também boas condições de drenagem, boa profundidade, textura média predominante, sendo de fácil mecanização – sem limitações para o uso de máquinas e implementos. Como características desfavoráveis, apresentam baixa fertilidade natural, além de limitada capacidade de retenção de água devido à textura arenosa em grande parte do perfil.

Os Latossolos são solos profundos e possuem ótimas condições físicas para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, que aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas adaptadas à região (**Figura 3.43**). Esses solos, por serem geralmente ácidos e distróficos, ou seja, com baixa saturação de bases, requerem sempre correção de acidez e incorporação de fertilizantes. A ausência de elementos, tanto macros (N, P, K e S) quanto os micronutrientes é uma característica.

Os Latossolos Amarelo em geral dão origem a terras com aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo “b” e “c”, e restrita para no nível de manejo “a”, em função da baixa fertilidade e baixa capacidade de retenção de umidade. A baixa fertilidade natural é normalmente corrigida com adubação e correção de acidez, caracterizando, entretanto

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	96

práticas no nível de manejo “b”, enquanto que o déficit hídrico somente pode ser suprido com técnicas de irrigação.

Os Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos apresentam os mesmos níveis de fertilidade dos Latossolos Amarelos, entretanto apresentam maiores impedimentos a mecanização em fase de relevo mais movimentada, com a possibilidade de fase cascalhenta, tornando algumas áreas de terras inaptas para o nível de manejo “c”, quando é adotada a agricultura mecanizada.



Figura 3.43 – Áreas de Latossolos com relevo plano a ondulado com baixo impedimento a mecanização

Os Latossolos, em geral, possuem ótimas condições físicas que, aliadas ao relevo plano ou suave ondulado, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas, embora apresentem baixa fertilidade natural, além de limitada capacidade de retenção de água devido à textura arenosa que atinge boa profundidade no perfil. Assim, de forma genérica, sua aptidão se apresenta restrita para o nível de manejo “a” devido principalmente a produtividade limitada e risco de perdas econômicas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 97
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Cambissolo

Os Cambissolos que ocorrem na bacia do rio Pardo se mostram geralmente rasos e com ocorrência de forte pedregosidade e rochosidade o que confere a estas terras uma aptidão restrita para o nível de manejo “c” e “b”, e inaptos para o nível de manejo “a”.

Estes solos ocorrem de forma muito representativa na bacia bordejando as áreas de Afloramentos Rochosos e de Neossolos Litólicos da serra do Espinhaço. São classificados como Cambissolos Háplicos (CXbd) por apresentarem um horizonte A de coloração clara, e eventualmente fase cascalhenta, pedregosa e até mesmo rochosa, com forte impedimento a mecanização.

São solos de fertilidade moderada a alta e de maneira geral muito suscetíveis à erosão, apresentando como principais limitações ao uso agrícola a pequena profundidade, a baixa fertilidade natural, e impedimento físico relacionado à pedregosidade e rochosidade em terrenos de declividade acentuada.

Argissolo

São geralmente solos eutróficos de fertilidade natural de moderada a elevada, com baixa exigência de corretivos e fertilizantes, embora tenham tendência a apresentar problemas relacionados à topografia, necessitando de manejo adequado.

Os Argissolos ocorrem de forma restrita na porção sudeste da bacia, em uma área de relevo movimentado correspondente a Serra do Anastácio, mapeado como uma mancha que se estende a sul da localidade de Barreiro, entre os municípios de Berizal e Curral de Dentro.

Apresenta limitações quanto ao relevo e a pedregosidade em superfície, o que dificulta o desenvolvimento de raízes, além do forte impedimento a mecanização.

Neossolos Flúvicos

Neossolo Flúvicos são solos pouco evoluídos que ocorrem ao longo da planície de inundação do rio Pardo e de seus principais afluentes, onde a predominância é de solos de textura leve, ricos em materiais primários derivados de processo erosivos de arenitos da região da serra do Espinhaço, tendendo a apresentar fertilidade média a elevada em função na matéria orgânica depositada pelo rio nas épocas de inundações.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 98
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

São solos profundos e de características muito variáveis, localmente, dependendo da natureza e forma de distribuição dos sedimentos originários. Na área do alto rio Pardo há predominância de Neossolos Flúvicos, com textura grosseira, geralmente eutróficos, ocorrendo predominantemente em relevo plano, com horizonte A moderado e textura média. A principal limitação ao uso agrícola está relacionada, em algumas áreas, às inundações periódicas.

Afloramentos rochosos

As áreas mapeadas como Afloramentos rochosos representam exposições de rocha sã ou pouco alterada e secundariamente Neossolos Litólicos de pouca espessura que ocorrem associadas ao relevo da Serra do Espinhaço, que afloram em toda a porção oeste da bacia de rio Pardo, nas áreas de nascentes, formando os divisores de água.

A cobertura vegetal mais comum é o tipo cerrado, com áreas de formações rupestres. Na maior parte das vezes chegam a estar associados a solos um pouco mais desenvolvidos que suportam uma vegetação da maior porte e com aproveitamento agrícola, principalmente para pastagens, porém com distribuição dispersa e que não constituem mancha independente.

3.7.3 Aptidão Agrícola das Terras da bacia do rio Pardo

A avaliação da aptidão agrícola das terras da bacia do rio Pardo permite concluir que a região apresenta boa potencialidade agrícola, sendo que 96,8% das terras são aptas para a lavoura, embora a maioria delas com restrição para ao menos um dos níveis de manejo. As terras inaptas para lavoura, com aptidão restrita para pastagens, estão associadas à região serrana no extremo oeste da bacia, correspondente a afloramentos rochosos e solos litólicos que compõem a serra do Espinhaço.

As áreas sem aptidão agrícola representam 3,2% da área de terras da bacia, cuja recomendação é que sejam destinadas à preservação da fauna e da flora. O **Quadro 3.29** apresenta a distribuição de classes de aptidão das terras da bacia.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 99
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 3.29 – Área ocupada por classe e grupo de Aptidão Agrícola na bacia do rio Pardo

Classes	Área (Km ²)	Área por grupo (Km ²)	% por subgrupo	% por grupo
1abC -	267,29	267,29	2,30	2,30
2(a)bc -	386,23	9.034,19	3,32	77,68
2(a)bc +	2.987,58		25,69	
2(b)c +	3.551,16		30,53	
2ab(c) -	328,80		2,83	
2abc -	1.780,43		15,31	
3(bc) +	1.645,29	1.956,16	14,15	16,82
3(bc) -	310,87		2,67	
4(p)	372,65	372,65	3,20	3,20
Total	11.630,29	11.630,29	100	100

Terras com aptidão para lavoura

Incluem-se nesta classe as áreas de terra dos grupos 1, 2 e 3 com aptidão regular ou restrita para distintos níveis tecnológicos, que perfazem o total de 96,8% das terras da bacia. As terras do grupo 1, com aptidão boa para o nível de manejo “c”, e regular para “a” e “b”, correspondem a 2,3% da área da bacia, e encontram-se distribuídas ao longo de toda a planície de inundação do rio Pardo (**Figura 3.44**).



Figura 3.44 – Terras na planície do rio Pardo, em Neossolos Flúvicos, com aptidão 1abC

São terras que, por estarem situadas na planície de inundação, constituída predominantemente por sedimentos aluviais, apresenta-se plana, sem pedregosidade ou rochiosidade e geralmente com índices elevados de fertilidade natural. Sua principal limitação pode estar relacionada a problemas de drenagem que pode ser corrigido com um nível mais

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	100

apurado no manejo da lavoura e sincronização de calendário agrícola. Podem apresentar também impedimentos à mecanização nos períodos de chuvas intensas, ou problemas referentes a inundações temporárias, o que não compromete a sua aptidão com o manejo adequado.

Em casos de hidromorfismo o nível de manejo “c” permite a drenagem completa para o plantio de culturas que não toleram encharcamento (por vezes economicamente inviável), ou a sistematização e exploração para plantio de arroz, por exemplo, que tem boa resposta em termos de produtividade e rentabilidade.

O total aproximado de 77,7% das terras foi classificado no grupo 2 de aptidão agrícola. As terras desse grupo predominam em toda a região central e leste da bacia associadas à ocorrência de latossolos, correspondendo a áreas de relevo plano geralmente em morfologia de tabuleiros (**Figura 3.45**).



Figura 3.45 – Vale do rio com solos de melhor fertilidade e umidade (1abC), onde se registra o plantio de cana de açúcar, culturas de subsistência e pastagens. Ao fundo, na porção mais elevada do terreno, feições de tabuleiro com aptidão 2abc

As terras de tabuleiros, correspondente a ocorrência de Latossolos, apresentam como principal limitação a baixa fertilidade natural, geralmente com exigência moderada a alta de fertilizantes e corretivos para adequação das exigências nutricionais da maioria das culturas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 101
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

São terras com poucas limitações para o uso de máquinas e implementos agrícolas, onde o rendimento efetivo do trator fica em torno de 80%.

A maioria das terras do grupo 2 e aproximadamente 50% do total de terras da bacia apresenta restrições ou são inaptas para o nível de manejo “a” e regular ou restrita para os níveis “b” e “c”, sendo muito utilizadas para o plantio de eucalipto devido ao relevo favorável. Esta limitação dominante para o nível de manejo “a” refere-se aos baixos níveis de fertilidade e, sobretudo, à deficiência hídrica acentuada (**Figura 3.46**).



Figura 3.46 – Plantio de eucalipto em terras com aptidão 2(a)bc em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico

As terras do grupo 3 se apresentam inaptas para o nível de manejo “a” e restrita para os níveis “b” e “c”, entretanto apresentando inclusões com aptidão mais favorável, estão relacionadas a ocorrência de Cambissolos adjacentes à região serrana, solos rasos e com impedimento a mecanização variando de moderado a forte (**Figura 3.47**).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 102
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

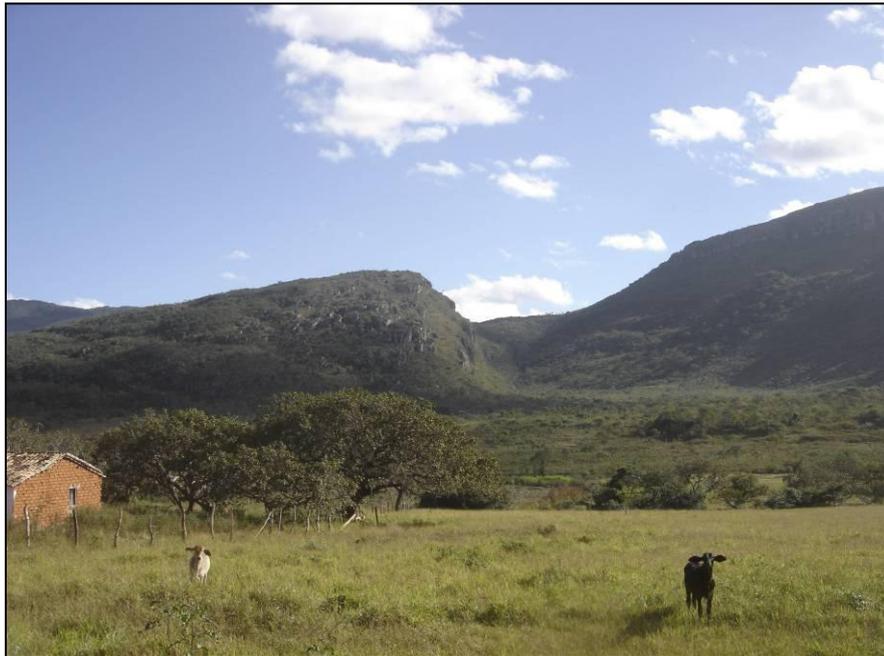


Figura 3.47 – Área com aptidão 3(bc) em cambissolo sendo aproveitada para pastagens

Terras com aptidão para Pastagem plantada

As terras classificadas como do grupo 4, com aptidão para pastagens plantadas, ocupam aproximadamente 3,2% da área. Localizam-se no extremo oeste da bacia, região das nascentes do rio Pardo, estendendo-se ao longo dos divisores de água acompanhando o alinhamento da serra do Espinhaço.

Apresentam classe restrita para pastagem em função das limitações, tendo em vista que a pecuária caracterizada como pastagens plantadas utiliza práticas de manejo na condução das áreas tais como piqueteamento, adubação, estruturas de controle a erosão e controle sanitário do rebanho.

Estão relacionados a Cambissolos e Neossolos Litólicos, em fase de relevo movimentado.

3.7.4 Níveis de manejo

O cenário apresentado para as aptidões agrícolas das terras, quando analisado a partir de comparações entre os níveis de manejo, permite correlações em termos de disponibilidade de área para lavouras e seus fatores limitantes.

O modelo de classificação adotado identificou como terras na classe de aptidão boa para lavouras aquelas relacionadas a Neossolos Flúvicos da planície fluvial do rio Pardo e seus

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 103
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

principais afluentes, devido a topografia plana, maior fertilidade e umidade, apesar da possibilidade de problemas com drenagem e impedimento a mecanização em períodos chuvosos.

Entre as terras aptas para a lavoura (grupos 1 a 3), 76% se mostram inaptas ou com restrições para o nível de manejo “a” (práticas agrícolas com baixo nível tecnológico sem a aplicação de capital e insumos, conduzida pelo trabalho braçal e/ou implementos agrícolas simples), em geral em áreas de Latossolos distróficos e Cambissolos também distróficos. Esta inaptidão reflete principalmente o caráter distrófico – com baixa fertilidade, podendo-se concluir que o desenvolvimento da agricultura se torna difícil sem a aplicação de algum nível tecnológico para superar os fatores limitantes, entre os quais está o baixo nível de fertilidade.

Como o nível de manejo “a” (primário) não contempla inversão de capital em insumos, a fertilidade natural é uma variável muito importante, assim, somente são consideradas na classe Boa, para este nível de manejo, as terras eutróficas e com argila de atividade alta.

Em áreas de relevo plano e suave ondulado, adequados para níveis tecnológicos mais aprimorados com possibilidade de mecanização, a predominância é de feições de aplainamento e/ou tabuleiros, dominados por Latossolos, em sua maioria distróficos e de baixa fertilidade. Muitas destas terras, quando em áreas planas de tabuleiros, são utilizadas para pastagens plantadas ou plantio de eucalipto (silvicultura) (**Figura 3.48**).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 104
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------



Figura 3.48 – Pastagens na região de Berizal em áreas de topografia plana em Latossolos Amarelos distróficos

3.7.5 Unidades de Mapeamento da Aptidão Agrícola das Terras

A legenda do mapa de aptidão agrícola das terras (**Figura 3.49**) foi elaborada em conformidade com a metodologia apresentada para a definição das classes de aptidão agrícola.

As letras que acompanham os algarismos são indicativas das classes de aptidão de acordo com os níveis de manejo e podem aparecer nos subgrupos em maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses.

Na representação cartográfica, para cada nível de manejo (A, B ou C) a aptidão da terra pode ser boa, representada com letras maiúsculas, regular, representada com letras minúscula, e restrita, por letras minúsculas entre parênteses, no caso de ausência de representação a terra é inapta. Para a pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural se aplicam as letras P, S, e N, respectivamente, conforme apresentado no quadro a seguir.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 105
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

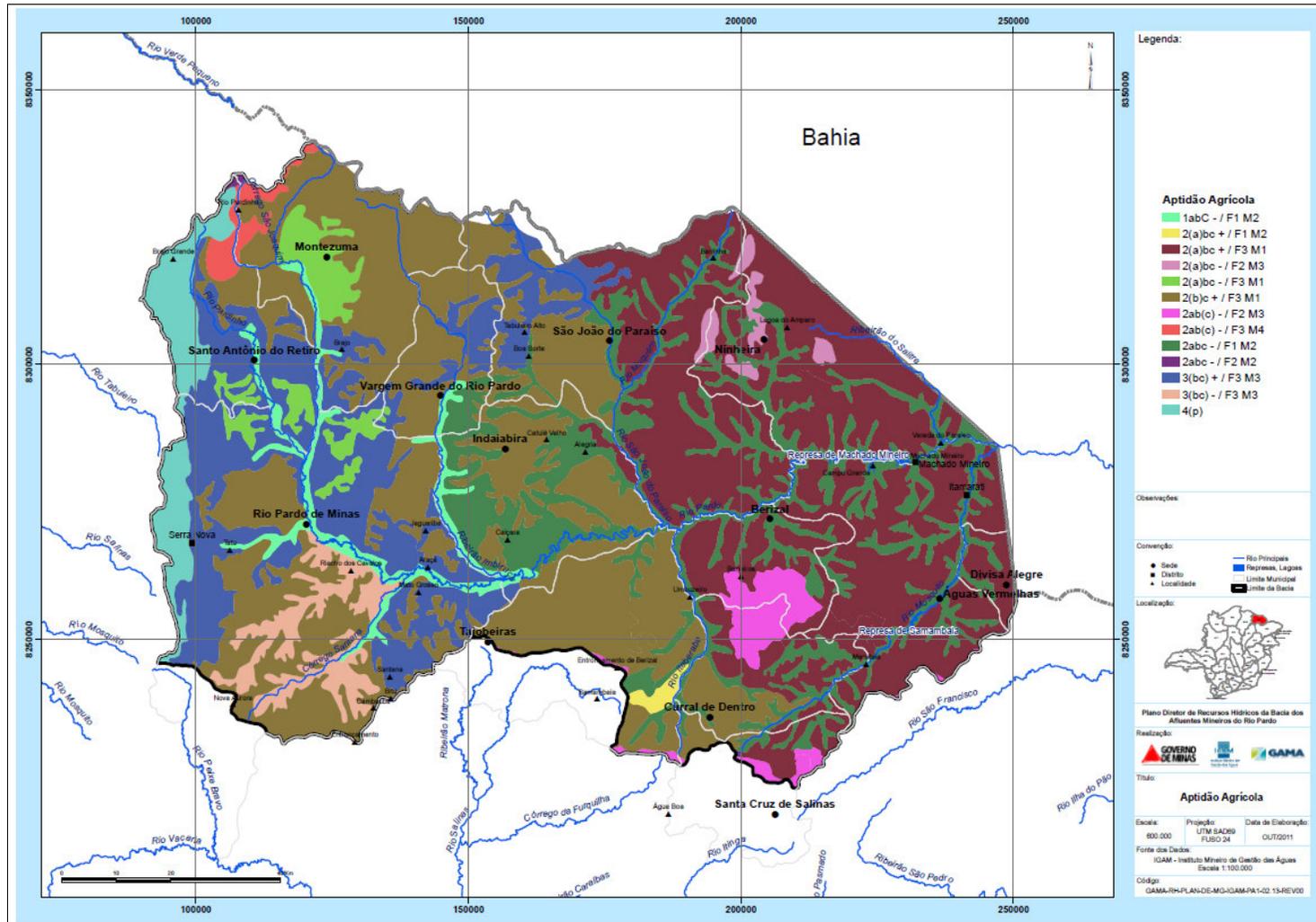


Figura 3.49 – Mapa de aptidão agrícola de terras

<p>Contrato 2241.0101.07.2010</p>	<p>Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05</p>	<p>Data de Emissão 26/09/2013</p>	<p>Página 106</p>
---------------------------------------	---	---------------------------------------	-----------------------

Quadro 3.30 – Convenções adotadas no Mapa de Aptidão Agrícola de Terras

Aptidão Agrícola	Tipo de utilização					
	Lavoura			Pastagem plantada Manejo B	Silvicultura Manejo B	Pastagem Natural Manejo A
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	A	b	c	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-	-	-

A grafia das letras indicativas das classes de aptidão, de acordo com os níveis de manejo, pode aparecer nos subgrupos como maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, com a correspondente indicação de diferentes tipos de utilização. A ausência de letras representativas das classes de aptidão indica não haver aptidão para uso mais intensivo.

As operações normalmente efetuadas nas atividades de reflorestamento com eucalipto (silvicultura), principalmente nos grandes povoamentos florestais com significativo aporte inicial de capital, mecanização e pesquisa, a princípio indicam o enquadramento desta atividade no nível de manejo C (desenvolvido). No entanto, considera-se que no decorrer dos vários anos entre o plantio e a colheita registra-se a diluição do capital aplicado, sendo mais adequado o enquadramento no nível de manejo B.

A pecuária mais técnica, caracterizada como pastagens plantadas, utilizam práticas de manejo na condução das áreas tais como piqueteamento, adubação, estruturas de controle a erosão e controle sanitário do rebanho.

A pecuária caracterizada como pastagem natural tende a ocupar as terras com foco no extrativismo, com a não reposição das perdas de fertilidade, geralmente utilizando pastagens sem subdivisões ou manejos, onde são comuns os problemas referentes à compactação dos solos, terraceamento de encostas, e erosão concentrada.

Quadro 3.31 – Legenda das unidades de mapeamento da aptidão agrícola das terras da bacia do rio Pardo

Grupo		Descrição
1	abC	Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavoura no nível de manejo C e regular nos níveis de manejo A e B.
2	2abc	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.
	2(a)bc	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras no nível de manejo A, e regular nos níveis B e C.
	2ab(c)	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A e B e restrita no nível C.
	2(b)c	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras no nível de manejo C, restrita no nível B e inapta no nível A.
3	3(bc)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras nos níveis de manejo B e C, e inapta para A
4	4(p)	Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para pastagem plantada

Nos casos em que as unidades de mapeamento de solos são constituídas por associações, que ocorrem em mapeamentos em escala e reconhecimento, a aptidão agrícola é definida em função do solo dominante, sendo ponderado o segundo componente da associação. O resultado desta ponderação é indicado pela adição do sinal após a classificação, caracterizando se a segunda classe de solo mais frequente tem aptidão superior ou inferior.

O sinal positivo (+) é utilizado logo após a classe indicando haver na associação de terras componentes, em menor proporção, com aptidão superior à representada no mapa.

O sinal negativo (-), logo após a classe, indica haver a associação de terras componentes, em menor proporção, com aptidão inferior à representada no mapa.

Os fatores limitantes utilizados na legenda são: a deficiência de fertilidade indicada pela letra F e impedimento a mecanização, representado pela letra M, ambos com 4 níveis de intensidade.

3.7.6 Considerações finais

A bacia do rio Pardo é caracterizada pela predominância de terras planas, de baixa fertilidade natural que são utilizadas em sua maioria para pastagens com nível de manejo primitivo, e para a cultura do eucalipto com produção de madeira, carvão e resina.

Os Cambissolos que ocorrem na porção intermediária do relevo, no alinhamento entre as cidades de Taiobeiras e Rio Pardo de Minas, seguindo para norte em direção a cidade de Montezuma, conferem às terras melhores índices de fertilidade, entretanto, com condições de relevo e pedregosidade menos favoráveis.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	108

As terras de fundos de vale com melhores condições de umidade de fertilidade são muito utilizadas para o plantio de cana de açúcar, culturas de subsistência tais como milho, feijão e mandioca, e eventualmente pastagens.

Os baixos índices de precipitação e distribuição muito variável, que condicionam estiagens prolongadas são fatores restritivos para o desenvolvimento da agricultura de sequeiro na bacia. O melhoramento da fertilidade natural da maioria das terras que possuem condições físicas, em geral propícias à mecanização, é fator condicionante ao desenvolvimento agrícola da região.

São registradas áreas irrigadas, e com nível tecnológico alto, concentradas principalmente na região de Taiobeiras e no entorno da barragem de Berizal, 2(b)c e 2(a)bc, respectivamente, com índice de fertilidade F3 e mecanização M1. Em uma análise simples, conclui-se que essas lavouras estão bem localizadas em terras classificadas nestes grupos, que apresentam aptidão regular para lavoura no nível de manejo “c”, com fertilidade baixa, necessitando de adição de corretivos e adubos, entretanto com topografia muito favorável.

A irrigação nestas áreas onde a água é disponível vem suprir a grande limitação do aproveitamento agrícola da região que é de ordem climática, com índices de precipitação muito baixos e distribuição irregular.

O clima mais árido, com déficit hídrico acentuado, condiciona um tipo diferenciado de manejo para o eucalipto no primeiro ano de implantação da cultura, em plantios ainda no estágio de mudas em campo, quando eventualmente se pratica na região irrigações de salvamento caso as chuvas não sejam suficientes para manter a umidade necessária ao pegamento e desenvolvimento inicial das mudas.

A agricultura irrigada deve ser incentivada nos locais em que houver disponibilidade de água, concomitantemente com solos aptos, utilizando-se métodos de irrigação que restrinjam o gasto de água (irrigação localizada) e culturas que apresentem bom retorno econômico.

3.8 Hidrogeologia

Se para o caso das águas superficiais a adoção da bacia hidrográfica no processo de gestão é unânime, as águas subterrâneas possuem particularidades que tornam esta escolha mais complexa. A bacia hidrográfica, em seu sentido geográfico-administrativo é indubitavelmente a unidade de planejamento e ação. Ainda que não necessariamente restritas aos limites

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	109

impostos por uma bacia hidrográfica, as águas subterrâneas devem ser obrigatoriamente avaliadas no âmbito desta: (i) pelo histórico e transcendência da bacia nos processos de gestão e; (ii) pelas relações hidráulicas existentes entre água superficial e água subterrânea. Entretanto, também é fundamental levar em conta a base física que controla a dinâmica das águas subterrâneas, ou seja, o conhecimento dos sistemas aquíferos e do seu arcabouço hidrogeológico. Neste item serão descritos os principais aquíferos da bacia PA1.

O Estado de Minas Gerais, guardadas as peculiaridades regionais físicas e socioeconômicas, não difere do cenário nacional no que diz respeito à utilização das águas subterrâneas. É consenso, entre os principais atores atuantes neste tema, que esteja ocorrendo um incremento considerável de novas perfurações em todo seu território, a começar pelos aquíferos reconhecidamente mais produtivos. Muitas destas perfurações estão relacionadas à expansão de serviços de abastecimento em cidades médias e pequenas, ou mesmo em áreas de assentamentos e comunidades rurais, as quais sofrem com as constantes estiagens. Já em outras circunstâncias, verifica-se uma forte tendência por parte do setor industrial em adotar alternativas de água subterrânea em sua matriz de abastecimento. Neste caso específico, a dinâmica depende dos critérios locais das próprias empresas, que tendem a se instalar em alguns dos corredores de crescimento industrial e urbano. No caso destas regiões coincidirem com áreas potencialmente aquíferas, a opção pela perfuração de poços é bastante sedutora do ponto de vista econômico.

Dentre os fatores gerais que levam ao crescente uso de água subterrânea, os mais importantes são: (i) a deterioração progressiva da qualidade dos recursos hídricos superficiais e crescentes custos de captação e tratamento; (ii) vulnerabilidade das reservas superficiais aos períodos de estiagem; (iii) avanços tecnológicos das bombas elétricas (submersas ou de eixo prolongado) que possibilitam a extração segura de grandes vazões a grandes profundidades; (iv) avanços na tecnologia de perfuração roto-pneumática e na diminuição dos investimentos necessários para adquirir e operar sondas; (v) expansão da oferta de energia elétrica; (vi) progressivo barateamento, redução dos prazos e riscos econômicos da construção dos poços; (vii) ausência em geral de impactos ambientais associados às extrações de água subterrânea e, finalmente; (viii) estímulo à clandestinidade da extração pela falta de fiscalização por parte dos órgãos de gestão. Muitas destas perfurações vêm sendo concluídas sem o devido consenso e registro dos órgãos de gestão e de forma a não reverter as informações das perfurações em dados, mesmo que pontuais,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	110

sobre os aquíferos e os respectivos poços. São estes dados que justamente fazem falta para a correta estimativa das extrações e reservas.

Todos estes fatores atuam de forma concomitante e influenciam o dinâmico cenário dos recursos hídricos do Estado, e, neste caso, da bacia PA1 em específico, sendo sua compreensão fundamental para orientar as políticas públicas específicas.

3.8.1 Descrição das Unidades Aquíferas

A classificação regional mais adequada para o levantamento das potencialidades (qualidade e quantidade) das águas subterrâneas na área em estudo, neste momento, é a sugerida no Mapa Hidrogeológico da Folha Salvador (SD.24), de escala 1:250.000, produzido pela CPRM. Nesse trabalho, as litologias foram agrupadas em sistemas segundo suas semelhanças no comportamento hidrogeológico aflorante e seu potencial produtor de água subterrânea. Como a área de abrangência da Bacia do Rio Pardo não era contemplada, na sua totalidade, pelo mapa citado, foi elaborado um mapa para a bacia, seguindo a metodologia aplicada pela CPRM (**Figura 3.50**).

Da análise do referido mapa, extrai-se um conjunto de unidades aquíferas (hidrogeológicas), cujas principais características são listadas abaixo. Novamente, de forma coerente com a caracterização petrográfica apresentada em item anterior, a descrição inicia-se pelas unidades resultantes do agrupamento das rochas mais antigas até as mais recentes.

As seguintes unidades hidrogeológicas são encontradas na Bacia do Rio Pardo:

Fb Metassedimentos-Metavulcânicas indiferenciadas (Fb MMV ind): Aquífero fraturado Metassedimentos/Metavulcânicas indiferenciado, apresenta-se descontínuo, de extensão regional limitada e livre. Ocupa uma extensa área da bacia, desde a parte central até o lado oeste, contemplando principalmente os Municípios de Indaiabira, Rio Pardo de Minas e Santo Antônio do Retiro. Ocupa ainda uma vasta área no sul das cidades de Taiobeiras e Santa Cruz de Salinas. É pouco produtivo com vazão entre 5 e 10 m³/h. Engloba unidades geológicas como as Formações Nova Aurora, Ribeirão da Folha, Chapada Acauã, Santo Onofre e Fazendinha, além da Unidade Rio Preto e do Complexo Jequitinhonha.

Fmb Cristalino indiferenciado (Fmb C ind): O Aquífero fraturado Cristalino Indiferenciado é descontínuo e de extensão regional limitada. Ocorre em pequenos corpos na parte leste da bacia, nos Municípios de Santa Cruz de Salinas, Curral de Dentro, Berizal, principalmente.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	111

Mostra-se muito pouco produtivo com vazões entre 1 e 5 m³/h. Engloba unidades geológicas constituídas por granitos, gnaisses, anfibolitos, tonalitos e dioritos. Na bacia é representado pelos Corpos de granitóides da Orogênese Araçuai e do embasamento Arqueano.

Fmb Metassedimentos-Metavulcânicas indiferenciadas (Fmb MMV ind): O Aquífero fraturado Metassedimentos/Metavulcânicas indiferenciado é descontínuo e de extensão regional limitada. Muito pouco produtivo com vazões entre 1 e 5 m³/h. Constituído, na bacia, essencialmente pelas rochas metamórficas da Formação Salinas, aflora apenas no extremo norte da bacia em uma pequena área no Município de São João do Paraíso.

PFb Supergrupo Espinhaço (PFb PMe): O Aquífero poroso/fraturado Espinhaço, apresenta-se descontínuo e de extensão regional limitada. Pouco produtivo com vazão entre 5 e 10 m³/h. Engloba unidades geológicas constituídas por quartzitos e arenitos, do Supergrupo Espinhaço indiviso. Aflora no extremo oeste da bacia, como um corpo alongado de direção N-S nos municípios Rio Pardo de Minas e Santo Antônio do Retiro.

Pmb Formações Cenozoicas indiferenciado (Pmb FC ind): O Aquífero poroso Formações Cenozoicas Indiferenciado é descontínuo, de extensão regional e livre. Muito pouco produtivo com vazões entre 1 e 5 m³/h, sendo constituído por aglomerados, areias e lateritas de coberturas detrítico-lateríticas-ferruginosas do Cenozoico. Ocupa extensas áreas na bacia do Rio Pardo, ocupando quase toda a parte leste nos Municípios de Ninheira, Águas Vermelhas, Divisa Alegre, Curral de Dentro, São João do Paraíso e Taiobeiras. Aflora também na porção oeste, principalmente no Município de Montezuma.

Pmb Aluviões indiferenciados (Pmb FCAI ind): O Aquífero poroso Aluviões Indiferenciado, apresenta-se descontínuo, de extensão regional e livre. Muito pouco produtivo com vazões entre 1 e 5 m³/h, sendo composto por areia, argila e cascalho relacionados a depósitos aluvionares recentes e antigos, com baixa capacidade de armazenar águas. Aflora em corpos nos Municípios de Montezuma, Vargem Grande do Rio Pardo e Rio Pardo de Minas.

O **Quadro 3.32** apresenta a estimativa das proporções de ocorrência das respectivas unidades aquíferas no contexto da bacia PA1 como um todo. O **Quadro 3.33** apresenta a mesma informação, porém, discretizada por sub-bacia.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	112

Quadro 3.32 – Relações litológicas e hidrogeológicas na Bacia PA1

Unidade Geológica	Unidade Hidrogeológica	Tipo	%
Depósitos Aluvionares Recentes (Q2a)	Pmb Aluviões indiferenciados (Pmb_FCAI_ind)	Poroso	1,29
Depósitos Litorâneos Indiferenciados Recentes (Q2li)			
Coberturas Detrito-Lateríticos (NQdl)	Pmb Formações Cenozóicas indiferenciado (Pmb_FC_ind)	Poroso	57,39
Formação Salinas (NP3_C_cortado_s)	Fmb Metassedimentos-Metavulcânicas indiferenciadas (Fmb_MMV_ind):	Fraturado	0,07
Complexo Jequitinhonha (NP2jqg e NP2jqk)	Fb Metassedimentos-Metavulcânicas indiferenciadas (Fb_MMV_ind)	Fraturado	34,07
Formação Ribeirão da Folha (NP2rf e NP2rb)			
Unidade Rio Preto (NP12mx)			
Formação Chapada Acauã (NP12ch)			
Formação Nova Aurora (NP12na NP12naq)			
Formação Santo Onofre (NP1so)			
Formação Fazendinha (P4M1bf)	PFb Supergrupo Espinhaço (PFb_PMe)	Poroso Fraturado	2,11
Supergrupo Espinhaço (PMe e PMegm)			
Corpo Água Boa (C_cortado_a_gamma_4Sab)	Fmb Cristalino indiferenciado (Fm_C_ind)	Fraturado	5,08
Suíte Medina-Maristela (C_cortado_a_gamma_3Ism)			
Corpo Pajeú (NP3a_gamma_3Spj)			
Granitóide Água Branca (NP3a_gamma_3Iab)			
Corpo PR_delta			
Complexo Gavião (A2gm)			

Analisando o Quadro apresentado, é possível observar que na bacia PA1 existe uma forte correlação entre a hidrogeologia e o arcabouço geológico. Ocorre o predomínio de aquíferos livres de forma sotoposta aos aquíferos fraturados; aproximadamente 57% da área da bacia é coberta pelos aquíferos clásticos, o que acaba diferenciando-a de suas bacias vizinhas, no caso da JQ1, JQ2 e JQ3.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 113
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

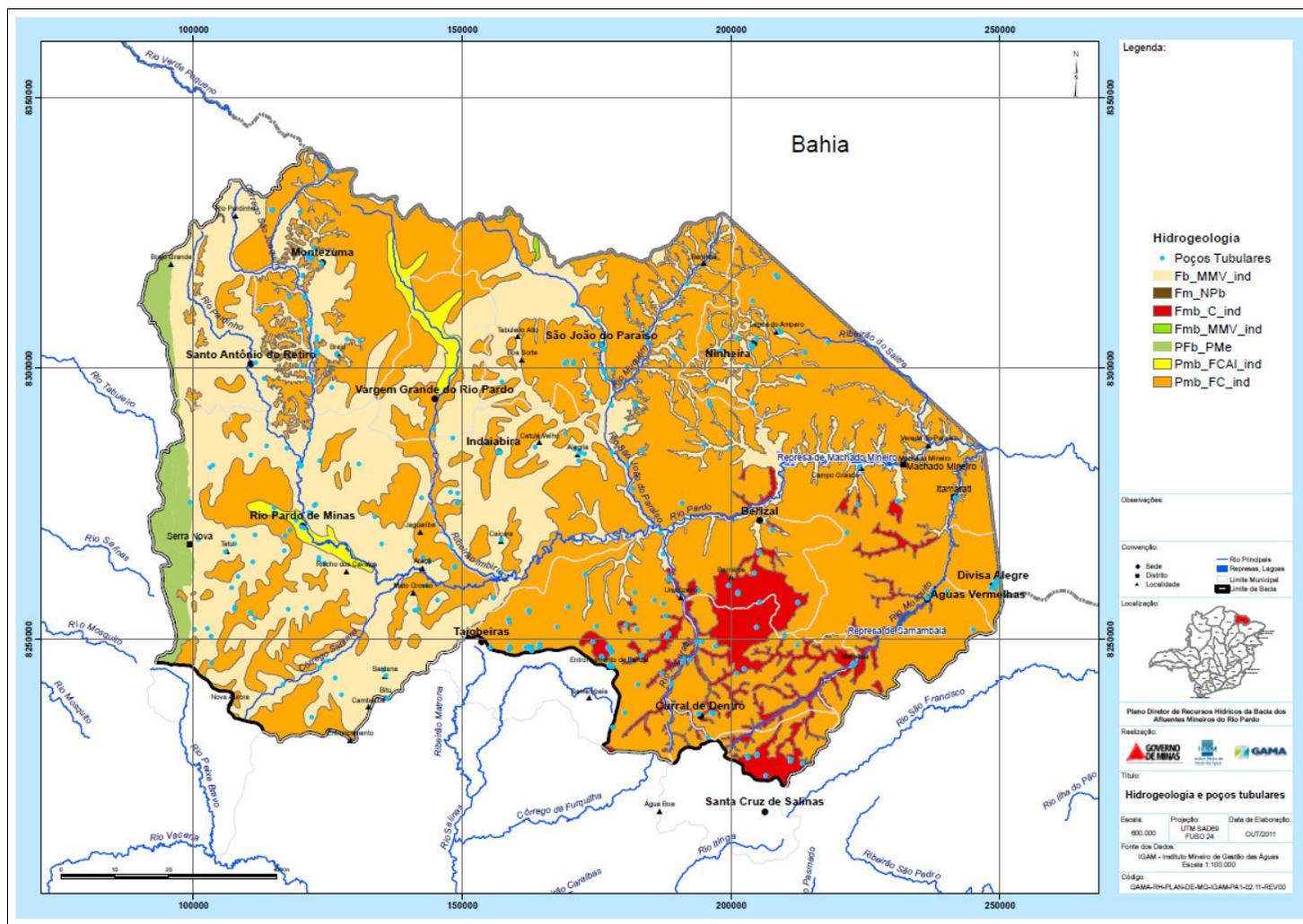


Figura 3.50–Mapa Hidrogeológico com poços tubulares da bacia do PA1

Este mesmo tipo de análise pode ser realizado em nível de sub-bacia, revelando dados interessantes. O **Quadro 3.33** apresenta a distribuição das unidades aquíferas por sub-bacia na bacia PA1.

Quadro 3.33 – Distribuição das unidades aquíferas por Sub-bacia na bacia PA1

Sub-bacia/ Ottobacia	Área Total (Km ²)	Unidade Hidrogeológica	% Ocorrência
75783 (I)	166,85	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	4,32
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	95,68
75784 (I)	1223,60	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	1,75
		Aquífero Cristalino Indiferenciado Muito Pouco Produtivo	18,37
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	79,88
757851 (I)	104,55	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	38,49
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	61,51
757852 (I)	446,86	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	11,70
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	88,30
757853 (I)	397,14	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	20,72
		Aquífero Cristalino Indiferenciado Muito Pouco Produtivo	3,46
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	75,82
757854 (I)	374,07	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	27,74
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	72,26
757855 (III)	12,36	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	68,15
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	31,85
757856 (I)	293,06	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	18,31
		Aquífero Cristalino Indiferenciado Muito Pouco Produtivo	0,46
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	81,23
757857 (I)	93,07	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	17,58
		Aquífero Cristalino Indiferenciado Muito Pouco Produtivo	9,07
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	73,35

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 115
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Sub-bacia/ Ottobacia	Área Total (Km ²)	Unidade Hidrogeológica	% Ocorrência
757858 (I)	375,17	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	3,05
		Aquífero Cristalino Indiferenciado Muito Pouco Produtivo	26,58
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	70,37
757859 (I)	891,43	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	3,21
		Aquífero Cristalino Indiferenciado Muito Pouco Produtivo	24,58
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	72,20
75786 (I)	1690,62	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	39,38
		Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Muito Pouco Produtivo	0,33
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	60,29
75787 (I)	763,02	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	25,24
		Aquífero Cristalino Indiferenciado Muito Pouco Produtivo	2,69
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	72,07
75788 (II)	1210,20	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	37,21
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	55,02
		Aquífero Aluviões indiferenciados	7,77
757891 (III)	244,77	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	61,11
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	38,89
757892 (III)	468,09	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	65,67
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	34,33
757893 (III)	98,19	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	87,87
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	10,42
		Aquífero Aluviões indiferenciados	1,71
757894 (II)	287,09	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	57,33
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	42,18
		Aquífero Aluviões indiferenciados	0,49
757895 (III)	228,36	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	80,18
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	5,44

Sub-bacia/ Ottobacia	Área Total (Km ²)	Unidade Hidrogeológica	% Ocorrência
		Aquífero Aluviões indiferenciados	14,38
757896 (II)	568,83	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	42,01
		Aquífero Poroso/Fissural Espinhaço	20,92
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	33,91
		Aquífero Aluviões indiferenciados	3,16
757897 (III)	54,72	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	80,69
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	14,67
		Aquífero Aluviões indiferenciados	4,64
757898 (III)	735,45	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	74,11
		Aquífero Poroso/Fissural Espinhaço	14,64
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	11,25
757899 (II)	1023,96	Aquífero Metassedimentos-Metavulcânicas Indiferenciados Pouco Produtivo	53,19
		Aquífero Cristalino Indiferenciado Muito Pouco Produtivo	0,07
		Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciadas	46,74

A análise por sub-bacia revela o que já havia sido constatado no item de geologia, ou seja, a existência de áreas com semelhante arcabouço de meio físico e, por consequência distribuição das unidades aquíferas. Significa que do ponto de vista de suas características hidrogeológicas, espera-se que algumas sub-bacias possuam comportamento homogêneo. Neste caso, foram detectados três tipos de comportamento. As sub-bacias de tipo I apresentam amplo predomínio de unidades aquíferas compostas por sequências sedimentares clásticas; enquanto as bacias intermediárias de tipo II apresentam uma relativa paridade entre aquíferos porosos superficiais e aquíferos fraturados. Já as de tipo III apresentam predomínio de aquíferos fraturados compostos de rochas metamórficas. Apesar do agrupamento, serão os dados de produtividade, disponibilidade e química da água que finalmente comprovarão esta uniformidade. É necessário ressaltar que a água adentra o sistema aquífero através da recarga por intermédio da transformação de chuva em infiltração efetiva e assim sendo, a chuva exerce forte controle sobre as disponibilidades, principalmente no que tange às reservas reguladoras.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 117
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

3.8.2 Síntese Hidrogeológica

Com base nas informações coletadas e analisadas, pode-se afirmar que na bacia PA1 as águas subterrâneas assumem dois tipos de comportamentos distintos, determinados pelo arcabouço geológico: (i) dinâmica de aquíferos porosos e superficiais, típicos de mantos de alteração e coberturas detríticas, condicionados por sua porosidade, espessura e grau e tipo de conexão (efluente/afluente) com os corpos de água superficial e, (ii) dinâmica de aquíferos fraturados fortemente condicionados pelos sistemas de fraturas e sua capacidade de recarga e transmissão de água.

Para facilitar a compreensão dos processos hidrogeológicos atuantes na bacia PA1, destacam-se as seguintes premissas:

Os processos intempéricos de desgaste físico e químico têm influência considerável na capacidade de armazenamento de água das rochas fraturadas. Tais processos fazem com que se desenvolvam depósitos detríticos de coberturas ou regolitos os quais apresentam características hidrodinâmicas distintas da massa rochosa ainda intacta. Do ponto de vista hidrológico adota-se o termo manto de alteração para designar todos aqueles depósitos sedimentares inconsolidados que cobrem as rochas duras.

Estes mantos de alteração apresentam porosidade e permeabilidade primária devido aos espaços intergranulares podendo ainda apresentar porosidades secundárias em caso de estruturas reliquias como fraturas. O processo intempérico de degradação das rochas é facilitado pela existência de fraturas devido à maior percolação da água e aumento da superfície específica do contato água/rocha. Como resultado, os mantos de alteração constituem-se em bons aquíferos e uma fonte de recarga para os aquíferos fraturados posicionados logo abaixo. Trata-se de uma situação comum na bacia PA1.

A recarga dos aquíferos fraturados depende da espessura do manto de alteração, da declividade do terreno e do grau de fraturamento. Nos casos de regiões altas com erosão ativa e pequena espessura do manto de alteração a recarga ocorre a partir da infiltração da água nos canais superficiais. Esta rede de drenagem encontra-se encaixada nas zonas de fraturas. Em regiões baixas e aplainadas com mantos de alteração mais espessos, toda a água move-se necessariamente através do mesmo antes de interceptar sistemas de fraturamentos na rocha não alterada. Forma-se um aquífero superficial não-confinado

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	118

transiente ou um *continuum* com a água armazenada nas fraturas. A quantidade de água disponível para a recarga do aquífero fraturado será função do balanço hídrico local.

Uma rocha fraturada pode ser considerada como sendo um material rochoso intacto não poroso ou pouco poroso e impermeável separado por descontinuidades. Estas descontinuidades ou fraturas conferem ao conjunto a capacidade de armazenar e transmitir volumes de água (porosidade e permeabilidade ditas secundárias), tornando-os um aquífero em potencial. À região onde afloram estes grupos de rochas fraturadas a literatura comumente reconhece como sendo terrenos ou províncias de rochas duras, ou simplesmente - cristalino.

Portanto, da perspectiva de fluxo de água subterrânea, quando em um meio condutor de fluídos (aquífero) a maior parte do fluxo ocorre através de fraturas discretas ou através de redes interconectadas de fraturas, este sistema será descrito como sendo fraturado.

Estas premissas se farão importantes na estimativa das disponibilidades e vulnerabilidades das unidades aquíferas da bacia PA1.

As análises até o presente desenvolvidas, embora muito valiosas para orientar novas perfurações, não fornece a real dimensão das potencialidades de água subterrânea para a região e, por isso, deve ser complementada pela estimativa das reservas. A precisão desta estimativa está diretamente relacionada com a escala e qualidade das informações geométricas e hidrodinâmicas das unidades aquíferas, conforme será discutido a seguir. Ainda assim, mesmo considerando os riscos intrínsecos de realizá-las, trata-se de um avanço para a efetiva gestão integrada das águas na bacia. Obviamente, é uma primeira aproximação que deverá ser complementada à medida que novas informações vão sendo agregadas ao conhecimento hidrogeológico regional e local.

3.9 Hidrologia

A bacia PA1 apresenta uma precipitação média anual de 790 mm com um gradiente pluviométrico de montante para jusante. As isoietas de totais anuais não apresentam variação significativa no espaço (isoietas de totais anuais da ordem 700 mm a 900 mm). O regime pluviométrico na bacia caracteriza-se pela concentração das chuvas entre os meses de outubro a março, sendo, portanto, os meses de abril a setembro correspondentes ao período de estiagem. As menores precipitações médias registram cerca de 8,5 mm (em média), e, o período chuvoso, apresenta valores entre novembro e março acima de 150 mm.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	119

De acordo com a média do total anual precipitado na bacia, o ano mais chuvoso foi 1977 (1.280,9 mm) e o ano mais seco 1975 (433,4 mm).

Os registros de vazão nas bacias acompanham a sazonalidade das precipitações, tendo um período seco bem definido entre os meses de abril e setembro. A variação dos valores de vazões médias mensais ao longo do ano possui maiores valores entre os meses de novembro a abril, como resposta ao período mais chuvoso.

Os principais afluentes do rio Pardo na porção mineira da bacia PA1 são: o rio Mosquito, Itaberaba, Imbiruçu, Rio São João do Paraíso e Rio Pardinho. Destaca-se também o Córrego Santana e Ribeirão do Salitre. O Rio Mosquito, por sua vez, recebe a direita o córrego Águas Vermelhas. A **Figura 3.51** mostra a hidrografia contendo os principais cursos de água da UPGRH PA1.

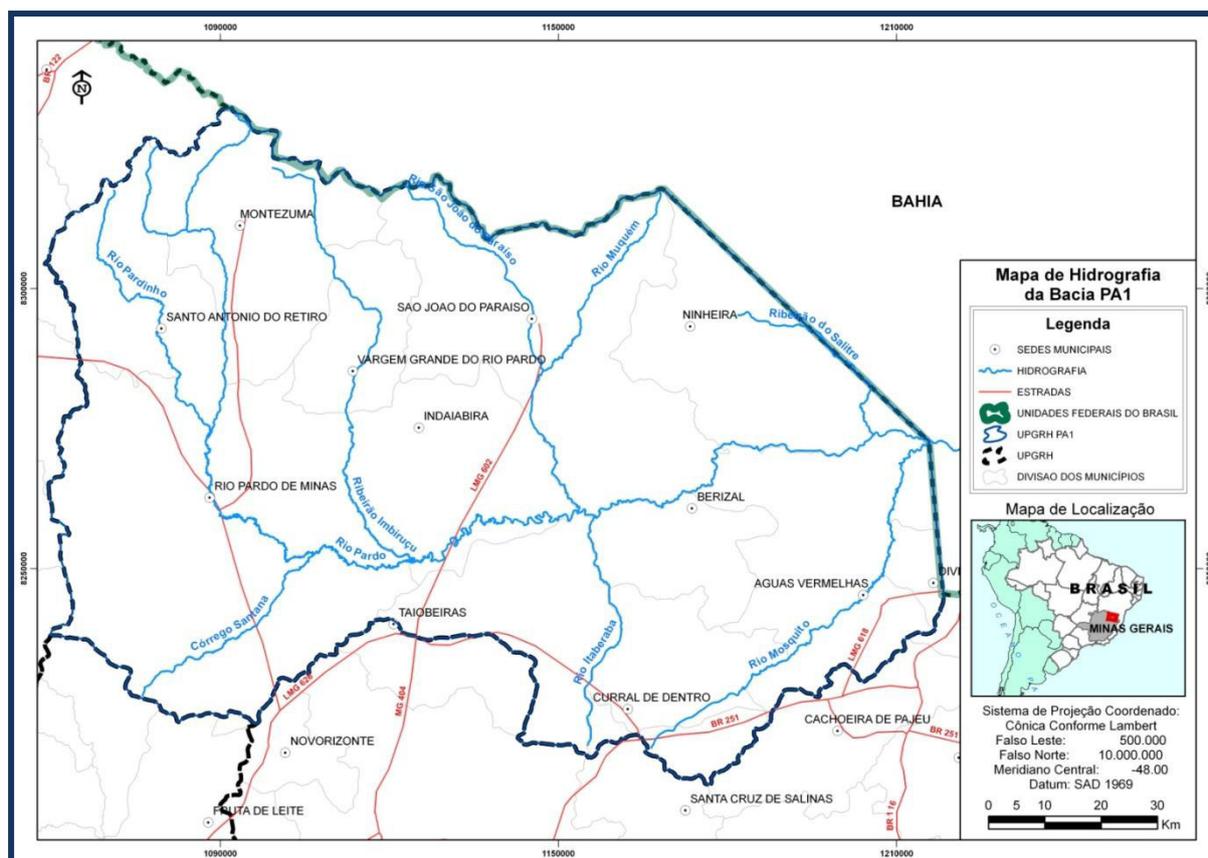


Figura 3.51 – Hidrografia contendo principais cursos de água

A estação fluviométrica Vereda do Paraíso da ANA (código: 53540001) mais a jusante do Rio Pardo, dentro da bacia PA1, com área de drenagem 10.800 km² apresenta vazão média de 14,80 m³/s, máxima observada de 693 m³/s em março, e seca total, em vários registros

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	120

com trecho sem vazão ao longo calha do rio principal. No **Quadro 3.34** apresentam-se as características do Rio Pardo e de seus principais afluentes: extensão, área de drenagem, desníveis e declividades.

Quadro 3.34 – Características dos principais cursos de água na bacia do rio Pardo (MG)

Nome	Competência	Extensão (km)	Área de Drenagem (km ²)	COTA		Declividades (m/m)
				Exutório	Cabeceira	
Rio Pardo	Federal	324,02	12.828,45	640	1.011	0,11%
Córrego São Joaquim	Estadual	24,94	174,54	900	1.015	0,46%
Rio Pardinho	Estadual	68,47	802,21	800	1.135	0,49%
Córrego Santana	Estadual	48,09	511,60	800	950	0,31%
Ribeirão Imbirucu	Estadual	101,33	1.319,13	750	1.000	0,25%
Rio São João do Paraíso	Estadual	81,92	1.841,22	750	1.000	0,31%
Rio Muquém	Estadual	45,11	474,67	750	1.000	0,55%
Rio Itaberaba	Estadual	48,9	972,88	750	900	0,31%
Rio Mosquito	Estadual	98,8	133,73	640	900	0,26%
Ribeirão do Salitre	Federal	42,86	486,43	680	920	0,56%

3.10 Referências Bibliográficas

BATES, R.L.; JACKSON, J.A. 1980. Glossary of Geology. 2 ed. Falls Church, VA. American Geological Institute.

BAKER, H. G. Characteristics and modes of origin of weeds. New York, Academic Press. 1965.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia (INMET). Normais climatológicas (1961-1990). Brasília: 1992. 84p.

ICRISAT – International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Climatic Classification: A Consultants' Meeting, 14-16, April, 1980, ICRISAT Center, Patancheru, A.P. 502324, Índia, 1980. 153 p.

MOTA, F. S. Meteorologia Agrícola. 7º ED. São Paulo: Nobel, 1985.

Geotécnica. PLANVALE - Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias dos rios Pardo e Jequitinhonha, SRH/MMA, SEAPA/RURALMINAS/Governo do Estado de Minas Gerais e SEAGRI/GEPAR/Governo do Estado da Bahia, 1995.

SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.R.; MARIN, F.R.; ANGELOCCI, L.R.; ALFONSI, R.R.; CARAMORI, P.H.; SWART, S. Balanços Hídricos Climatológicos do Brasil - 500 balanços hídricos de localidades brasileiras. 1 CD-ROM. Piracicaba: ESALQ, 1999.

THORNTON, C.W. An approach towards a rational classification of climate. Geographical Review, London, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTON, C.W.; MATHER, J.R. The Water Balance. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412p.

BERNAL, J. M. S. 2009. Contribuição do Aporte Fluvial de Sedimentos para a Construção da Planície Deltaica do rio Jequitinhonha. Dissertação de Mestrado. Curso de Pósgraduação em Geologia, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 76 p. 2009.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	122

BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. (1993). Conservação do Solo. 3ª edição, Ícone Editora, São Paulo.

BERTONI J. & LOMBARDI NETO F. 1999. Conservação do Solo. São Paulo: Ícone. 4ª edição. 355 p.

CARVALHO, N.O., 1994. Hidrossedimentologia Prática. Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. Rio de Janeiro, 372p.

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia Prática. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008, 599 p.

DENARDIN, J.E. 1990. Erodibilidade dos Solos Estimada por Meio de Parâmetros Físicos e Químicos. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 81 p.

QUEIROZ I.G. 2003. Produção de sedimentos e alterações no regime hidrossedimentológico da bacia hidrográfica do rio Mucuri – repercussão na zona costeira. Dissertação de Mestrado. 149

Curso de Pósgraduação em Geologia, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 109 p. Maio - 2003
STEIN D.P; DONZELLI P.L.; GIMENEZ A.F.; PONÇANO W.L.; LOMBARDI Neto F. 1987. Potencial de erosão laminar, natural e antrópico, na Bacia do Peixe – Paranapanema . 4ª Simpósio Nacional de Controle de Erosão. 15 a 19 de fevereiro. Marília – São Paulo. Anais.

WISCHMEIER, W.H. & D.D. SMITH., 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USDA Handbook No. 537. Washington, 57 p.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das Terras. Brasília, SUPLAN/EMBRAPA. 1978. 70p.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 123
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed.

Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 124
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Capítulo 4

Caracterização Biótica da Bacia PA1



SUMÁRIO

4	CARACTERIZAÇÃO BIÓTICA	5
4.1	Cobertura Vegetal e Flora	5
4.1.1	Domínio Cerrado	8
4.1.2	Vegetação Rupestre	11
4.1.3	Domínio Fitoecológico da Floresta Estacional	13
4.2	Fauna	38
4.2.1	Biodiversidade na Cadeia do Espinhaço	39
4.2.2	Ictiofauna	47
4.3	Referências Bibliográficas	51

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 4.1 – MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DA UPGRH PA1	7
FIGURA 4.2 – VISÃO GERAL DA SERRA DO ESPINHAÇO (SERRA NOVA) EM RIO PARDO DE MINAS, AMBIENTES DE CERRADO FRAGMENTADO E CONSORCIADO COM PASTAGENS	14
FIGURA 4.3 – ESTRADA DE ACESSO PARA SERRA NOVA, EM RIO PARDO DE MINAS; FRAGMENTOS DE CERRADO COMPÕEM A PAISAGEM	14
FIGURA 4.4 – PASTAGENS NA BASE DA CADEIA DO ESPINHAÇO EM RIO PARDO DE MINAS	15
FIGURA 4.5 – ÁREAS DE CERRADO CONSORCIADO A PASTAGENS, EM RIO PARDO DE MINAS	15
FIGURA 4.6 – FORMAÇÃO ROCHOSA DA CADEIA DO ESPINHAÇO (SERRA NOVA)	16
FIGURA 4.7 – FORMAÇÕES ROCHOSAS DA CADEIA DO ESPINHAÇO (SERRA NOVA), RECOBERTA POR FORMAÇÕES RUPESTRES, EM RIO PARDO DE MINAS	16
FIGURA 4.8 – BARRAGEM DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MONTEZUMA, NO RIBEIRÃO DA TÁBUA. AMBIENTES DE CERRADO	17
FIGURA 4.9 – VARGEM GRANDE DO RIO PARDO, EXTENSAS ÁREAS DE CERRADO DESMATADAS, EM PARTE CONVERTIDAS EM PASTAGENS, E PARTE EM EUCALIPTAIS.....	17
FIGURA 4.10 – RIBEIRÃO IMBIRUÇU, EM VARGEM GRANDE DO RIO PARDO, AFLUENTE DO RIO PARDO (MARGEM ESQUERDA)	18
FIGURA 4.11 – VARGEM GRANDE DO RIO PARDO, FUNDOS DE VALES COM SOLOS ÚMIDOS CULTIVADOS COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA A FABRICAÇÃO DA CACHAÇA E RAPADURA. ENCOSTAS DE MORROS COM VEGETAÇÃO DE CERRADO	18
FIGURA 4.12 – MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO PARAÍSO. CHAPADÕES OCUPADOS COM EUCALIPTOS, QUEIMADAS EVIDENCIAM AS CARVOARIAS.....	19
FIGURA 4.13 – CAMPOS CERRADOS ENTRE TALHÕES DE EUCALIPTOS, DETALHE DA FOTO ANTERIOR.....	19
FIGURA 4.14 – CARVOARIA EM MEIO A TALHÕES DE EUCALIPTO JÁ COLHIDOS, EM SÃO JOÃO DO PARAÍSO	20
FIGURA 4.15 – MUNICÍPIO DE NINHEIRAS, ÁREAS DE PASTAGENS EM AMBIENTES DE TRANSIÇÃO ENTRE E FLORESTA ESTACIONAL E O CERRADO	20
FIGURA 4.16 NINHEIRAS, PAISAGEM EM AMBIENTE DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL	21
FIGURA 4.17 – AMBIENTES DE CAMPOS CERRADOS ENTRE NINHEIRAS E BERIZAL. EM PRIMEIRO PLANO, TALHÕES DESTINADOS AO CULTIVO DE EUCALIPTO	21
FIGURA 4.18 – BERIZAL, ELEVAÇÕES EM AMBIENTES ONDE PREDOMINAM CAMPOS CERRADOS	22
FIGURA 4.19 – MUNICÍPIO DE BERIZAL, RIO PARDO, A MONTANTE DA REPRESA MACHADO MINEIRO, AMBIENTES DE CERRADO	22
FIGURA 4.20 – CERCANIAS DA CIDADE DE BERIZAL. PASTAGENS E FORMAÇÕES DE CERRADOS	23
FIGURA 4.21 – ENCONTRO ENTRE OS RIOS PARDO E RIO PRETO NA CIDADE DE RIO PARDO DE MINAS ..	23
FIGURA 4.22 – ENCONTRO DO RIO PARDO COM O RIO PRETO, EM RIO PARDO DE MINAS. NAS FIGURAS 4.21 E 4.22, TRECHOS DO PARDO EM AMBIENTES RURAIS E PRÓXIMO DA SEDE MUNICIPAL – NOTA-SE VEGETAÇÃO CILIAR EM BOM ESTADO DE CONSERVAÇÃO	24
FIGURA 4.23 – <i>HYPHESSOBRYCON VINACEUS</i> . MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO PARAÍSO, RIO SÃO JOÃO, TRIBUTÁRIO DO RIO PARDO. FONTE: BERTACO, MALABARBA E DERGAM, 2007	49
FIGURA 4.24 - <i>SIMPSONICHTHYS ROSACEUS</i> COSTA. IMAGEM ORIGINAL DISPONÍVEL EM: HTTP://WWW.WEICHWASSERFISCHE.DE/BODENLAICHER.HTM	50

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	ii

FIGURA 4.25 - *SIMPSONICHTHYS SUZARTI* COSTA. IMAGEM ORIGINAL DISPONÍVEL EM:
[HTTP://AQUARIA2.RU/NODE/1860](http://aquaria2.ru/node/1860)..... 50

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iii
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 4.1 - LISTAGEM FLORÍSTICA DE REFERÊNCIA PARA A BACIA DO RIO PARDO DO MINAS (CR – CAMPO RUPESTRE; FE – FLORESTA ESTACIONAL; FO – FLORESTA OMBRÓFILA; CA – CAATINGA E SERRAS)	25
QUADRO 4.2 – LISTAGEM ORNITOFAUNA DE REFERÊNCIA PARA A PORÇÃO CENTRAL DA SERRA DO ESPINHAÇO – BASEADA EM VASCONCELOS E D’ANGELO NETO, 2007	41

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iv
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

4 CARACTERIZAÇÃO BIÓTICA

De acordo com o Termo de Referência, neste capítulo, deverão ser caracterizados os diversos fatores que traduzem a bacia sob o ponto de vista biótico: cobertura vegetal, flora, fauna aquática, especialmente a ictiofauna, de forma a que se disponha de uma caracterização da biodiversidade existente na Bacia Hidrográfica dos afluentes Mineiros do Rio Pardo (PA1).

4.1 Cobertura Vegetal e Flora

A bacia PA1 apresenta uma área total de 12.828,45 km², as quais estão ocupadas com formações de Campos Cerrados, Cerrados e Campos Rupestres, que juntas somam 5.731,64 km², representando uma cobertura na ordem de 45% da área total da bacia. As formações de Florestas Estacionais resultam numa cobertura de 1.913,46 km², das quais 1.159,81 km² de Florestas Deciduais, e 753,64 km² de Florestas Semideciduais. As florestas ciliares (que podem ocorrer tanto no Domínio do Cerrado quanto na Floresta Estacional) somam 756,96 km². As áreas de cultivo agrícola em geral somam 917,30 km², pastagens 962,46 km², e os eucaliptais 411,54 km², resultando numa parcela de 17,9% da área da bacia (as três classes). As manchas urbanas ocupam 15,03 km², enquanto solos expostos cobrem uma área de 957,42 km² (7,5%).

Segundo Silva e Rosa (2007), a área do bioma Cerrado na PA1 é de 3.729.84 km², o que contrapõe as informações deste Plano Diretor, que apresenta no mapeamento uma área total de mais de 5.000 km² para o mesmo bioma. O Cerrado em sua riqueza florística, não se apresenta homogêneo ao longo de sua distribuição. Em porções protegidas ou pouco acessíveis conserva uma fisionomia bastante densa e vigorosa em seus maciços. “Nos locais, onde o afloramento do lençol freático provê o encharcamento do solo, surgem as Veredas. Onde o solo é menos pedregoso assentam-se os Cerradões e, acompanhando os cursos d’água, estão presentes as Florestas de Galeria ou Matas Ciliares” (Silva e Rosa, 2007).

Em Minas Gerais, o Cerrado é representado em todas as suas fisionomias, bem como recobre parte de seis importantes bacias hidrográficas brasileiras (bacias do rio São Francisco, rio Paranaíba, rio Grande, rio Pardo, rio Jequitinhonha e rio Doce).

Segundo Silva e Rosa (2007), “a distribuição do Cerrado, por sua vez, não se apresenta homogênea ao longo de sua extensão. Dependendo de sua concentração e das condições de

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 5
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

vida do lugar, o Cerrado pode apresentar tipologias fisionômicas diferenciadas denominadas: Cerradão, Cerrado típico, Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Cerrado, Campo Rupestre, Mata Seca ou Mata Mesofítica, Mata de Galeria e Vereda”. (Silva e Rosa, 2007).

Na bacia PA1, o uso do solo no Domínio do Cerrado é marcado por atividades agrícolas, pela pecuária, mineração e indústrias. O uso da água ocorre, especialmente, relacionado às atividades de abastecimento doméstico, dessedentação de animais, irrigação, pesca e recreação de contato primário (Silva, 2009).

Na **Figura 4.1** , apresenta-se o uso e cobertura do solo na UPGRH PA1.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 6
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

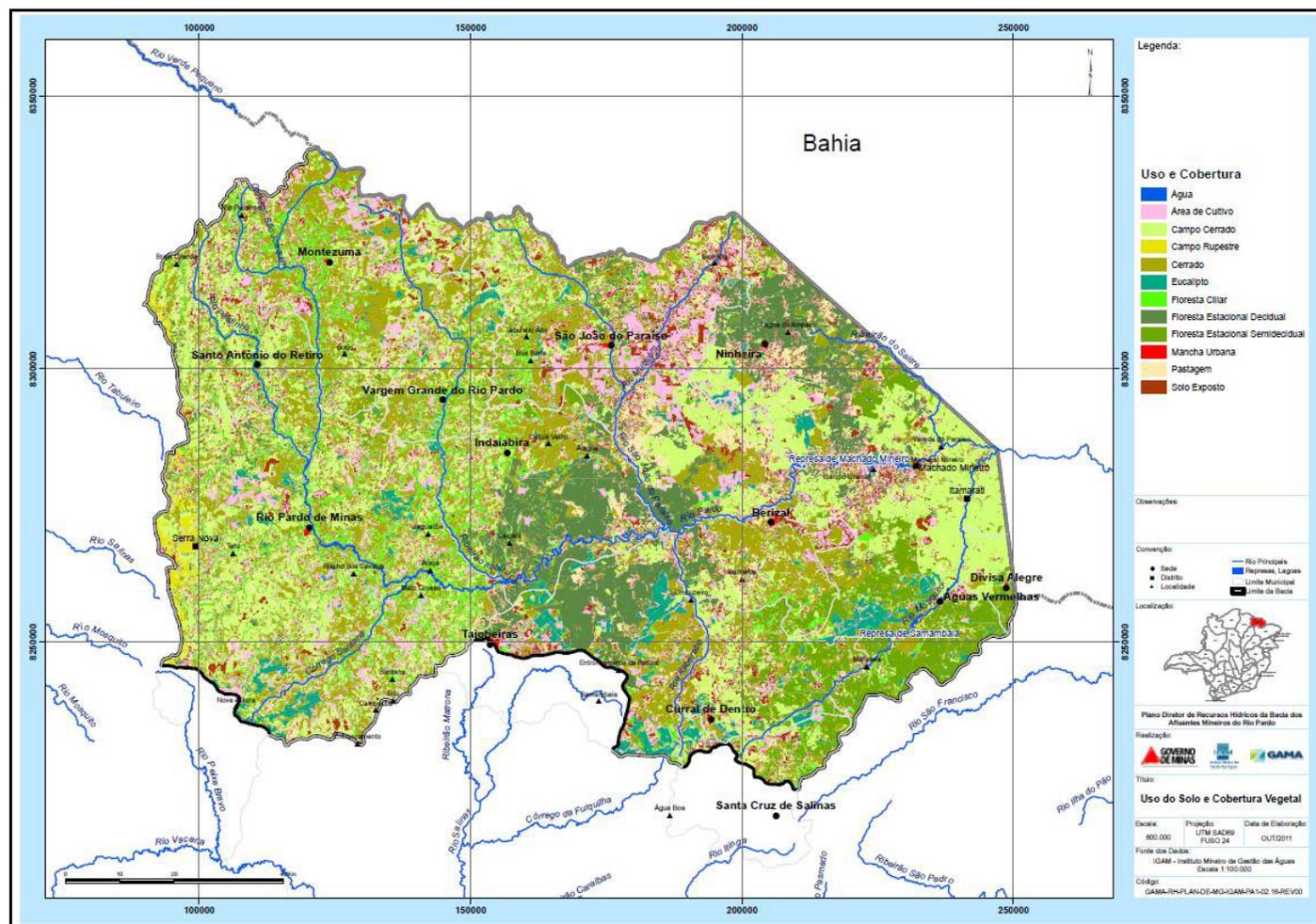


Figura 4.1 – Mapa de uso e cobertura do solo da UPGRH PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 7
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

4.1.1 Domínio Cerrado

Diversos trabalhos acerca do Domínio Cerrado para o Estado de Minas Gerais estão disponíveis, dentre eles se destacam as pesquisas desenvolvidas por Silva (2009) e Silva e Rosa (2007). Por meio desta oferta de informações foi possível destacar alguns dos muitos resultados dessas pesquisas, em especial a respeito das classes de vegetação, uso e ocupação e distribuição das classes nas escalas hipsométricas, na bacia PA1.

Destaca-se, portanto, os seguintes resultados obtidos Silva (2009) e Silva e Rosa (2007) – O domínio Cerrado nas bacias hidrográficas mineiras – a bacia PA1:

- I. O percentual de uso antrópico e cobertura vegetal da bacia PA1 é respectivamente 35,56% e 64,43%;
- II. A bacia PA1 na área do Cerrado mineiro se encontra com um total de 64,43% de sua área ainda recoberta por vegetação natural, incluindo as classes de Floresta, Cerrado, Campos, Mata de galeria, entre outras. Este percentual de cobertura vegetal remanescente permite inferir que a bacia se encontra em estado de reserva natural, embora as atividades agrícolas, pecuárias e florestais se destaquem em toda a bacia e acarretem, em parte, a devastação da vegetação nativa;
- III. As formações campestres se destacam cobrindo 59,99% da bacia. Os campos sujos somam 56,15% da área da bacia, seguida por campos limpos (3,84%);
- IV. As áreas de Savana e Floresta, ou áreas de contato Savana/Floresta (SN) totalizam apenas 4,44% da bacia, o que implica que cuidados com a preservação das áreas naturais na mesma sejam tomados e, a devastação das áreas de cobertura vegetal ainda remanescente, seja contida;
- V. Quanto ao uso antrópico, se destaca, predominantemente, a classe Reflorestamento (eucalipto) ocupando um total de 23,83% da área de estudo, seguida das classes de Pastagem (Ap) e Agricultura (Ac), com o percentual de, respectivamente, 9,62% e 1,92% da área da bacia em estudo;
- VI. O desmatamento para o desenvolvimento da pecuária e, especialmente, da silvicultura (monocultura de eucalipto) tem devastado a cobertura vegetal natural presente na região causando efeitos danosos ao meio ambiente;

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

- VII. As áreas com altitude superior a 1.250 m apresentam-se recobertas em sua totalidade, pela classe de Campo limpo (Sg), o que representa um total de 1,04% desta classe na área da bacia e o correspondente a 100% da área da classe hipsométrica citada;
- VIII. A classe hipsométrica de 750 a 1.000 m, predominante na bacia, concentra ainda a maior parte das classes de uso com influência antrópica, entre elas o Reflorestamento (R), a Pastagem (Ap), e a Agricultura (Ac) com respectivamente, 21,82%, 9,27% e 1,39% da área da bacia;
- IX. As classes de vegetação natural se concentram em áreas com declive do terreno variando entre o intervalo de 8 a 20%, especialmente as classes campestres;
- X. A classe de Campo sujo (Sp) se destaca com 22,98% e a classe de Campo limpo (Sg) com 1,53% da área da bacia. A classe de Campo sujo (Sp) se destaca na classe clinográfica citada com 67,30% de sua área total, enquanto que a classe de Campo limpo (Sg) concentra um total de 4,49% da mesma classe clinográfica;
- XI. A classe clinográfica predominante na bacia, correspondente ao intervalo de 3 a 8% de declividade do terreno, concentra, por sua vez, além da classe de Campo sujo (Sp), com 18,69%, as classes de Reflorestamento (R) e Pastagem (Ap). O Reflorestamento (R) ocupa um total de 11,60% dentro da classe citada na área da bacia, enquanto que a Pastagem (Ap) ocupa um total relativo a 3,67% da mesma área;
- XII. No que se refere à percentagem destas classes dentro da classe clinográfica de 3 a 8%, o Campo sujo (Sp) abrange 50,56% da área total da classe citada, enquanto as classes de Reflorestamento (R) e Pastagem (Ap), abrangem, respectivamente, 31,38% e 9,92% da mesma;
- XIII. A classe de Campo limpo (Sg), além de se concentrar em áreas com altitude superior a 1.250 m, se concentra ainda em áreas com declive do terreno maiores que 45%. Esta classe representa 0,31% da área total da bacia e o correspondente a 81,75% da classe clinográfica citada;
- XIV. Dentre as bacias no domínio do Cerrado Mineiro, a bacia que apresenta destaque no uso pelo Reflorestamento (R) é a bacia PA1 com mais de 20% de sua área recoberta por esta classe;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	9

- XV. A cobertura campestre destaca a bacia PA1 por apresentar maior cobertura de Campo limpo (Sg) dentre as demais bacias estudadas e a bacia PA1 com maior percentual de cobertura por Campo sujo (Sp) abrangendo mais de 56% de sua área total.

No mapa de uso e cobertura do solo (Figura 4.1), as áreas contínuas de campos cerrados se concentram no setor leste da bacia, ao norte de Divisa Alegre e Águas Vermelhas, também na região de Berizal e ao sul de Ninheira. Na porção oeste, há uma verdadeira fragmentação na vegetação de cerrado e campos cerrados.

As formações de cerrado propriamente dito também se concentram na porção leste e centro da bacia, principalmente de Berizal, Curral de Dentro (mais ao sul), e Indaiabira (centro). Na porção oeste, surge um mosaico vegetacional de norte a sul, entre os municípios de Montezuma (onde se concentram os maiores maciços), Santo Antônio do Retiro, Vargem Grande do Rio Pardo e Rio Pardo de Minas.

Para ilustrar a riqueza florística dos Cerrados, bem como realizar comparações sobre a diversidade e a similaridade florística de ambientes de cerrado, cita-se o trabalho de Couto *et al.*, (2009), desenvolvido em comunidades tradicionais do município de Rio Pardo de Minas, em ambientes denominados Areião, Areiãozinho, Chapada de Latossolo, Tabuleiro, e na comunidade Água Boa.

Os resultados florísticos e sociológicos revelaram um total de 477 indivíduos, os quais foram identificados e agrupados em 21 famílias botânicas, com 48 espécies (**Quadro 4.1**).

As famílias de maior destaque foram Myrtaceae e Fabaceae/Mimosoideae (5), Apocynaceae, Malpighiaceae, Fabaceae/Papilionoideae e Vochysiaceae, (4), Sapotaceae (3). No entanto, as famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram Fabaceae/Papilionoideae com 65 indivíduos (13,6%), seguidas por Apocynaceae com 52 indivíduos (10,9%), Sapotaceae e Caesalpinoideae com 50 indivíduos cada uma (10,5%), Vochysiaceae 45 (9,43%) e Malpighiaceae com 41 indivíduos (8,59%).

As espécies com maior ocorrência foram *Pouteria ramiflora* (morcegueira), *Machaerium opacum* (jacarandá-cascudo), *Qualea grandiflora* (pau-terra-grande), *Sclerolobium*

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	10

paniculatum var. subvelutinum (veludo), *Hancornia speciosa* (mangabeira) e *Byrsonima pachyphylla* (murici).

Em relação à riqueza de espécies, o ambiente denominado Areião apresentou 195 indivíduos distribuídos em 16 famílias e 35 espécies. Em Areiãozinho foram 143 indivíduos em 15 famílias e 22 espécies; em Chapada, 63 indivíduos distribuídos em 9 famílias e 17 espécies; e finalmente, no ambiente denominado Tabuleiro, amostrou-se 76 indivíduos distribuídos em 10 famílias e 13 espécies.

Para os autores, a diversidade de riqueza florística entre as áreas, além das condições ambientais naturais, e solos, deve-se principalmente, à pressão de uso atribuído a essas áreas, localizadas próximas a comunidades humanas e de uso comum.

4.1.2 Vegetação Rupestre

A bacia PA1 está inserida nos domínios da Serra do Espinhaço, mais conhecida como Cadeia do Espinhaço, uma das mais importantes formações geológicas em território nacional, e que abrigam importantes formações naturais, a exemplo dos Campos Rupestres, que resguardam inestimável parcela em biodiversidade de plantas da flora brasileira.

Dá-se o nome de Campos Rupestres às formações naturais abertas de vegetação de campos gramíneos que se desenvolvem em solos pobres em nutrientes (oligotróficos), ácidos, sujeitos a oscilações diárias de temperatura, rajadas de vento e restrições hídricas (Rapini *et al.*, 2008).

A vegetação neste tipo de ambiente se apresenta tipicamente xeromórfica, onde é marcante o domínio de plantas com grande capacidade de fixação ao substrato, tolerantes à dessecação ou resistentes ao stresse hídrico (Giulietti *et al.*, 1997).

Na Cadeia do Espinhaço, um mosaico de formações pode ser percebido. Além dos Campos Rupestres, são observados também Matas de Galeria (uma variação das matas ciliares), “capões” de Florestas Montanas, Floresta Estacional Semidecidual, campos, vegetação rupícola sobre solo de canga, áreas úmidas e brejosas, cerrado e caatinga, sendo notáveis extensos ecótonos entre essas comunidades (Giulietti e Pirani, 1997; Spócio e Stehmann, 2006; Vianna e Lombardi, 2007; Jacobi *et al.*, 2007, *apud* Versieux *et al.*, 2008).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	11

Em relação à flora das comunidades Rupestres do Espinhaço (Bahia e Minas Gerais), registra-se para a família Bromeliaceae, uma das dezenas de famílias botânicas existentes, a ocorrência de 26 gêneros e 224 espécies (**Quadro 4.1**). Em Minas Gerais são 141 espécies distribuídos em 23 gêneros. Do total de espécies apresentadas 111 (49,5%) são endêmicas da Cadeia do Espinhaço (Versieux *et al.*, 2008).

Versieux *et al.* (2008), a respeito da importância da Cadeia do Espinhaço como espaço de grande variabilidade de espécies e endemismos, comentam que “ *diversos trabalhos apontam para um elevado grau de endemismo de diferentes famílias de plantas ao longo do Espinhaço, e.g., Fabaceae* (Simon e Proença, 2000), *Apocynaceae* (Rapini *et al.*, 2002)”.

Os autores também observam que “... *o Estado de Minas Gerais como um todo, 62% das suas espécies endêmicas de Bromeliaceae, estão restritas ao Espinhaço, sendo essa a mais importante área de endemismo para a família no Estado* (Versieux e Wendt, 2006; 2007)”.

Algumas espécies endêmicas da Cadeia do Espinhaço, tais como, *Encholirium subsecundum*, *Neoregelia bahiana* e *Vriesea oligantha* são típicas da vegetação de Campos Rupestres e possuem ampla distribuição na Cadeia do Espinhaço. Os autores complementam: “ *em Minas Gerais, foram encontrados registros de ocorrência da família (Bromeliaceae) para cerca de 50% dos municípios do Espinhaço*”.

Outro grupo botânico estudado na Cadeia do Espinhaço é o das Asclepiadoideae (Apocynaceae). A subfamília, também conhecida como Asclepiadaceae, conta com 99 espécies e 20 gêneros na região do Espinhaço (Rapini, 2000).

Segundo o autor, “a maior parte das espécies está incluída em *Ditassa* R.Br. (41spp) e outros gêneros classificados em *Metastelmatinae*; *Oxypetalum* R.Br. (21 spp.), porém, é o segundo maior gênero em número de espécies. A diversidade de Asclepiadoideae e a distribuição geográfica restrita de muitas espécies confirmam o alto índice de endemismo característico da Cadeia do Espinhaço.

Entre os municípios que compõem a área de estudo (Cadeia do Espinhaço) está o de Rio Pardo de Minas, onde foram realizadas coletas em Campos Rupestres para os levantamentos florísticos de Asclepiadoideae (Rapini, 2000).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	12

No mapa de uso e cobertura do solo (Figura 4.1), as formações rupestres se apresentam no limite oeste da bacia, nos municípios de Santo Antônio do Retiro e Rio Pardo de Minas.

4.1.3 Domínio Fitoecológico da Floresta Estacional

As Florestas Mesófilas Estacionais, ou Florestas Estacionais (Semidecíduais e Decíduais) ocorrem em regiões de solos férteis, e por este motivo costumam ser ocupados para a agricultura, o que resulta na devastação ou fragmentação da cobertura natural original.

Florestas Decíduas são particularmente comuns em solos ricos que ocorrem na periferia de áreas conectas a Cerrados e Caatingas na região nordeste, no Bioma Chaco, e nas bordas do pantanal mato-grossense. Grandes extensões de Florestas Semidecíduais predominam em complexos transicionais entre o Cerrado e a Floresta Atlântica (Mata Atlântica) no Sudeste do Brasil.

As Florestas Semidecíduais tendem a ser consideradas floristicamente mais ricas que as decíduas. O **Quadro 4.1** apresenta a listagem florística de referência para a bacia do Rio Pardo do Minas. O total de espécies arbóreas é de aproximadamente cem espécies para Florestas decíduas secas que ocorrem em áreas do Planalto e Centro-Oeste do bioma, mas normalmente o número de espécies encontradas em qualquer local é muito menor que este (Oliveira Filho e Ratter, 2002, apud Oliveira e Marquis, 2002).

Neste Domínio, boa parte da cobertura vegetal original fora substituída por pastagens, áreas e cultivo, principalmente eucaliptais, restando fragmentos em trechos de relevo mais dissecado, baixas encostas e fundos de vales (**Figura 4.2** e **Figura 4.20**). As Florestas Estacionais Semidecíduais se apresentam na bacia do Pardo ocupando a região de Águas Vermelhas, no leste da bacia, e trechos no município de Ninheira. Já a as Formações Decíduas se concentram na região de Ninheiras, Taiobeiras e Indaiabira, na porção central da bacia, em ambas as margens do Pardo (**Figura 4.21** e **Figura 4.22**).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	13



Figura 4.2 – Visão geral da Serra do Espinhaço (Serra Nova) em Rio Pardo de Minas, ambientes de cerrado fragmentado e consorciado com pastagens

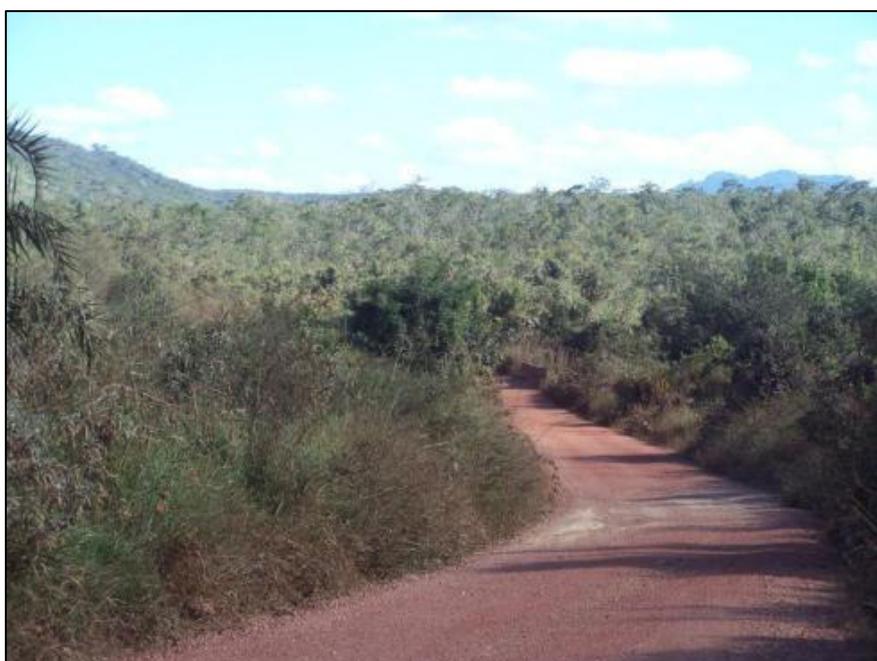


Figura 4.3 – Estrada de acesso para Serra Nova, em Rio Pardo de Minas; fragmentos de Cerrado compõem a paisagem

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 14
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 4.4 – Pastagens na base da cadeia do espinhaço em Rio Pardo de Minas



Figura 4.5 – Áreas de cerrado consorciado a pastagens, em Rio Pardo de Minas

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 15
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

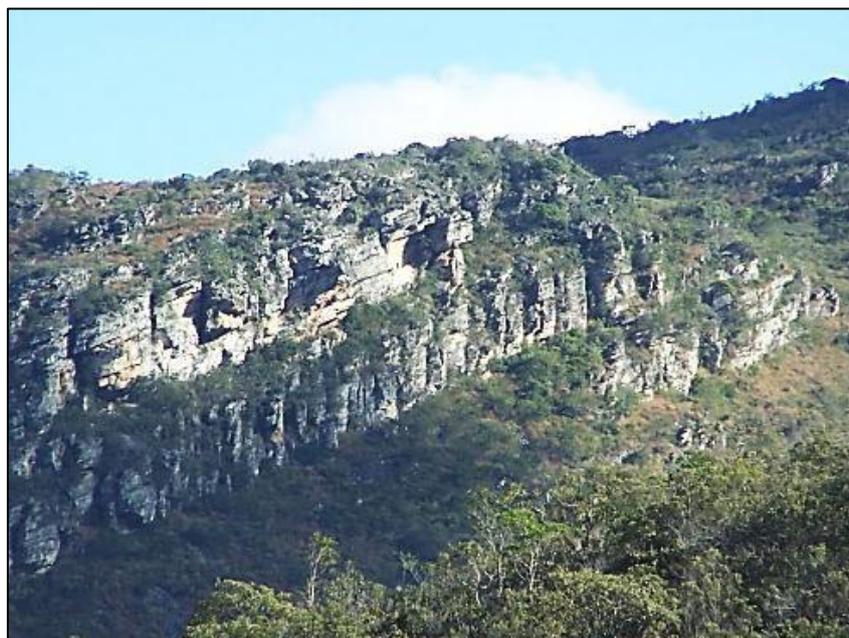


Figura 4.6 – Formação rochosa da cadeia do Espinhaço (Serra Nova)



Figura 4.7 – Formações rochosas da cadeia do Espinhaço (Serra Nova), recoberta por formações rupestres, em Rio Pardo de Minas

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 16
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 4.8 – Barragem de abastecimento de água de Montezuma, no Ribeirão da Tábua. Ambientes de Cerrado



Figura 4.9 – Vargem Grande do Rio Pardo, extensas áreas de cerrado desmatadas, em parte convertidas em pastagens, e parte em eucaliptais

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	17

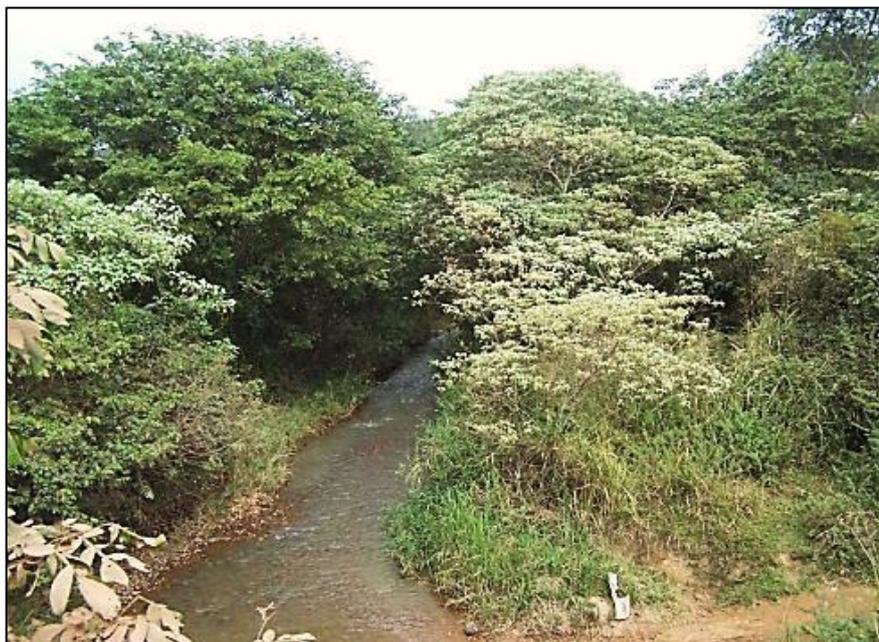


Figura 4.10 – Ribeirão Imbiruçu, em Vargem Grande do Rio Pardo, afluente do rio Pardo (margem esquerda)



Figura 4.11 – Vargem Grande do Rio Pardo, fundos de vales com solos úmidos cultivados com cana-de-açúcar para a fabricação da cachaça e rapadura. Encostas de morros com vegetação de cerrado

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 18
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 4.12 – Município de São João do Paraíso. Chapadões ocupados com eucaliptos, queimadas evidenciam as carvoarias



Figura 4.13 – Campos cerrados entre talhões de eucaliptos, detalhe da foto anterior

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 19
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 4.14 – Carvoaria em meio a talhões de eucalipto já colhidos, em São João do Paraíso



Figura 4.15 – Município de Ninheiras, áreas de pastagens em ambientes de transição entre e Floresta Estacional e o Cerrado

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 20
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 4.16 Ninheiras, paisagem em ambiente de Floresta Estacional Decidual

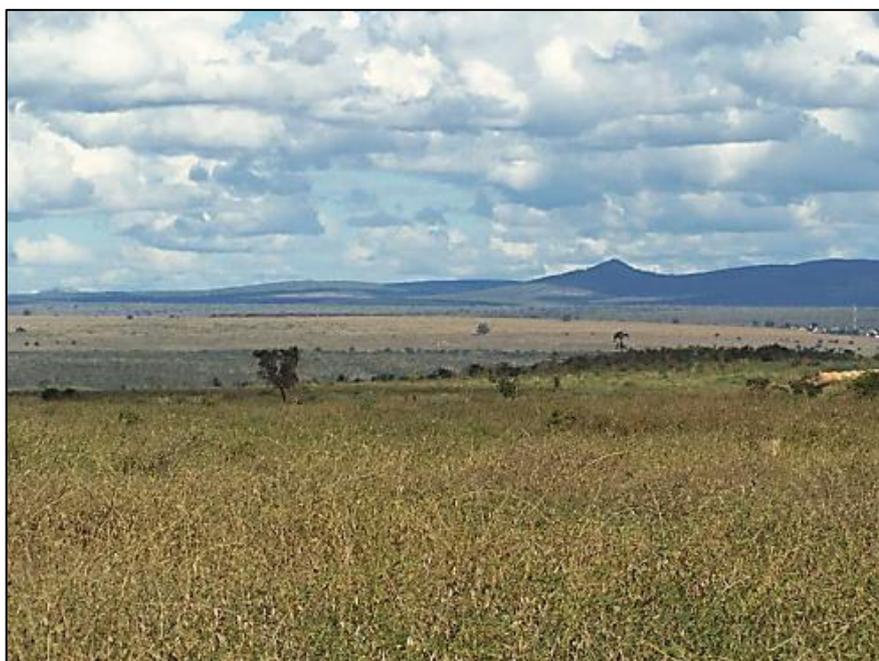


Figura 4.17 – Ambientes de Campos Cerrados entre Ninheiras e Berizal. Em primeiro plano, talhões destinados ao cultivo de eucalipto

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 21
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

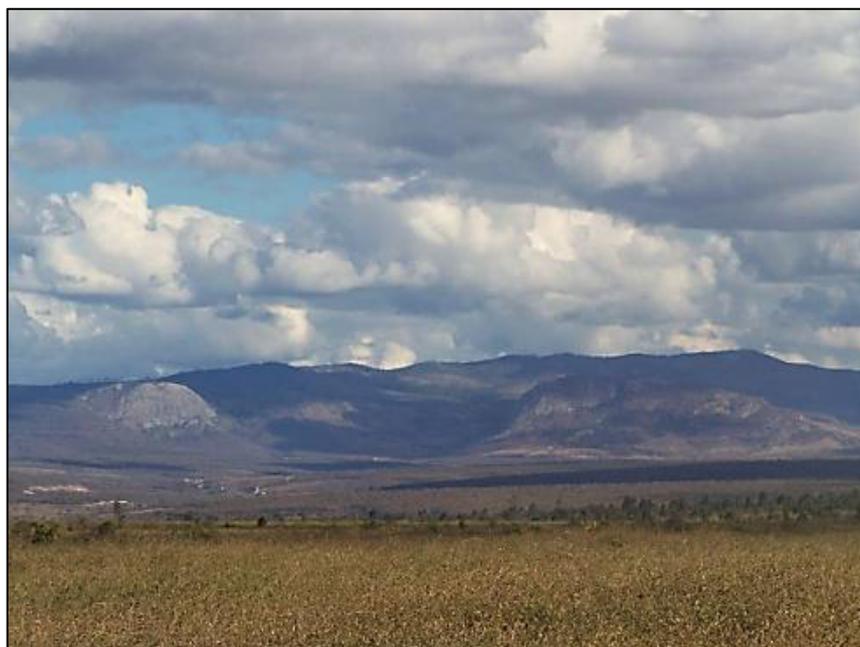


Figura 4.18 – Berizal, elevações em ambientes onde predominam campos cerrados



Figura 4.19 – Município de Berizal, rio Pardo, a montante da Represa Machado Mineiro, ambientes de Cerrado

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 22
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

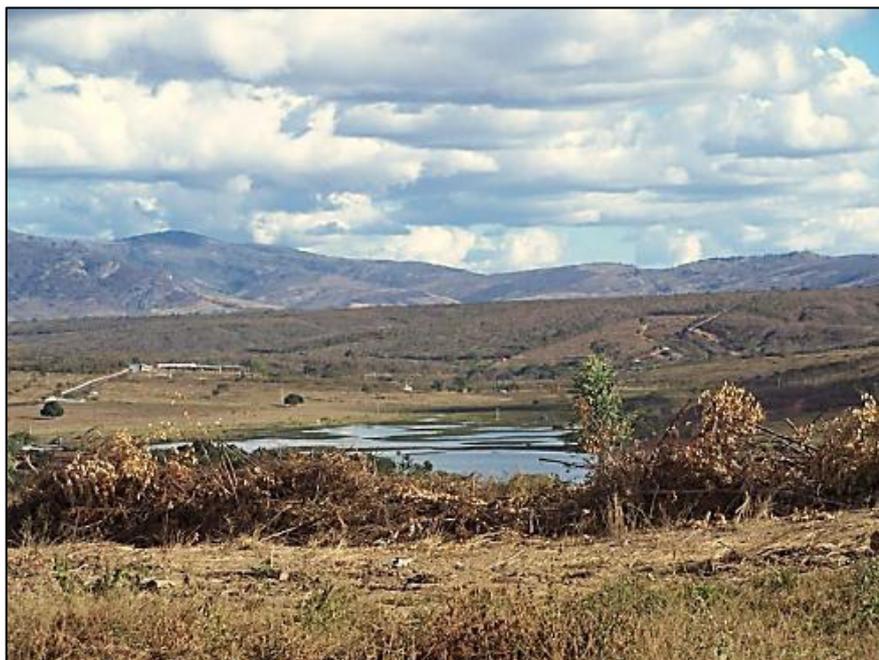


Figura 4.20 – Cercanias da cidade de Berizal. Pastagens e formações de Cerrados



Figura 4.21 – Encontro entre os rios Pardo e Rio Preto na cidade de Rio Pardo de Minas

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 23
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 4.22 – Encontro do rio Pardo com o rio Preto, em Rio Pardo de Minas. Nas figuras 4.21 e 4.22, trechos do Pardo em ambientes rurais e próximo da sede municipal – nota-se vegetação ciliar em bom estado de conservação

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 24
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 4.1 - Listagem florística de referência para a bacia do Rio Pardo do Minas (CR – Campo Rupestre; FE – Floresta Estacional; FO – Floresta Ombrófila; CA – Caatinga e Serras)

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
Amarylidaceae	<i>Habranthus botumirensis</i> R.S.Oliveira & P.T.Sano		Campo rupestre
	<i>H. irwinianus</i> Ravenna.		Campo rupestre
	<i>H. itaobinus</i> Ravenna.		Campo rupestre
	<i>H. datensis</i> Ravenna.		Campo rupestre
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	cupiuba	Cerrado
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.		Cerrado
	<i>A. Crassifolia</i> Mart.	Araticum-do-cerrado	Cerrado
	<i>A. dioica</i> A.St.Hill		Cerrado
	<i>Xylopia sericea</i> St. Hill.		Cerrado
	<i>Duguetia furfuracea</i> (St. Hil.) Benth. & Hook		Cerrado
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.		Cerrado
	<i>A. macrocarpon</i> Mart.		Cerrado
	<i>Hancornia speciosa</i> B.aA Gomez	Mangaba	Cerrado
	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	Pau-de-leite	Cerrado
Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin		Cerrado
	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin		Cerrado
	<i>S. morototoni</i> (Aubl.) DCe. & Planch.	sambacuí	Cerrado
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	Macaúba	Cerrado/Campo rupestre
	<i>Allagoptera campestris</i>	Buri	Cerrado/Campo rupestre
	<i>Allagoptera campestris</i>	Buri	Cerrado/Campo rupestre
	<i>Attalea geraensis</i>	Indaiá-rasteiro	Cerrado/Campo rupestre

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 25
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
	<i>A. oleifera</i>	Andaiá	Cerrado/Campo rupestre
	<i>Butia archeri</i>	Butiá	Cerrado/Campo rupestre
	<i>Butia capitata</i>	Butiá-vinagre	Cerrado/Campo rupestre
	<i>Geonoma brevispatha</i>	Ouricana	Cerrado/Campo rupestre
	<i>Mauritia flexuosa</i>	Uriti	Cerrado/Campo rupestre
	<i>Syagrus coronata</i>	Licuri	Cerrado/Campo rupestre
	<i>S. flexuosa</i>	<i>coco-de-raposa</i>	Cerrado/Campo rupestre
	<i>S. glaucescens</i>		Cerrado/Campo rupestre
	<i>S. mendanhensis</i>		Cerrado/Campo rupestre
	<i>S. petraea</i>	<i>coco-de-vassoura</i>	Cerrado/Campo rupestre
	<i>S. pleioclada</i>		Cerrado/Campo rupestre
	<i>S. romanzoffiana</i>	Jerivá	Cerrado/Campo rupestre
Asclepiadaceae	<i>Cynanchum roulinioides</i> (E. Fourn.) Rapini		Campos Rupestres
	<i>Ditassa auriflora</i> Rapini.		Campos Rupestres
	<i>D. bifurcata</i> Rapini		Campos Rupestres
	<i>D. cipoensis</i> (Fontella) Rapini		Campos Rupestres
	<i>D. grazielae</i> (Fontella & Marquete) Rapini		Campos Rupestres
	<i>D. inconpiscua</i> Rapini		Campos Rupestres
	<i>D. itambensis</i> Rapini		Campos Rupestres
	<i>D. longicaulis</i> (E. Fourn.) Rapini		Campos Rupestres
	<i>D. magisteriana</i> Rapini		Campos Rupestres
	<i>D. monocoronata</i> Rapini		Campos Rupestres
	<i>D. semirii</i> (Fontella) Rapini		Campos Rupestres

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 26
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
	<i>D. succedanea</i> Rapini		Campos Rupestres
	<i>Hemipogon carassensis</i> (Malme) Rapini		Campos Rupestres
	<i>H. furlanii</i> (Fontella) Rapini		Campos Rupestres
	<i>H. hatschbachii</i> (Fontella & Marquete) Rapini		Campos Rupestres
	<i>H. hemipogonoides</i> (Malme) Rapini		Campos Rupestres
	<i>H. piranii</i> (Fontella) Rapini		Campos Rupestres
	<i>Macroditassa melantha</i> (Silveira) Rapini		Campos Rupestres
	<i>Metastelma burchellii</i> (Hook. & Arn.) Rapini		Campos Rupestres
	<i>Oxypetalum polyanthum</i> (Hoehne) Rapini		Campos Rupestres
	<i>O. rusticum</i> Rapini		Campos Rupestres
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera		Cerrado
	<i>Lynchnophora salicifolia</i> Mart.		Cerrado
	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC) MacLeish	Candeia	Cerrado
	<i>E. glomeraptus</i> Less.	Candeia	Cerrado
	<i>Piptocarpha</i> sp.		Cerrado
	<i>Vernonia</i> sp.		Cerrado
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.		Cerrado
	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.		Cerrado
	<i>Zeyhereia digitalis</i> (Vell.) L.B.Sm.Sand.		Cerrado
	<i>Zeyheria montana</i> Mart.		Cerrado
Bombacaceae	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.		Cerrado
(Malvaceae)			
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	Amescla	Cerrado

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 27
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
Bromeliaceae	<i>Aechmea alba</i>		CR, FE, FO
	<i>Aechmea alopecurus</i>		CR, FE, FO
	<i>Alcantarea burle-marxii</i>		CR, FE, FO
	<i>Billbergia iridifolia</i>		CR, FE, FO
	<i>Canistrum auratum</i>		CR, FE, FO
	<i>Hohenbergia ramageana</i>		CR, FE, FO
	<i>Neoglaziovia variegata</i>		CR, FE, FO
	<i>Orthophytum disjunctum</i> L.B.Sm. var. <i>disjunctum</i>		CR, FE, FO
	<i>Orthophytum benzingii</i>		CR, FE, FO
	<i>Orthophytum glabrum</i>		CR, FE, FO
	<i>Orthophytum horridum</i>		CR, FE, FO
	<i>Orthophytum leprosum</i>		CR, FE, FO
	<i>Orthophytum lucidum</i>		CR, FE, FO
	<i>Orthophytum magalhaesii</i>		CR, FE, FO
	<i>Orthophytum maracasense</i>		CR, FE, FO
	<i>Portea silveirae</i>		CR, FE, FO
	<i>Pseudananas sagenarius</i>		CR, FE, FO
	<i>Tillandsia graomogolensis</i>		CR, FE, FO
	<i>Tillandsia loliacea</i>		CR, FE, FO
	<i>Tillandsia parvispica</i>		CR, FE, FO
	<i>Tillandsia pohliana</i>		CR, FE, FO
	<i>Tillandsia recurvata</i>		CR, FE, FO
	<i>Tillandsia tenuifolia</i> L. var. <i>tenuifolia</i>		CR, FE, FO

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 28
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
	<i>Tillandsia aff. sprengeliana</i>		CR, FE, FO
	<i>Vriesea procera</i>		CR, FE, FO
Cactaceae	<i>Discocactus horstii</i>		Caatinga
	<i>Uebelmannia pectinifera</i> ssp. <i>pectinifera</i> E. Buining		Campos Rupestres
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi	Cerrado
Celastraceae	<i>Austroplenckia populnea</i> (Reissek) Lundell		Cerrado
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.		Cerrado
	<i>K. lathrophytum</i> Saddi	Pau-santo-vermelho	Cerrado
	<i>K. petiolaris</i> Mart.		Cerrado
	<i>K. speciosa</i> a. St. Hill.	Pau-santo	Cerrado
Combretaceae	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	Mussambê	Cerrado
Connaraceae	<i>Rourea induta</i> Planch.		Cerrado
Cyperaceae	<i>Rhynchospora globosa</i>	espeta-nariz	Campos Rupestres
	<i>R. speciosa</i>	capim-estrela	Campos Rupestres
	<i>Ascolepis brasiliensis</i> (Kunth) Benth. ex C.B. Clarke,		Campos Rupestres
	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke		Campos Rupestres
	<i>Bulbostylis conspicua</i> (Boeck.) H. Pfeiff		Campos Rupestres
	<i>Bulbostylis fimbriata</i> (Nees) C.B. Clarke		Campos Rupestres
	<i>Bulbostylis jacobinae</i> (Steud.) Lindm.		Campos Rupestres
	<i>Bulbostylis lagoensis</i> (Boeck.) Prata & M.G. López.		Campos Rupestres
	<i>Cryptangium minarum</i> (Nees) Boeck.,		Campos Rupestres
	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.		Campos Rupestres
	<i>Cyperus consors</i> C.B. Clarke,		Campos Rupestres

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 29
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
	<i>Cyperus diamantinus</i> (D.A. Simpson) Govaerts & D.A.Simpson,		Campos Rupestres
	<i>Cyperus haspan</i> L.		Campos Rupestres
	<i>Cyperus schomburgkianus</i> Nees		Campos Rupestres
	<i>Cyperus unioloides</i> R. Br.,		Campos Rupestres
	<i>Eleocharis capillacea</i> Kunth,		Campos Rupestres
	<i>Eleocharis debilis</i> Kunth,		Campos Rupestres
	<i>Eleocharis filiculmis</i> Kunth		Campos Rupestres
	<i>Fimbristylis complanata</i> (Retz.) Link		Campos Rupestres
	<i>Fuirena umbellata</i> Rottb.		Campos Rupestres
	<i>Hypolytrum rigens</i> Nees in Mart.		Campos Rupestres
	<i>Kyllinga odorata</i> Vahl		Campos Rupestres
	<i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth) Nees		Campos Rupestres
	<i>Lipocarpha sphacelata</i> (Vahl) Kunth		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora albiceps</i> Kunth		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeck.		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora elatior</i> Kunth		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora exaltata</i> Kunth		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora</i> aff. <i>junciformis</i> (Kunth) Boeck.		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora recurvata</i> (Nees) Steud.		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora rigida</i> (Kunth) Boeck.		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora robusta</i> (Kunth) Boeck.		Campos Rupestres
	<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale		Campos Rupestres

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 30
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
	<i>Rhynchospora tenuis</i> Link		Campos Rupestres
	<i>Scleria atroglumis</i> D.A.		Campos Rupestres
	<i>Trilepis Ihotzkiana</i> Nees ex Arnot		Campos Rupestres
Dilleniaceae	<i>Davilla rugosa</i> Poir.		Cerrado
Ebenaceae	<i>Diospyrus hispida</i> A.DC.		Cerrado
	<i>D. sericea</i> A.DC.		Cerrado
	<i>D. burchellii</i> Hiern.	Olho-de-boi	Cerrado
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon ligulatum</i>	botão-dourado	Campos Rupestres
Sempre-vivas	<i>Leiostrix flavecens</i>	botão-bolinha	Campos Rupestres
	<i>Paepalanthus macrocephalus</i>	botão-branco	Campos Rupestres
	<i>P. polyanthus</i>	pavão	Campos Rupestres
	<i>Syngonanthus brasiliensis</i>	pezinho-branco	Campos Rupestres
	<i>S. elegans</i>	sempre-viva	Campos Rupestres
	<i>S. helmyntorrhizus</i>	olho-de-gato	Campos Rupestres
	<i>S. nitens</i>	sedinha	Campos Rupestres
	<i>S. arthrotrichus</i>	mini-saia	Campos Rupestres
	<i>S. venustus</i>	brejeira	Campos Rupestres
	<i>S. xeranthemoides</i>	botão-novo	Campos Rupestres
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.		Cerrado
	<i>E. daphnites</i> Mart.		Cerrado
	<i>E. gonocladum</i> (C.Mart.) O.E.Schulz		Cerrado
Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.		Cerrado
	<i>Richeria grandis</i>	Jaqueira-do-brejo	Vereda/Galeria

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 31
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		Cerrado
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>		Cerrado
	<i>Ocotea aciphylla</i>		Cerrado
	<i>O. laxa</i>		Cerrado
	<i>O. felix</i> Coe-Teixeira		Cerrado
	<i>O. pulchela</i>		Cerrado
Leguminosae- caesalpinioideae	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong) Steud.		Cerrado
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	jatobá-do-cerrado	Cerrado
	<i>H. courbaril</i> L.	Jatobá	Cerrado
	<i>Sclerobium paniculatum</i> Vogel		Cerrado
	<i>Senna rugosa</i> (G.don)H.S. Irwin & Barneby		Cerrado
Leguminosae- mimosoideae	<i>Mimosa pithecolobioides</i>		Cerrado
	<i>M. verrucosa</i> Benth.		Cerrado
	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	barbatimão	Cerrado
	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Tamboril	Cerrado
	<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth.) Benth.	Espineiro	Cerrado
	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Vinhático-do-campo	Cerrado
Leuminosae- papilionoideae	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	Unha-d'anta	Cerrado
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira	Cerrado
	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel		Cerrado
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Caviúna-do-cerrado	Cerrado
	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke.	Araticum	Cerrado
	<i>Swartzia myrtifolia</i> J.E.Sm.		Cerrado

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 32
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
	<i>Machaerium opacum</i> Vogel.	Jacarandá-cascudo	Cerrado
Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Quina-do-cerrado	Cerrado
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.Hill.		Cerrado
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis anisandra</i> (A.Juss.) B.Gates		Cerrado
	<i>B. campestris</i> A.Juss.		Cerrado
	<i>B. malifolia</i> (Nees & Mart.) B.Gates		Cerrado
	<i>B. stellaris</i> (Griseb.) B.Gates		Cerrado
	<i>Byrsonima coccolobaefolia</i> Kunth.	murici-do-cerrado	Cerrado
	<i>B. intermedia</i> A.Juss.		Cerrado
	<i>B. salzmanniana</i> A.Juss.		Cerrado
	<i>B. verbascifolia</i> (L.) DC.	murici-do-cerrado	Cerrado
	<i>B. pachyphylla</i> A. Juss.	Murici	Cerrado
	<i>Banisteriopsis sp.</i>		Cerrado
	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	Murici-macho	Cerrado
	<i>H. eglandulosa</i> A.Juss.		Cerrado
Melastomataceae	<i>Lavoisiera sp.</i>		Vereda
	<i>Leandra sp.</i>		Vereda
	<i>Trembleya sp.</i>		Vereda
	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana		Cerrado
	<i>M. ferruginata</i> DC.	Pixirica	Cerrado
	<i>M. ligustroide</i> (DC.) Naudin		Cerrado
	<i>M. paulensis</i>		Cerrado
	<i>M. pohliana</i>		Cerrado

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 33
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> Saldanha		Cerrado
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	capororoca	Cerrado
	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.		Cerrado
Myrtaceae	<i>Calypthranthes</i> sp.		Cerrado
	<i>Eugenia aurata</i> O. Berg		Cerrado
	<i>E. dysenterica</i> DC.	Cagaita	Cerrado
	<i>E. puniceifolia</i> (Kunth.) DC.	Murta	Cerrado
	<i>E. strictopetala</i> DC.	Araçá	Cerrado
	<i>Marlierea racemosa</i>		Cerrado
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.		Cerrado
	<i>Pimenta</i> sp.		Cerrado
	<i>Psidium pohlianum</i> O. Berg	Araçá	Cerrado
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	Ucuúba-do-cerrado	Vereda/cerrado
Nyctaginaceae	<i>Guapira ferruginea</i> (Klotzsch ex Choisy) Lundell		Cerrado
	<i>G. noxia</i> (Netto) Lundell		Cerrado
	<i>Neea theifera</i> Oerst.		Cerrado
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.		Cerrado
Poaceae	<i>Andropogon leucostachius</i>	pingo-de-neve	Campo rupestre
Sempre-vivas	<i>Aristida riparia</i>	rabo-de-raposa	Campo rupestre
	<i>Aulonemia effusa</i>	andrequicé	Campo rupestre
	<i>Axonopus aureus</i>	capim-ourinho	Campo rupestre
	<i>A. brasiliensis</i>	capim-branco	Campo rupestre
	<i>Cymbopogon densiflorus</i>	capim-cacheado	Campo rupestre

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 34
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
	<i>Loudentiopsis chrysothrix</i>	brinco-de-ouro	Campo rupestre
	<i>Setaria stenax</i>	Rabo-de-gato	Campo rupestre
	<i>Sorghum arundinaceum</i>	arrozinho	Campo rupestre
Proteaceae	<i>Euplassa legali</i>		Cerrado
	<i>Roupala montana</i> Aubl.		Cerrado
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i>	pessegueiro-bravo	Cerrado
Rubiaceae	<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) K.Schum.		Cerrado
	<i>Amaoiuou guianensis</i>		Cerrado
	<i>Palicourea rigida</i> Kunth.		Cerrado
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.		Cerrado
	<i>Remijia ferruginea</i>		Cerrado
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schldl.) K.Schum.		Cerrado
Rutaceae	<i>Hortia arborea</i>		Cerrado
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.		Cerrado
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i>		Cerrado
	<i>C. vernalis</i> Cambess.		Cerrado
	<i>Magonia pubescens</i> A.St.Hill.		Cerrado
	<i>Matayba sp.</i>		Cerrado
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Morcegueira	Cerrado
	<i>P. torta</i> (Mart.) Radlk.	Cabeluda	Cerrado
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl.		Cerrado
Symplocaceae	<i>Symplocos nitens</i>	Congonha	Vereda
	<i>S. oblongifolia</i> Casar	Congonha	Cerrado

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 35
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
Velloziaceae	<i>Barbacenia markgrafii</i> Schulze-Menz		Campo rupestre
	<i>Barbacenia reflexa</i> L.B.Sm. & Ayensu,		Campo rupestre
	<i>Barbacenia riparia</i> (N.L.Menezes & Mello-Silva) Mello-Silva,		Campo rupestre
	<i>Barbacenia umbrosa</i> L.B.Sm. & Ayensu,		Campo rupestre
	<i>Vellozia albiflora</i> Pohl		Campo rupestre
	<i>Vellozia brachypoda</i> L.B.Sm. & Ayensu		Campo rupestre
	<i>Vellozia bradei</i> Schulze-Menz		Campo rupestre
	<i>Vellozia ciliata</i> L.B.Sm.		Campo rupestre
	<i>Vellozia glauca</i> Pohl		Campo rupestre
	<i>Vellozia graomogolensis</i> L.B.Sm.		Campo rupestre
	<i>Vellozia hirsuta</i> Goethart & Henrard		Campo rupestre
	<i>Vellozia luteola</i> Mello-Silva & N.L.Menezes		Campo rupestre
	<i>Vellozia marcescens</i> L.B.Sm.		Campo rupestre
	<i>Vellozia maxillarioides</i> L.B.Sm.		Campo rupestre
	<i>Vellozia prolifera</i> Mello-Silva		Campo rupestre
	<i>Vellozia spiralis</i> L.B.Sm.,		Campo rupestre
	<i>Vellozia stenocarpa</i> Mello-Silva,		Campo rupestre
	<i>Vellozia subscabra</i> J.C.Mikan		Campo rupestre
Vochysiaceae	<i>Qualea cordata</i> (Mart.) Spreng.		Cerrado
	<i>Q. multiflora</i> Mart.	Pau-terra-liso	Cerrado
	<i>Q. parviflora</i> Mart.	Pau-terra-roxo	Cerrado
	<i>Q. grandiflora</i> Mart.	Pau-terra-grande	Cerrado
	<i>Salvertia convallariaeodora</i>	colher-de-vaqueiro	Cerrado

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 36
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar	Ocorrência
	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl.	Pau-d'água	
Xyridaceae	<i>Xyris laxifolia</i>	botão-marrom	Campo rupestre
Sempre-vivas	<i>X. platystachya</i>	cabeça-de-negro	Campo rupestre

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 37
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

4.2 Fauna

A escassez de pesquisas científicas disponíveis na bacia PA1 revela um quadro de preocupação acerca dos problemas que envolvem os mecanismos de proteção e conservação da biodiversidade nesta região do norte de Minas Gerais.

Além da falta de trabalhos faunísticos também apontamos uma carência substancial de Unidades de Conservação para esta UPGRH. Apenas duas UC's estaduais são encontradas. Na porção Oeste da Bacia, a presença notável da Cadeia do Espinhaço faz jus a implantação do Parque Estadual de Serra Nova. Além deste, mas fora da Cadeia, existe também outro Parque Estadual em Montezuma.

Na busca por trabalhos científicos que ilustrem a fauna na bacia PA1 poucos trabalhos estão acessíveis à consulta eletrônica, contudo, as pesquisas sobre a Cadeia do Espinhaço se revelam como o centro das atenções de diversos pesquisadores, principalmente para as formações Rupestres e áreas de Cerrado, em especial na bacia do Jequitinhonha.

Como a Cadeia do Espinhaço ocupa uma pequena parcela da bacia PA1, observa-se o desinteresse por pesquisas científicas mais aprofundadas em ambientes similares de Cerrado, Floresta Estacional, Caatinga e Mata Atlântica, deixando assim uma imensa lacuna no conhecimento sobre a biodiversidade local.

Desta forma, resta citar alguns trabalhos faunísticos relativos à Cadeia do Espinhaço Central, que engloba as bacias do Jequitinhonha, São Francisco e Pardo, salientando que os demais espaços necessitam de incentivos gerais para a adoção de medidas de conservação mais urgentes como a implantação de Unidades de Conservação, aliados a estudos mais aprofundados de manejo e catalogação da biodiversidade de plantas e animais.

Segundo Louzada *et al.* (2008), "*a Cadeia do Espinhaço é uma das áreas mais relevantes para a conservação da biodiversidade no Estado de Minas Gerais, sua influência afeta várias regionais do Estado, inclusive a regional Norte. Nesta, nota-se uma grande discrepância entre as áreas de serra, com terrenos declivosos e de difícil acesso e as áreas mais aplainadas, onde a influência humana é mais intensa. Nas áreas sob influência da Cadeia do Espinhaço inseridas na regional Norte se observa grande relevância para conservação do*

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	38

aves, herpetofauna e invertebrados, mesmo padrão já descrito para a regional Jequitinhonha'.

4.2.1 Biodiversidade na Cadeia do Espinhaço

Segundo a Fundação Biodiversitas (2007), o Parque Estadual do Rio Preto, inserido no complexo da Serra do Espinhaço, abriga mais de 40 espécies de mamíferos que habitam a região, entre eles destacam-se o ouriço-caixeiro (*Erinaceus europaeu*), o caititu (*Tayassu tajacu*), o gato maracajá (*Leopardus wiedii*) e o mocó (*Kerodon rupestris*). A presença de diversas espécies ameaçadas de extinção, dentre as quais o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), o tatu canastra (*Priodontes maximus*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) são também mencionadas para o Parque.

Entre os primatas, dois gêneros representam a Família Atelidae na Cadeia do Espinhaço. *Alouatta* e *Brachyteles*. O gênero *Alouatta* (bugio) contribui para a riqueza da Cadeia com duas espécies: *A. caraya*, restrita às áreas de Cerrado na região Oeste, e *A. guariba*, endêmica da Mata Atlântica. Esta última é representada por duas sub-espécies: *A. g. clamitans*, ao Sul, e *A. g. guariba*, na região Nordeste da Cadeia (Vale do Jequitinhonha) (Lessa *et al.*, 2008).

As ordens Artiodactyla (mamíferos ungulados com um número par de dedos nas patas: veados, bois, porcos, etc.) e Perissodactyla (mamíferos ungulados com um número ímpar de dedos nas patas: cavalos, tapires, etc.) apresentam poucos registros disponíveis, e em geral restritos à porção meridional do Espinhaço, na região Nordeste (Vale do Jequitinhonha).

Para esses grupos cita-se a ocorrência de *Mazama americana* (veado-mateiro), *Mazama gouazoupira* (veado-catingueiro) e *Pecari tajacu* (cateto). *Tapirus terrestris* (anta) tem sido registrado com frequência ao longo da Cadeia e em diferentes gradientes altitudinais, acredita-se que a Cadeia do Espinhaço seja uma área importante para a conservação da espécie (Moraes Jr. *et al.*, 2003).

Em Minas Gerais, embora a Cadeia do Espinhaço tenha sido indicada como área prioritária para a conservação de diversos grupos biológicos, foi considerada como "insuficientemente conhecida" para o grupo de mamíferos (Drummond *et al.*, 2005), o que demonstra o vazio de informações científicas sobre a mastofauna do Espinhaço.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	39

Entre os roedores, marsupiais e quirópteros, a maior ameaça é ainda a escassez de conhecimentos científicos básicos referentes à taxonomia, sistemática, ecologia e distribuição geográfica, o que prejudica tanto as atividades de campo quanto as inferências sobre o estado de conservação das espécies (Costa *et al.*, 2005b).

Para os grupos de répteis e anfíbios, os trabalhos disponíveis restringem-se ao Parque Nacional das Sempre Vivas e Parque Estadual de Grão Mogol, ambos na UPGRH JQ1. No Parque Nacional das Sempre Vivas, localizado na porção meridional da Cadeia do Espinhaço, ocorre uma grande diversidade de ambientes característicos do cerrado.

O PARNA Sempre Vivas, registra-se 23 espécies de anfíbios pertencentes a seis famílias: Hylidae, Leptodactylidae, Bufonidae, Leiuperidae, Microhylidae e Centrolenidae. Doze espécies de répteis pertencentes a oito famílias foram também registradas: Tropiduridae, Colubridae, Gekkonidae, Chelidae, Leiosauridae, Teiidae, Scincidae e Leptotyphlopidae (Mezzetti *et al.*, 2007).

De acordo com Mezzetti *et al.* (2007), a composição da herpetofauna encontrada no PARNA Sempre Vivas é constituída, principalmente, por espécies características de áreas abertas (47,83% dos anfíbios e 58,34% dos répteis), sendo que 30,43% do total de anfíbios e 16,67% de répteis ocorreram em ambos ambientes.

Para o grupo das aves, registra-se que o Estado de Minas Gerais apresenta uma riqueza de pássaros na ordem de 780 espécies (Louzada *et al.*, 2008), das quais 83 estão listadas como ameaçadas. Além dessas 83 espécies oficialmente reconhecidas como ameaçadas em Minas Gerais, 17 outras ocorrentes no Estado foram consideradas ameaçadas de extinção por Collar *et al.* (1994) (**Quadro 4.2**).

Mais uma vez, a Cadeia do Espinhaço revela interesse para pesquisadores como Vasconcelos *et al.* (2008), que estudam a distribuição e casos de endemismos em ambientes de campos Rupestres e de Cerrado. Dentre as espécies citadas por Vasconcelos *et al.* (2008) estão o beija-flor-de-gravata-verde (*Augastes scutatus*), lenheiro-da-serra-do-cipó (*Asthenes luizae*), tapaculo-de-colarinho (*Melanopareia torquata*), gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*), bico-de-pimenta (*Saltator atricollis*), campainha-azul (*Porphyrospiza caerulescens*) e capacetinho-do-oco-do-pau *Pospiza cinerea*, apontadas como endêmicas do Cerrado conforme Silva e Bates (2002).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	40

Quadro 4.2 – Listagem ornitofauna de referência para a porção central da Serra do Espinhaço – baseada em Vasconcelos e D’Angelo Neto, 2007

Família	Espécie	Nome Vulgar
Acciptridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	
	<i>B. nitidus</i>	
	<i>Elanus leucurus</i>	
	<i>Heterospizias meridionalis</i>	
	<i>Rupornis magnirostris</i>	
Alcedinidae	<i>Ceryle torquatus</i>	Martim-pescador
	<i>Chloroceryle americana</i>	Martim-pescador
Apodidae	<i>Tachornis squamata</i>	
Anatidae	<i>Amazoneta brasiliensis</i>	
	<i>Dendrocygna viduata</i>	
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	
	<i>Butorides striata</i>	
	<i>Bulbucus ibis</i>	Garça
	<i>Egretta thula</i>	
	<i>Syrigma sibilatrix</i>	
Buconidae	<i>Nystalus chacuru</i>	
	<i>N. maculatus</i>	
	<i>Nonnula rubecula</i>	
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus longirostris</i>	
	<i>C. rufus</i>	
	<i>C. parvalus</i>	
	<i>Chordeiles acutipennis</i>	
	<i>C. pusillus</i>	
	<i>Hydropsalis torquata</i>	
	<i>Lurocalis semitorquatus</i>	
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	
Cardinalidae	<i>Cyanocompsa brissonii</i>	
	<i>Saltator atricollis</i>	Bico-de-pimenta
	<i>S. similis</i>	
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	Seriema
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Urubu
	<i>C. burrovianus</i>	Urubu
	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu
	<i>Sarcoramphus papa</i>	
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero
Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-caldo-de-feijão
	<i>Columbina picui</i>	Rolinha
	<i>Columba livia</i>	
	<i>Claravis pretiosa</i>	
	<i>Leptotilia verreauxi</i>	
	<i>L. rufaxilla</i>	
	<i>Patagonenas picazuro</i>	

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar
	<i>P. cayennensis</i>	
	<i>Zenaida auriculata</i>	
Conopophagidae	<i>Conopophaga lineata</i>	
Corvidae	<i>Cyanocorax cristatellus</i>	Gralha-do-campo
	<i>C. cyanopogon</i>	
Cotingidae	<i>Pyroderus scutatus</i>	
Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	
	<i>Penelope superciliaris</i>	
Cuculidae	<i>Coccyzus euleri</i>	
	<i>C. melacoryphus</i>	
	<i>Crotophaga ani</i>	Anum-preto
	<i>Guira guira</i>	Anum-branco
	<i>Tapera naevia</i>	
	<i>Piaya cayana</i>	
Dendrocolaptidae	<i>Dendrocincla turdina</i>	
	<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	
	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	
	<i>L. squamatus</i>	
	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	
	<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	
	<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	
Emberizidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	
	<i>Arremon flavirostris</i>	
	<i>Charitospiza eucosma</i>	
	<i>Corysphospingus pileatus</i>	
	<i>Emberizoides herbicola</i>	
	<i>E. longicauda</i>	
	<i>Paroaria dominicana</i>	Galo-de-campina
	<i>Porphyrospiza caerulescens</i>	Campainha-azul
	<i>Poospiza cinerea</i>	Capacetinho-do-oco-do-pau
	<i>Sicalis citrina</i>	
	<i>S. luteola</i>	
	<i>Sporophila albugularis</i>	
	<i>S. angolensis</i>	
	<i>S. bouvreuil</i>	
	<i>S. leucoptera</i>	
	<i>S. plumbea</i>	
	<i>S. lineola</i>	
	<i>Tiaris fuliginosus</i>	
	<i>Volatinia jacarina</i>	
	<i>Zonitrichia capensis</i>	
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carcará
	<i>Falco Sparverius</i>	
	<i>F. femoralis</i>	
	<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar
	<i>Micrastur ruficollis</i>	
	<i>M. semitorquatus</i>	
Formicariidae	<i>Formicarius colma</i>	
Fringilidae	<i>Carduelis magellanica</i>	
	<i>Euphonia chlorotica</i>	
	<i>E. cyanocephala</i>	
Furnariidae	<i>Automolus leucophthalmus</i>	
	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	
	<i>Furnarius figulus</i>	
	<i>F. leucopus</i>	
	<i>F. rufus</i>	
	<i>Hylocryptus rectirostris</i>	
	<i>Lochmias nematura</i>	
	<i>Megaxenops parnaguae</i>	
	<i>Phacellodomus rufifrons</i>	
	<i>P. ruber</i>	
	<i>Philydor rufum</i>	
	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	
	<i>Synallaxis albescens</i>	
	<i>S. spixi</i>	
	<i>S. scutata</i>	
	<i>Syndactyla dimidiata</i>	
	<i>Xenops minutus</i>	
	<i>X. rutilans</i>	
Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	
Grallaridae	<i>Hylopezus ochroleucus</i>	
Hirundinidae	<i>Alopocheidon fucata</i>	
	<i>Hirundo rustica</i>	
	<i>Progne tapera</i>	
	<i>P. chalybea</i>	
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	
	<i>Tachycineta albiventer</i>	Andorinha
Icteridae	<i>Agelaioides fringillarius</i>	
	<i>Cacicus haemorrhous</i>	
	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	
	<i>Icterus cayanensis</i>	
	<i>I. jamacaii</i>	
	<i>Gnorimopsar chopi</i>	
	<i>Molothrus bonariensis</i>	
	<i>M. rufoaxillaris</i>	
Melanopareiidae	<i>Melanopareia torquata</i>	Tapaculo-de-colarinho
Mimidae	<i>Mimus sartuninus</i>	
Nyctibiidae	<i>Nyctibius griseus</i>	
Odontophoridae	<i>Odontophorus capueira</i>	
Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	
	<i>B. flaveolus</i>	

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar
	<i>B. leucophrys</i>	
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	
	<i>Parula pitiayumi</i>	
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Pardal
Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	
	<i>Celeus flavescens</i>	
	<i>Colaptes campestris</i>	
	<i>C. melanochloros</i>	
	<i>Dryocopus lineatus</i>	
	<i>Melanerpes candidus</i>	
	<i>Picumnus pygmaeus</i>	
	<i>Picoides mixtus</i>	
	<i>P. albosquamatus</i>	
	<i>Piculus chrysochloros</i>	
	<i>Veniliornis passerinus</i>	
Pipridae	<i>Antilphia galeata</i>	
	<i>Chiroxiphia caudata</i>	
	<i>Ilicura militaris</i>	
	<i>Manacus manacus</i>	
	<i>Neopelma pallescens</i>	
	<i>N. aurifons</i>	
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	
	<i>Tachybaptus dominicus</i>	
Poliptilidae	<i>Poliptilia plumbea</i>	
Psittacidae	<i>Amazona aestiva</i>	
	<i>Aratinga aurea</i>	
	<i>A. cactorum</i>	
	<i>A. leucophthalma</i>	
	<i>Bratogeris chiriri</i>	
	<i>Diopsittaca nobilis</i>	
	<i>Forpus xanthopterygius</i>	
	<i>Pionus maximilani</i>	
	<i>Pyrrhura frontalis</i>	
Rallidae	<i>Aramides cajanea</i>	
	<i>Gallinula chloropus</i>	
	<i>Laterallus melanophaius</i>	
	<i>Pardirallus nigricans</i>	
	<i>Porzana albicollis</i>	
Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	
	<i>Selenidera maculirostris</i>	
Rhynchocryptidae	<i>Scytalopus sp.</i>	
Scolopacidae	<i>Gallinago undulata</i>	
	<i>Tringa solitária</i>	
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira
	<i>Bubo virginiano</i>	
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar
	<i>Megacops atricapilla</i>	
	<i>M. choliba</i>	
Thamnophilidae	<i>Drymophila ferruginea</i>	
	<i>Dysithamnus mentalis</i>	
	<i>Formicivora iheringi</i>	
	<i>F. melanogaster</i>	
	<i>F. rufa</i>	
	<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	
	<i>H. sellowi</i>	
	<i>H. rufimarginatus</i>	
	<i>Mackenziana severa</i>	
	<i>Myrmochilus strigilatus</i>	
	<i>Myrmeciza loricata</i>	
	<i>Sakesphorus cristatus</i>	
	<i>Taraba major</i>	
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	
	<i>T. doliatus</i>	
	<i>T. pelzelni</i>	
	<i>T. torquatus</i>	
Thraupidae	<i>Compothraupis loricata</i>	
	<i>Conirostrum speciosum</i>	
	<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	
	<i>Dacnis cayana</i>	
	<i>Hemithraupis guira</i>	
	<i>H. ruficapilla</i>	
	<i>Nemosia pileata</i>	
	<i>Neothraupis fasciata</i>	
	<i>Piranga flava</i>	
	<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	
	<i>Tachyphonus rufus</i>	
	<i>Tangara cyanoventris</i>	
	<i>T. cayana</i>	
	<i>Tersina viridis</i>	
	<i>Thlypopsis sórdida</i>	
	<i>Thraupis sayaca</i>	
	<i>Trichothraupis melanops</i>	
Tinamidade	<i>Crypturellus noctivagus</i>	
	<i>C. parvirostris</i>	
	<i>C. tataupa</i>	
	<i>Rhychotus rufescens</i>	
	<i>Nothura boraquira</i>	
	<i>N. maculosa</i>	
Tityridae	<i>Pachyramphus viridis</i>	
	<i>P. polychopterus</i>	
	<i>Schiffornis virescens</i>	
	<i>Tityra cayana</i>	

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Família	Espécie	Nome Vulgar
Titonidae	<i>Tyto alba</i>	Rasga-mortalha
Trochilidae	<i>Amazilia versicolor</i>	Beija-flor
	<i>A. fimbriata</i>	
	<i>Augastes scutatus</i>	beija-flor-de-gravata-verde
	<i>Calliphlox amethystina</i>	
	<i>Campylopterus largipennis</i>	Beija-flor-asa-de-sabre-cinza
	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	
	<i>Chrysolampis mosquitos</i>	
	<i>Colibri serrirostris</i>	
	<i>Eupetomena macroura</i>	Beija-flor
	<i>Florisuga fusca</i>	
	<i>Heliactin bilophus</i>	
	<i>Heliomaster squamosus</i>	
	<i>Lophornis magnificus</i>	
	<i>Phaetornis ruber</i>	Beija-flor
<i>P. petrei</i>		
<i>Thalurania furcata</i>		
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	Garrincha
	<i>Thryothorus leucotis</i>	
	<i>T. genibarbis</i>	
Trogonidae	<i>Trogon surrucura</i>	
Turdidae	<i>Turdus amaurochalinus</i>	
	<i>T. albicollis</i>	
	<i>T. leucomelas</i>	
	<i>T. rufiventris</i>	
Tyrannidae	<i>Arundinicola leucicephala</i>	
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	
	<i>Casiornis fuscus</i>	
	<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	
	<i>Colonia colonus</i>	
	<i>Contopus cinereus</i>	
	<i>Elaenia flavogaster</i>	
	<i>E. cristata</i>	
	<i>E. chiriquensis</i>	
	<i>E. obscura</i>	
	<i>Empidonomus varius</i>	
	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	
	<i>E. rufomarginatus</i>	
	<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavandeira
	<i>Griseotyrannus aurantiothrocristatus</i>	
	<i>Gubernetes yetapa</i>	
	<i>Hemitriccus nidipendulus</i>	
	<i>H. margaritaceiventer</i>	
	<i>Hirundinea ferruginea</i>	
<i>Knipolegus nigerrimus</i>		
<i>Lathrotriccus euleri</i>		

Família	Espécie	Nome Vulgar
	<i>Legatus leucocephala</i>	
	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	
	<i>Machetornis rixosa</i>	
	<i>Megarynchus pitangua</i>	
	<i>Mionectes rufiventris</i>	
	<i>Myiarchus swainsoni</i>	
	<i>M. ferox</i>	
	<i>M. tyrannulus</i>	
	<i>Myiobius barbatus</i>	
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	
	<i>M. similis</i>	
	<i>M. atricaudus</i>	
	<i>Myophobus fasciatus</i>	
	<i>Myiopagis caniceps</i>	
	<i>M. viridicata</i>	
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	
	<i>Myiornis auricularis</i>	
	<i>Phaeomyias murina</i>	
	<i>Phyllomyias fasciatus</i>	
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi
	<i>Platyrhynchus mystaceus</i>	
	<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i>	
	<i>Polysticus superciliaris</i>	
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	
	<i>Satrapa icterophrys</i>	
	<i>Sublegatus modestus</i>	
	<i>Suiriri suiriri</i>	Suiriri
	<i>Sirystes sibilator</i>	
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Relógio
	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	
	<i>T. sulphurescens</i>	
	<i>Tyrannus albogularis</i>	
	<i>T. savana</i>	
	<i>Xolmis cinereus</i>	
	<i>X. velatus</i>	
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	
	<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	
	<i>Vireo olivaceus</i>	

4.2.2 Ictiofauna

O Estado de Minas Gerais abriga uma importante e vasta rede hidrográfica, onde juntas somam 15 bacias, das quais 13 têm suas nascentes em território mineiro.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 47
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

A biodiversidade de peixes é estimada em 354 espécies, o que representa quase 12% do total encontrado no Brasil (McCallister *et al.*, 1997, apud Drummond *et al.*, 2005). Em relação à região Neotropical – 4.475 espécies de peixes de água doce –, esse percentual seria de 7,9%, conforme informações mais recentes (Reis *et al.*, 2003, apud Drummond *et al.*, 2005).

Segundo Drummond *et al.* (2005) as principais ameaças para a ictiofauna de Minas Gerais estão relacionadas a poluição, assoreamento, desmatamento, mineração, introdução de espécies exóticas e construção e operação de barragens.

Além das grandes barragens, que aproveitam os cursos de rios mais caudalosos, há o surgimento das pequenas centrais hidroelétricas ou PCH's. As PCH's ocupam as calhas de rios de menor porte, mas também causam impactos diretos na biota aquática, principalmente na mudança de ambiente lóticos para lênticos, e principalmente na interrupção de processos migratórios dos peixes.

Mais uma vez, segundo Drummond *et al.* (2005), "*Esse procedimento (PCH's) tem contribuído para o declínio de peixes nativos de pequeno porte ou que requerem ambientes lóticos (reofílicos¹), mas que, não necessariamente, realizam longas migrações ou apresentam importância econômica*".

Outro problema que afeta a biota de peixes em Minas Gerais é a introdução de espécies exóticas. Atualmente existem 63 espécies de peixes introduzidas em Minas Gerais (Alves *et al.*, 2004). A bacia com maior grau de contaminação é a do Paraíba do Sul (41 sp. exóticas), seguida do Doce (30) e Alto Paraná, Paranaíba e Grande (20) (Drummond *et al.*, 2005).

Entre os anos de 2003 e 2005 foi desenvolvido um estudo sobre o estado atual do conhecimento da ictiofauna do Semiárido baiano através do Programa de Biodiversidade do IMSEAR (Instituto do Milênio no Semiárido). Dentre importantes bacias hidrográficas envolvidas nos estudos de ictiofauna, cita-se às do rio Itapicuru, rio Vaza-Barris e o rio Pardo, este último presente em território mineiro e que deságua no Estado da Bahia. Ao todo 239 espécies são registradas, sendo 21 espécies de peixes anuais oriundos de lagoas temporárias comuns no Semiárido. Dez espécies alóctones (não nativas ou exóticas) foram registradas, caracterizando uma forma de agressão à ictiofauna da região. Neste trabalho, ampliou-se em 29 o número de espécies listadas anteriormente para as bacias do São Francisco e do Leste no Estado da Bahia, segund Rosa *et al.* (2003).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	48

Os estudos do Instituto Milênio apontam que *"a alta similaridade entre os rios de Conta, Pardo e Vaza-Barris está relacionada ao baixo número de espécies registradas, talvez em consequência do pouco conhecimento sobre suas ictiofauna"*.

Este Projeto apresenta que o baixo número de espécies conhecidas para os rios de Conta, Pardo e Vaza-Barris está relacionado com o pouco conhecimento sobre suas bacias na região estudada, e demonstra a necessidade de trabalhos sobre a ictiofauna destes rios.

Dentre as poucas pesquisas disponíveis para a bacia PA1 relacionadas à ictiofauna, cita-se Bertaco, Malabarba e Dergam (2007), que apresentam uma nova espécie de caracídeo, *Hyphessobrycon vinaceus* (**Figura 4.23**), descrita para o alto rio Pardo, Minas Gerais. Esta espécie, segundo os autores, é conhecida apenas para o rio São João, nas cabeceiras do rio Pardo.

Além dessa espécie os autores citam outras, descritas recentemente para a mesma região: *Simpsonichthys rosaceus* Costa (**Figura 4.24**), Nielsen & de Luca, S. suzarti Costa (Rivulidae) (**Figura 4.25**), e *Astyanax pelecus* Bertaco & Lucena (Characidae).



Figura 4.23 – *Hyphessobrycon vinaceus*. Município de São João do Paraíso, rio São João, tributário do rio Pardo. Fonte: Bertaco, Malabarba e Dergam, 2007

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 49
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 4.24 - *Simpsonichthys rosaceus* Costa. Imagem original disponível em: <http://www.weichwasserfische.de/Bodenlaicher.htm>



Figura 4.25 - *Simpsonichthys suzartii* Costa. Imagem original disponível em: <http://aquaria2.ru/node/1860>

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 50
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

4.3 Referências Bibliográficas

BERTACO, V. A.; MALABARBA, L. R. E DERGAM, J. A. New Hyphessobrycon from the upper rio Pardo drainage in eastern Brazil (Teleostei: Characiformes: Characidae). Neotrop. ichthyol. vol.5 no.3 Porto Alegre July/Sept. 2007 <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252007000300001>

COLLAR, N.J., M.J. CROSBY & A.J. Stattersfield. Birds to watch2: the world list of threatened birds. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, Estados Unidos. (1994)

COSTA L.P., Y.L.R. LEITE, S.L. MENDES & A.D. Ditchfield. 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. Megadiversidade.1: 103-112. 2005.

DRUMMOND, G. M., MARTINS, C. S., MACHADO, A. B. M., SEBAIO, F. A. E ANTONIN, Y. (organizadores) Biodiversidade em Minas Gerais. 2ª Ed. Unidades de Conservação Fundação Biodiversitas Belo Horizonte 2005.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. Revisão da lista vermelha da fauna de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 2007.

GIULIETTI, A.M. & J.R. PIRANI. Espinhaço range region, eastern Brazil. In Davis, S.D., V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A.C. Hamilton (eds.). Centres of plant diversity, a guide and strategy for their conservation. v. 3. pp. 397-404. WWF and IUCN, IUCN Publications Unit, Cambridge, U.K. 1997.

GIULIETTI, A.M. & J.R. PIRANI. Espinhaço range region, eastern Brazil. In Davis, S.D., V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A.C. Hamilton (eds.). Centres of plant diversity, a guide and strategy for their conservation. v. 3. pp. 397-404. WWF and IUCN, IUCN Publications Unit, Cambridge, U.K. 1997.

LESSA, L., COSTA, B. D., ROSSONI, D., TAVARES, V., JÚNIOR L. G. E. M., & Silva, J. A. Mamíferos da Cadeia do Espinhaço : riqueza , ameaças e estratégias para conservação. Megadiversidade, 4 (1-2), 243-256. 2008.

LOUZADA, J. N. C.; CARVALHO, L. M. T. ; POMPEU, PAULO ; PASSAMANI, MARCELO ; ZAMBALDI, L.P. . Fauna. In: Carvalho, L.M.T; Scolforo, J.R.S. & Oliveira, A.D.. (Org.).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	51

Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais - componentes geofísico e biótico. Lavras: Editora UFLA, 2008, v. 1, p. 225-240.

MEZZETTI, N. A.; CARNEIRO, P. C. F.; GALDINO, C. A. B.; NASCIMENTO, L. B.; CARVALHO, R. R. JR.; FERNANDES, D. S.; ROCHA, M. D.; MACHADO, L. L.; BRAGA, F. S.; DEL LAMA, F. S.; CALIXTO, V. A. F.; PINTO, F. C. S.; QUEIROS, F. N. S.; ALENCAR, L. R. V.; SCALZO, J. M.; KLEINSORGE, J. M. D.; CAMPOS, R. A. R.; PAULA, T. P.; COSTA, C. G. Composição Da Herpetofauna E Comparação De Seis Métodos De Coleta Em Uma Área De Cerrado No Parque Nacional Das Sempre-Vivas (Minas Gerais). Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

MORAES JR., E. A., J. A. SILVA & R. L. A. FREITAS. The Lowland Tapir in the Caraça Reserve, Minas Gerais, Brazil: Preliminary Results. Tapir Conservation 12 (2): 20-22. 2003.

OLIVEIRA, P. S. e MARQUIS, R. J. (Editores) The Cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical Savanna. Columbia University Press. New York, 2002. 368p.

RAPINI, A. Sistemática: Estudos em Asclepiadoideae (Apocynaceae) da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais. Universidade de São Paulo USP. São Paulo, 2010. Capítulo V, p- 59-254

RAPINI, A. Six new species of *Ditassa* R. Br. from the Espinhaço Range, Brazil, with notes on generic delimitation in Metastelmatinae (Apocynaceae – Asclepiadoideae). *Kew Bull.* 57: 533-546. 2002.

RAPINI, A. Sistemática: Estudos em Asclepiadoideae (Apocynaceae) da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2000.

RAPINI, A., RIBEIRO, P. L., LAMBERT, S. & PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4: 16-24. 2008

ROSA, R. S. et al. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga. In I. R. Leal, M. Tabarelli & J. M. C. da Silva (Eds.) Ecologia e Conservação da Caatinga. Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2003

SILVA, J. M. C. & J. M. BATES. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52: 225-233. 2002.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	52

SILVA, M. K. A. e, ROSA R. Cobertura vegetal natural e uso antrópico nas UPGRH'S e bacias hidrográficas federais do bioma Cerrado-MG. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 19 (1): 169-183, jun. 2007.

SILVA, M. K. A.. Análise geoambiental das bacias hidrográficas federais do cerrado mineiro. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2009. 200 f.: il.

SIMON, M.F. & PROENÇA, C. 2000. Phytogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism? Biological Conservation 96:279-296.

SPÓSITO, T.C. & J.R. STEHMANN. Heterogeneidade florística e estrutural de remanescentes florestais da Área de Proteção Ambiental ao Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul-RMBH), Minas Gerais, Brasil. Acta Botanica Brasilica 20: 347-362. 2006.

VASCONCELOS, M., LOPES, L. E., MACHADO, C.G. & RODRIGUES, M. As aves dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço: diversidade, endemismo e conservação. Megadiversidade, Vol. 4 nº 1-2, Dez. 2008.

VASCONCELOS, M.F. & S. D'ANGELO NETO. padrões de distribuição e conservação da avifauna na região central da cadeia do espinhaço e áreas adjacentes, minas gerais, brasil. Cotinga 28: 27-44. 2007.

VERSIEUX, L.M., & Wendt, T. 2006. Checklist of Bromeliaceae of Minas Gerais, Brazil, with notes on taxonomy and endemism. Selbyana 27:107-146.

VERSIEUX, L.M., & Wendt, T. 2007. Bromeliaceae diversity and conservation in Minas Gerais state, Brazil. Biodiversity and Conservation 16:2989-3009.

VIANNA, P.L. & J.A. LOMBARDI. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. Rodriguesia 58: 159-177. 2007.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 53
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Capítulo 5

Caracterização Antropológica Social e Cultural



SUMÁRIO

5	CARACTERIZAÇÃO ANTROPOLÓGICA, SOCIAL E CULTURAL	5
5.1	Panorama Histórico	5
5.2	Panorama Cultural	7
5.2.1	Comunidades Quilombolas	7
5.2.2	O Quilombo dos Cariris	8
5.2.3	Comunidade quilombola Fazenda Brejo Grande.....	9
5.2.4	Comunidade Vargem da Salinas.....	9
5.3	Atores sociais estratégicos	9
5.3.1	Poder público municipal	9
5.3.2	Poder público estadual.....	10
5.3.3	Usuários	13
5.3.4	Sociedade Civil.....	15
5.4	Histórico de formação do CBH PA1	18
5.4.1	A metamorfose do CBH Mosquito em CBH Pardo e seus afluentes	21
5.5	Panorama demográfico.....	22
5.5.1	Dados demográficos: populações urbana, rural e total, por sexo e etnia.....	23
5.5.2	Densidade demográfica.....	28
5.5.3	Taxa de urbanização.....	29
5.5.4	Saneamento rural e outras situações relacionadas.....	30
5.5.5	Número de domicílios urbanos.....	30
5.5.6	Disponibilidade de saneamento básico.....	30
5.5.7	Registro histórico da população e projeções.....	34
5.5.8	Taxa Bruta de Natalidade	36
5.5.9	Taxas de imigração e emigração	37
5.5.10	Projeção da População.....	38
5.6	Diagnóstico do Sistema Educacional	40
5.7	Inventário Instituições Técnico - Científicas existentes na bacia	52
5.8	Diagnóstico da Saúde Pública.....	55
5.8.1	Taxa de mortalidade infantil	59
5.8.2	Doenças redutíveis por ações de saneamento ambiental.....	60

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

5.8.3	Doenças de veiculação hídrica	65
5.8.4	Indicadores de Saúde do Selo UNICEF	73
5.9	Diagnóstico Meios de Comunicação	84
5.9.1	Rádio	84
5.9.2	Jornais	84
5.9.3	Internet.....	85
5.10	Referências Bibliográficas	86

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página ii
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 5.1 – AMPLIAÇÃO DO CBH MOSQUITO PARA A TOTALIDADE DA UPGRH PA1.....	21
FIGURA 5.2 – MAPA DE POPULAÇÃO DA PA1	25

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iii
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 5.1 – POPULAÇÃO EXISTENTE NA BACIA PA1	24
QUADRO 5.2 – POPULAÇÃO RESIDENTE, POR SITUAÇÃO DE DOMICÍLIO E SEXO, NA BACIA PA1	26
QUADRO 5.3 – POPULAÇÃO RESIDENTE POR SEXO, SITUAÇÃO DE DOMICÍLIO E COR OU RAÇA, NA BACIA PA1	27
QUADRO 5.4 – DENSIDADE DEMOGRÁFICA NA BACIA PA1	28
QUADRO 5.5 – TAXA DE URBANIZAÇÃO NA BACIA PA1	29
QUADRO 5.6 – NÚMERO DE DOMICÍLIOS URBANOS NA BACIA PA1	31
QUADRO 5.7 – FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA BACIA PA1	32
QUADRO 5.8 – EXISTÊNCIA DE BANHEIRO OU SANITÁRIO E TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA BACIA PA1	33
QUADRO 5.9 – DESTINO DO LIXO NA BACIA PA1	34
QUADRO 5.10 – EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO NA BACIA PA1 DE 1970 A 2010	35
QUADRO 5.11 – TAXA BRUTA DE NATALIDADE NA BACIA PA1	37
QUADRO 5.12 – PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA BACIA PA1 DE 2009 A 2020	39
QUADRO 5.13 – ALUNOS MATRICULADOS NA PRÉ-ESCOLA, ENSINO FUNDAMENTAL E ENSINO MÉDIO	42
QUADRO 5.14 – ALUNOS MATRICULADOS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL (NÍVEL TÉCNICO) E INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR	47
QUADRO 5.15 - AVALIAÇÃO DO ENSINO BÁSICO – IDEB – 2009	52
QUADRO 5.16 - INSTITUIÇÕES DE NÍVEL SUPERIOR NA BACIA HIDROGRÁFICA PA1	54
QUADRO 5.17 – ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE TOTAIS E PÚBLICOS	56
QUADRO 5.18 – ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE PRIVADOS	57
QUADRO 5.19 – LEITOS PARA INTERNAÇÃO EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE	58
QUADRO 5.20 – TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL NA BACIA PA1	60
QUADRO 5.21 – CLASSIFICAÇÃO DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ÁGUA NA BACIA PA1	62
QUADRO 5.22 – ÓBITOS POR DOENÇAS INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS NA BACIA PA1	64
QUADRO 5.23 – ÓBITOS POR DOENÇAS INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS NA BACIA PA1	71
QUADRO 5.24 – ÓBITOS INFANTIS POR RESIDÊNCIA E CAPÍTULOS DA CID-10 NA BACIA PA1	72
QUADRO 5.25 – INDICADORES DO SELO UNICEF RELATIVOS AO IMPACTO SOCIAL	75
QUADRO 5.26 – INDICADORES DO SELO UNICEF RELATIVOS À GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS	77
QUADRO 5.27 – PROPORÇÃO DE ÓBITOS INFANTIS INVESTIGADOS	80
QUADRO 5.28 – PERCENTUAL DE ÓBITOS POR CAUSAS MAL DEFINIDAS	81
QUADRO 5.29 – COBERTURA DO PROGRAMA SAÚDE DA FAMÍLIA	83
QUADRO 5.30 – MUNICÍPIOS INSCRITOS PARA O PROJETO SELO UNICEF 2008	84

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	iv

5 CARACTERIZAÇÃO ANTROPOLÓGICA, SOCIAL E CULTURAL

Este capítulo diagnosticará antropológica, social e culturalmente a bacia do Rio Pardo em Minas Gerais – bacia PA1 por meio da apresentação de panoramas de sua evolução histórica, cultural e política, em uma primeira parte. Na parte seguinte se recorre a dados estatísticos que caracterizam o seu sistema educacional básico, e o de suas instituições técnico-científicas e da saúde pública, por meio da incidência de doenças de veiculação hídrica. Finalmente, apresenta-se um breve diagnóstico dos meios de comunicação na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo – PDRH/PA1.

A Caracterização Antropológica, Social e Cultural da população da bacia PA1 foi realizada a partir das seguintes fontes:

- Viagens à região e percepção socioambiental;
- Análises de informações secundárias obtidas junto ao Comitê de Bacia, e ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Gerência de Apoio aos Comitês);
- Pesquisa bibliográfica e via Internet.

5.1 Panorama Histórico

A bacia PA1 foi inicialmente ocupada por diversos grupos indígenas, dentre os quais os Maxacalis, os Aymorés e os Kamakã. A existência de diversos abrigos rochosos, água em abundância e um ambiente de Cerrado e Caatinga rico em recursos alimentares (vegetais e animais) foram condicionantes para a existência de um povo caçador, coletor que deixaram retratadas, em forma de pictogravuras, as suas passagens e paragens nas cabeceiras dos rios Pardo.

Admite-se que os primeiros não índios a percorrerem parte do rio Pardo foram os integrantes de uma “bandeira” chefiada por Francisco Bruza de Espinosa da qual participara o Pe. João Aspilcueta Navarro, que partiu de Porto Seguro, em 1553. O rio Pardo seria o mesmo “rio das Ourinas” mencionado por aquele prelado. Depois, Dâmaso de Pina foi encarregado de verificá-lo, no primeiro quartel do século XVIII. De 1725 é a bandeira que deveria reconhecer as terras banhadas pelo Pardo, dirigida por André da Rocha Pinto, com objetivo de encontrar ouro, combater índios de “língua travada”, destruir quilombos (se existissem), criar povoados e assentar fazendas de gado. É dessa bandeira, organizada por Pedro Leolino Mariz, dirigida por A. Rocha Pinto, que tem início a Conquista do Sertão de Ressaca.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	5

No entanto, desde 1698 as terras de suas cabeceiras passaram a ser povoadas, a partir de entrada feita por Antonio Luis do Passo, que ali teve fazenda acompanhado de alguns moradores. A região passou a ser habitada sobretudo após a abertura de estrada para a Bahia (antes a estrada da Bahia a Minas Gerais seguia margem do rio São Francisco).

A ocupação colonial sempre foi seguida da perseguição aos diversos grupos indígenas que aí habitavam e visavam tanto à exploração da mão-de-obra como apossar-se dos seus territórios. Com o argumento da catequização e da superioridade cultural européia, os índios sertanistas eram utilizados na busca do ouro, na condução do gado para o interior e na ocupação colonial, que se iniciou em 1698 e teve sequência durante o século XIX com o surgimento de vilas e o povoamento acelerado pela chegada de garimpeiros fugindo das perseguições administrativas no Distrito Diamantino. O aldeamento foi a estratégia de submissão dos grupos. Os que resistiam ao aldeamento eram exterminados ou saíam em busca de outras paragens livres (se é que ainda existiam) como foi, por exemplo, com os pataxós e subgrupos dos botocudos - constantemente combatidos, uma vez que eram considerados bravos e selvagens. Até ao final do Século XIX, ainda eram encontrados índios às margens do rio Pardo, em aldeamentos pacíficos e também tribos que mantinham resistência.

Nos mapas antigos, o rio Pardo aparece com o nome de rio dos Cosmes, ou dos Cosmos, e, depois, com o nome de rio Potype. Durante muitos anos, na costa era chamado de Potype e no sertão era já chamado de Pardo. Segundo outras fontes, no período colonial o rio foi batizado com o nome de Rio Santo Antônio.

Resumindo, a colonização do Alto Pardo data do séc. XVIII, tendo como fator determinante para esse processo a sua proximidade com o Estado da Bahia, considerado elo de ligação com as áreas mineradoras do Alto Jequitinhonha. Os primeiros povoadores provenientes dessa capitania fixaram-se em grandes propriedades, voltadas para o abastecimento dos locais de produção açucareira e, posteriormente, para os de mineração, sendo a pecuária a atividade econômica responsável pela fixação de sua população.

Essa ocupação experimentou algum incremento durante o séc. XVIII, em decorrência da descoberta dos veios auríferos e de diamantes, apesar de não propiciar impacto semelhante àquele ocorrido na bacia vizinha do Alto Jequitinhonha. Diferentemente do processo de exploração econômica do Médio Jequitinhonha, o desenvolvimento da pecuária extensiva,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	6

com base no latifúndio, não obstaculizou o florescimento da agricultura nesta área, responsável pela produção alimentar para consumo local.

A partir da década de 50, ocorre a introdução de culturas comerciais como o algodão e o reflorestamento, com reflexos diretos na estrutura agrária e produtiva dessa subárea. No entanto, essas transformações não conseguiram desarticular as atividades historicamente estabelecidas - pecuária bovina de caráter extensivo e produção alimentar - preponderantes na formação da economia da região.

5.2 Panorama Cultural

Segundo a historiadora Edneila Rodrigues Chaves, no Alto Rio Pardo, o nativo, o português (e seu descendente) e, posteriormente, o africano desenvolveram práticas culturais, compartilhando um mesmo espaço. Assim, coexistiam matrizes culturais distintas: algumas eram nativas, outras de origem europeia e africana, e outras se constituíram a partir das influências recíprocas. A partir das ações de intervenção desses povos, desencadeou-se um processo de sobreposição, mistura e influência de costumes e de hierarquização de culturas. Posteriormente, já não era mais o colonizador que estava lá se relacionando com o nativo, e sim os homens e mulheres descendentes desses três povos. Assim, sob o olhar dos administradores de Rio Pardo, cujas representações compartilhavam, provavelmente, com seus conterrâneos, os indígenas continuaram sendo vistos como bárbaros “mansos” e “bravos”. Com os “mansos”, as relações de acomodação ocorreram com contornos mais nítidos. As visitas à vila e as relações fundamentadas no valor da amizade aproximaram indígenas e os outros habitantes de Rio Pardo. Civilizar os índios que habitavam os arredores da vila era uma meta dos administradores. A vila, portanto, constituía-se em parâmetro de civilização para julgar os indígenas bárbaros (Chaves, 2004).

5.2.1 Comunidades Quilombolas

Neste levantamento foram consideradas as comunidades reconhecidas e certificadas pela Fundação Cultural Palmares. A Fundação Cultural Palmares é uma entidade pública, vinculada ao Ministério da Cultura, voltada para promoção da “preservação dos valores culturais, sociais e econômicos decorrentes da influência negra na formação da sociedade brasileira” (Lei Federal no 7.668, de 1988, artigo 1º).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	7

Quilombolas são descendentes de africanos escravizados que mantêm tradições culturais, de subsistência e religiosas ao longo dos séculos; segundo a Fundação Cultural Palmares, que tem como uma das funções formalizar a existência destas comunidades, assessorá-las juridicamente e desenvolver projetos, programas e políticas públicas de acesso à cidadania.

Na bacia PA1 foram identificadas 10 comunidades quilombolas:

- Laranja (Curral de Dentro)
- Fazenda Cariri (São João do Paraíso)
- Fazenda Salinas (São João do Paraíso)
- Brejo Grande (Indaiabira)
- Fazenda Brejo Grande (Indaiabira)
- Vargem das Salinas (Fazenda São Bartolomeu - Montezuma)
- Passos Cavalos (Santo Antônio do Retiro)
- Tamboril (Santo Antônio do Retiro)
- Catulé (Rio Pardo de Minas)
- Fazenda Cachoeira (Rio Pardo de Minas)

Abaixo constam informações complementares sobre algumas dessas comunidades, na medida em que foram encontrados dados correspondentes.

5.2.2 O Quilombo dos Cariris

A origem do município de São João do Paraíso está ligada à comunidade quilombola e é originária de escravos negros fugidos, alforriados, livres e libertos oriundos do sul da Bahia, como também do antigo Rio Pardo de Minas e Monte Azul (Tremedal). Quase toda a área do município pertenceu a um só proprietário, o conde da Ponte, terceiro nome, personagem aparentada com a Casa reinante e latifundiário também na Bahia e em quase todo o norte mineiro. A origem dos quilombolas pode estar ligada aos índios Tapuias e às suas relações e trocas entre os escravos negros fugidos, alforriados, livres e libertos.

O Quilombo dos Cariris atualmente conta com aproximadamente 40 famílias patriarcais consanguíneas, com sobrenomes de gentios, tais como de Jesus e Pereira de Jesus, as principais famílias. O topônimo do Quilombo de Cariris tem origem de uma espécie de manaíba ou maniva (espécie de mandioca ou macaxeira) como também pode ser dos índios Cariris.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	8

5.2.3 Comunidade quilombola Fazenda Brejo Grande

A comunidade é composta por 33 famílias e nela habitam cerca de 150 pessoas. A fazenda é dividida nos núcleos de moradia de Curral Novo, Bela Vista, Matos e Barra da Alegria. Desde 2006, a comunidade é reconhecida pela Fundação Cultural Palmares, e, desde esse mesmo ano, há um processo no Incra para que as suas terras sejam tituladas.

5.2.4 Comunidade Vargem da Salinas

A comunidade é formada por sete famílias. Não possui o título legal da terra e sempre sobreviveram em atividades ligadas à carvoaria. Mas segundo os moradores a terra foi vendida para uma empresa e ninguém mais pode trabalhar em seu território. A comunidade sofre bastante com a escassez da água.

A comunidade tradicional quilombola de Vargem das Salinas teve o seu território grilado por fazendeiros. Hoje eles vivem sob uma grande pressão de uma empresa de silvicultura. O grande problema da comunidade é de legalização fundiária. Somente assim este grupo tradicional terá seus direitos respeitados e não serão ameaçados por grileiros e nem pelo desmatamento criminoso que acontece em suas áreas.

5.3 Atores sociais estratégicos

A bacia conta com um significativo número de organizações, envolvendo entes públicos e a sociedade civil organizada. Essas instituições atuam em áreas diversas, mas o principal foco tem sido o desenvolvimento social e o fortalecimento das atividades produtivas. Outro elemento central de atuação desses órgãos é a valorização cultural da região que tem forte identidade sociocultural. As ações desenvolvidas também recaem sobre os usos dos recursos naturais e da proteção do ambiente.

5.3.1 Poder público municipal

Todos os municípios da bacia PA1 estão atualmente representados no CBH, sendo eles:

- Águas Vermelhas
- Berizal
- Curral de Dentro
- Divisa Alegre
- Indaiabira

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 9
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

- Montezuma
- Ninheira
- Rio Pardo de Minas
- São João do Paraíso
- Santa Cruz de Salinas
- Santo Antônio do Retiro
- Taiobeiras
- Vargem Grande do Rio Pardo

Um importante desafio dos municípios que participam do CBH PA1 é adotar uma visão de planejamento no nível da bacia, além do seu próprio território.

5.3.2 Poder público estadual

O poder público estadual se faz presente na bacia PA1, através das seguintes instituições:

- EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais

A EMATER-MG foi criada em 1975, com o objetivo de planejar, coordenar e executar programas de assistência técnica e extensão rural, buscando difundir conhecimentos de natureza técnica, econômica e social, para aumento da produção e produtividade agrícolas e melhoria das condições de vida no meio rural do Estado de Minas Gerais, de acordo com as políticas de ação do Governo estadual e federal. A EMATER-MG atua como um dos principais instrumentos do Governo de Minas Gerais para a ação operacional e de planejamento no setor agrícola do Estado, especialmente para desenvolver ações de extensão rural junto aos produtores de agricultura familiar, a promoção e o apoio na implementação de ações voltadas ao desenvolvimento sustentável dos municípios. Uma das ações que podemos citar como exemplo é o programa de abastecimento de água das comunidades rurais, com a participação do governo estadual, das prefeituras municipais e das associações comunitárias. Trata-se de uma instituição muito importante na mobilização social, pois conhece profundamente as zonas rurais.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	10

- IMA – Instituto Mineiro de Agropecuária

O IMA, autarquia vinculada à Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, criada em 7 de janeiro de 1992, possui sede e foro no município de Belo Horizonte e jurisdição em todo o Estado de Minas Gerais. Cabe ao Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA executar as políticas públicas de produção, educação, saúde, defesa e fiscalização sanitária animal e vegetal, bem como a certificação de produtos agropecuários no Estado visando à preservação da saúde pública, do meio ambiente e ao desenvolvimento do agronegócio, em consonância com as diretrizes fixadas pelo governo estadual e federal para o setor.

- IDENE - Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais

O Idene é uma autarquia vinculada à Secretaria de Estado para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas, de acordo com a lei Nº 14.171 de 2002, com o objetivo de promover o desenvolvimento econômico e social das regiões Norte e Nordeste do Estado, formular e propor diretrizes, planos e ações, compatibilizando-os com as políticas dos Governo Federal e Estadual. Dentre uma lista de objetivos do IDENE destacamos: (a) Articular os atores sociais, estimulando-os à participação na comunidade e nas ações de promoção de desenvolvimento regional; (b) criar mecanismos de atração de investimentos para a região; (c) elaborar e implementar programas e projetos de desenvolvimento socioeconômico. Alguns programas desenvolvidos pelo IDENE: cisternas no semiárido mineiro; seca e inclusão produtiva; turismo solidário.

- IEF - Instituto Estadual de Florestas

O IEF propõe e executa as políticas florestais, de pesca e de aquicultura sustentável. É autarquia vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, responsável pela preservação e a conservação da vegetação, pelo desenvolvimento sustentável dos recursos naturais renováveis; pela pesquisa em biomassas e biodiversidade; pelo inventário florestal e o mapeamento da cobertura vegetal do Estado. Administra as unidades de conservação estaduais, áreas de proteção ambiental destinadas à conservação e preservação.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	11

- IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

O IGAM foi criado em 17 de julho de 1997, sendo vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). No âmbito federal, a entidade integra o Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNGRH). Na esfera estadual, o IGAM integra o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema) e o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SEGRH). O IGAM é responsável pela concessão de direito de uso dos recursos hídricos estaduais, pelo planejamento e administração de todas as ações voltadas para a preservação da quantidade e da qualidade de águas em Minas Gerais. Coordena, orienta e incentiva a criação dos comitês de bacias hidrográficas.

- PM AMBIENTAL

O Policiamento ambiental é realizado pelas Companhias de Polícia Ambiental que têm como missão zelar pelo meio ambiente e pelos recursos ambientais, protegendo a fauna e a flora, controlar a exploração florestal e a pesca predatória através de um trabalho preventivo e de fiscalizações. Para operacionalização do Policiamento Florestal, a PMMG mantém convênio com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD e seus órgãos vinculados (IEF, IGAM e Feam) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, além de manter relacionamento com outras entidades públicas e organizações não governamentais - ONG's, que trabalham em prol do meio ambiente.

O processo de mobilização dos movimentos sociais na bacia tem tido crescimento significativo no intuito de modificar as condições reais de vida da população, que possui baixos níveis de desenvolvimento humano. Como resultado, os conflitos se intensificaram nas áreas atingidas por projetos de modernização e dinamização dos contextos sociais e econômicos, colocando em choque populações tradicionais e de pequenos agricultores e os grandes empreendimentos.

- DER – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais

O DER tem como missão Assegurar soluções adequadas de transporte rodoviário de pessoas e bens, no âmbito do Estado, observadas as diretrizes definidas pela Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas – SETOP

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	12

- **RURALMINAS – Fundação Rural Mineira**

A Fundação Rural Mineira - Ruralminas é uma entidade pública voltada para o desenvolvimento humano e estruturada para oferecer tecnologia e serviços de engenharia, motomecanização e gerenciamento de programas de melhoria geral da infra-estrutura e crescimento econômico do meio rural. Criada em 1966 pelo então governador de Minas Gerais, Israel Pinheiro, a Ruralminas recebeu a missão inicial: oferecer tecnologia e serviços e promover a colonização e o desenvolvimento rural, planejando e executando atividades de natureza fundiária, agropecuária, hidroagrícola, de colonização e de infra-estrutura sócio-econômica.

5.3.3 Usuários

Os principais usuários de água da bacia, apresentados a seguir, foram identificados a partir do registro de outorgas de águas superficiais e subterrâneas, e da lista de membros do CBH PA1.

- **COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais**

A COPASA foi criada em julho de 1963. É uma empresa pública ligada à Secretaria de Desenvolvimento Regional e Política Urbana do Governo do Estado de Minas Gerais, que garante soluções em saneamento por meio da cooperação técnica e da prestação de serviços públicos de água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem urbana, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida, das condições ambientais e do desenvolvimento econômico social. Atualmente, a Copasa atende mais de 12 milhões de clientes de todas as regiões de Minas Gerais. A representação das empresas de abastecimento e saneamento é uma unanimidade em todos os Comitês de Bacias do país e nos Conselhos de Recursos Hídricos.

- **CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais**

Fundada em 22 de maio de 1952, a CEMIG é uma *holding* composta de 58 empresas e 10 consórcios, com ativos e negócios em 19 estados brasileiros e no Distrito Federal e também no Chile. Atua nas áreas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, e ainda na distribuição de gás natural, por meio da Gasmig, em telecomunicações, por meio da Cemig Telecom, e no uso eficiente de energia, por meio da Efficientia.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	13

Companhia de capital aberto controlada pelo Governo do Estado de Minas Gerais, possui 117 mil acionistas em 40 países.

- Fazenda Santa Rosa
- Indústria e Comércio de Aguardente HM Ltda.

A Indústria e Comércio de Aguardente HM Ltda., que corresponde à família de Anísio Santiago, produz e comercializa a cachaça Havana apontada como a melhor cachaça do país em vários concursos.

- Cerâmica Vila Cruz Ltda

Empresa especializada em Construção e Revestimentos, atuando em Taiobeiras.

- Granfêlix Mineração, Indústria e Comércio Ltda

A empresa trabalha com extração de rochas ornamentais, produzindo a única e exclusiva rocha AMARELO MARACUJA, assim como um leque de granitos uniformes e exóticos. Segundo o Site Internet do Grupo, está voltado para a manutenção e reeducação ambiental nas regiões em que se desenvolve a extração das rochas, levando às escolas locais projetos de recuperação de nascentes e plantio de reservas nos leitos dos rios e coletas seletivas de lixo.

- CBL - Companhia Brasileira de Lítio

Pioneira em lavra subterrânea de pegmatito litinífero, de forma planejada e mecanizada, a Cia Brasileira de Lítio - CBL é uma empresa brasileira, com capital 100% nacional, fundada com o objetivo de realizar a exploração mineral do espodumênio e o aproveitamento industrial de seus derivados.

A fábrica da CBL em Divisa Alegre transforma o espodumênio, transferido da Mina da Cachoeira (Município de Araçuaí), em compostos de lítio (carbonato e hidróxido). A CBL vem disponibilizando esses compostos de lítio para as empresas nacionais que se dispuserem a fabricar outros derivados químicos do lítio ou formulações feitas a partir deles.

A CBL desempenha um papel importante no desenvolvimento regional, pois além de contribuir com a geração de 320 empregos diretos, é responsável pela criação de inúmeros

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	14

empregos indiretos nas áreas de educação, comércio, saúde, transporte, etc., tanto em Araçuaí, como em Divisa Alegre (Planta Química), e recolhe significativos valores em impostos e tributos. A CBL vem participando diretamente de várias obras sociais nas cidades de suas unidades operacionais, destacando-se, entre elas: Alfabetização Solidária, importantes doações aos hospitais e escolas, doação de uma clínica e de uma escola à APAE de Araçuaí e doação de uma creche à Divisa Alegre.

- Posto Ingazeira Ltda
- Grupo Lembrance
- Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Águas Vermelhas
- CHAPADA DA PRATA S/A

A empresa Chapada da Prata mantém plantio de 40 mil pés de manga (112 hectares) na Fazenda Sucupira, e exportou a fruta para vários países europeus, como Espanha, Holanda, Portugal e Inglaterra.

- DESTILARIA MENEGHETTI LTDA
- GRANOURO DO BRASIL LTDA
- REPLASA REFLORESTADORA S/A

Empresa especializada em reflorestamento de eucalipto.

5.3.4 Sociedade Civil

As associações comunitárias e os sindicatos de trabalhadores rurais formam a rede mais importante de organização civil constituindo um dos canais mais representativos de ação política e econômica na bacia. Muitos deles surgiram a partir do trabalho pioneiro da Comissão Pastoral da Terra, que atuou na região entre os lavradores, mobilizando-os.

Em geral, os municípios possuem algumas associações comunitárias, que operam como representação política na defesa dos interesses da coletividade, e os tradicionais sindicatos rurais, como representação em relação às atividades produtivas. Estes integram algumas redes de articulação, como a Federação dos Trabalhadores na Agricultura no Estado de Minas Gerais (FETAEMG), que atua também através de ações nos municípios.

As entidades de produtores rurais têm sua ação voltada para a promoção de formas alternativas de produção no campo como reação à evasão do meio rural devido às

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	15

dificuldades de cultivo e decorrentes das condições ambientais adversas, bem como pela falta de incentivos governamentais.

É preciso também levar em conta a premência dos conflitos que vêm se acirrando na região. Com efeito, organizações de presença e visibilidade nacional atuam também no Vale do Jequitinhonha. Este é o caso do Movimento dos Sem-Terra – MST, presentes em acampamentos rurais em inúmeros municípios da bacia, assim como o Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB, que se organizam frente aos empreendimentos hidrelétricos.

Ainda assim, o coeficiente de mobilização da população civil na região face às diferentes demandas apresentadas pelo contexto geral é relativamente baixo. A igreja católica é sem dúvida um agente político de grande penetração, como é o caso, por exemplo, da Comissão Pastoral da Terra, entidade que tem presença significativa na mobilização dos lavradores, funcionando como embrião dos vários Sindicatos Rurais hoje existentes.

A seguir são apresentadas as entidades da sociedade civil representadas no CBH PA1 ou com atuação mais significativa na região, visando com isso um quadro das ações desenvolvidas na área.

- Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Taiobeiras
- Associação Municipal das Comunidades Rurais do Município de Taiobeiras – MG
- O Girassol

Fundada em dezembro de 2004, O GIRASSOL é uma Organização Não Governamental (ONG) sem fins lucrativos, com sede, domicílio, foro e ação no município de Rio Pardo de Minas e tem como finalidade atuar na Proteção Integral dos Direitos da Criança e do Adolescente e na proteção e recuperação do Meio Ambiente como um todo.

Desde a sua fundação a ONG vem realizando ações em parceria com outras organizações, como: Associações Comunitárias, Associação de Alcoólicos Anônimos (AA), Grupo Teatral Próximo do Real, Clube dos Desbravadores, Conselho Tutelar, Conselho Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente (CMDCA), Promotoria de Justiça, Poder Judiciário, Sindicato, Prefeitura Municipal, dentre outras pessoas, físicas e Jurídicas.

Entre as atividades realizadas pela associação, vale destacar, em relação com a área de gestão de recursos hídricos:

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	16

- ✓ Projeto “Rios, Você também é responsável” (Mutirão de Conscientização e Limpeza dos Rios Pardo e Preto);
- ✓ Reuniões em Escolas e Comunidades com a finalidade de mobilizar e conscientizar a sociedade acerca da necessidade dos cuidados com o meio ambiente, e a importância da Participação de todos na Proteção das nossas crianças.
- Rotary Club de Taiobeiras

O Rotary Club é uma instituição que vem crescendo ano após ano no mundo e em Taiobeiras. Tem se destacado principalmente pelos trabalhos sociais, configurando um grupo de AÇÃO.

- Associação Comunitária dos Agricultores Familiares de Estiva
- Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Santa Cruz de Salinas
- Globo Esporte Clube
- Associação Rural das Fazendas Olhos D’água
- AMAVE – Associação das Mulheres Aguavermelhenses
- Centro de Agricultura Alternativa – CAA

Voltado para ações no norte de Minas, o Centro de Agricultura Alternativa mantém projetos entre os lavradores da região, em vários municípios da bacia (Riacho dos Machados, Rio Pardo de Minas, Taiobeiras, Fruta de Leite, Grão Mogol, Botumirim e Bocaiúva). Suas ações estão ligadas principalmente à organização e mobilização dos trabalhadores rurais com o objetivo de realização da reforma agrária e a produção agroecológica como alternativa produtiva sustentável. A Cooperativa dos Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão é um projeto do CAA que procura incentivar a produção de produtos do cerrado e da caatinga e a sua inserção em mercados mais amplos.

- CÁRITAS

A Cáritas é uma entidade criada por Dom Helder Câmara, em 1956, com o objetivo de articular todas as obras sociais católicas no Brasil. Hoje ela é um órgão da Conferência Nacional dos Bispos do Brasil – CNBB e tem atuação na defesa dos direitos humanos e do desenvolvimento sustentável solidário na perspectiva de políticas públicas. Trata-se de uma rede nacional de entidades que mantêm projetos sociais em diferentes dioceses do país. Os projetos são voltados para a segurança alimentar, direitos da criança e do adolescente,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	17

economia popular solidária e participação em políticas públicas. Um dos projetos de maior interesse na região é o “Convivência com o Semi-Árido”, desenvolvido pela Articulação do Semi-Árido (ASA) que envolve mobilização comunitária e implementação de melhorias na produção ou na utilização dos recursos. As ações se estendem por vários municípios. Uma das mais eficientes tem sido a implementação, em colaboração com o governo do Estado, de cisternas para a captação de água da chuva. O Programa, batizado de “Guarda Chuva”, conta não apenas com as construções, mas também com capacitação e recapacitação de famílias em Gestão de Recursos Hídricos, capacitação de Comissões Municipais e oficinas de avaliação e planejamento.

- Fundo Cristão para Crianças

O Fundo Cristão para Crianças está presente em diversos municípios através de entidades que trabalham com a proteção ao menor. Em Turmalina a Associação de Promoção ao Lavrador e Assistência ao Menor de Turmalina – APLAMT é ligada ao Fundo, em Chapada do Norte a Associação Chapadense de Assistência às Necessidades do Trabalhador e da Infância – ACHANTI ou a Associação de Promoção Infantil Social Comunitária – APRISCO em diversos municípios. Grande parte dos municípios possui entidade vinculada ao Fundo Cristão voltada para a proteção e a promoção de ações para a criança e jovem. Por meio de um convênio com o Fundo Cristão, essas entidades desenvolvem projetos na área de segurança alimentar, educação ambiental e desenvolvimento comunitário.

- Centro de Documentação Eloy Ferreira da Silva – CEDEFES

O CEDEFES é uma organização não governamental com sede em Contagem e que atua entre as populações tradicionais, os povos indígenas e os remanescentes de quilombos. Produz informação através da internet e por meio de material gráfico sobre as minorias étnicas e os pequenos agricultores, atuando na mobilização desses grupos em torno da luta pelos seus direitos. A questão da terra é um dos principais focos da entidade, que vem desenvolvendo também atividades voltadas para a educação e formação das populações que ela trabalha.

5.4 Histórico de formação do CBH PA1

O CBH Mosquito tem um caráter precursor na política estadual de Recursos Hídricos, sendo o segundo Comitê de Bacia criado no Estado de Minas Gerais, logo após a criação do Comitê do Rio das Velhas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	18

O resgate desta história é importante no contexto da elaboração do PBH PA1. Como toda história institucional, a criação do CBH Mosquito é fruto da ação de pessoas que tiveram a postura certa na hora certa. Desta maneira, escolhemos contar¹ um pouco da história desta criação através da história de sua primeira presidente, Marilene Farias de Souza.

A futura primeira presidente do CBH Mosquito nasceu em Almenara, cidade do Vale do Jequitinhonha, às margens do Rio Jequitinhonha, do qual foi testemunha da progressiva degradação de suas águas. Única filha mulher entre 9 irmãos de um pequeno produtor rural e de uma dona-de-casa, viveu na região do semi-árido mineiro e desde cedo percebeu a importância do rio para a comunidade, principalmente pela dificuldade da sociedade em proteger mananciais tão escassos.

Formada no curso médio de magistério e licenciada em História, em 1995 foi contratada pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais/EMATER como extensionista na área do bem estar social, passando a trabalhar junto às famílias de pequenos proprietários rurais no município de Águas Vermelhas. Nesse mesmo ano envolveu-se no movimento social e ambiental a partir de ações que mudaram o rumo de sua vida como profissional e como cidadã. Participou ativamente do processo que culminou na instituição do Conselho de Defesa de Meio Ambiente, CODEMA, de Águas Vermelhas no mês de dezembro de 1995, ao lado de outras mulheres da cidade, como a Secretária Municipal de Educação, Sezarinha Saraiva Ferreira e as que integravam a Associação de Mulheres Aguasvermelhenses.

Nesse ínterim, um grupo de professoras da cidade solicitou apoio da técnica da EMATER para a realização um projeto ambiental que criasse condições aos estudantes de trabalhar diretamente com a questão do meio ambiente fora da sala de aula. O Rio Mosquito, principal patrimônio ambiental da cidade e maior fonte de água para a comunidade tornou-se o objeto de mobilização. Marilene sugeriu às companheiras que as atividades objetivassem um estudo da Bacia Hidrográfica do Rio Mosquito. A partir dessa demanda local, como técnica e como cidadã adotou, junto com outras mulheres, a luta por melhores condições de vida. Ao mesmo tempo o Rio Mosquito passou a ser o vetor de transformação de sua vida pessoal e a

¹ O autor dessas linhas é autor Antonio Carlos Maia Figueiredo, que trabalhou no programa PROAGUA.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	19

da comunidade. Concomitantemente, a EMATER desenvolvia um projeto na região intitulado “Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas”, sendo o Rio Mosquito um dos rios selecionados como unidade de estudo, pesquisa e intervenção. Para elaborar a proposta aos professores, Marilene buscou reunir todas as informações possíveis sobre o rio junto a própria EMATER, a CEMIG e a Associação dos Conselhos de Defesa do Meio Ambiente de Minas Gerais. Como resultado desse processo foi o lançamento em 1996 de uma cartilha e da campanha “Jogue Limpo com Águas Vermelhas”.

Trágica coincidência, aquele ano foi marcado por uma terrível estiagem e as comunidades à jusante do Rio Mosquito tiveram seu abastecimento de água comprometido pela seca, chegando a cortar a vazão do rio e o fornecimento de água tanto para a agricultura como para o próprio consumo da população. Diante de tão fortes evidências de crise, Marilene e suas companheiras, a EMATER com o programa de sub-bacia hidrográfica do Rio Mosquito e o CODEMA realizaram uma pesquisa, através da aplicação de um questionário sócio-econômico em toda a extensão da bacia. O resultado confirmou o quadro de penúria que o Rio Mosquito passava: irrigações no médio Rio Mosquito com a utilização de pivô-central para áreas de até 300 hectares de fruticultura e oleiculturas. Diante desse quadro de escassez de água, consequência dos múltiplos usos, aflorou o conflito pela água. De um lado a comunidade sendo prejudicada em seu direito de ter a água para sua sobrevivência e do outro lado, os irrigantes e seus interesses econômicos.

As mulheres de Águas Vermelhas lideradas por Marilene buscaram alternativas para minimizar o problema de imediato. Interpelaram e conseguiram que a CEMIG alternasse o controle de vazão da barragem de Samambaia, que tinha a função de perenizar o Rio Mosquito, para que as comunidades e os pequenos produtores do baixo Rio Mosquito aliviassem sua penúria com vazão suficiente do rio para suas necessidades.

Foi a primeira vitória das mulheres de Águas Vermelhas diante de um conflito histórico no semi-árido mineiro. Em decorrência desse movimento, o processo de organização local para a gestão da água num cenário de escassez, demandas difusas e conflitos, liderado pelas mulheres de Águas Vermelhas tomou fôlego.

No cenário nacional, a política de recursos hídricos, em resposta aos anseios da sociedade em defesa das águas, apresentava uma nova legislação que instituía os comitês de bacias hidrográficas como instância regional para a gestão compartilhada e descentralizada dos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	20

recursos hídricos. Novamente as mulheres de Águas Vermelhas se mobilizaram e, em 15 de Julho de 1998, o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mosquito foi instituído pelo Decreto Estadual 39.736, tendo como seu primeiro presidente, Marilene Farias de Souza.

5.4.1 A metamorfose do CBH Mosquito em CBH Pardo e seus afluentes

Hoje o CBH Rio Mosquito completa 13 anos de história de trabalhos de referência na gestão de recursos hídricos no Norte de Minas Gerais. Esse trabalho expandiu para a toda a bacia do Rio Pardo. De acordo com a Gerência de Apoio aos CBHs do IGAM de Montes Claros, o processo de formação do comitê integrado Rio Mosquito e Rio Pardo durou quase 02 (dois) anos, com debates e acertos para que a representação legal no cenário de gestão e gerenciamento de recursos hídricos se conformasse.

O Comitê do rio Mosquito era composto pelos municípios de Águas Vermelhas, Divisa Alegre, Curral de Dentro e Santa Cruz de Salinas e realizou um trabalho de buscar a mobilização na bacia dos afluentes do Rio Pardo, atendendo a Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos que determina que cada unidade de planejamento de recursos hídricos – UPGRH tenha uma representação colegiada. Nesse processo iniciou uma metamorfose estrutural do CBH Mosquito passando a cobrir toda a bacia mineira do Rio Pardo, conforme mostra o mapa da **Figura 5.1**.

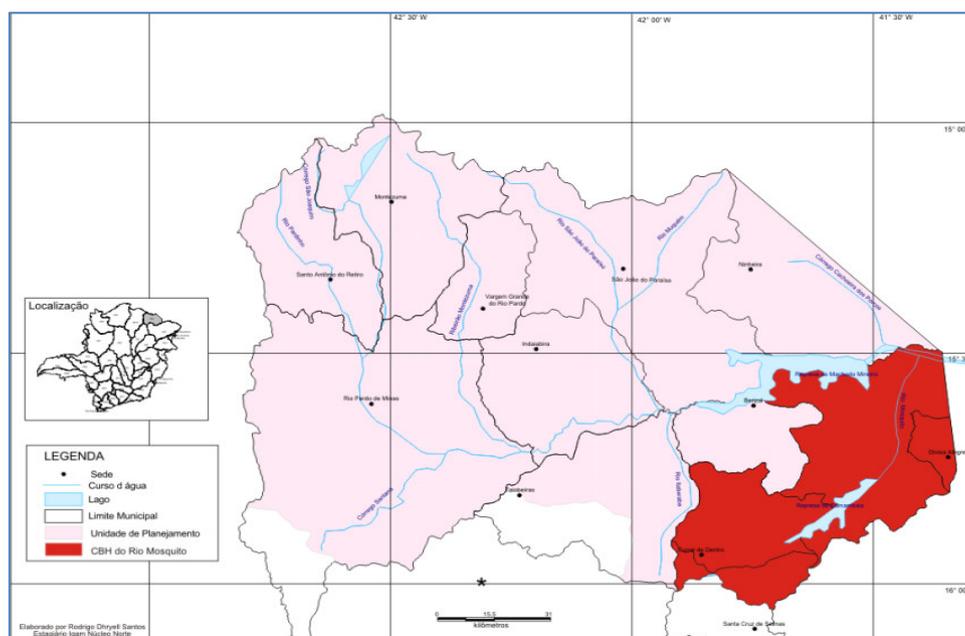


Figura 5.1 – Ampliação do CBH Mosquito para a totalidade da UPGRH PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 21
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O debate se intensificou a partir de 2009, quando a Diretoria de Gestão de Recursos Hídricos do IGAM, por meio do Núcleo regional Norte, em reuniões itinerantes com os conselheiros e a população da porção mineira da bacia do Rio Pardo articularam o melhor arranjo institucional para a ampliação do CBH Mosquito. Foi decidido ampliar a composição do Comitê com mais 3 vagas para usuário, 3 vagas para sociedade civil, 3 vagas para poder público estadual e 3 vagas para municípios. Para acolher mais municípios (total de 9), os suplentes de Águas Vermelhas, Divisa Alegre, Santa Cruz de Salinas e Curral de Dentro ficam sendo outros municípios da bacia.

Este arranjo teve em importantes referendos, como na Plenária do CBH Mosquito, entre os 13 municípios da Bacia do Rio Pardo e finalmente do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH.

O Regimento Interno do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mosquito e demais Afluentes Mineiros do Rio Pardo foi adotado pela Deliberação Normativa nº 02, 09 de novembro de 2010.

Em 2010 começou também o processo eleitoral para a composição do CBH para atendimento da legislação de recursos hídricos. Após um longo período de mobilização dos segmentos sociais da porção mineira da bacia do Rio Pardo e após o cumprimento de todos os trâmites legais de um processo eleitoral, no dia 11 de maio de 2011 realizou-se a cerimônia de posse dos conselheiros e a eleição da diretoria atual.

5.5 Panorama demográfico

De acordo com os Termos de Referência neste sub-capítulo “*deverão ser apresentados resultados das análises, interpretações e previsões deverão ser suportadas por tabelas, gráficos, mapas e comentários destinados a oferecer melhor compreensão dos números*”. Estes elementos serão relevantes para estimativa e projeções das demandas hídricas na bacia PA1 que conformarão os prognósticos vinculados a cada cenário a ser proposto na Fase II. A maior parte dos dados foi obtida do IBGE, MEC, DATASUS e FJP a partir dos censos específicos mais recentes e agregados por município. É analisada a evolução no tempo e no espaço da bacia, procurando determinar tendências de concentração e polarização, identificando-se os trechos da bacia submetidos a pressões demográficas mais intensas, os movimentos migratórios e a distribuição da sua população urbana e rural e em suas subdivisões.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	22

Os seguintes aspectos estão contemplados:

- Dados demográficos: populações urbana, rural e total, por sexo e etnia;
- Densidade demográfica;
- Taxa de urbanização;
- Taxa de mortalidade infantil;
- Total de óbitos por ocorrência e por residência;
- Numero de domicílios urbanos;
- Existência de favelas, processo de favelização;
- Existência de povos e comunidades tradicionais;
- Disponibilidade de saneamento básico;
- Disponibilidade de abastecimento de água;
- Disposição de lixo;
- Evolução da população desde 1970: taxa geométrica anual de crescimento da população e taxa de natalidade
- Projeções de população.

5.5.1 Dados demográficos: populações urbana, rural e total, por sexo e etnia

No **Quadro 5.1** é apresentada a população existente na bacia hidrográfica, apurada pelos setores censitários presentes na mesma, com destaque para a população urbana e rural. Esta população é a que efetivamente habita a bacia hidrográfica, uma vez que diversos municípios estão inseridos em mais de uma bacia, apurada por setores censitários localizados dentro da bacia hidrográfica (**Figura 5.2**). Somente estão disponíveis no IBGE os dados de setores censitários relativos à população e, portanto, devidamente utilizados na tabela anterior. Os demais quadros, a menos que esteja explicitado, apresentam os dados dos municípios por inteiro, sem a desagregação por setores censitários, presentes na bacia hidrográfica.

A população total que reside na bacia hidrográfica é de 135.732 habitantes, sendo 72.295 em áreas urbanas e 63.437 em áreas rurais. As principais cidades da bacia hidrográfica são Rio Pardo de Minas, São João do Paraíso e Taiobeiras, embora esta possua parte de sua população em outra bacia hidrográfica. Observa-se que Santa Cruz de Salinas somente possui população na área rural da bacia PA1.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	23

Quadro 5.1 – População existente na bacia PA1

	Municípios da bacia PA1	Área na Bacia	Sede na Bacia	População na Bacia		
				Urbana	Rural	Total
1	Águas Vermelhas	total	sim	8.941	3.781	12.722
2	Berizal	total	sim	2.485	1.885	4.370
3	Curral de Dentro	total	sim	5.837	1.076	6.913
4	Divisa Alegre	total	sim	5.693	191	5.884
5	Indaiabira	total	sim	2.742	4.588	7.330
6	Montezuma	total	sim	3.079	4.385	7.464
7	Ninheira	total	sim	2.623	7.192	9.815
8	Rio Pardo de Minas	parcial	sim	11.692	16.144	27.836
9	Santa Cruz de Salinas	parcial	não	-	1.663	1.663
10	Santo Antônio do Retiro	total	sim	1.590	5.365	6.955
11	São João do Paraíso	total	sim	10.235	12.084	22.319
12	Taiobeiras	parcial	parcial*	14.957	2.771	17.728
13	Vargem Grande do Rio Pardo	total	sim	2.421	2.312	4.733
Totais				72.295	63.437	135.732

Fonte:IBGE/2010

*A sede do município encontra-se no divisor das bacias PA1/JQ3

Nos

Quadro 5.2 e **Quadro 5.3** é apresentada a população residente por domicílio e sexo de forma a se perceber a proporcionalidade entre homens e mulheres, cor ou raça.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 24
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

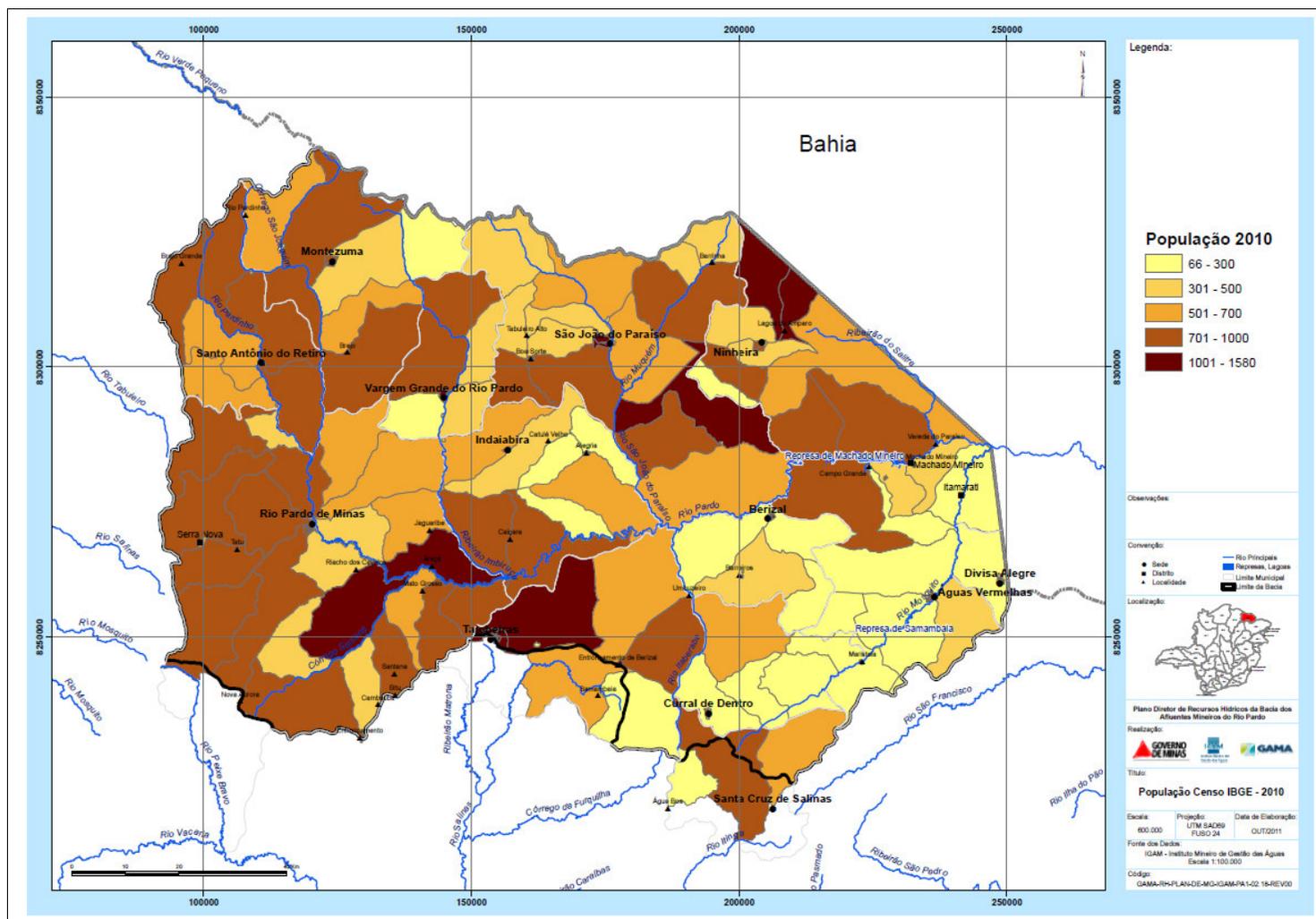


Figura 5.2 – Mapa de População da PA1

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 5.2 – População residente, por situação de domicílio e sexo, na bacia PA1

População residente, por situação do domicílio e sexo									
2010									
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Situação do domicílio X Sexo								
	Total			Urbana			Rural		
	Total	Homem	Mulher	Total	Homem	Mulher	Total	Homem	Mulher
Águas Vermelhas	12.722	6.526	6.196	8.941	4.508	4.433	3.781	2.018	1.763
Berizal	4.370	2.190	2.180	2.485	1.213	1.272	1.885	977	908
Curral de Dentro	6.913	3.500	3.413	5.837	2.920	2.917	1.076	580	496
Divisa Alegre	5.884	2.905	2.979	5.693	2.802	2.891	191	103	88
Indaiabira	7.330	3.735	3.595	2.742	1.329	1.413	4.588	2.406	2.182
Montezuma	7.464	3.775	3.689	3.079	1.531	1.548	4.385	2.244	2.141
Ninheira	9.815	5.053	4.762	2.623	1.272	1.351	7.192	3.781	3.411
Rio Pardo de Minas	29.099	14.832	14.267	11.692	5.729	5.963	17.407	9.103	8.304
Santa Cruz de Salinas	4.397	2.274	2.123	1.151	579	572	3.246	1.695	1.551
Santo Antônio do Retiro	6.955	3.526	3.429	1.590	752	838	5.365	2.774	2.591
São João do Paraíso	22.319	11.163	11.156	10.235	4.981	5.254	12.084	6.182	5.902
Taiobeiras	30.917	15.117	15.800	25.060	12.091	12.969	5.857	3.026	2.831
Vargem Grande do Rio Pardo	4.733	2.428	2.305	2.421	1.234	1.187	2.312	1.194	1.118
Totais da bacia hidrográfica	152.918	77.024	75.894	83.549	40.941	42.608	69.369	36.083	33.286

Fonte: IBGE - Censo Demográfico

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 26
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 5.3 – População residente por sexo, situação de domicílio e cor ou raça, na bacia PA1

População residente por sexo, situação do domicílio e cor ou raça																		
2010																		
Municípios da Bacia Hidrográfica do PA1	Situação do domicílio X Cor ou raça																	
	Total						Urbana						Rural					
	Total	Branca	Preta	Parda	Amarela	Indígena	Total	Branca	Preta	Parda	Amarela	Indígena	Total	Branca	Preta	Parda	Amarela	Indígena
Águas Vermelhas	12.722	3.255	699	8.702	66	-	8.941	2.104	506	6.276	55	-	3.781	1.151	193	2.426	11	-
Berizal	4.370	1.386	207	2.742	33	2	2.485	825	135	1.509	15	1	1.885	561	72	1.233	18	1
Curral de Dentro	6.913	1.857	426	4.575	54	1	5.837	1.554	394	3.837	51	1	1.076	303	32	738	3	-
Divisa Alegre	5.884	1.368	521	3.925	68	2	5.693	1.323	515	3.785	68	2	191	45	6	140	-	-
Indaial	7.330	2.337	287	4.699	6	1	2.742	836	87	1.815	3	1	4.588	1.501	200	2.884	3	-
Montezuma	7.464	2.637	440	4.363	24	-	3.079	1.229	151	1.696	3	-	4.385	1.408	289	2.667	21	-
Ninheira	9.815	2.976	203	6.594	41	1	2.623	951	89	1.580	3	-	7.192	2.025	114	5.014	38	1
Rio Pardo de Minas	29.099	9.817	753	18.379	145	5	11.692	4.337	344	6.919	87	5	17.407	5.480	409	11.460	58	-
Santa Cruz de Salinas	4.397	1.518	46	2.830	2	1	1.151	343	10	796	2	-	3.246	1.175	36	2.034	-	1
Santo Antônio do Retiro	6.955	2.249	449	4.245	12	-	1.590	573	29	985	3	-	5.365	1.676	420	3.260	9	-
São João do Paraíso	22.319	7.467	452	14.278	119	3	10.235	3.412	219	6.529	72	3	12.084	4.055	233	7.749	47	-
Taiobeiras	30.917	10.729	1.343	18.685	160	-	25.060	9.294	1.017	14.612	137	-	5.857	1.435	326	4.073	23	-
Vargem Grande do Rio Pardo	4.733	1.803	131	2.789	10	-	2.421	910	102	1.402	7	-	2.312	893	29	1.387	3	-
Totais da bacia hidrográfica	152.918	49.399	5.957	96.806	740	16	83.549	27.691	3.598	51.741	506	13	##	21.708	2.359	45.065	234	3

Fonte: IBGE – Censo Demográfico

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 27
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Considerando a população integral dos municípios contidos ou em parte na bacia hidrográfica, os homens são em maior quantidade que as mulheres. Na zona urbana há mais mulheres (51%) que homens (49%) enquanto na zona rural há mais homens (52%) que mulheres (48%).

Estes números evidenciam apenas uma migração normal em nossa sociedade, uma vez que na cidade há maior facilidade de emprego para as mulheres, enquanto na zona rural o trabalho mais requerido é o dos homens. Some-se a isto o fato de nos últimos vinte anos ter havido uma substancial migração do campo para a cidade, hoje em taxas menores

Ao se analisar, na sequência, os dados sobre a cor ou raça dos habitantes verifica-se que, do total, aproximadamente 63% são pardos, 32% brancos e 4% pretos. Na zona urbana há um pouco mais de brancos do que na zona rural, invertendo-se a situação na zona rural, ou seja: na zona urbana 62% são pardos, 33% brancos e 4% pretos; na zona rural 65% são pardos, 31% brancos e 3% pretos.

5.5.2 Densidade demográfica

A densidade demográfica nos municípios que compõem a bacia PA1 é baixa, como mostra o **Quadro 5.4**. A densidade demográfica no Brasil é de 22,43 habitantes por quilômetro quadrado e em Minas Gerais de 33,41 habitantes por quilômetro quadrado. Nos municípios da bacia hidrográfica em questão, por sua vez, densidades demográficas acima de 30 habitantes por quilômetro quadrado é encontrada apenas em Divisa Alegre (49,95), enquanto em 8 municípios a densidade não passa de 10 habitantes por quilômetro quadrado.

Quadro 5.4 – Densidade Demográfica na bacia PA1

Área e Densidade demográfica da unidade territorial (2010)		
Brasil, Minas Gerais e Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Variável	
	Área total das unidades territoriais (km ²)	Densidade demográfica da unidade territorial (hab/km ²)
Brasil	8.502.728,30	22,43
Minas Gerais	586.520,40	33,41
Águas Vermelhas	1.258,80	10,11
Berizal	488,8	8,94
Curral de Dentro	568,3	12,17
Divisa Alegre	117,8	49,95
Indaiabira	1.004,10	7,3
Montezuma	1.130,40	6,6

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 28
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Área e Densidade demográfica da unidade territorial (2010)		
Brasil, Minas Gerais e Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Variável	
	Área total das unidades territoriais (km²)	Densidade demográfica da unidade territorial (hab/km²)
Ninheira	1.108,20	8,86
Rio Pardo de Minas	3.117,40	9,33
Santa Cruz de Salinas	589,6	7,46
Santo Antônio do Retiro	796,3	8,73
São João do Paraíso	1.925,60	11,59
Taiobeiras	1.194,50	25,88
Vargem Grande do Rio Pardo	491,5	9,63

Fonte: IBGE - Censo Demográfico

5.5.3 Taxa de urbanização

A Taxa Média de Urbanização nos municípios da bacia hidrográfica é de 54,64%, embora haja variações expressivas na mesma (**Quadro 5.5**). Quatro municípios da bacia hidrográfica têm altas taxas de urbanização: Divisa Alegre (96,75%); Curral de Dentro (84,44%); Taiobeiras (81,06%) e Águas Vermelhas (70,28%). Destacam-se como municípios de baixa urbanização Santo Antônio do Retiro (22,86%), Santa Cruz de Salinas (26,18%) e Ninheira (26,72%).

Quadro 5.5 – Taxa de urbanização na bacia PA1

Taxa de Urbanização						
2010						
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	População			Taxa de ocupação		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Águas Vermelhas	8.941	3.781	12.722	70,28%	29,72%	100%
Berizal	2.485	1.885	4.370	56,86%	43,14%	100%
Curral de Dentro	5.837	1.076	6.913	84,44%	15,56%	100%
Divisa Alegre	5.693	191	5.884	96,75%	3,25%	100%
Indaiabira	2.742	4.588	7.330	37,41%	62,59%	100%
Montezuma	3.079	4.385	7.464	41,25%	58,75%	100%
Ninheira	2.623	7.192	9.815	26,72%	73,28%	100%
Rio Pardo de Minas	11.692	17.407	29.099	40,18%	59,82%	100%
Santa Cruz de Salinas	1.151	3.246	4.397	26,18%	73,82%	100%
Santo Antônio do Retiro	1.590	5.365	6.955	22,86%	77,14%	100%
São João do Paraíso	10.235	12.084	22.319	45,86%	54,14%	100%
Taiobeiras	25.060	5.857	30.917	81,06%	18,94%	100%
Vargem Grande do Rio Pardo	2.421	2.312	4.733	51,15%	48,85%	100%
Total	83.549	69.369	152.918	54,64%	45,36%	100%

Fonte: IBGE - Censo Demográfico

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 29
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

5.5.4 Saneamento rural e outras situações relacionadas

Não há registro de qualquer sistema de tratamento de esgotos na área rural. Em algumas raras localidades há a coleta de esgotos em trechos de ruas, unicamente para direcioná-lo a algum córrego ou rio que esteja mais próximo em função da declividade. O destino do esgoto sanitário normalmente é feito por fossas, sépticas ou não, de pouco impacto junto aos recursos hídricos.

5.5.5 Número de domicílios urbanos

O número de domicílios urbanos, necessário para o cálculo de demanda de água está expresso no quadro da página seguinte, pela totalidade dos municípios integrantes da bacia hidrográfica. Para o cálculo específico da bacia PA1 foram utilizados somente os dados dos setores censitários localizados internamente à bacia, e os resultados são apresentados no

Quadro 5.6.

5.5.6 Disponibilidade de saneamento básico

Quanto à disponibilidade de saneamento básico, foram utilizados, em termos gerais, os dados coletados no Censo 2010 sobre a forma de abastecimento de água, a existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário e o destino do lixo dispostos no **Quadro 5.7** ao **Quadro 5.9.**

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 30
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 5.6 – Número de domicílios urbanos na bacia PA1

Domicílios urbanos recenseados, por espécie e situação do domicílio												
2010												
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Espécie											
	Total	Particular	Particular ocupado	Particular ocupado com entrevista realizada	Particular ocupado sem entrevista realizada	Particular não ocupado	Particular não ocupado fechado	Particular não ocupado uso ocasional	Particular não ocupado vago	Coletivo	Coletivo com morador	Coletivo sem morador
Águas Vermelhas	2.873	2.871	2.455	2.452	3	416	-	71	345	2	1	1
Berizal	843	841	707	703	4	134	-	18	116	2	2	-
Curral de Dentro	2.149	2.144	1.652	1.643	9	492	-	150	342	5	4	1
Divisa Alegre	1.851	1.849	1.587	1.586	1	262	-	52	210	2	2	-
Indaiabira	970	970	776	774	2	194	-	37	157	-	-	-
Montezuma	1.110	1.108	858	858	-	250	-	76	174	2	-	2
Ninheira	1.038	1.034	764	761	3	270	-	51	219	4	3	1
Rio Pardo de Minas	3.778	3.771	3.214	3.207	7	557	-	155	402	7	4	3
Santa Cruz de Salinas	492	491	367	367	-	124	-	50	74	1	1	-
Santo Antônio do Retiro	580	577	451	451	-	126	-	7	119	3	-	3
São João do Paraíso	3.538	3.530	2.939	2.925	14	591	-	104	487	8	5	3
Taiobeiras	8.367	8.348	7.282	7.256	26	1.066	-	261	805	19	9	10
Vargem Grande do Rio Pardo	814	813	636	636	-	177	-	40	137	1	-	1

Fonte: IBGE - Censo Demográfico

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 31
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.7 – Forma de Abastecimento de Água na bacia PA1

Forma de Abastecimento de Água				
(Domicílios particulares permanentes - Unidades)				
2010				
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Forma de abastecimento de água			
	Total	Rede geral de distribuição	Poço ou nascente na propriedade	Outra
Águas Vermelhas	3.469	3.016	124	329
Berizal	1.250	713	148	389
Curral de Dentro	1.953	1.152	716	85
Divisa Alegre	1.647	1.581	8	58
Indaiabira	1.944	1.021	374	549
Montezuma	1.893	1.269	326	298
Ninheira	2.588	1.385	47	1.156
Rio Pardo de Minas	7.544	4.844	1.095	1.605
Santa Cruz de Salinas	1.280	716	264	300
Santo Antônio do Retiro	1.798	923	198	677
São João do Paraíso	6.026	4.441	519	1.066
Taiobeiras	8.908	7.117	1.159	632
Vargem Grande do Rio Pardo	1.186	639	85	462

Fonte: IBGE - Censo Demográfico

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 32
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.8 – Existência de Banheiro ou sanitário e tipo de esgotamento sanitário na bacia PA1

Domicílios particulares permanentes, por existência de banheiro ou sanitário e tipo de esgotamento sanitário						
2010						
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário					
	Total	Tinham banheiro ou sanitário	Tinham banheiro ou sanitário - rede geral de esgoto ou pluvial	Tinham banheiro ou sanitário - fossa séptica	Tinham banheiro ou sanitário - outro	Não tinham banheiro ou sanitário
Águas Vermelhas	3.469	3.238	1.033	253	1.952	231
Berizal	1.250	1.178	191	13	974	72
Curral de Dentro	1.953	1.863	785	9	1.069	90
Divisa Alegre	1.647	1.620	7	31	1.582	27
Indaiabira	1.944	1.722	279	72	1.371	222
Montezuma	1.893	1.536	509	17	1.010	357
Ninheira	2.588	2.182	149	223	1.810	406
Rio Pardo de Minas	7.544	6.710	462	238	6.010	833
Santa Cruz de Salinas	1.280	972	352	12	608	308
Santo Antônio do Retiro	1.798	1.475	427	83	965	323
São João do Paraíso	6.026	5.267	1.049	102	4.116	759
Taiobeiras	8.908	8.816	591	844	7.381	92
Vargem Grande do Rio Pardo	1.186	1.125	8	8	1.109	61

Fonte: IBGE - Censo Demográfico

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 33
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.9 – Destino do Lixo na bacia PA1

Destino do lixo (Domicílios particulares permanentes - Unidades) 2010					
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Destino do lixo				
	Total	Coletado	Coletado por serviço de limpeza	Coletado em caçamba de serviço de limpeza	Outro destino
Águas Vermelhas	3.469	2.582	2.575	7	887
Berizal	1.250	784	496	288	466
Curral de Dentro	1.953	1.430	893	537	523
Divisa Alegre	1.647	1.555	1.156	399	92
Indaiabira	1.944	782	543	239	1.162
Montezuma	1.893	778	335	443	1.115
Ninheira	2.588	823	271	552	1.765
Rio Pardo de Minas	7.544	3.108	2.314	794	4.436
Santa Cruz de Salinas	1.280	493	5	488	787
Santo Antônio do Retiro	1.798	574	461	113	1.224
São João do Paraíso	6.026	3.310	3.079	231	2.716
Taiobeiras	8.908	7.684	7.278	406	1.224
Vargem Grande do Rio Pardo	1.186	603	602	1	583

Fonte: IBGE - Censo Demográfico

5.5.7 Registro histórico da população e projeções

A evolução histórica da população nos municípios da bacia PA1, de 1970 a 2010, está disposta no **Quadro 5.10**. A Taxa Geométrica Anual de Crescimento da População na bacia hidrográfica oscila de -0,88 em Santa Cruz de Salinas a 2,03 em Divisa Alegre. Analisando a Taxa de Crescimento da População na bacia hidrográfica verifica-se que 4 municípios tiveram uma taxa de crescimento negativo. Há, pois, algumas cidades que estão crescendo e outras em declínio populacional.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 34
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 5.10 – Evolução da População na bacia PA1 de 1970 a 2010

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	1970			1980			1991			2000			2010			Tx. crescimento da população
	Urbana	Rural	Total													
Águas Vermelhas	1.024	11.252	12.276	5.890	9.069	14.959	9.751	9.434	19.185	8.115	3.763	11.878	8.941	3.781	12.722	0,09
Berizal			0			0			0	2.067	1.903	3.970	2.485	1.885	4.370	0,96
Curral de Dentro			0			0			0	3.566	2.407	5.973	5.837	1.076	6.913	1,47
Divisa Alegre			0			0			0	4.656	159	4.815	5.693	191	5.884	2,03
Indaiabira			0			0			0	1.233	6.192	7.425	2.742	4.588	7.330	-0,13
Montezuma			0			0			0	2.308	4.265	6.573	3.079	4.385	7.464	1,28
Ninheira			0			0			0	1.942	7.414	9.356	2.623	7.192	9.815	0,48
Rio Pardo de Minas	2.481	35.078	37.559	4.856	37.893	42.749	10.500	38.307	48.807	10.495	16.742	27.237	11.692	17.407	29.099	-0,64
Santa Cruz de Salinas			0			0			0	911	3.890	4.801	1.151	3.246	4.397	-0,88
Santo Antônio do Retiro			0			0			0	1.257	5.398	6.655	1.590	5.365	6.955	0,44
São João do Paraíso	951	21.776	22.727	2.705	21.026	23.731	5.179	23.740	28.919	8.231	12.779	21.010	10.235	12.084	22.319	-0,05
Taiobeiras	4.831	9.192	14.023	10.260	8.865	19.125	18.324	8.349	26.673	21.795	5.552	27.347	25.060	5.857	30.917	2,00
Vargem Grande do Rio Pardo			0			0			0	1.958	2.499	4.457	2.421	2.312	4.733	0,60

Fonte: IBGE - Censo Demográfico

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 35
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Desde os anos 1960 a taxa de crescimento da população brasileira vem experimentando paulatinos declínios, intensificando-se juntamente com as quedas mais pronunciadas da fecundidade. No período 1950-1960, a taxa de crescimento da população recuou de 3,04% ao ano para 1,05% em 2008. Em 2050, o IBGE estima que a taxa de crescimento cairá para -0,3%, com uma população total de 215,3 milhões de habitantes. Segundo as projeções, o país apresentará um potencial de crescimento populacional até 2039, quando se espera que a população atinja o chamado “crescimento zero”. A partir desse ano serão registradas taxas de crescimento negativas, que correspondem à queda no número da população. Vale ressaltar que se o ritmo de crescimento populacional se mantivesse no mesmo nível observado na década de 1950 (aproximadamente 3% ao ano), a população brasileira teria chegado, em 2008, a 295 milhões de pessoas e não nos 189,6 milhões divulgados pelo IBGE.

As taxas de natalidade iniciaram sua trajetória de declínio em meados da década de 1960, com a introdução e a paulatina difusão dos métodos anticonceptivos orais no Brasil. A fecundidade no Brasil foi diminuindo ao longo dos anos, basicamente como consequência das transformações ocorridas na sociedade brasileira, de modo geral, e na própria família, de maneira mais particular. Com isso, a fecundidade, em 1991, já se posicionava em 2,89 filhos por mulher e, em 2000, em 2,39 filhos por mulher. As PNADs 2006 e 2007 já apresentam estimativas que colocam a fecundidade feminina no Brasil abaixo do nível de reposição das gerações (1,99 e 1,95 filho por mulher, respectivamente). Ao utilizar este conjunto de estimativas para projetar o nível da fecundidade, a taxa estimada e correspondente ao ano de 2008 é de 1,86 filho por mulher. Foi com base no conjunto de estimativas da fecundidade no Brasil que foi possível estabelecer a provável trajetória futura desta variável demográfica. Com os devidos ajustes inerentes ao processo de modelagem, a fecundidade limite brasileira seria de 1,50 filho por mulher, valor que será alcançado entre 2027 e 2028. A fecundidade por idade da mulher, por hipótese, deve seguir mantendo um comportamento jovem, com taxas máximas no grupo 20 a 24 anos de idade.

5.5.8 Taxa Bruta de Natalidade

A Taxa Bruta de Natalidade é o número de nascidos vivos, expresso por mil habitantes, ocorridos na população geral, em determinado período. Esta taxa expressa a intensidade de ocorrência anual de nascidos vivos em determinada população, dependente de fatores biológicos (sexo, idade) e ambientais. A taxa bruta de natalidade é influenciada pela

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	36

estrutura da população, por sexo e idade, por sua vez, condicionada por fatores socioeconômicos. Como medida de fecundidade, ela apresenta sérias limitações, uma vez que o seu denominador é a população total, e não a população em idade reprodutiva.

Na bacia PA1 esta taxa de natalidade é relativamente baixa, quando comparada ao Brasil como um todo e suas regiões, como mostra o **Quadro 5.11**.

Apenas o município de Curral de Dentro tem sua Taxa de Natalidade superior à taxa média de Minas Gerais. Em alguns municípios, como Águas Vermelhas e Ninheira, a taxa de natalidade é bastante baixa.

Quadro 5.11 – Taxa Bruta de Natalidade na bacia PA1

Taxa Bruta de Natalidade 2009			
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Nascidos Vivos	População	Taxa Bruta de Natalidade
Águas Vermelhas	96	12.722	7,55
Berizal	63	4.370	14,42
Curral de Dentro	108	6.913	15,62
Divisa Alegre	80	5.884	13,60
Indaiabira	85	7.330	11,60
Montezuma	81	7.464	10,85
Ninheira	82	9.815	8,35
Rio Pardo de Minas	421	29.099	14,47
Santa Cruz de Salinas	64	4.397	14,56
Santo Antônio do Retiro	89	6.955	12,80
São João do Paraíso	279	22.319	12,50
Taiobeiras	447	30.917	14,46
Vargem Grande do Rio Pardo	63	4.733	13,31

Fonte: MS/SVS/DASIS - Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos - SINASC e IBGE

5.5.9 Taxas de imigração e emigração

Não há dados atualizados do censo de 2010 sobre a imigração e emigração nos municípios da bacia PA1, não permitindo sua avaliação atual. A baixa taxa de crescimento, contudo, aliada à diminuição de população em diversos municípios, tem mostrado a migração de pessoas para outras regiões e, internamente, da zona rural para a zona urbana.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 37
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

5.5.10 Projeção da População

Levando em consideração os dados apresentados e estudos paralelos, é apresentada a projeção feita pela Fundação João Pinheiro até o ano 2020 no **Quadro 5.12**. A projeção do IBGE deverá sair até o final deste ano. Para efeito deste Plano Diretor, no prognóstico, será apresentada uma projeção específica.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 38
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.12 – Projeção da População dos Municípios da bacia PA1 de 2009 a 2020

PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO MUNICIPAL - 2009-2020												
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Águas Vermelhas	13.301	13.417	13.527	13.631	13.730	13.825	13.915	14.003	14.087	14.168	14.247	14.324
Berizal	4.655	4.712	4.766	4.817	4.866	4.913	4.958	5.001	5.042	5.082	5.121	5.159
Curral de Dentro	7.376	7.495	7.607	7.714	7.815	7.912	8.005	8.094	8.181	8.264	8.345	8.424
Divisa Alegre	6.235	6.356	6.471	6.580	6.683	6.782	6.877	6.968	7.056	7.141	7.224	7.304
Indaiabira	7.748	7.771	7.792	7.813	7.832	7.851	7.868	7.885	7.902	7.918	7.933	7.948
Montezuma	7.677	7.769	7.855	7.938	8.016	8.092	8.163	8.233	8.299	8.364	8.427	8.488
Ninheira	11.032	11.172	11.304	11.430	11.549	11.664	11.773	11.879	11.981	12.079	12.175	12.267
Rio Pardo de Minas	29.948	30.165	30.371	30.566	30.751	30.929	31.099	31.263	31.421	31.574	31.722	31.865
Santa Cruz de Salinas	5.465	5.520	5.572	5.621	5.668	5.712	5.755	5.796	5.836	5.875	5.912	5.948
Santo Antônio do Retiro	7.087	7.120	7.151	7.180	7.208	7.235	7.261	7.285	7.309	7.332	7.355	7.376
São João do Paraíso	22.782	22.921	23.053	23.178	23.298	23.412	23.521	23.626	23.727	23.826	23.921	24.013
Taiobeiras	31.333	31.661	31.973	32.269	32.550	32.819	33.076	33.324	33.564	33.796	34.020	34.238
Vargem Grande do Rio Pardo	4.923	4.961	4.996	5.030	5.062	5.093	5.122	5.151	5.178	5.204	5.230	5.255

Fonte: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 39
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

5.6 Diagnóstico do Sistema Educacional

Um diagnóstico do Sistema Educacional na bacia PA1 pode ser feito a partir das informações básicas obtidas no Ministério de Educação e Cultura. Estas informações traduzem o grau de desenvolvimento educacional na região e auxiliam no entendimento da qualidade de vida presente na bacia hidrográfica.

Para tanto, as informações colhidas são as relativas aos alunos matriculados na pré-escola, ensino fundamental e ensino médio, em cada município, segundo a rede escolar (municipal, estadual e privada) e localização (urbana e rural). Os resultados referem-se à matrícula inicial na Creche, Pré-Escola, Ensino Fundamental e Ensino Médio (incluindo o médio integrado e normal magistério), no Ensino Regular e na Educação de Jovens e Adultos, presencial, Fundamental e Médio (incluindo a EJA integrada à educação profissional) das redes estaduais e municipais, urbanas e rurais em tempo parcial e integral.

Complementam-se as informações com os alunos matriculados da Educação Profissional (Nível Técnico) e Superior. Os resultados referem-se à matrícula inicial na Educação Profissional (Nível Técnico) e ao número de Instituições de Educação Superior.

Nos **Quadro 5.13** e **Quadro 5.14** são apresentadas as informações disponíveis que permitem a elaboração de alguns comentários sobre a possibilidade destas instituições de educação superior auxiliar na implementação do PDRH/PA1.

Em princípio, não há o que se comentar a respeito dos quantitativos de alunos no ensino básico, uma vez que o Estado tem se preocupado para que todas as crianças estejam na escola. Um aspecto que tem chamado a atenção é de que diversas escolas já possuem turmas de alunos em horário integral tanto em creche, pré-escola, ensino fundamental e ensino médio. Na bacia hidrográfica, 8 municípios possuem creches em horário integral, 2 têm turmas da pré-escola, 7 municípios têm turmas regulares de horário integral no ensino fundamental ou alguns alunos em horário integral no ensino fundamental. Todos os municípios possuem escolas com o ensino médio.

Na sequência dos quadros dos alunos matriculados na educação infantil (creche e pré-escola), ensino fundamental e ensino médio, são apresentados os quadros dos alunos matriculados na Educação Profissional (nível técnico) e nas Instituições de Educação Superior.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	40

A educação profissional, com ensino técnico, não existe na bacia. No ensino superior também não há escolas presenciais. Apenas São João do Paraíso, com sede fora da bacia hidrográfica, Rio Pardo de Minas e Taiobeiras possuem alunos em cursos superiores de ensino à distância. Praticamente não há cidades que possam fornecer profissionais qualificados ou parcerias de interesse ao PDRH/PA1.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 41
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 5.13 – Alunos matriculados na pré-escola, ensino fundamental e ensino médio

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede Escolar	Ensino Regular *										EJA *			
		Educação Infantil				Ensino Fundamental				Médio		EJA Presencial			
		Creche		Pré- escola		Anos Iniciais		Anos Finais				Fundamental		Médio	
		Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral
Águas Vermelhas	Estadual Urbana	0	0	0	0	641	49	969	29	448	0	44	0	41	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	104	0	153	0	58	0	0	0	0	0
	Municipal Urbana	0	0	240	0	485	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Rural	0	0	182	0	157	0	0	0	0	0	28	0	0	0
	Estadual Municipal ^e	0	0	422	0	1.387	49	1.122	29	506	0	72	0	41	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
Berizal	Estadual Urbana	0	0	0	0	0	0	244	58	236	1	0	0	0	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	28	35	101	30	0	0	0	0	0	0
	Municipal Urbana	0	21	88	0	302	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Rural	0	23	38	0	48	16	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual Municipal ^e	0	44	126	0	378	51	345	88	236	1	0	0	0	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
Curral de Dentro	Estadual Urbana	0	0	0	0	132	0	732	40	342	0	0	0	34	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Urbana	0	0	181	0	607	0	0	0	0	0	18	0	0	0
	Municipal Rural	0	0	53	0	153	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual Municipal ^e	0	0	234	0	892	0	732	40	342	0	18	0	34	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede Escolar	Ensino Regular *										EJA *			
		Educação Infantil				Ensino Fundamental				Médio		EJA Presencial			
		Creche		Pré- escola		Anos Iniciais		Anos Finais				Fundamental		Médio	
		Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral
Divisa Alegre	Estadual Urbana	0	0	0	0	0	0	147	0	238	0	0	0	61	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Urbana	40	56	247	0	701	0	419	0	0	0	60	0	0	0
	Municipal Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual e Municipal	40	56	247	0	701	0	566	0	238	0	60	0	61	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
Indaiabira	Estadual Urbana	0	0	0	0	161	0	410	0	302	0	28	0	0	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	85	0	106	0	73	0	0	0	20	0
	Municipal Urbana	0	91	150	1	185	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Rural	0	33	22	26	348	0	100	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual e Municipal	0	124	172	27	779	3	616	0	375	0	28	0	20	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
Montezuma	Estadual Urbana	0	0	0	0	163	0	687	0	243	0	67	0	97	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Urbana	0	0	0	0	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Rural	0	0	98	0	333	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual e Municipal	0	0	98	0	723	0	687	0	243	0	67	0	97	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
Ninheira	Estadual Urbana	0	0	0	0	154	0	576	0	313	0	87	0	45	0

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede Escolar	Ensino Regular *										EJA *			
		Educação Infantil				Ensino Fundamental				Médio		EJA Presencial			
		Creche		Pré- escola		Anos Iniciais		Anos Finais				Fundamental		Médio	
		Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral
	Estadual Rural	0	0	0	0	58	0	160	0	29	0	0	0	0	0
	Municipal Urbana	0	33	98	0	221	0	0	0	0	0	32	0	0	0
	Municipal Rural	0	24	140	0	541	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual e Municipal	0	57	238	0	974	0	736	0	342	0	119	0	45	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
Rio Pardo de Minas	Estadual Urbana	0	0	0	0	383	0	798	0	837	18	28	0	133	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	706	0	296	0	586	0	28	0	0	0
	Municipal Urbana	0	76	380	27	837	0	606	0	0	0	98	0	0	0
	Municipal Rural	0	0	0	0	927	0	949	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual e Municipal	0	76	380	27	2.853	0	2.649	0	1.423	18	154	0	133	0
	Privada	0		94		157		53		0		0		0	
Santa Cruz de Salinas	Estadual Urbana	0	0	0	0	87	0	260	0	289	0	6	0	51	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Urbana	0	39	52	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Rural	0	0	48	0	317	0	231	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual e Municipal	0	39	100	0	526	0	491	0	289	0	6	0	51	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
Santo Antônio do Retiro	Estadual Urbana	0	0	0	0	66	24	143	0	359	0	0	0	0	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede Escolar	Ensino Regular *										EJA *			
		Educação Infantil				Ensino Fundamental				Médio		EJA Presencial			
		Creche		Pré- escola		Anos Iniciais		Anos Finais				Fundamental		Médio	
		Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral
	Municipal Urbana	0	0	124	0	271	0	345	0	0	0	33	0	0	0
	Municipal Rural	0	0	43	0	369	0	273	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual Municipal ^e	0	0	167	0	790	24	761	0	359	0	33	0	0	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
São João do Paraíso	Estadual Urbana	0	0	0	0	764	0	1.132	0	709	0	122	0	82	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	228	0	575	0	202	0	40	0	68	0
	Municipal Urbana	0	124	317	0	210	0	0	0	0	0	66	0	0	0
	Municipal Rural	0	0	100	0	939	0	0	0	0	0	32	0	0	0
	Estadual Municipal ^e	0	124	417	0	2.141	0	1.707	0	911	0	260	0	150	0
	Privada	0		0		0		0		0		0		0	
Taiobeiras	Estadual Urbana	0	0	0	0	1.404	83	1.995	27	1.467	0	0	0	227	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal Urbana	0	165	552	0	1.011	0	249	0	0	0	102	0	0	0
	Municipal Rural	0	38	52	0	252	0	148	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual Municipal ^e	0	203	604	0	2.667	83	2.392	27	1.467	0	102	0	227	0
	Privada	18		85		101		96		60		0		0	
Vargem Grande do Rio Pardo	Estadual Urbana	0	0	0	0	0	0	441	0	225	0	48	0	61	0
	Estadual Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Municipal	41	0	77	0	433	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede Escolar	Ensino Regular *										EJA *			
		Educação Infantil				Ensino Fundamental				Médio		EJA Presencial			
		Creche		Pré- escola		Anos Iniciais		Anos Finais				Fundamental		Médio	
		Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral	Parcial	Integral
	Urbana														
	Municipal Rural	0	0	16	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estadual e Municipal	41	0	93	0	482	0	441	0	225	0	48	0	61	0
	Privada		0		0		0		0		0		0		0

Fonte: e-MEC/Inep/Emec/Censo escolar

* Os resultados referem-se à matrícula inicial na Creche, Pré-Escola, Ensino Fundamental e Ensino Médio (incluindo o médio integrado e normal magistério), no Ensino Regular e na Educação de Jovens e Adultos presencial Fundamental e Médio (incluindo a EJA integrada à educação profissional) das redes estaduais e municipais, urbanas e rurais em tempo parcial e integral.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 46
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.14 – Alunos matriculados na Educação Profissional (nível técnico) e Instituições de Educação Superior

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede escolar	Matrícula inicial *		Número de instituições *		Possibilidade de atuação no PDRH
		Educação Profissional (Nível Técnico)		Ensino Superior		
				À Distância	Presencial	
Águas Vermelhas	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
Berizal	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
Curral de Dentro	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
Divisa Alegre	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede escolar	Matrícula inicial *		Número de instituições *		Possibilidade de atuação no PDRH
		Educação Profissional (Nível Técnico)		Ensino Superior		
				À Distância	Presencial	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
Indaiabira	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
Montezuma	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
Ninheira	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
Rio Pardo de Minas	Estadual Urbana	0	0	0	0	São oferecidos na cidade curso superior de

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 48
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede escolar	Matrícula inicial *		Número de instituições *		Possibilidade de atuação no PDRH
		Educação Profissional (Nível Técnico)		Ensino Superior		
				À Distância	Presencial	
	Estadual Rural	0	0	0	0	Serviço Social e Administração que podem fornecer profissionais qualificados ou parcerias de interesse ao Plano.
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	1	0	
Santa Cruz de Salinas	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
Santo Antônio do Retiro	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	
São João do Paraíso	Estadual Urbana	0	0	0	0	São oferecidos na cidade curso superior de Geografia, Serviço Social e Administração que podem fornecer profissionais qualificados ou parcerias de interesse ao Plano.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Rede escolar	Matrícula inicial *		Número de instituições *		Possibilidade de atuação no PDRH
		Educação Profissional (Nível Técnico)		Ensino Superior		
				À Distância	Presencial	
	Privada	0	0	2	0	
Taiobeiras	Estadual Urbana	0	0	0	0	São oferecidos na cidade curso superior de Serviço Social e Administração que podem fornecer profissionais qualificados ou parcerias de interesse ao Plano.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	2	0	
Vargem Grande do Rio Pardo	Estadual Urbana	0	0	0	0	Baixa possibilidade de atuação, devido a falta de educação técnica ou superior.
	Estadual Rural	0	0	0	0	
	Municipal Urbana	0	0	0	0	
	Municipal Rural	0	0	0	0	
	Federal	0	0	0	0	
	Privada	0	0	0	0	

Considerando esta análise quantitativa verifica-se, também, o aspecto de qualidade principalmente do ensino fundamental, que é a base da educação na região. A análise foi feita a partir do IDEB e é apresentada no **Quadro 5.15**. O IDEB, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, foi criado pelo INEP em 2007 e representa a iniciativa pioneira de reunir num só indicador dois conceitos igualmente importantes para a qualidade da educação: fluxo escolar e médias de desempenho nas avaliações. Ele agrega ao enfoque pedagógico dos resultados das avaliações em larga escala do INEP a possibilidade de resultados sintéticos, facilmente assimiláveis, e que permitem traçar metas de qualidade educacional para os sistemas. O indicador é calculado a partir dos dados sobre aprovação escolar, obtidos no Censo Escolar, e médias de desempenho nas avaliações do INEP, o SEAB – para as unidades da federação e para o país, e a Prova Brasil – para os municípios.

Em 2009, a nota média do IDEB no Brasil foi de 4,6 e em Minas Gerais de 5,6. O Estado de Minas Gerais se destacou acima da média nacional. A bacia PA1, contudo, obteve notas intermediárias e abaixo da média estadual. Apenas a cidade de Indaiabira obteve nota superior à média estadual, com nota 5,7.

A avaliação do ensino médio é feita pelo ENEM. Criado em 1998, o Exame Nacional do Ensino Médio tem o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica. O exame destina-se aos alunos que estão concluindo (concluintes) ou que já concluíram o Ensino Médio em anos anteriores (egressos). A participação no ENEM é voluntária e em 2009 foi de 2.426.432 candidatos, dos quais 37% declararam estar concluindo o Ensino Médio em 2009 e 56% informaram serem egressos, ou seja, terem concluído o Ensino Médio em anos anteriores.

O INEP, contudo, não disponibiliza a nota média nos municípios, como o IDEB o faz, impedindo uma análise mais geral. Contudo, as notas são dadas a cada escola e aluno, o que pode ser consultado individualmente. As análises do IDEB e ENEM poderão ser feitas escola a escola, caso seja necessário um estudo das mesmas a cada sub-bacia do rio Pardo.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 51
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.15 - Avaliação do Ensino Básico – IDEB – 2009

Brasil, Minas Gerais e Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Nota IDEB - 2009
<i>Brasil</i>	4,6
<i>Minas Gerais</i>	5,6
Águas Vermelhas	4,4
Berizal	4,8
Curral de Dentro	4,6
Divisa Alegre	5,5
Indaiabira	5,7
Montezuma	4,2
Ninheira	4,6
Rio Pardo de Minas	4,6
Santa Cruz de Salinas	
Santo Antônio do Retiro	4,5
São João do Paraíso	5,2
Taiobeiras	5,6
Vargem Grande do Rio Pardo	5

Fonte: INEP

5.7 Inventário Instituições Técnico - Científicas existentes na bacia

Quanto ao ensino superior, a Bacia Hidrográfica do Rio Pardo conta, nos municípios que a integram, com cursos regulares, presenciais, e cursos na modalidade de ensino à distância. O ensino à distância é recente e tem servido para atender, de alguma forma, às regiões mais distantes e carentes de cursos regulares.

Segundo o censo educacional do MEC, permanentemente atualizado, 3 cidades da bacia hidrográfica têm a oferta de cursos superiores: Rio Pardo de Minas, São João do Paraíso e Taiobeiras.

O **Quadro 5.16** detalha, por município, as instituições de ensino superior, se elas são públicas ou privadas, o conceito obtido pelas avaliações do MEC, os cursos disponíveis e se são de natureza presencial ou à distância. O conceito de avaliação do MEC contempla o CI e o IGC. O CI é um dos critérios a serem observados e se refere aos indicadores dos cursos e das instituições, com escalas até cinco pontos, criado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). O conceito de curso deve ser igual ou superior a três para no mínimo 70% dos cursos de graduação. O conceito institucional, medidor da qualidade do

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 52
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

estabelecimento de ensino como um todo, também deve ser igual ou maior do que três. Para as instituições que não o tenham, será considerado o Índice Geral de Cursos. O Índice Geral de Cursos (IGC) é o instrumento construído com base numa média ponderada das notas dos cursos de graduação e pós-graduação de cada instituição. Assim, sintetiza num único indicador a qualidade de todos os cursos de graduação, mestrado e doutorado da mesma instituição de ensino. O IGC é divulgado anualmente pelo INEP/MEC, imediatamente após a divulgação dos resultados do ENADE.

Em termos de educação à distância, em cursos superiores, a bacia PA1 conta com 3 instituições que estão atuando na região, sendo 2 de São Paulo e 1 do Paraná.

Não há cursos presenciais na região e, conseqüentemente, poucos profissionais qualificados ou parcerias técnico-científicas de interesse ao PDRH/PA1.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 53
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.16 - Instituições de Nível Superior na Bacia Hidrográfica PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Instituição do Ensino Superior	Pública / Privada	Conceito		Cursos	
			CI	IGC	Nome	Natureza
Rio Pardo de Minas	Univ. Norte do Paraná – UNOPAR – Londrina, PR	Privada	3	3	Diversos cursos	À distância
São João do Paraíso	Univ. de Santo Amaro – UNISA – São Paulo, SP	Privada	3	3	Diversos cursos	À distância
	Univ. Norte do Paraná – UNOPAR – Londrina, PR	Privada	3	3	Diversos cursos	À distância
Taiobeiras	Fac. Educacional da Lapa – FAEL – Lapa, SP	Privada		3	Pedagogia	À distância
	Univ. Norte do Paraná – UNOPAR – Londrina, PR	Privada	3	3	Diversos cursos	À distância

Fonte: e- MEC

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 54
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

5.8 Diagnóstico da Saúde Pública

Dois aspectos básicos podem ser verificados para um diagnóstico da saúde pública nos municípios da bacia hidrográfica PA1: a infraestrutura de saúde nos municípios e os índices de doenças/óbitos, inclusive infantis.

Quanto à infraestrutura, os **Quadro 5.17** e **Quadro 5.18** apresentam o total de estabelecimento de saúde, com internação, sem internação e com apoio à diagnose e terapia e, destes, os que são públicos, privados e privados com convênio com o SUS. Ainda, quanto à infraestrutura, o número de leitos disponíveis públicos (federal, estadual e municipal) e privados totais e com convênios com o SUS.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 55
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.17 – Estabelecimentos de saúde totais e públicos

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Total				Público			
	Total	Com internação	Sem internação	Apoio à diagnose e terapia	Total	Com internação	Sem internação	Apoio à diagnose e terapia
Águas Vermelhas	6	1	4	1	5	1	4	0
Berizal	2	0	2	0	2	0	2	0
Curral de Dentro	3	0	3	0	3	0	3	0
Divisa Alegre	2	0	1	1	1	0	1	0
Indaiabira	5	0	5	0	5	0	5	0
Montezuma	9	0	9	0	9	0	9	0
Ninheira	6	0	6	0	6	0	6	0
Rio Pardo de Minas	16	1	14	1	16	1	14	1
Santa Cruz de Salinas	2	0	2	0	2	0	2	0
Santo Antônio do Retiro	2	0	1	1	2	0	1	1
São João do Paraíso	10	1	9	0	9	0	9	0
Taiobeiras	20	1	15	4	17	0	15	2
Vargem Grande do Rio Pardo	3	0	3	0	3	0	3	0

Fonte: IBGE

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 56
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.18 – Estabelecimentos de Saúde privados

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Privado				Privado/SUS			
	Total	Com internação	Sem internação	Apoio à diagnose e terapia	Total	Com internação	Sem internação	Apoio à diagnose e terapia
Águas Vermelhas	1	0	0	1	0	0	0	0
Berizal	0	0	0	0	0	0	0	0
Curral de Dentro	0	0	0	0	0	0	0	0
Divisa Alegre	1	0	0	1	0	0	0	0
Indaiabira	0	0	0	0	0	0	0	0
Montezuma	0	0	0	0	0	0	0	0
Ninheira	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Pardo de Minas	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Cruz de Salinas	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio do Retiro	0	0	0	0	0	0	0	0
São João do Paraíso	1	1	0	0	1	1	0	0
Taiobeiras	3	1	0	2	2	1	0	1
Vargem Grande do Rio Pardo	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: IBGE

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 57
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Observe-se que os estabelecimentos de saúde, numa região, em que pesem as condições das estradas, servem a mais de um município. Na medida em que determinado atendimento ou especialidade não é encontrada na sede municipal da residência do paciente, sempre há o recurso de encaminhar o paciente para outras cidades mais próximas. As cidades de Rio Pardo de Minas e Taiobeiras são pólos regionais da bacia hidrográfica. Isto se dá especialmente no caso de internações, onde a grande maioria dos municípios não dispõe de hospital e leitos correspondentes.

Praticamente não há estabelecimentos de saúde privados na bacia hidrográfica. Apenas em Águas Vermelhas, Divisa Alegre, São João do Paraíso e Taiobeiras se encontram estabelecimentos de saúde privados, em número total de 6.

Os leitos para internação em estabelecimentos de saúde, apresentados no **Quadro 5.19**, obedecem quase à mesma lógica, com a existência em apenas 4 cidades: Águas Vermelhas, Rio Pardo de Minas, São João do Paraíso e Taiobeiras.

Observe-se que em Águas Vermelhas e Rio Pardo de Minas os leitos estão em estabelecimentos de saúde municipais. Em São João do Paraíso e Taiobeiras estão apenas em estabelecimentos de saúde privados.

É interessante notar, ainda, que existem 203 leitos na bacia hidrográfica (2009) para uma população de 152.918 habitantes (2010), numa relação de 1,32 leitos para cada 1.000 habitantes. Em 2005 (último dado do IBGE e DATASUS), a relação em Minas Gerais era de 2,41 leitos para cada 1.000 habitantes. Ou seja, há um déficit considerável de leitos na bacia hidrográfica.

Quadro 5.19 – Leitos para Internação em estabelecimentos de saúde

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Total	Público				Privado	
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	SUS
Águas Vermelhas	46	46	0	0	46	0	0
Berizal	0	0	0	0	0	0	0
Curral de Dentro	0	0	0	0	0	0	0
Divisa Alegre	0	0	0	0	0	0	0
Indaiabira	0	0	0	0	0	0	0
Montezuma	0	0	0	0	0	0	0

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 58
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Total	Público				Privado	
		Total	Federal	Estadual	Municipal	Total	SUS
Ninheira	0	0	0	0	0	0	0
Rio Pardo de Minas	40	40	0	0	40	0	0
Santa Cruz de Salinas	0	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio do Retiro	0	0	0	0	0	0	0
São João do Paraíso	39	0	0	0	0	39	39
Taiobeiras	78	0	0	0	0	78	78
Vargem Grande do Rio Pardo	0	0	0	0	0	0	0
Totais da Bacia Hidrográfica	203	86	0	0	86	117	117

Fonte: IBGE

5.8.1 Taxa de mortalidade infantil

A Taxa de Mortalidade Infantil, segundo a OMS é medida pelo número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos, na população residente em determinado espaço geográfico, no ano considerado. Esta taxa estima o risco de morte dos nascidos vivos durante o seu primeiro ano de vida e reflete, de uma maneira geral, as condições de desenvolvimento socioeconômico e infra-estrutura ambiental, bem como o acesso e a qualidade dos recursos disponíveis para atenção à saúde materna e da população infantil. Expressa, ainda, um conjunto de causas de morte cuja composição é diferenciada entre os subgrupos de idade.

Costuma-se classificar o valor da taxa como *alto* (50 por mil ou mais), *médio* (49) e *baixo* (menos de 20), parâmetros estes que necessitam revisão periódica em função de mudanças no perfil epidemiológico. Valores abaixo de 10 por mil são encontrados em vários países, mas deve-se considerar que taxas reduzidas podem estar encobrendo más condições de vida em segmentos sociais específicos. A OMS considera a taxa de 10 mortes a cada 1.000 nascidos vivos como aceitável.

O cálculo direto da taxa de mortalidade infantil é feito dividindo-se o número de óbitos de residentes com menos de um ano de idade pelo número de nascidos vivos de mães residentes e multiplicando-se o resultado por 1.000. Para os municípios da bacia PA1 as taxas de mortalidade infantil são apresentadas no **Quadro 5.20**. Na bacia hidrográfica do Rio Pardo há uma alta taxa de mortalidade infantil em Montezuma e Divisa Alegre.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 59
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.20 – Taxa de Mortalidade Infantil na bacia PA1

Taxa de Mortalidade Infantil (Faixa etária: menor de 1 ano) 2009					
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Óbitos		Nascidos Vivos		Taxa de Mortalidade Infantil
	Por Residência	Por Ocorrência	Por residência da Mãe	Por ocorrência	
Águas Vermelhas	1	1	96	93	10,4
Berizal	-	-	63	-	
Curral de Dentro	2	-	108	1	18,5
Divisa Alegre	2	-	80	-	25,0
Indaiabira	-	-	85	1	
Montezuma	3	-	81	4	37,0
Ninheira	-	-	82	4	
Rio Pardo de Minas	2	1	421	436	4,8
Santa Cruz de Salinas	1	-	64	2	15,6
Santo Antônio do Retiro	1	-	89	4	11,2
São João do Paraíso	4	-	279	308	14,3
Taiobeiras	6	10	447	789	13,4
Vargem Grande do Rio Pardo	-	-	63	3	

Fonte: MS/SVS/DASIS - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM e Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos - SINASC

5.8.2 Doenças redutíveis por ações de saneamento ambiental

A água pode afetar a saúde do homem de várias maneiras: por meio da ingestão direta, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer. As doenças veiculadas pela água estão de algum modo relacionadas à própria água ou às impurezas nela presentes. É necessário distinguir as doenças infecciosas veiculadas pela água daquelas relacionadas com algumas propriedades químicas presentes na água. Assim, os fatores de riscos para a saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias:

- Fatores de riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitos), através de contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico;
- Fatores de riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 60
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O **Quadro 5.21** mostra a classificação ambiental das infecções relacionadas com a água. Essa classificação auxilia no entendimento dos possíveis efeitos sobre as relações de várias soluções de engenharia para o problema da disposição dos esgotos.

As doenças infecciosas são aquelas transmitidas de uma pessoa para outra ou, algumas vezes, de um animal para uma pessoa. Todas as doenças infecciosas da categoria feco-oral, assim como várias outras doenças, são causadas por organismos vivos. Elas são transmitidas por excretos humanos, normalmente as fezes, e são provocadas pela passagem desses organismos do corpo de uma pessoa para outra. A qualidade microbiológica da água é geralmente expressa em termos da concentração e frequência de ocorrência de espécies particulares de bactérias. Os principais agentes biológicos encontrados nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus, os protozoários e os ovos de helmintos. As bactérias patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de morbidade e mortalidade em nosso meio - são responsáveis por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a cólera e a febre tifóide), que podem resultar em casos letais. A detecção e contagem desses patógenos na rotina de controle é muito complexa e, frequentemente, muitos deles são detectados em baixíssimo número. Entretanto, é comum, na prática, detectar e enumerar somente aquelas denominadas bactérias indicadoras. A presença da bactéria indicadora na água é, portanto, indicativo de contaminação fecal, e sugere uma potencial ocorrência de patógenos e consequente risco à saúde.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 61
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.21 – Classificação das infecções relacionadas à água na bacia PA1

Classificação ambiental das infecções relacionadas com a água	
CATEGORIA	INFECÇÃO
1. Feco-oral (transmissão hídrica ou relacionada com a higiene)	Diarréias e disenterias
	Disenteria amebiana
	Balantídiase
	Enterite campylobacteriana
	Cólera
	Diarréia por Escherichia coli
	Giardíase
	Diarréia por rotavírus
	Salmonelose
	Disenteria bacilar
	Febres entéricas
	Febre tifóide
	Febre paratifóide
	Poliomielite
	Hepatite A
	Leptospirose
	Ascaridíase
Tricuríase	
2. Relacionada com a higiene	
(a) Infecções da pele e dos olhos	Doenças infecciosas da pele Doenças infecciosas dos olhos
(b) Outras	Tifo transmitido por pulgas Febre recorrente transmitida por pulgas
3. Baseada na água	
(a) Por penetração na pele	Esquistossomose
(b) Por ingestão	Difilobotríase e outras infecções por helmintos
4. Transmissão através de inseto vetor	
(a) Picadura próximo à água	Doença do sono
(b) Procriam na água	Filariose
	Malária
	Arboviroses
	Febre amarela
	Dengue
	Leishmaniose

Fonte: Cairncross e Feachem (1990) apud Heller (1997a)

As substâncias químicas presentes na água também podem levar a doenças, caso não esteja presente um constituinte necessário ou, mais comumente, se existir um excesso de elemento químico prejudicial orgânico ou inorgânico. Essas doenças não são infecciosas e

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 62
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

podem ser prevenidas simplesmente pela adição daqueles constituintes deficitários, ou mesmo pela remoção daqueles que são prejudiciais.

As melhorias na disponibilidade do acesso à água são provavelmente mais importantes do que a qualidade da água e, assim, as intervenções referentes à água, esgoto e higiene, tal como as suas combinações, são efetivas na redução da morbidade das doenças diarreicas.

O ser humano bebe 80% de suas doenças, diz o ditado. De acordo com a OMS (WHO, 2004), milhões de pessoas morrem a cada ano de doenças diarreicas (incluindo a cólera) e, desses, 90% são crianças menores de um ano, principalmente em países em desenvolvimento. Oitenta e oito por cento (88%) das doenças diarreicas são atribuídas ao suprimento de águas de fontes inseguras, esgotamento sanitário e higiene inadequados. A melhoria do abastecimento de água reduz a morbidade entre 6% e 25%. A melhoria do esgotamento sanitário reduz a morbidade por diarreia em 32%. As intervenções de higiene, incluindo a educação e promoção da prática de lavagem de mãos, podem levar a uma redução de casos de diarreia em 45%. E ainda, melhorias na qualidade da água de consumo por meio de tratamento doméstico, tais como a cloração no ponto de uso, podem levar à redução de episódios de diarreia entre 35% e 39%.

O **Quadro 5.22** apresenta os óbitos ocorridos na bacia hidrográfica, não sem antes ressaltar que determinados números em alguns municípios podem ter sido inflacionados por epidemias localizadas no tempo e espaço, e não por condições de saúde geral.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 63
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 5.22 – Óbitos por doenças infecciosas e parasitárias na bacia PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Óbitos por Doenças Infecciosas e Parasitárias											População 2010	Óbitos por 100.000 hab	
	2007	2008	2009	2010	Total 2007 a 2010	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11	Total 2011		2007 a 2010	2011
Águas Vermelhas	1	1	2	1	5	-	-	-	-	-	0	12.722	9,83	0
Berizal	1	1	-	1	3	-	-	-	-	-	0	4.370	17,16	0
Curral de Dentro	1	3	-	-	4	-	-	-	-	-	0	6.913	14,47	0
Divisa Alegre	4	3	2	-	9	-	-	-	-	-	0	5.884	38,24	0
Indaiabira	-	2	-	4	6	-	1	1	-	-	2	7.330	20,46	65,48
Montezuma	-	2	-	3	5	-	-	-	1	-	1	7.464	16,75	32,15
Ninheira	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	0	9.815	10,19	0
Rio Pardo de Minas	10	5	7	-	22	-	-	-	-	-	0	29.099	18,9	0
Santa Cruz de Salinas	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	0	4.397	5,69	0
Santo Antônio do Retiro	2	1	-	-	3	-	-	-	-	-	0	6.955	10,78	0
São João do Paraíso	3	7	2	4	16	1	1	-	-	1	3	22.319	17,92	32,26
Taiobeiras	1	5	6	14	26	-	-	2	1	-	3	30.917	21,02	23,29
Vargem Grande do Rio Pardo	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	0	4.733	5,28	0
Totais na bacia Hidrográfica	23	30	21	31	105	1	2	3	2	1	9	152.918	17,17	14,13

Fonte: MS/SVS/DASIS - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 64
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

5.8.3 Doenças de veiculação hídrica

Segundo o Ministério da Saúde, quando se procura compreender o processo saúde-doença envolvendo as patologias de transmissão e/ou origem hídrica, verifica-se uma complexidade tal que ultrapassa a visão reducionista limitada ao agente etiológico e o susceptível. O olhar epidemiológico que busca entender o comportamento das doenças de veiculação e/ou origem hídrica em uma comunidade, se depara com inúmeros fatores intervenientes do processo saúde-doença envolvendo hábitos higiênicos, acondicionamento inadequado de água, não conformidade com o padrão de potabilidade, entre outros.

Neste sentido, o modelo conceitual desenvolvido pela OMS (1995) denominado FPSEEA (força motriz/pressão/situação/exposição/efeito/ação) objetiva fornecer um instrumento para o entendimento das relações abrangentes e integradas dos determinantes das doenças, que auxiliem na adoção de ações de promoção e prevenção à saúde mais efetivas e racionais.

Segundo a estrutura deste modelo, os determinantes das doenças são hierarquizados em níveis que congregam aspectos desde os mais gerais até os mais específicos, constituindo uma escala composta pelos seguintes elementos:

- a) força motriz: representa as características mais gerais relacionadas ao modelo de desenvolvimento adotado pela sociedade e que influenciam os processos ambientais podendo afetar a saúde (exemplo: desenvolvimento econômico).
- b) pressão: corresponde às características das principais fontes de pressão sobre o ambiente e as populações e, conseqüentemente, sobre a saúde exemplo: resíduos sólidos).
- c) situação: refere-se aos níveis ambientais gerais que se encontram em frequente modificação, dependendo das pressões que recebem; em outras palavras, refere-se ao 'fatores de risco' (exemplo: nível de poluição).
- d) exposição: envolve a relação direta entre o ambiente imediato e a população ou grupos expostos, é condição indispensável para que a saúde individual e, ou, coletiva sejam afetadas (exemplo: população consumindo água contaminada).
- e) efeitos: são as manifestações na população resultantes de uma exposição, podendo variar em função do tipo, magnitude e intensidade (exemplo: morbi-mortalidade, intoxicação)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 65
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Verifica-se, portanto a existência de uma cadeia de condicionantes e fatores de pressão que em uma análise mais profunda chegam a questões de ordem abrangente e imponderável como a política de saneamento existente atrelado a um modelo de desenvolvimento adotado pelo país. O entendimento dessa rede de interações sócio-culturais e políticas envolvidas nas determinantes do processo saúde-doença das patologias de veiculação e/ou origem hídrica devem ser bem compreendidas por aqueles a quem compete o exercício da vigilância da qualidade da água para consumo humano, para que as ações a serem desenvolvidas possam ser as mais eficazes possíveis.

No que se refere às doenças de veiculação hídrica há, portanto, algumas considerações a serem feitas. A primeira diz respeito aos quantitativos e a segunda aos indicadores.

Com respeito aos quantitativos de doenças que se apresentam nos municípios os números devem ser analisados com cuidado, uma vez que casos isolados podem inflacionar as estatísticas.

A cada ocorrência, as autoridades sanitárias devem analisar os dados e proceder as investigações para verificar a gravidade e tomada de medidas correspondentes.

A segunda consideração diz respeito aos indicadores. As ocorrências listadas sobre as doenças apresentadas pelo Ministério da Saúde como relacionadas à água podem eventualmente não ter sido ocasionadas pela água normalmente consumida. Podem ser fruto de usos indevidos, despejo, contaminações episódicas ou mesmo contaminações por outras formas que não hídrica. Tais são, por exemplo:

Amebíase: principais fontes de infecção são as ingestões de alimentos ou água contaminados por fezes contendo cistos amebianos maduros. Ocorre mais raramente na transmissão sexual, devido a contato oral-anal. A falta de higiene domiciliar pode facilitar a disseminação de cistos nos componentes da família. Os portadores assintomáticos, que manipulam alimentos, são importantes disseminadores dessa protozoose. Sua ocorrência está associada com condições inadequadas de saneamento básico, deficiência de higiene pessoal/ambiental e determinadas práticas sexuais.

Cólera: ocorre principalmente pela ingestão de água contaminada por fezes ou vômitos de doente ou portador. Os alimentos e utensílios podem ser contaminados pela água, pelo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 66
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

manuseio ou por moscas. A propagação de pessoa a pessoa, por contato direto, também pode ocorrer.

Dengue: doença transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti*. Não há transmissão pelo contato direto com um doente ou suas secreções, nem por meio de fontes de água ou alimento. A água é apenas o meio de incubação das larvas.

Doenças diarréicas agudas: causada por vários agentes etiológicos (bactérias, vírus e parasitas), cuja manifestação predominante é o aumento do número de evacuações, com fezes aquosas ou de pouca consistência. Com frequência, é acompanhada de vômito, febre e dor abdominal. Em alguns casos, há presença de muco e sangue. No geral, é autolimitada, com duração entre 2 a 14 dias. O reservatório, modo de transmissão, período de incubação e transmissibilidade são específicos para cada agente etiológico. É importante causa de morbimortalidade no Brasil e em países subdesenvolvidos. Têm incidência elevada e os episódios são frequentes na infância, particularmente em áreas com precárias condições de saneamento.

Esquistossomose: infecção produzida por parasito trematódeo digenético, cuja sintomatologia clínica depende de seu estágio de evolução no homem. A fase aguda pode ser assintomática ou apresentar-se como dermatite urticariforme, acompanhada de erupção papular, eritema, edema e prurido até cinco dias após a infecção. O homem é o principal reservatório. Os roedores, primatas e marsupiais são potencialmente infectados; o camundongo e hamster são excelentes hospedeiros. A transmissão é feita pelos ovos do *S. mansoni* que são eliminados pelas fezes do hospedeiro infectado (homem). Na água, eclodem, liberando uma larva ciliada denominada miracídio, que infecta o caramujo. Após quatro a seis semanas, abandonam o caramujo, na forma de cercária, ficando livres nas águas naturais. O contato humano com águas infectadas pelas cercárias é a maneira pela qual o indivíduo adquire a esquistossomose.

Filariose: doença parasitária crônica de caráter endêmico, restrita a áreas focais. Os quadros clínicos decorrentes da presença de Filariose Linfática (FL) no ser humano são referidos como morbidade filarial, sendo especialmente conhecida à elefantíase. O parasita responsável pela doença humana é o nematóide *Wuchereria bancrofti*, sendo vetor o mosquito *Culex quiquefasciatus* (pernilongo ou muriçoca). O ser humano é a fonte primária

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 67
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

de infecção, o parasita é transmitido de pessoa a pessoa por meio da picada do mosquito *Culex quinquefasciatus* (pernilongo).

Febre Tifóide: doença bacteriana aguda, também conhecida por febre entérica, causada pela bactéria *Salmonella enterica* sorotipo Typhi. Bacilo gram-negativo da família Enterobacteriaceae. O seu reservatório é o homem doente ou portador assintomático. A febre tifóide é uma doença de veiculação hídrica e alimentar, cuja transmissão pode ocorrer pela forma direta, pelo contato com as mãos do doente ou portador, ou forma indireta, guardando estreita relação com o consumo de água ou alimentos contaminados com fezes ou urina do doente ou portador. Os legumes irrigados com água contaminada, produtos do mar mal cozidos ou crus (moluscos e crustáceos), leite e derivados não pasteurizados, sorvetes, etc. podem veicular salmonelas. A contaminação de alimentos, geralmente, é feita por portadores ou pacientes oligossintomáticos, motivo pelo qual a febre tifóide é conhecida como a doença das mãos sujas. A ocorrência da doença está diretamente relacionada às condições de saneamento existentes e aos hábitos de higiene individuais.

Giardiase: infecção por protozoários que atinge, principalmente, a porção superior do intestino delgado. A maioria das infecções é assintomática e ocorre tanto em adultos quanto em crianças. A infecção sintomática pode apresentar diarreia, acompanhada de dor abdominal. O seu reservatório é o homem e alguns animais domésticos ou selvagens, como cães, gatos e castores. A contaminação é fecal-oral. Direta, pela contaminação das mãos e consequente ingestão de cistos existentes em dejetos de pessoa infectada; ou indireta, através da ingestão de água ou alimento contaminado.

Hepatite A: doença viral aguda, de manifestações clínicas variadas, desde formas subclínicas, oligossintomáticas e até fulminantes (menos que 1% dos casos). Os sintomas se assemelham a uma síndrome gripal, porém há elevação das transaminases. A frequência de quadros ictericos aumenta com a idade, variando de 5 a 10% em menores de 6 anos, chegando a 70 a 80% nos adultos. O seu reservatório é o homem, principalmente. A transmissão é fecal-oral, veiculação hídrica, pessoa a pessoa (contato intrafamiliar e institucional), alimentos contaminados e objetos inanimados. As transmissões percutâneas (inoculação acidental) e parenterais (transusão) são muito raras, devido ao curto período de viremia.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 68
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Leptospirose: doença infecciosa aguda causada por uma bactéria chamada *Leptospira*, presente na urina de animais infectados. Em áreas urbanas, o rato é o principal reservatório da doença, a qual é transmitida ao homem, mais freqüentemente, pela água das enchentes. O homem se infecta pelo contato da pele ou mucosas (dos olhos e da boca) com a água ou lama contaminada pela urina dos ratos. A leptospirose pode apresentar-se de várias formas, desde um quadro simples, parecido com uma gripe (febre, dor de cabeça e dores pelo corpo), até formas graves que podem levar à morte.

No Brasil, a doença ocorre com maior freqüência em áreas urbanas e regiões metropolitanas, onde as condições sanitárias precárias e a alta infestação de ratos aumentam o risco de contrair a doença. Os animais são os reservatórios essenciais de leptospiros; o principal é constituído pelos roedores sinantrópicos (ratos domésticos). O *Rattus norvegicus* (ratazana ou rato-de-esgoto) é o principal portador do sorovar *Icterohaemorrhagiae*, um dos mais patogênicos para o homem. Reservatórios de menor importância: caninos, suínos, bovinos, eqüinos, ovinos e caprinos. A transmissão é feita durante as enchentes, quando a urina dos ratos, presente nos esgotos e bueiros, mistura-se à enxurrada e à lama. Qualquer pessoa que tiver contato com a água ou lama pode infectar-se.

Como se observa, embora as doenças sejam relacionadas à água, a sua proliferação e transmissão estão normalmente ligadas às condições e práticas higiênicas. Os cuidados com a água, pois, devem estar sempre vinculados à conscientização e sensibilização da população sobre práticas higiênicas adequadas.

Desta forma, na bacia PA1, optou-se por apresentar a forma mais severa (mortalidade) com a Taxa de Mortalidade Específica – TME relativa às doenças transmissíveis em número de óbitos por 100.000 habitantes e os óbitos infantis pelas diversas causas, especificando os relativos às doenças infecciosas e parasitárias. Os números não são absolutamente precisos, pois o Tabnet do DATASUS não especifica, dentre as doenças infecciosas e parasitárias, as relativas especificamente às doenças transmissíveis por veiculação hídrica, mas que, em sua maioria, a ela se referem.

A Taxa de Mortalidade Específica – TME, de óbitos por doenças transmissíveis (a maioria por veiculação hídrica) de Minas Gerais em 2007 foi de 50,8 óbitos por 100.000 habitantes. A média nos anos de 2007 a 2010, na bacia PA1 foi de 17,17 óbitos por 100.000 habitantes, com destaque negativo em Divisa Alegre, como mostra o **Quadro 5.23**. Os cálculos

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 69
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

proporcionais para 2011, com base nos primeiros 5 meses do ano e a média da bacia hidrográfica, melhorou para 14,13 óbitos por 100.000 habitantes, com destaque negativo Indaiabira, Montezuma e São João do Paraíso. . Algumas cidades merecem uma análise mais acurada de suas condições de saneamento básico e higiene. Não há, contudo, nenhum padrão que tenha se apresentado como digno de nota e que caracterize uma identificação de casos recorrentes na bacia do Pardo e em relação às bacias do Jequitinhonha.

Quanto aos óbitos infantis, por causa de doenças infecciosas e parasitárias, são apenas 5% dos óbitos totais da bacia hidrográfica em 2009. Os óbitos ocorreram no município de São João do Paraíso, conforme **Quadro 5.24**.

Considerando a taxa de mortalidade infantil em 2009 as mais altas ocorrem em Curral de Dentro e Montezuma. Não há informações destas taxas por setores censitários, para que se possa analisar por sub-bacias hidrográficas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 70
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 5.23 – Óbitos por Doenças infecciosas e parasitárias na bacia PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Óbitos por Doenças Infecciosas e Parasitárias											População 2010	Óbitos por 100.000 hab	
	2007	2008	2009	2010	Total 2007 a 2010	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11	Total 2011		2007 a 2010	2011
Águas Vermelhas	1	1	2	1	5						0	12.722	9,83	0,00
Berizal	1	1	-	1	3						0	4.370	17,16	0,00
Curral de Dentro	1	3	-		4						0	6.913	14,47	0,00
Divisa Alegre	4	3	2		9						0	5.884	38,24	0,00
Indaiabira	-	2	-	4	6		1	1			2	7.330	20,46	65,48
Montezuma	-	2	-	3	5				1		1	7.464	16,75	32,15
Ninheira	-	-	-	4	4						0	9.815	10,19	0,00
Rio Pardo de Minas	10	5	7		22						0	29.099	18,90	0,00
Santa Cruz de Salinas	-	-	1		1						0	4.397	5,69	0,00
Santo Antônio do Retiro	2	1	-		3						0	6.955	10,78	0,00
São João do Paraíso	3	7	2	4	16	1	1			1	3	22.319	17,92	32,26
Taiobeiras	1	5	6	14	26			2	1		3	30.917	21,02	23,29
Vargem Grande do Rio Pardo	-	-	1		1						0	4.733	5,28	0,00
Totais na bacia Hidrográfica	23	30	21	31	105	1	2	3	2	1	9	152.918	17,17	14,13

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 71
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 5.24 – Óbitos Infantis por residência e Capítulos da CID-10 na bacia PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Infecciosas e Parasitárias	Neoplasias (tumores)	Doenças do Sangue	Endócrinas, Nutricionais e Metabólicas	Sistema Nervoso	Ouvido e apófise mastóide	Aparelho Circulatório	Aparelho Respiratório	Aparelho Digestivo	Pele e tecidos subcutâneos	Aparelho Geniturinário	Afeções no período perinatal	Malformações Congênitas	Outros não classificados	Causas externas	Total
Águas Vermelhas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Berizal																
Curral de Dentro																
Divisa Alegre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2
Indaiabira																
Montezuma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3
Ninheira																
Rio Pardo de Minas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2
Santa Cruz de Salinas	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Santo Antônio do Retiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
São João do Paraíso	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	4
Taiobeiras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	6
Vargem Grande do Rio Pardo																
Totais da Bacia Hidrográfica	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16	1	1	0	20

Fonte: MS/SVS/DASIS - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 72
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

5.8.4 Indicadores de Saúde do Selo UNICEF

O *Selo UNICEF Município Aprovado* foi implementado pela primeira vez em 1999, no Ceará, onde foram realizadas três edições estaduais. O sucesso dessa iniciativa estadual levou à ampliação da metodologia do Selo UNICEF em 2004, após a assinatura do *Pacto Nacional Um mundo para a criança e o adolescente do Semiárido*. Nessa região, o Selo UNICEF passou a mobilizar quase 1.500 municípios em 11 estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

O *Selo UNICEF Município Aprovado* é uma estratégia para promover os direitos das crianças e adolescentes e contribuir para o Brasil alcançar os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Por meio do Selo, são desenvolvidas as capacidades dos gestores municipais e atores locais, monitorados e avaliados as políticas e o impacto da gestão municipal e da participação social na vida de meninas e meninos. Os municípios do Semiárido que se inscrevem no Selo assumem o compromisso de melhorar a vida de crianças e adolescentes, implementando e aprimorando programas e políticas de atenção à infância. Os municípios que conseguem os maiores avanços obtêm um reconhecimento internacional: o Selo UNICEF Município Aprovado.

O Selo UNICEF dá visibilidade ao município e oferece um retorno aos signatários do *Pacto Nacional Um mundo para a criança e o adolescente do Semiárido* sobre os resultados concretos das suas ações na vida das meninas e meninos até 17 anos.

Os municípios participantes do Selo UNICEF serão avaliados no âmbito do seu estado e em grupos de municípios semelhantes. É monitorado um conjunto de indicadores quantitativos e qualitativos relativos à garantia dos direitos da criança e do adolescente. Os avanços de cada município são comparados ao desempenho da média de seu grupo. O agrupamento dos municípios é feito a partir da análise de um conjunto de indicadores econômicos e sociais, que refletem as condições de vida das crianças e adolescentes, como: população, Produto Interno Bruto (PIB) e índices de pobreza. A avaliação dos municípios está dividida em três eixos:

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	73

1. Impacto Social (**Quadro 5.25**)

2. Gestão de Políticas Públicas (

Quadro 5.2)

3. Participação Social

Os primeiros dois eixos de avaliação levam em consideração importantes indicadores para a caracterização dos municípios, conforme quadros seguintes, com os detalhes dos mesmos. O terceiro eixo, de Participação Social, envolve a realização de fóruns comunitários e o desenvolvimento de atividades de integração.

A maioria dos indicadores do Selo UNICEF Município Aprovado foi abordada ao longo do texto sobre os indicadores de saúde, sendo preteridos somente aqueles sem pertinência aos objetivos da análise. Os indicadores seguintes, entretanto, são importantes para a Gestão Pública, e merecem evidência:

- Proporção de Óbitos Infantis Investigados
- Percentual de óbitos por causas mal definidas e
- Cobertura do Programa Saúde da Família

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 74
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.25 – Indicadores do Selo UNICEF relativos ao Impacto Social

Objetivos do Selo UNICEF – Impacto Social		Indicadores de Impacto Social		Princípios e Objetivos da Declaração do Milênio
		Indicador	Fonte	
1	Todas as crianças menores de 2 anos bem nutridas	1) Percentual de crianças menores de 2 anos de idade desnutridas	MS/Siab	ODM 1: Erradicar a extrema pobreza e a fome
2	Toda criança e todo adolescente de 4 a 17 anos com acesso e garantia de permanência e aprendizagem na pré-escola, ensino fundamental e ensino médio	2) Percentual de escolas que atingiram ou ultrapassaram a meta do Ideb (anos iniciais)	MEC/Inep	ODM 2: Atingir o ensino básico universal
		3) Taxa de abandono no ensino fundamental	MEC/Inep	
		4) Distorção idade-série nos anos finais do ensino fundamental (5º ao 9º ano)	MEC/Inep	
3	Todas as meninas e meninos com seus direitos garantidos de forma igualitária	5) Nível de paridade de gênero na representação estudantil dos conselhos escolares	Formulário do manual da avaliação	ODM 3: Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres
4	Todas as crianças de até 1 ano de idade sobrevivendo	6) Taxa de mortalidade infantil	MS/pacto da atenção básica	ODM 4: Reduzir a mortalidade infantil
		7) Percentual de óbitos neonatais do total de óbitos infantis	MS/SIM	
5	Todas as famílias, especialmente as mulheres grávidas, com atenção básica de saúde e as gestantes adolescentes com atenção especial	8) Percentual de nascidos vivos (NV) de mulheres com sete ou mais atendimentos de pré-natal	MS/Sinasc	ODM 5: Melhorar a saúde materna
		9) Percentual de NV de meninas de 10 a 19 anos	MS/Sinasc	

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 75
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Objetivos do Selo UNICEF – Impacto Social		Indicadores de Impacto Social		Princípios e Objetivos da Declaração do Milênio
		Indicador	Fonte	
6	Todas as crianças e todos os adolescentes protegidos do HIV/aids	Não há indicador de impacto	-	ODM 6: Combater o HIV/aids, a malária e outras doenças
7	Todas as crianças e todos os adolescentes vivendo em municípios com gestão adequada do lixo	10) Percentual de domicílios com coleta de lixo	MS/Siab	ODM 7: Garantir a sustentabilidade ambiental
8	Conselhos Municipais dos Direitos da Criança e do Adolescente participando da formulação de políticas públicas e Conselhos Tutelares atendendo e encaminhando adequadamente casos de violência, abuso e exploração	11) Nível de participação do CMDCA na formulação de políticas de saúde, educação, assistência e esportes para crianças e adolescentes	Formulário do manual da avaliação	ODM 8: Estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento
9	Todas as crianças e todos os adolescentes crescendo sem violência e exploração e com direito à cidadania	12) Taxa de mortalidade entre crianças e adolescentes de 10 a 19 anos	MS/SIM	Capítulo II da Declaração do Milênio, sobre Promoção da Paz e Proteção contra a Violência
		13) Percentual de menores de 1 ano com registro civil, do total de nascidos vivos	MS/Sinasc e IBGE/estatísticas do registro civil	

FONTE: Guia Metodológico do Selo UNICEF Município Aprovado Edição 2009-2012

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 76
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.26 – Indicadores do Selo UNICEF relativos à Gestão de Políticas Públicas

Objetivos do Selo UNICEF – Impacto Social		Indicadores de Gestão de Políticas Públicas		Princípios e Objetivos da Declaração do Milênio
		Indicador	Fonte	
1	Todas as crianças com estado nutricional monitorado e bebês de até 6 meses com aleitamento materno exclusivo	1) Percentual de crianças com aleitamento materno exclusivo até 4 meses*	MS/Siab	ODM 1: Erradicar a extrema pobreza e a fome
		2) Grau de implementação do Sisvan	Formulário do manual da avaliação	
2	Municípios monitorando o acesso à escola e a inclusão das crianças vulneráveis e provendo espaços de participação na gestão escolar	3) Grau de funcionamento do Conselho Municipal de Educação	Formulário do manual da avaliação	ODM 2: Atingir o ensino básico universal
		4) Percentual de crianças beneficiadas pelo BPC que estão na escola	MDS/MEC	
		5) Grau de implementação da Lei nº 10.639, de 2003	Formulário do manual da avaliação	
		6) Percentual de escolas do ensino fundamental (anos iniciais) que realizaram Provinha Brasil	Formulário do manual da avaliação	
3	Não há objetivo de gestão*	Não há indicador de gestão	-	ODM 3: Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres
4	Municípios com monitoramento e investigação qualificados dos óbitos infantis e implementando ações para diminuição da mortalidade neonatal*	7) Percentual de crianças com menos de 1 ano com vacina tetravalente	MS/PNI	ODM 4: Reduzir a mortalidade infantil
		8) Percentual de crianças menores de 1 ano imunizadas contra hepatite B	MS/PNI	
		9) Cobertura do programa Saúde da Família	MS/Siab	
		10) Proporção de óbitos infantis investigados	SVS/MS	

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 77
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Objetivos do Selo UNICEF – Impacto Social		Indicadores de Gestão de Políticas Públicas		Princípios e Objetivos da Declaração do Milênio
		Indicador	Fonte	
5	Municípios com monitoramento qualificado dos óbitos por causas maternas	11) Proporção de óbitos de mulheres de 10 a 49 anos investigados	SVS/MS	ODM 5: Melhorar a saúde materna
6	Municípios oferecendo serviços de prevenção da transmissão vertical e iniciativas para a proteção dos adolescentes contra o HIV/aids	12) Grau de acesso a serviços de prevenção da transmissão vertical	Formulário do manual da avaliação	ODM 6: Combater o HIV/aids, a malária e outras doenças
		13) Grau de funcionamento do Grupo de Trabalho Municipal do programa Saúde e Prevenção nas Escolas (GTM SPE)	Formulário do manual da avaliação	
7	Municípios coletando e tratando o lixo domiciliar adequadamente e escolas oferecendo espaços de participação relacionados à gestão ambiental	14) Percentual de escolas com Comissões de Meio Ambiente e Qualidade de Vida (Com-Vida)	Rejuma, com base em formulário do manual da avaliação	ODM 7: Garantir a sustentabilidade ambiental
			Secretaria Municipal de Educação, com base em formulário do manual da avaliação	
8	Municípios monitorando situações de vulnerabilidade das crianças e Conselhos Municipais dos Direitos da Criança e do Adolescente/Conselhos Tutelares funcionando de forma adequada	15) Grau de funcionamento do CMDCA	Formulário do manual da avaliação	ODM 8: Estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento
		16) Grau de funcionamento do Conselho Tutelar	Formulário do manual da avaliação	
		17) Índice de gestão descentralizada (IGD)	MDS	
9	Municípios com melhor monitoramento e serviços	18) Percentual de óbitos por causas mal definidas	MS/SIM	Capítulo II da Declaração do Milênio, sobre a

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 78
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Objetivos do Selo UNICEF – Impacto Social	Indicadores de Gestão de Políticas Públicas		Princípios e Objetivos da Declaração do Milênio
	Indicador	Fonte	
relacionados à prevenção e encaminhamento da violência e exploração	19) Taxa de cobertura de Cras	MDS	Promoção da Paz e a Proteção contra a Violência

FONTE: Guia Metodológico do Selo UNICEF Município Aprovado Edição 2009-2012

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 79
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Proporção de Óbitos Infantís Investigados

Além das atividades diretamente relacionadas ao cuidado, devem ser ressaltadas ações dos serviços de saúde que podem contribuir para a prevenção de óbitos evitáveis, é o caso das intervenções relacionadas à vigilância de óbitos infantís. A análise desses óbitos permite aferir a qualidade da assistência, identificar os pontos de estrangulamento que requerem alterações no processo e organização do trabalho para a melhoria do cuidado. Além disso, contribui para a melhoria da informação, especialmente em contextos em que o registro dos óbitos constitui-se em importante problema de saúde pública, como no Brasil.

A proporção de óbitos infantís investigados para os municípios da bacia do PA1 pode ser visualizada no **Quadro 5.27**.

Quadro 5.27 – Proporção de Óbitos Infantís Investigados

Óbitos por Ocorrência por Óbito investigado segundo Município					
Período: 2010					
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Óbito investigado, com ficha síntese informada	Óbito investigado, sem ficha síntese informada	Óbito não investigado	Total	Proporção de óbitos infantís investigados (%)
Águas Vermelhas	-	-	-	-	-
Berizal	-	-	-	-	-
Curral de Dentro	0	0	1	1	0,0
Divisa Alegre	-	-	-	-	-
Indaiabira	-	-	-	-	-
Montezuma	-	-	-	-	-
Ninheira	-	-	-	-	-
Rio Pardo de Minas	0	1	2	3	33,3
Santa Cruz de Salinas	-	-	-	-	-
Santo Antônio do Retiro	-	-	-	-	-
São João do Paraíso	1	0	-	1	100,0
Taiobeiras	1	3	5	9	44,4
Vargem Grande do Rio Pardo	-	-	-	-	-
TOTAL (Bacia PA1)	2	4	8	14	42,9
TOTAL (Minas Gerais)	1.565	314	1.407	3.286	57,2

Fonte: MS/SVS/DASIS - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM - Dados preliminares Situação da base nacional em 24/11/2011.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 80
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Percentual de óbitos por causas mal definidas

Apesar do avançado processo de municipalização das ações e serviços de Saúde no Brasil, nas duas últimas décadas, com conseqüente melhoria da cobertura e qualidade das informações de mortalidade, há ainda alguns municípios com evidentes problemas na qualidade da informação e na cobertura do sistema. Em algumas regiões têm se observado índices muito elevados de óbitos declarados sem a causa de morte. Esse percentual tão alto impede o uso da informação sobre a causa da morte para determinar sua contribuição na mudança do padrão de mortalidade e o impacto nos diferentes grupos da população. Não obstante este indicador já estar incluído dentro do IMRS (Índice Mineiro de Responsabilidade Social), também abordado no projeto, destaca-se sua importância como indicador de Gestão Pública e por isso apresenta-se este num histórico e com dados mais recentes que o último IMRS (2008).

O **Quadro 5.28** apresenta o percentual de óbitos por causas mal definidas nos municípios da bacia hidrográfica do PA1.

Quadro 5.28 – Percentual de Óbitos por causas mal definidas

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Águas Vermelhas	28,570	43,640	42,860	25,450	53,850	47,730
Berizal	88,890	71,430	58,330	0,000	23,080	17,650
Curral de Dentro	25,000	43,750	23,530	27,030	27,270	18,920
Divisa Alegre	22,220	52,170	48,280	28,130	12,900	18,180
Indaiabira	55,560	36,840	42,310	38,240	27,080	24,240
Montezuma	50,000	65,630	44,440	51,720	38,710	43,590
Ninheira	72,730	57,140	48,570	60,980	56,520	12,960
Rio Pardo de Minas	16,670	54,240	38,940	35,340	32,170	12,200
Santa Cruz de Salinas	84,210	78,570	57,140	51,520	51,720	54,840
Santo Antônio do Retiro	100,000	72,220	31,250	56,670	13,510	22,920
São João do Paraíso	76,600	57,890	44,250	34,410	31,580	31,250
Taiobeiras	48,990	43,980	45,450	42,140	35,500	17,470
Vargem Grande do Rio Pardo	75,000	66,670	80,000	40,910	40,000	12,500

FONTE: Superintendência de Epidemiologia (SE)/Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SESMG). Elaboração: Centro de Estudos de Políticas Públicas/Fundação João Pinheiro.

Cobertura do Programa Saúde da Família

A Atenção Primária à Saúde (APS) está sendo desenvolvida e reconhecida no mundo, por mais de três décadas, como uma estratégia capaz de estruturar redes integradas de atenção

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 81
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

à saúde, estas como círculos virtuosos na construção de sistemas de saúde efetivos. Ao longo desse período, as experiências, tanto em países mais desenvolvidos a exemplo da Inglaterra, Canadá, Espanha, Portugal e Cuba, quanto em países em seus cursos de desenvolvimentos evidenciam que a APS, melhora a eficiência e efetividade da Atenção à Saúde, com racionalização de custos, satisfação dos indivíduos, famílias e comunidades, vinculação e co-responsabilidade entre estas, profissionais, gestores e gerentes dos serviços e sistemas de saúde.

No Brasil, APS representa um conjunto de ações, voltadas para o âmbito individual e coletivo, que abrangem a promoção e a proteção da saúde, a prevenção de agravos, o diagnóstico, o tratamento e a reabilitação. Essas ações devem ser desenvolvidas por meio de práticas gerenciais, sanitárias, democráticas, participativas e do trabalho em equipe que devem ser dirigidas à população de um território bem delimitado. As equipes assumem responsabilidade sanitária no território e consideram a dinamicidade existente no contexto, o sujeito em sua singularidade, complexidade, integralidade e inserção sócio-cultural.

O Brasil adotou o Programa de Agentes Comunitários de Saúde-PACS (1991) e o **Programa de Saúde da Família-PSF** (1994) como estratégias para contribuir na construção de um novo modelo de atenção integral à saúde das famílias. Logo, são estratégias voltadas para a reorganização das ações de Atenção Básica à Saúde (ABS), que se fundamentam em uma nova ética política institucional, cujos princípios e bases organizativas revelam-se nos seguintes objetivos:

- Prestar, na unidade de saúde e no domicílio, assistência integral, contínua, com resolubilidade e boa qualidade às necessidades de saúde da população adstrita;
- Intervir sobre os fatores de risco aos quais a população está exposta;
- Eleger a família e o seu espaço social como núcleo básico de abordagem no atendimento à saúde;
- Humanizar as práticas de saúde através do estabelecimento de um vínculo entre os profissionais de saúde e a população;
- Proporcionar o estabelecimento de parcerias através do desenvolvimento de ações intersetoriais;
- Contribuir para a democratização do conhecimento do processo saúde/doença, da organização dos serviços e da produção social da saúde;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	82

- Fazer com que a saúde seja reconhecida como um direito de cidadania e, portanto, expressão da qualidade de vida e;
- Estimular a organização da comunidade para o efetivo exercício social. (Brasil, 1998).

O **Quadro 5.29** apresenta a porcentagem da população atendida pelo PSF nos municípios da bacia hidrográfica do PA1.

Quadro 5.29 – Cobertura do Programa Saúde da Família

Municípios da Bacia Hidrográfica do PA1	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Águas Vermelhas	0,00	0,00	56,47	100,00	100,00	100,00
Berizal	43,45	85,20	83,55	81,96	80,43	94,74
Curral de Dentro	0,00	56,06	77,11	100,00	100,00	100,00
Divisa Alegre	59,71	40,13	100,00	100,00	100,00	63,52
Indaiabira	85,19	93,11	93,33	89,67	100,00	100,00
Montezuma	48,11	51,14	70,61	97,18	94,77	100,00
Ninheira	27,66	60,84	36,14	68,61	100,00	100,00
Rio Pardo de Minas	23,22	49,97	100,00	100,00	100,00	100,00
Santa Cruz de Salinas	0,00	0,00	49,58	100,00	100,00	100,00
Santo Antônio do Retiro	47,52	51,36	100,00	96,68	100,00	100,00
São João do Paraíso	15,05	43,24	74,73	88,34	100,00	100,00
Taiobeiras	34,69	73,82	86,00	92,70	100,00	100,00
Vargem Grande do Rio Pardo	70,96	76,44	75,50	100,00	100,00	100,00

FONTE: Coordenação do PSF/Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais– (SES-MG). Elaboração: Centro de Estudos de Políticas Públicas/Fundação João Pinheiro.

Destarte, para uma efetiva análise da Gestão Pública em um município, é necessário conhecer a cobertura do PSF no mesmo:

Municípios Aprovados

Os indicadores utilizados para a análise do Selo UNICEF Municípios Aprovados são importantes para uma visão mais detalhada destes mesmos municípios, tal como o fizemos. Entretanto, poucos municípios da bacia hidrográfica do Alto Jequitinhonha se inscreveram para a última edição do Selo UNICEF Município Aprovado (2008). Dos municípios inscritos para o Selo UNICEF 2008, apenas Águas Vermelhas, Ninheira, Rio Pardo de Minas e Taiobeiras foram aprovados na bacia PA1 (**Quadro 5.30**).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 83
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 5.30 – Municípios Inscritos para o Projeto Selo UNICEF 2008

Municípios da bacia hidrográfica PA1	Aprovados	
	Sim	Não
Águas Vermelhas	X	
Berizal		X
Curral de Dentro		X
Divisa Alegre		X
Indaiabira		X
Ninheira	X	
Rio Pardo de Minas	X	
Santa Cruz de Salinas		X
São João do Paraíso		X
Taiobeiras	X	
Vargem Grande do Rio Pardo		X

5.9 Diagnóstico Meios de Comunicação

O presente diagnóstico vem identificar quais os meios de Comunicação são mais apropriados para o diálogo entre PDRH e opinião pública. Foi elaborado com base nas visitas às bacias, encontros com os membros do CBH PA1 e dados secundários.

Em seguida serão apresentados os meios de comunicação existentes na região.

5.9.1 Rádio

As principais emissoras de Rádio identificadas na bacia PA1 ou a proximidade são:

- RADIO ANTENA FM 91,3 / AGUAS VERMELHAS
- RADIO PARAISO 102,1 FM / SÃO JOAO DO PARAISO
- RÁDIO PARADISE FM / TAIOBEIRAS
- RADIO TORRE 91,7 FM / JANAUBA
- RADIO INDEPENDENTE 93,7 FM / PORTEIRINHA

5.9.2 Jornais

Os principais jornais identificados na bacia PA1 ou a proximidade são:

- SALINAS – TRIBUNA DO NORTE E FOLHAS DAS GERAIS
- TAIOBEIRAS – FOLHA REGIONAL
- TAIOBEIRAS – TAIOBEIRAS INFORMA
- JANAÚBA – O GORUTUBA

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	84

5.9.3 Internet

Na bacia PA1, os seguintes municípios possuem um site Internet:

- Águas Vermelhas: <http://www.aguasvermelhas.mg.gov.br>
- Montezuma: <http://www.montezuma.mg.gov.br>
- Ninheira: <http://www.ninheira.mg.gov.br>
- Rio Pardo de Minas: <http://www.riopardo.mg.gov.br>
- São João do Paraíso: <http://www.sjparaíso.mg.gov.br>
- Taiobeiras: <http://www.taiobeiras.mg.gov.br>

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	85

5.10 Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei Federal no 7.668, de 1988. Autoriza o Poder Executivo a constituir a Fundação Cultural Palmares - FCP e dá outras providências. artigo 1º.1988.

BRASIL. Lei nº 14.171 de 2002. Cria o Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais - IDENE - e dá outras providências. 2002.

CHAVES, Edneila Rodrigues. O sertão de Rio Pardo: sociedade, cultura material e justiça nas Minas oitocentistas. 2004. Dissertação (Mestrado em História) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: WWW.ibge.gov.br. Acesso em 11 de abril de 2012

SINASC - Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos.. Disponível em: WWW.portal.saude.gov.br/portal/saude>. Acesso em 11 de abril de 2012.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/>>. Acesso em 11 de abril de 2012.

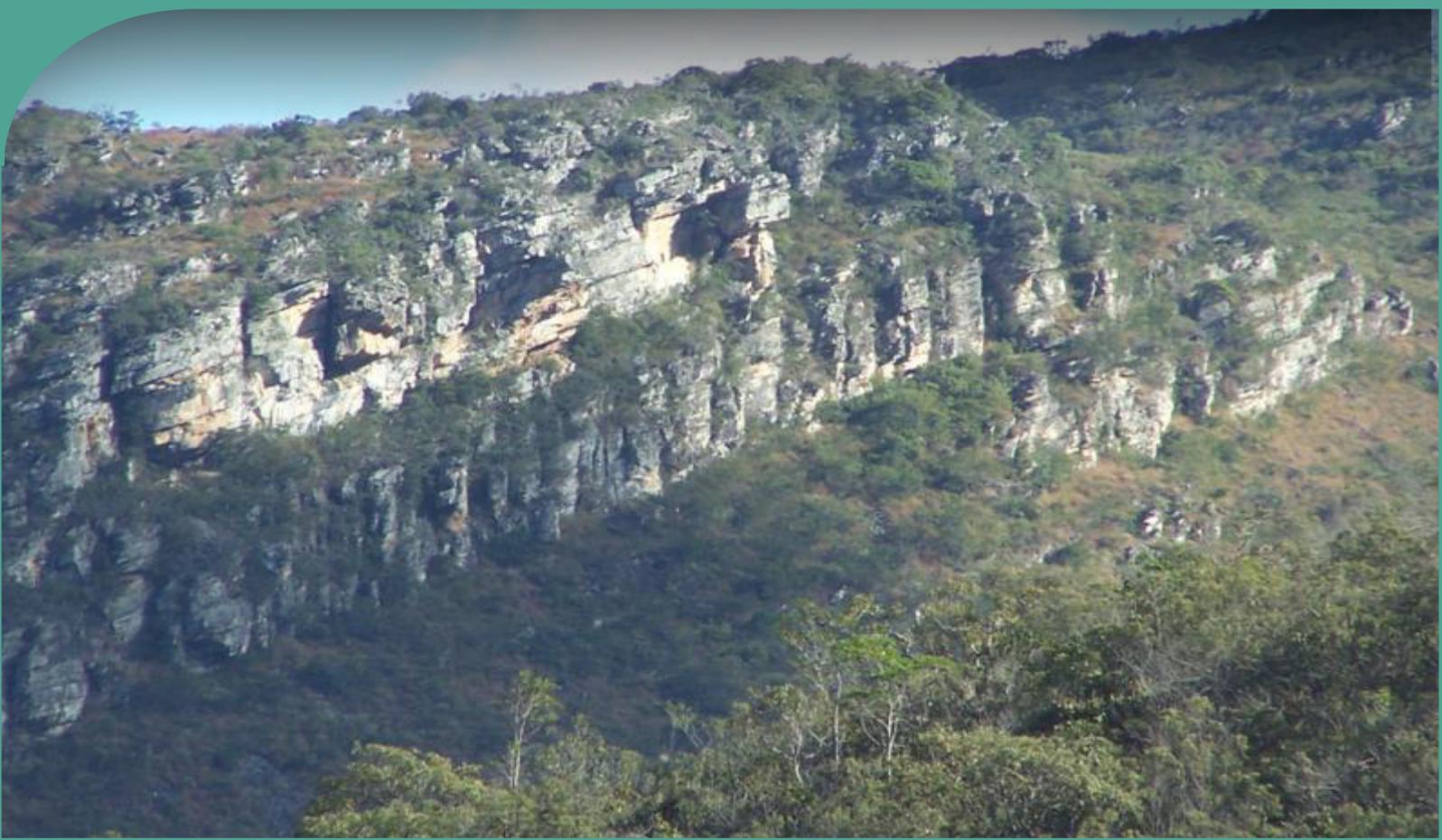
INEP. Disponível em: www.portal.inep.gov.br>. Acesso em 11 de abril de 2012.

Segundo o censo educacional do MEC. Disponível em: WWW.mec.gov.br>. Acesso em 11 de abril de 2012.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	86

Capítulo 6

Caracterização Sócio-Econômica e Institucional



SUMÁRIO

6	CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA E INSTITUCIONAL.....	4
6.1	Atividades econômicas, polarização regional e evolução da atividade produtiva ...	4
6.1.1	Quadro econômico	4
6.1.2	Polarização regional.....	20
6.1.3	Índice Mineiro de Responsabilidade Social	23
6.1.4	Tendências Socioeconômicas.....	29
6.2	Uso e ocupação do solo.....	30
6.3	Unidades de Conservação	34
6.3.1	Áreas de Uso Sustentável.....	38
6.3.2	As Unidades de Conservação no âmbito da bacia PA1.....	40
6.4	Políticas Urbanas.....	43
6.5	Levantamento de grandes projetos em implantação.....	50
6.5.1	Mineração.....	51
6.5.2	Agropecuária.....	54
6.5.3	Energia.....	57
6.5.4	Logística de transporte.....	58
6.5.5	Saneamento Básico	59
6.5.6	Turismo.....	62
6.5.7	A análise dos movimentos sociais e políticos	66
6.6	Infraestrutura hídrica	70
6.7	Impacto da silvicultura do eucalipto nos recursos hídricos	77
6.8	Aspectos institucionais e legais.....	84
6.8.1	A Política Nacional de Recursos Hídricos e o seu Respeetivo Sistema.....	85
6.8.2	O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	87
6.8.3	A Participação da Sociedade na Política Nacional de Recursos Hídricos.....	95
6.8.4	A Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais e seu Respeetivo Sistema.....	100
6.8.5	A natureza dos instrumentos de gestão de recursos hídricos em um Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica	105
6.9	Referências Bibliográficas	128

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 6.1 - ÍNDICES DO IMRS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA PA1	28
FIGURA 6.2 – MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DA BACIA PA1.....	33
FIGURA 6.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES USO E COBERTURA DO SOLO NA BACIA PA1.....	34
FIGURA 6.4 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO UPGRH PA1.....	42
FIGURA 6.5 – BARRAGEM PRÓXIMO À CIDADE DE BERIZAL.....	71
FIGURA 6.6 – VERTEDOURO DA BARRAGEM DE MACHADO MINEIRO (FONTE: ALEXANDRE COURI).....	72
FIGURA 6.7 – TOMADA D’ÁGUA DA REPRESA DE MACHADO MINEIRO (FOTO: ALEXANDRE COURI).....	72
FIGURA 6.8 – VISTA AÉREA DA BARRAGEM DO RIO MOSQUITO, IMAGEM DE 2010. (GOOGLE EARTH, ACESSO 20/08/2011).....	73
FIGURA 6.9 – VISTA AÉREA DA BARRAGEM DO BERIZAL, IMAGEM DE 2010. (GOOGLE EARTH, ACESSO 20/08/2011).....	74
FIGURA 6.10 – IMAGENS ÁREAS E BARRAGENS DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO EM TAIOBEIRAS. GOOGLE EARTH, IMAGEM DE 2010. ACESSO EM 20/08/2011	75
FIGURA 6.11 – LOCALIZAÇÃO DAS BARRAGENS NA BACIA DO RIO PARDO	76
FIGURA 6.12– RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE PÉS DE EUCALIPTO POR HABITANTE E OS ÍNDICES FIRJAN DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL	83
FIGURA 6.13 – POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS:FUNDAMENTOS E INSTRUMENTOS	89
FIGURA 6.14 – SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	91
FIGURA 6.15 – SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS.....	103
FIGURA 6.16 – PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DE BACIA HIDROGRÁFICA.....	107

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página ii
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 6.1 – ÍNDICE FIRJAN DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL DOS MUNICÍPIOS DA BACIA PA1	6
QUADRO 6.2 – ARRECADAÇÃO DO ICMS E OUTRAS RECEITAS EM 2011	8
QUADRO 6.3 - ESTADUAL NOS MUNICÍPIOS DA BACIA PA1, COM BASE NO CADASTRO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS - CNAE	8
QUADRO 6.4 – RENDA <i>PER CAPITA</i> MENSAL – VALOR E TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL	9
QUADRO 6.5 – RENDA MENSAL PER CAPITA E MEDIANA NA BACIA PA1	11
QUADRO 6.6 – ÁREA PLANTADA DA LAVOURA TEMPORÁRIA DA BACIA PA1	13
QUADRO 6.7 – ÁREA PLANTADA DA LAVOURA PERMANENTE DA BACIA PA1.....	14
QUADRO 6.8 – EFETIVO DOS REBANHOS NA BACIA PA1	15
QUADRO 6.9 – PRODUÇÃO SILVÍCOLA NA BACIA PA1	16
QUADRO 6.10 – PRODUÇÃO EXTRATIVISTA VEGETAL NA BACIA PA1	17
QUADRO 6.11 – VACAS ORDENHADAS NA BACIA PA1	18
QUADRO 6.12 – PRODUÇÃO DE ORIGEM ANIMAL NA BACIA PA1	19
QUADRO 6.13 – REGIÕES DE INFLUÊNCIA DAS CIDADES DA BACIA PA1 EM 2007	22
QUADRO 6.14 - DETALHAMENTO DOS ÍNDICES UTILIZADOS NO IMRS	24
QUADRO 6.15 - IMRS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA PA1	26
QUADRO 6.16 - ÍNDICES E SUBÍNDICES DO IMRS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA PA1	27
QUADRO 6.17 – PLANIMÉTRICA DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DO SOLO	32
QUADRO 6.18 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO ÂMBITO DA UPGRH PAR1	41
QUADRO 6.19 – ORDENAMENTO MUNICIPAL	46
QUADRO 6.20 – LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA	47
QUADRO 6.21 – POLÍTICAS, PLANOS, PROGRAMAS OU AÇÕES.....	48
QUADRO 6.22 – CONSELHOS MUNICIPAIS	49
QUADRO 6.23 – VALORES MÉDIOS DOS IFDM COMPARADOS COM OS DOS MUNICÍPIOS EM DESTAQUE....	84
QUADRO 6.24 – TIPOS DE OUTORGAS	116

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iii
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

6 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA E INSTITUCIONAL

Este capítulo tem por objetivo a caracterização sócio-econômica, no sentido de avaliação das atividades econômicas e suas tendências, bem como da consequente utilização do solo e criação de Unidades de Conservação - UCs; incorpora também uma análise da demografia, dos grandes projetos em implantação, das políticas urbanas e da infraestrutura hídrica existente. No que se refere à parte institucional, além da criação das UCs, são também analisadas as normas legais no âmbito federal e estadual que regem o gerenciamento de recursos hídricos. A Carta Magna não dá atribuições aos municípios no gerenciamento de recursos hídricos. No entanto, os papéis que esta jurisdição pode exercer no gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia são também avaliados.

6.1 Atividades econômicas, polarização regional e evolução da atividade produtiva

Este item busca apresentar um panorama econômico da bacia PA1 e a perspectiva de sua evolução no futuro. Inicia por um diagnóstico econômico, considerando os setores primário, secundário e terciário. Passa a uma identificação da polarização regional, onde alguns municípios se destacam. Em função destes elementos, é proposta uma visão tendencial de futuro da bacia, que servirá como base para as futuras prospecções a serem realizadas na Fase B deste plano.

6.1.1 Quadro econômico

O quadro econômico da bacia hidrográfica é aqui analisado em seus setores primário, secundário e terciário, de acordo com os produtos produzidos, modo de produção e recursos utilizados.

O setor primário está relacionado com a produção através da exploração de recursos da natureza, como a agricultura, pecuária e mineração, fornecendo matéria-prima para a indústria de transformação. Este setor da economia é muito vulnerável, pois depende muito dos fenômenos da natureza como, por exemplo, do clima. A produção e exportação de matérias-primas, que é característica regional, não geram muita riqueza, pois os produtos não possuem valor agregado como ocorre, por exemplo, com os produtos industrializados.

O setor secundário é o setor da economia que transforma as matérias-primas (produzidas pelo setor primário) em produtos industrializados (roupas, máquinas, automóveis, alimentos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	4

industrializados, eletrônicos, casas, etc.). Como há conhecimentos tecnológicos agregados aos produtos do setor secundário, o lucro obtido na comercialização é significativo. Regiões com bom grau de desenvolvimento possuem uma significativa base econômica concentrada no setor secundário.

O setor terciário é o setor econômico relacionado aos serviços. Os serviços são produtos não materiais em que pessoas ou empresas prestam a terceiros para satisfazer determinadas necessidades. Como atividades econômicas deste setor econômico, podemos citar o comércio, a educação, saúde, telecomunicações, serviços de informática, seguros, transporte, serviços de limpeza, serviços de alimentação, turismo, serviços bancários e administrativos, transportes, etc. Este setor é marcante nas regiões de alto grau de desenvolvimento econômico. Quanto mais rica é uma região, maior é a presença de atividades do setor terciário.

Basicamente a bacia PA1 tem sua economia baseada no setor primário e terciário, com exceção de Divisa Alegre, São João do Paraíso e Taiobeiras que têm a sua economia mais diversificada.

Em uma análise geral, o desenvolvimento dos municípios pode ser considerado pelo IFDM – Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal, que apresenta dados avaliados nos anos 2000 e 2007, como apresentado no **Quadro 6.1**. Este índice utiliza dados oficiais do IBGE e dos Ministérios da Educação, da Saúde e do Trabalho. O IFDM considera, com igual ponderação, as três principais áreas de desenvolvimento humano, a saber, Emprego e Renda, Educação e Saúde. A leitura dos resultados – por áreas de desenvolvimento ou do índice final – é bastante simples, variando entre 0 e 1, sendo quanto mais próximo de 1, maior o nível de desenvolvimento da localidade. Neste sentido, estipularam-se as seguintes classificações: municípios com IFDM

1. Entre 0 e 0,4 são considerados de baixo estágio de desenvolvimento;
2. Entre 0,4 e 0,6, de desenvolvimento regular;
3. Entre 0,6 e 0,8, de desenvolvimento moderado; e
4. Entre 0,8 e 1,0, de alto desenvolvimento.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 5
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Quadro 6.1 – Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal dos municípios da bacia PA1

Ano	2000						2009					
	Ranking IFDM		IFDM	Emprego & Renda	Educação	Saúde	Ranking IFDM		IFDM	Emprego & Renda	Educação	Saúde
	Nacional	Estadual					Nacional	Estadual				
Águas Vermelhas	4598º	803º	0,3945	0,0911	0,5250	0,5675	4683º	805º	0,5330	0,2792	0,6745	0,6453
Berizal	4372º	784º	0,4088	0,2443	0,5333	0,4489	3688º	665º	0,5905	0,3381	0,7310	0,7025
Curral de Dentro	3686º	689º	0,4578	0,3043	0,4808	0,5883	4322º	764º	0,5565	0,2925	0,6624	0,7148
Divisa Alegre	2324º	366º	0,5573	0,4958	0,4801	0,6960	3593º	646º	0,5954	0,3867	0,6912	0,7082
Indaiabira	3944º	737º	0,4388	0,2153	0,5405	0,5607	4078º	727º	0,5700	0,2937	0,7169	0,6994
Montezuma	5056º	832º	0,3582	0,1271	0,4368	0,5107	4775º	818º	0,5267	0,2711	0,6524	0,6565
Ninheira	3922º	733º	0,4405	0,3382	0,4116	0,5716	3816º	686º	0,5827	0,3488	0,6902	0,7091
Rio Pardo de Minas	3914º	732º	0,4409	0,2249	0,4414	0,6564	3434º	613º	0,6038	0,3937	0,7096	0,7082
Santa Cruz de Salinas	4823º	819º	0,3772	0,2535	0,4506	0,4274	4704º	810º	0,5319	0,2731	0,6506	0,6720
Santo Antônio do Retiro	4117º	759º	0,4262	0,2132	0,4374	0,6280	4142º	738º	0,5661	0,2683	0,6800	0,7502
São João do Paraíso	3908º	730º	0,4415	0,3504	0,4993	0,4748	3847º	691º	0,5810	0,3089	0,7187	0,7153
Taiobeiras	4780º	815º	0,3807	0,1782	0,5898	0,3740	1954º	228º	0,6792	0,4819	0,8000	0,7556
Vargem Grande do Rio Pardo	5167º	837º	0,3474	0,1163	0,4883	0,4377	3486º	624º	0,6008	0,3452	0,6964	0,7608

As variáveis utilizadas para o cálculo do IFDM são as seguintes:

Emprego e Renda: Geração de emprego formal, Estoque de emprego formal, Salários médios do emprego formal;

Educação: Taxa de matrícula na educação infantil, Taxa de abandono, Taxa de distorção idade-série, Percentual de docentes com ensino superior, Média de horas de aula diárias, Resultado do IDEB; e

Saúde: Número de consultas pré-natal, Óbitos por causas mal-definidas, Óbitos infantis por causas evitáveis.

O IFDM – Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal está sendo aqui utilizado por dois motivos: primeiro que é um índice com dados razoavelmente atualizados e segundo que permite uma avaliação comparativa com os demais municípios, em um ranking no Estado de Minas Gerais. Observa-se no **Quadro 6.1** que os municípios que integram ou tangenciam a bacia hidrográfica do Rio Pardo, tiveram uma melhoria no seu IFDM. Os avanços na educação e saúde contribuíram sensivelmente para a melhoria dos indicadores.

No IFDM 2000/2009 há outros registros dignos de nota. Todos os municípios melhoraram seu índice em educação e saúde.

No entanto, outra preocupação fica centrada no índice correspondente ao emprego e renda, que decresceu em 3 municípios (Curral de Dentro, Divisa Alegre e São João do Paraíso).

Em que pese esta análise individual nos municípios, há um fato mais grave que envolve toda a região. Em nove anos, 5 municípios perderam posições no ranking federal e 3 no ranking estadual dos municípios.

Mais do que isto, na análise comparativa com outros municípios de Minas Gerais, vê-se que mais da metade dos municípios se encontram entre os 200 piores municípios do Estado em termos de desenvolvimento e que apenas um (Taiobeiras) se encontra entre os 500 melhores.

Apenas Rio Pardo de Minas, Taiobeiras e Vargem Grande do Rio obtiveram IFDM superior a 0,6 de desenvolvimento moderado. Os demais permanecem abaixo desta faixa.

Uma visão do desenvolvimento destes municípios é dada pela arrecadação. Visualizamos a seguir, **Quadro 6.2**, a arrecadação do ICMS e outras receitas até dezembro de 2011 e a arrecadação estadual de 2010, **Quadro 6.3**, com base no Cadastro Nacional de Atividades

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	7

Econômicas, de tal forma a se verificar os principais itens geradores da arrecadação nos mesmos.

Quadro 6.2 – Arrecadação do ICMS e outras receitas em 2011

ARRECAÇÃO DE ICMS E OUTRAS RECEITAS POR MUNICÍPIO			
DEZEMBRO 2011			
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Até o Mês		
	ICMS	Outras Receitas	Total Geral
Águas Vermelhas	207.619,76	494.145,01	701.764,77
Berizal	197.036,04	190.844,24	387.880,28
Curral de Dentro	162.580,61	223.159,60	385.740,21
Divisa Alegre	5.040.670,18	186.776,96	5.227.447,14
Indaiabira	72.969,93	196.675,91	269.645,84
Montezuma	62.432,55	151.206,80	213.639,35
Ninheira	87.564,79	210.238,58	297.803,37
Rio Pardo de Minas	600.095,26	2.415.782,78	3.015.878,04
Santa Cruz de Salinas	66.072,46	115.135,78	181.208,24
Santo Antônio do Retiro	19.621,28	141.409,50	161.030,78
São João do Paraíso	1.224.770,18	1.628.063,73	2.852.833,91
Taiobeiras	2.856.843,67	5.961.023,24	8.817.866,91
Vargem Grande do Rio Pardo	56.444,33	142.834,26	199.278,59

Fonte: Sistema Informatizado de Controle da Arrecadação e Fiscalização - DGI/DINF/SAIF/SEF-MG

Quadro 6.3 - Estadual nos Municípios da Bacia PA1, com base no Cadastro Nacional de Atividades Econômicas - CNAE

Município	Arrecadação Estadual no município		
	Total	Principais itens geradores da arrecadação	
		Item	Valor
Águas Vermelhas	141.569,64	Comércio e Serviços	83.018,32
		Extração de pedra, areia e argila	49.834,74
Berizal	39.777,66	Fabricação de Móveis	24.551,83
Curral de Dentro	97.806,32	Produção Florestal	32.862,03
		Comércio e Serviços	32.510,13
		Extração de pedra, areia e argila	31.813,7
Divisa Alegre	4.841.995,25	Fabricação Produtos Químicos Inorgânicos	4.779.664,11
Indaiabira	35.061,11	Desdobramento de madeira e curtimento de couro	20.653,49
Montezuma	14.761,42	Comércio e Serviços	9.634,91
Ninheira	30.562,9	Comércio e Serviços	24.364,17
Rio Pardo de Minas	407.228,85	Comércio e Serviços	400.683,3
Santa Cruz de Salinas	58.908,98	Extração de pedra, areia e argila	56.715,78
Santo Antônio do Retiro	14.988,99	Comércio e Serviços	14.988,99
São João do Paraíso	899.482,47	Fabricação de aditivos de uso industrial	568.791,34
Taiobeiras	2.045.582,68	Comércio e Serviços	1.439.077,63

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Município	Arrecadação Estadual no município		
	Total	Principais itens geradores da arrecadação	
		Item	Valor
		Fábrica de sucos, café e outros prod. alimentícios	331.592,56
		Produção Florestal	255.867,78
Vargem Grande do Rio Pardo	29.051,18	Comércio e Serviços	28.805,33

Fonte: Sistema Informatizado de Controle da Arrecadação e Fiscalização - DGI/DINF/SAIF/SEF-MG - 2011

Verifica-se que 8 municípios têm alguma diversificação da sua economia, além do comércio e serviços: Águas Vermelhas, Berizal, Curral de Dentro, Divisa Alegre, Indaiabira, Santa Cruz de Salinas, São João do Paraíso e Taiobeiras. No entanto, na maior parte dos municípios a principal arrecadação é o comércio e serviços, ou seja, ainda o modelo histórico da colonização. Em termos de arrecadação, destaca-se o município de Divisa Alegre com a fabricação de produtos químicos inorgânicos (Lítio). Outro fato a ser observado é que na maioria dos municípios a arrecadação é irrisória, ou seja, a riqueza gerada no município é pequena e insuficiente para qualquer desenvolvimento econômico mais expressivo.

O dinheiro que circula nestes pequenos municípios vem de verbas federais como o FPM, FUNDEB, SUS, Bolsa Família, etc. e de verbas ou programas estaduais como o ICMS, PCPR, PROJOVEM, SANEAR, Leite pela Vida, Cidadão Nota 10, Projeto Estruturador Convivência com a Seca, Estação Conhecimento, Projeto Travessia, FHIDRO, etc., a maioria como verbas de assistência social.

A Renda *Per Capita* é outro indicador da riqueza regional. Uma análise da Fundação João Pinheiro mostra que a renda *per capita* na região do Jequitinhonha/Mucuri é a mais baixa do Estado. O

Quadro 6.4 apresenta os valores, mostrando as contribuições positivas das políticas de desenvolvimento regional dos governos federal e estadual constatada pela taxa média de crescimento anual ser superior à média de crescimento de Minas Gerais e do Brasil.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 9
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Quadro 6.4 – Renda *per capita* mensal – valor e taxa de crescimento anual

Renda <i>Per Capita</i> Mensal: Valor e Taxa de Crescimento Anual Brasil, Minas Gerais e Regiões de Planejamento			
Regiões de Planejamento	Renda Domiciliar <i>Per Capita</i> (R\$ de agosto/2010)		Taxa Média de Crescimento Anual 2000 a 2010 (%)
	2000	2010	
Alto Paranaíba	573,65	761,04	2,87
Central	663,25	961,82	3,79
Centro Oeste	526,53	721,28	3,2
Jequitinhonha/Mucuri	244,23	431,75	5,86
Mata	499,26	710,11	3,59
Noroeste	448,92	622,67	3,33
Norte	260,3	455,33	6,75
Rio Doce	412,76	599,69	3,81
Sul	564,71	727,66	2,57
Triângulo	677,75	908,04	2,97
<i>Minas Gerais</i>	<i>539,86</i>	<i>773,41</i>	<i>3,66</i>
<i>Brasil</i>	<i>580,22</i>	<i>830,85</i>	<i>3,66</i>

Fonte: IBGE, Sinopse dos Resultados do Censo 2010

Elaboração: Fundação João Pinheiro

A Renda *per capita* é outro indicador da riqueza regional. Uma análise da Fundação João Pinheiro mostra que a renda *per capita* na região do Jequitinhonha/Mucuri é a mais baixa do Estado, embora a taxa média de crescimento anual tenha sido superior à média de crescimento de Minas Gerais e do Brasil. Especificamente na bacia hidrográfica do Rio Pardo – PA1, a renda *per capita* média da maioria dos municípios é inferior à média da própria região, excetuando-se o município de Taiobeiras, como mostra o **Quadro 6.5**.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 10
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.5 – Renda Mensal Per Capita e Mediana na Bacia PA1

Renda mensal <i>per capita</i> na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo - PA1 (R\$ de ago/2010)						
Município	Renda <i>Per Capita</i> Média			Renda <i>Per Capita</i> Mediana		
	Valor Total	Urbano	Rural	Valor Total	Urbano	Rural
Águas Vermelhas	332,10	357,89	268,55	234,00	253,00	200,00
Berizal	297,24	312,80	277,64	240,00	254,00	228,00
Curral de Dentro	324,19	337,20	249,77	234,00	242,00	204,00
Divisa Alegre	360,68	362,67	307,51	254,00	255,00	207,00
Indaiabira	327,29	385,65	285,42	250,00	267,00	210,00
Montezuma	324,23	431,63	237,23	228,00	267,00	180,50
Ninheira	259,00	378,56	208,88	170,00	255,00	156,00
Rio Pardo de Minas	324,14	405,62	262,56	204,00	255,00	170,00
Santa Cruz de Salinas	308,56	429,45	259,49	237,00	319,00	200,00
Santo Antônio do Retiro	258,69	386,79	212,70	170,00	255,00	148,00
São João do Paraíso	351,16	423,31	278,99	255,00	267,00	234,00
Taiobeiras	442,37	480,73	271,66	278,00	303,00	210,00
Vargem Grande do Rio Pardo	303,00	359,97	230,29	237,00	255,00	183,00

Fonte: IBGE, Censo 2000 e Sinopse dos Resultados do Censo 2010.

Elaboração: Fundação João Pinheiro

Setor Primário

O Quadro 6.6 ao

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 11
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.12 revelam a produção no setor primário. Os dados mostram a área plantada, assim como os efetivos dos rebanhos, o que serve para entendimento econômico da região e cálculo de utilização dos recursos hídricos.

Resumidamente, nos últimos 10 anos:

- Em termos de lavoura temporária houve um aumento geral da área plantada de 28.014 para 30.623 hectares. Entretanto, houve uma diminuição da área planta de arroz e feijão e um aumento da área plantada de cana-de-açúcar (de 3.560 para 6.855 hectares), mamona, mandioca, milho (de 5.730 para 7.690 hectares) e tomate.
- Na lavoura permanente houve um aumento da área plantada de 2.529 para 4.275 hectares. A área plantada diminuiu em laranja, manga e maracujá e aumentou em banana, café, goiaba, limão, mamão, tangerina e urucum.
- O efetivo dos rebanhos teve uma diminuição em equinos, asininos e muares e um aumento em bovinos (de 88.208 para 122.288 cabeças), suínos, caprinos, ovinos, galos, frangas, frangos, pintos e galinhas.
- A quantidade produzida na silvicultura decresceu em carvão vegetal (de 303.137 para 199.461 toneladas), lenha, madeira em toras e eucalipto (folhas).
- Curral de dentro e Taiobeiras geram arrecadação estadual, não expressiva, na produção florestal.
- Quanto à extração vegetal a produção diminuiu em aromáticos, medicinais, tóxicos e corantes, urucum, carvão vegetal e madeira em tora e aumentou um pouco em extração de lenha.
- O número de vacas ordenhadas na bacia hidrográfica aumentou de 14.527 para 21.901.
- Da mesma forma, aumentou a produção de origem animal de leite e ovos de galinha e diminuiu de mel de abelha.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 12
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 6.6 – Área plantada da lavoura temporária da bacia PA1

Área plantada da lavoura temporária																
(Em hectares - acima de 100 hectares)																
Minas Gerais e Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Total		Arroz		Cana-de-açúcar		Feijão		Mamona		Mandioca		Milho		Tomate	
	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009
Minas Gerais	3.015.838	3.673.694	161.491	57.693	280.331	715.628	454.444	420.538	1.290	8.336	71.275	56.841	1.284.939	1.288.434	12.174	7.326
Águas Vermelhas	3.071	1.757	60	4	120	20	1.920	500	-	-	800	900	160	300	-	20
Berizal	611	475	-	-	10	5	300	260	-	-	150	40	150	170	-	-
Curral de Dentro	1.177	1.165	15	4	100	120	560	430	-	-	300	360	200	250	-	-
Divisa Alegre	533	466	5	-	80	80	240	180	-	-	100	130	100	60	-	-
Indaiabira	1.991	3.137	150	130	300	1.300	1.120	750	-	-	20	150	400	800	-	7
Montezuma	1.632	2.755	180	30	500	660	480	1.250	-	85	70	80	400	650	-	-
Ninheira	2.290	1.400	-	-	100	100	480	400	-	-	1.500	500	190	400	-	-
Rio Pardo de Minas	8.714	9.476	1.000	500	800	2.950	3.800	2.100	-	-	800	1.900	2.300	2.000	10	20
Santa Cruz de Salinas	677	830	70	20	100	90	200	330	-	-	50	130	250	260	-	-
Santo Antônio do Retiro	1.341	1.565	60	225	400	250	430	340	-	-	250	350	200	400	-	-
São João do Paraíso	2.300	3.854	50	50	600	900	960	1.700	-	-	200	200	480	1.000	-	-
Taiobeiras	1.795	2.163	20	-	150	260	942	750	-	15	120	250	500	800	60	61
Vargem Grande do Rio Pardo	1.882	1.580	100	50	300	120	900	650	-	60	180	100	400	600	-	-
Totais da bacia hidrográfica	28.014	30.623	1.710	1.013	3.560	6.855	12.332	9.640	0	160	4.540	5.090	5.730	7.690	70	108

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 13
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 6.7 – Área plantada da lavoura permanente da Bacia PA1

Área plantada da lavoura permanente																								
(Em hectares - acima de 10 hectares)																								
Minas Gerais e Municípios da bacia hidrográfica PA1	Total		Banana		Café		Goiaba		Laranja		Limão		Mamão		Manga		Maracujá		Marmelo		Tangerina		Urucum	
	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009
Minas Gerais	1.058.348	1.115.484	41.147	39.194	947.424	1.011.356	653	847	43.327	30.549	1.336	2.990	858	729	7.081	8.343	3.049	2.425	141	116	5.209	6.911	259	1.067
Águas Vermelhas	199	405	30	124	100	170	-	-	20	31	2	2	-	-	6	6	30	30	-	-	7	7	-	33
Berizal	58	42	2	12	25	3	-	-	10	8	-	1	-	-	20	9	-	-	-	-	1	1	-	8
Curral de Dentro	108	137	15	15	20	50	-	-	15	15	2	2	-	-	2	2	15	15	-	-	2	2	34	34
Divisa Alegre	63	65	10	10	30	30	-	-	5	7	-	-	-	-	2	2	15	15	-	-	1	1	-	-
Indaiabira	176	175	8	10	150	148	-	-	10	10	-	1	-	-	5	4	-	-	-	-	3	2	-	-
Montezuma	15	83	4	8	-	65	-	-	4	3	-	1	-	-	6	5	-	-	-	-	1	1	-	-
Ninheira	181	609	5	6	160	590	-	-	10	7	-	-	-	-	5	4	-	-	-	1	1	1	-	-
Rio Pardo de Minas	422	1.218	25	35	360	1.134	-	-	25	36	-	2	-	-	7	7	-	-	-	-	3	4	-	-
Santa Cruz de Salinas	49	33	-	5	10	11	-	-	15	10	-	-	-	-	20	5	-	-	-	-	-	2	-	-
Santo Antônio do Retiro	44	102	5	50	30	40	-	-	6	8	-	1	-	-	2	2	-	-	-	-	1	1	-	-
São João do Paraíso	246	273	25	21	150	180	-	-	20	23	-	-	-	-	30	30	3	2	15	14	3	3	-	-
Taiobeiras	622	925	30	32	90	637	-	33	150	123	-	5	-	10	220	30	130	25	-	-	2	25	-	3
Vargem Grande do Rio Pardo	346	208	10	13	250	90	-	2	80	10	-	1	-	-	4	90	-	-	-	-	2	2	-	-
Totais da bacia hidrográfica	2.529	4.275	169	341	1.375	3.148	0	35	370	291	4	16	0	10	329	196	193	87	15	15	27	52	34	78

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 14
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 6.8 – Efetivo dos rebanhos na bacia PA1

Efetivo dos rebanhos por tipo de rebanho																		
(Cabeças)																		
Minas Gerais e Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Tipo de rebanho																	
	Bovino		Equino		Asinino		Muar		Suíno		Caprino		Ovino		Galos, frangas, frangos e pintos		Galinhas	
	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009
Minas Gerais	20.082.067	22.469.791	951.774	800.108	30.352	31.244	172.038	159.671	3.011.407	4.639.825	90.373	119.766	123.874	223.434	56.585.126	74.958.497	21.453.024	23.185.837
Águas Vermelhas	14.196	17.438	1.315	593	273	168	1.310	232	690	403	120	418	264	304	8.065	678	4.060	457
Berizal	5.487	10.352	280	396	16	12	50	30	470	725	32	474	56	220	2.100	3.666	1.640	1.998
Curral de Dentro	7.410	12.846	932	396	128	178	861	236	614	562	58	32	264	697	3.280	2.204	2.074	1.409
Divisa Alegre	792	932	216	412	68	76	246	154	241	148	38	46	81	-	2.370	1.264	432	928
Indaiabira	5.266	5.562	580	451	12	12	100	15	1.920	1.804	98	84	42	29	23.406	19.020	12.210	10.098
Montezuma	3.551	8.151	590	458	11	15	66	28	1.406	1.634	36	38	42	49	16.240	16.870	5.100	5.830
Ninheira	7.383	11.327	512	488	30	36	120	35	1.790	1.552	116	199	126	171	15.730	16.780	6.520	5.200
Rio Pardo de Minas	8.276	8.525	1.270	951	18	93	258	164	3.910	2.952	220	120	64	190	51.816	56.211	26.900	30.560
Santa Cruz de Salinas	7.821	12.415	980	691	60	45	190	56	1.620	1.850	116	176	124	78	13.880	13.100	7.910	5.213
Santo Antônio do Retiro	1.793	2.465	164	286	5	2	36	38	648	811	42	61	19	-	7.130	11.913	3.780	5.211
São João do Paraíso	9.970	9.071	860	896	86	18	152	126	3.029	4.412	160	390	136	294	24.180	36.911	9.950	21.089
Taiobeiras	12.676	20.745	780	856	26	51	125	138	1.398	3.887	120	98	162	364	6.280	21.160	4.260	10.840
Vargem Grande do Rio Pardo	3.587	2.459	310	348	12	8	86	19	1.260	1.413	90	25	41	-	13.620	8.304	7.312	4.612
Totais da bacia hidrográfica	88.208	122.288	8.789	7.222	745	714	3.600	1.271	18.996	22.153	1.246	2.161	1.421	2.396	188.097	208.081	92.148	103.445

Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 15
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 6.9 – Produção silvícola na bacia PA1

Quantidade produzida na silvicultura por tipo de produto da silvicultura												
Minas Gerais e Municípios da bacia hidrográfica PA1	Tipo de produto da silvicultura											
	Carvão vegetal (Toneladas)		Lenha (Metros cúbicos)		Madeira em tora (Metros cúbicos)		Madeira em tora exceto celulose (Metros cúbicos)		Outros produtos (Toneladas)		Eucalipto (folha) (Toneladas)	
	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009
Minas Gerais	1.961.730	2.717.170	3.730.849	3.733.120	5.108.914	7.781.915	1.201.397	2.410.118	100.767	42.906	99.987	37.160
Águas Vermelhas	7.850	31	110.000	62.780	80.000	1.610	80.000	1.610	-	-	-	-
Berizal	9.760	320	-	-	-	-	-	-	-	910	-	910
Curral de Dentro	380	19	85.000	38.430	20.000	350	20.000	350	-	-	-	-
Divisa Alegre	-	15	-	36.930	-	300	-	300	-	-	-	-
Indaiabira	10.112	3.066	-	14.715	-	-	-	-	-	-	-	-
Montezuma	6.577	5.641	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ninheira	24.865	6.150	-	-	-	-	-	-	-	8.180	-	8.180
Rio Pardo de Minas	76.896	115.806	-	-	1.687	-	1.687	-	-	-	-	-
Santa Cruz de Salinas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio do Retiro	4.317	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São João do Paraíso	96.456	31.870	-	18.100	210	-	210	-	97.400	28.070	97.400	28.070
Taiobeiras	62.705	24.853	-	22.190	-	8.990	-	8.990	-	-	-	-
Vargem Grande do Rio Pardo	3.219	11.690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totais da bacia hidrográfica	303.137	199.461	195.000	193.145	101.897	11.250	101.897	11.250	97.400	37.160	97.400	37.160

Fonte: IBGE - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 16
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.10 – Produção extrativista vegetal na bacia PA1

Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto extrativo										
Minas Gerais e Municípios da bacia hidrográfica PA1	Aromáticos, medicinais, tóxicos e corantes (Toneladas)		Urucum (semente) (Toneladas)		Carvão vegetal (Toneladas)		Lenha (Metros cúbicos)		Madeira em tora (Metros cúbicos)	
	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009	1999	2009
Minas Gerais	70	8	68	8	430.196	282.199	3.818.663	2.369.264	129.178	39.342
Águas Vermelhas	-	-	-	-	260	19	38.000	38.410	3.800	360
Berizal	-	-	-	-	-	-	3.100	2.080	-	-
Curral de Dentro	12	-	12	-	126	16	22.850	31.640	-	510
Divisa Alegre	-	-	-	-	80	8	3.000	17.480	300	210
Indaiabira	-	-	-	-	-	-	14.000	7.360	-	-
Montezuma	-	-	-	-	-	-	13.800	6.700	-	-
Ninheira	-	-	-	-	-	-	7.300	6.920	-	-
Rio Pardo de Minas	-	-	-	-	-	-	15.600	13.100	1.800	-
Santa Cruz de Salinas	-	-	-	-	-	-	6.500	5.230	-	-
Santo Antônio do Retiro	-	-	-	-	-	-	10.500	7.570	-	-
São João do Paraíso	-	-	-	-	-	-	11.600	10.350	-	-
Taiobeiras	-	-	-	-	-	-	14.100	17.520	-	-
Vargem Grande do Rio Pardo	-	-	-	-	-	-	10.860	8.200	-	-
Totais na bacia hidrográfica	12	0	12	0	466	43	171.210	172.560	5.900	1.080

Fonte: IBGE - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 17
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.11 – Vacas ordenhadas na bacia PA1

Vacas ordenhadas		
(Cabeças)		
Minas Gerais e Municípios da bacia hidrográfica PA1	1999	2009
Minas Gerais	4.365.068	5.278.769
Águas Vermelhas	4.030	3.598
Berizal	663	960
Curral de Dentro	2.240	1.386
Divisa Alegre	324	184
Indaiabira	618	810
Montezuma	347	1.110
Ninheira	903	1.740
Rio Pardo de Minas	970	2.904
Santa Cruz de Salinas	1.010	2.416
Santo Antônio do Retiro	182	481
São João do Paraíso	1.159	3.085
Taiobeiras	1.630	2.629
Vargem Grande do Rio Pardo	451	598
Totais na bacia hidrográfica	14.527	21.901

Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 18
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.12 – Produção de origem animal na Bacia PA1

Produção de origem animal por tipo de produto						
Minas Gerais e Municípios da bacia hidrográfica PA1	Tipo de produto					
	Leite (Mil litros)		Ovos de galinha (Mil dúzias)		Mel de abelha (Quilogramas)	
	1999	2009	1999	2009	1999	2009
Minas Gerais	5.801.063	7.931.115	252.477	384.783	1.884.749	2.605.800
Águas Vermelhas	2.364	1.813	29	7	-	3.015
Berizal	358	432	12	30	-	-
Curral de Dentro	1.610	699	25	20	-	398
Divisa Alegre	204	60	6	13	-	793
Indaiabira	334	365	92	151	-	70
Montezuma	187	500	38	87	-	-
Ninheira	488	783	49	78	-	-
Rio Pardo de Minas	524	1.307	202	458	-	20.000
Santa Cruz de Salinas	545	1.087	59	78	-	-
Santo Antônio do Retiro	98	216	28	78	-	-
São João do Paraíso	626	1.388	75	316	-	1.000
Taiobeiras	880	1.210	32	163	75.000	5.000
Vargem Grande do Rio Pardo	244	269	55	69	-	-
Totais da bacia hidrográfica	8.462	10.129	702	1.548	75.000	30.276

Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal

Em uma visão geral destes últimos 10 anos, no setor primário, verifica-se que embora incrementando, a evolução produtiva não foi expressiva, em que pese anos e anos de esforço governamental com financiamentos, EMATER, EPAMIG, etc. Em entrevista junto ao IDENE revelou o que é considerada a principal causa desta baixa dinâmica econômica: a falta de água. Considera que havendo água a agricultura e pecuária prosperariam, pois há terras, sol e gente disponível para trabalhar. Embora esta percepção esteja arraigada nos corações e mentes dos atores sociais moradores ou envolvidos com o Vale do Pardo, não é tão evidente quando confrontada com os dados existentes. Água existe, e em quantidades superiores às demandas atuais, com algumas áreas em que exceções ocorrem. Aparentemente, o que é confundido com carência de água é, na realidade, carência de investimentos, até certo ponto triviais, para levar água de onde e quando ela é encontrada, para aonde e quando ela for demandada, algo que será mais bem considerado adiante e, em especial, da Fase B deste plano.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 19
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Setor secundário

No setor secundário a bacia hidrográfica do Rio Pardo tem alguns destaques: no município de Berizal há a fabricação de móveis de madeira; em Divisa Alegre a fabricação de produtos químicos inorgânicos (lítio); em Indaiabira o desdobramento de madeira; em São João do Paraíso a fabricação de aditivos de uso industrial; e em Taiobeiras, mais diversificada, há a fabricação de sucos, especiarias, molhos, temperos e condimentos, torrefação e moagem de café, serralheria e fabricação de aguardente.

Setor terciário

O setor terciário, fundamentalmente o comércio, é a base das atividades produtivas da maioria dos municípios da bacia PA1. O comércio é local, sem grandes interferências regionais, conforme foi observado na rede de influências da polarização regional.

6.1.2 Polarização regional

Taiobeiras é a principal cidade polarizadora na região do Rio Pardo, polarizando comércio e serviços. O IBGE realiza estudos sobre a hierarquia dos centros que tecem as redes de influência nas regiões. As áreas de influência dos centros foram delineadas a partir da intensidade das ligações entre as cidades, com base em dados secundários e obtidos em questionário específico. As cidades são classificadas em cinco níveis, por sua vez subdivididos em dois ou três subníveis:

- No primeiro nível ficam as metrópoles com três subníveis: grandes metrópoles nacionais, metrópoles nacionais e metrópoles, aqui incluída Belo Horizonte.
- No segundo nível ficam as capitais regionais, com três subníveis: capital regional A, com aproximadamente 1.000.000 de habitantes; capital regional B, com aproximadamente 500.000 habitantes; e capital regional C, com aproximadamente 250.000 habitantes.
- No terceiro nível ficam os centros sub-regionais, com área de atuação mais reduzida, e seus relacionamentos com centros externos à sua própria rede dão-se, em geral, apenas com as três metrópoles nacionais. Estes centros estão subdivididos em dois grupos: centro sub-regional A, com aproximadamente 100.000 habitantes e centro sub-regional B, com aproximadamente 70.000 habitantes e 71 relacionamentos.
- No quarto nível ficam os centros de zona, cidades de menor porte e com atuação restrita à sua área imediata, exercendo funções de gestão elementares. Este nível se

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	20

subdivide em: centros de zona A, com aproximadamente 45 mil habitantes e 49 relacionamentos, como está classificada Diamantina em estudo de 2007. Predominam os níveis 5 e 6 da gestão territorial (94 e 72 cidades, respectivamente), com nove cidades no quarto nível e 16 não classificadas como centros de gestão; e centros de zona B, com aproximadamente 23 mil habitantes e 16 relacionamentos, onde estão classificadas as cidades de Serro e Turmalina, em estudo de 2007.

- No quinto nível ficam os centros locais, cidades cuja centralidade e atuação não extrapolam os limites do seu município, servindo apenas aos seus habitantes, com população predominantemente inferior a 10 mil habitantes (mediana de 8.133 habitantes).

O **Quadro 6.13** classifica as cidades na bacia PA1 de acordo com essas premissas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 21
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 6.13 – Regiões de influência das cidades da bacia PA1 em 2007

Municípios da bacia hidrográfica PA1	Nível de centralidade							Centros de gestão do território 2007
	1966		2007					
	Geral		Geral		Comércio	Serviços	Saúde	
	Nível	Nome	Nível	Nome	Nível	Nível	Nível	
Águas Vermelhas			5	Centro Local	6	6		
Berizal			5	Centro Local	6	6		
Curral de Dentro			5	Centro Local	6	6		
Divisa Alegre			5	Centro Local	6	6		
Indaiabira			5	Centro Local	6	6		
Montezuma			5	Centro Local	6	6		
Ninheira			5	Centro Local	6	6		
Rio Pardo de Minas			5	Centro Local	5	5	6	
Santa Cruz de Salinas			5	Centro Local	6	6		
Santo Antônio do Retiro			5	Centro Local	6	6		
São João do Paraíso			5	Centro Local	5	6	6	
Taiobeiras			4B	Centro de Zona B	4	5	6	
Vargem Grande do Rio Pardo			5	Centro Local	6	6		

Fonte: IBGE

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 22
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

6.1.3 Índice Mineiro de Responsabilidade Social

O IMRS é um software que disponibiliza uma base de dados que além de atender às determinações da Lei nº 15011, de 15/01/2004, amplia informações para todos os municípios mineiros com confiabilidade, comparabilidade e periodicidade adequadas para as dimensões consideradas: saúde, educação, renda, segurança pública, meio ambiente e saneamento, cultura, esporte e lazer e finanças municipais. Para tal, sintetiza em subíndices os principais indicadores de cada categoria considerada e estes no chamado Índice Mineiro de Responsabilidade Social, **Quadro 6.14**, um dos mais completos para caracterização e comparação municipal.

Transcrição da Lei 15011, de 15/01/2004:

*"Dispõe sobre o Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS).
Art. 1º. A responsabilidade social na gestão pública estadual, nos termos desta Lei, consiste na implementação, pelo Estado, de políticas públicas, planos, programas, projetos e ações que assegurem o acesso da população à assistência social, educação, serviços de saúde, emprego, alimentação de qualidade, segurança pública, habitação, saneamento, transporte e lazer, com equidade de gênero, etnia, orientação sexual, idade e condição de deficiência.
Parágrafo único. A responsabilidade social na gestão pública estadual caracteriza-se, ainda, pela transparência e pelo planejamento estratégico das ações e pelo caráter educativo da edição dos atos."*

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	23

Quadro 6.14 - Detalhamento dos Índices utilizados no IMRS

Detalhamento dos Índices utilizados	
Nome	Definição
Índice Mineiro de Responsabilidade Social - anos anteriores a 2008	Média ponderada dos subíndices referentes a sete dimensões cujos pesos estão entre parêntesis: Educação (20%); Saúde (20%); Segurança Pública (10%); Meio Ambiente e Habitação (10%); Cultura, Esporte e Lazer (10%); Renda e Emprego (15%); e Finanças Municipais (15%). Este índice, assim como seus subíndices, foram calculados para os anos de 2000, 2002, 2004 e 2006. Para 2008 a metodologia de cálculo foi alterada. O índice pode variar de 0 a 1, valores que representam, respectivamente, a pior e a melhor situação.
Índice Mineiro de Responsabilidade Social	Média ponderada dos subíndices referentes a nove dimensões (os respectivos pesos estão entre parêntesis): Educação (15%); Saúde (15%); Renda e emprego (13%); Segurança Pública (12%); Meio ambiente e habitação (10%); Cultura (9%); Esporte, Turismo e Lazer (1%), Assistência Social (12%) e Finanças Municipais (13%).
Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Saúde	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 15%. Compõem este subíndice os seguintes indicadores, com seus respectivos pesos no IMRS-Saúde: Taxa bruta de mortalidade padronizada (25%), Cobertura vacinal de tetravalente em menores de um ano (15%), Acesso à assistência ao parto (15%), Proporção de nascidos vivos cujas mães realizaram 7 ou mais consultas de pré-natal (15%), Proporção de óbitos por causas mal definidas (15%) e Cobertura populacional do Programa de Saúde da Família (PSF) (15%).
Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Educação	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 15%. Neste subíndice estão considerados os temas: escolaridade da população, acesso e utilização dos serviços educacionais, qualidade do ensino e esforço da gestão pública. Mais especificamente, compõem este índice os seguintes indicadores, com seus respectivos pesos: Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade (15%), Taxa de frequência ao ensino fundamental (15%), Taxa de frequência ao ensino médio (25%), Índice de Qualidade Geral da Educação (25%), Gasto per capita em Educação (10%) e Esforço orçamentário em Educação (10%).
Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Segurança pública	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 12%. Neste subíndice estão considerados os temas criminalidade e capacidade de aplicação da Lei. Mais especificamente, compõem este índice os seguintes indicadores, com seus pesos: Crimes violentos contra a pessoa (40%), Crimes violentos contra o patrimônio (30%), Habitantes por policial civil ou militar (20%), Gasto per capita em segurança pública (5%) e Esforço orçamentário em segurança pública (5%).
Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Assistência Social	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 12%. Neste subíndice estão considerados os seguintes indicadores relacionados ao tema Assistencial Social, com seus respectivos pesos no IMRS-Assistência Social: Adequação do número de CRAS em relação ao previsto (7%), Índice Municipal de Desenvolvimento dos CRAS (13%), Cobertura do Programa Bolsa Família (15%), Índice de Institucionalização da Assistência Social (25%), Índice de Gestão Descentralizada do Programa Bolsa Família (15%), Índice de atendimento à condicionalidade educação do Bolsa Família (5%), Índice de acompanhamento da Agenda Saúde do Bolsa Família (5%), Sistema de garantia de direitos (6%), Gasto per capita com atividades de assistência social e cidadania (6%), e Esforço orçamentário em assistência social e cidadania (3%).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 24
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Detalhamento dos Índices utilizados	
Nome	Definição
Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Meio ambiente e habitação	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 10%. Neste subíndice, estão considerados 9 indicadores relacionados com a proteção ambiental e com as condições habitacionais da população: Percentual da população com acesso ao abastecimento de água e com banheiro, Percentual da população atendida com esgoto tratado, Percentual da população atendida com lixo tratado, Proporção de internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, Percentual de cobertura vegetal por flora nativa ou por reflorestamento, Percentual de áreas de proteção integral, Percentual de áreas de uso sustentável, Gasto per capita com meio ambiente, saneamento e habitação e Esforço orçamentário com meio ambiente, saneamento e habitação. Esses indicadores têm peso de 10% no IMRS-Meio ambiente e Habitação, à exceção do indicador de cobertura por flora nativa ou reflorestamento, que tem peso de 20%; seus pesos no IMRS são de 1% e 2%, respectivamente.
Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Cultura	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 9%. Neste subíndice estão considerados indicadores relacionados aos temas acesso e utilização dos equipamentos culturais e ações de preservação e gestão do patrimônio histórico. São eles, com seus respectivos pesos no IMRS-Cultura: Existência de biblioteca (25%), Pluralidade de equipamentos culturais, exceto biblioteca (20%), Existência de banda de música (15%), Gestão e preservação do patrimônio cultural (25%), Esforço Orçamentário com Cultura (15%).
Índice Mineiro de Responsabilidade Social - Esporte, Turismo e Lazer	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 1%. Neste subíndice estão considerados indicadores relacionados aos temas esporte, turismo e lazer. São eles, com seus respectivos pesos no IMRS-Esporte, Turismo e Lazer: Existência de pelo menos um equipamento de esporte (20%), Participação em programas governamentais de esporte (20%), Conselho de Esporte ou Turismo em Atividade (20%), Gasto per capita com Esporte, Turismo e Lazer (20%), Esforço Orçamentário com Esporte, Turismo e Lazer (20%).
Índice Mineiro de Responsabilidade Social - Renda e Emprego	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 13%. É uma média ponderada dos índices referentes aos indicadores: Renda per capita estimada pelo consumo de energia elétrica (peso 30%); Rendimento médio do setor formal (peso 15%); Taxa de emprego no setor formal (peso 15%); Produto interno bruto per capita (peso 30%); Esforço de investimento (peso 5%); e Gasto per capita total municipal (peso 5%).
Índice Mineiro de Responsabilidade Social – Finanças municipais	Subíndice do IMRS, no qual participa com peso de 13%. Neste subíndice estão considerados indicadores relacionados com os temas cumprimento da legislação, capacidade fiscal e medidas relacionadas à gestão participativa: Índice de desempenho fiscal-tributário (IDTE) (15%), Receita líquida per capita (15%), Taxa de endividamento (15%), Percentual de gastos com pessoal (20%), Percentual de gastos com o legislativo (EC nº25/2000) (10%), Custeio da máquina/RCL (15%) e Esforço de Investimento (10%).

Fonte: Centro de Estudos de Políticas Públicas/Fundação João Pinheiro

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 25
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O histórico do Índice Mineiro de Responsabilidade Social dos municípios da bacia hidrográfica do Rio Pardo – PA1, de 2000 a 2008, é apresentado no quadro seguinte.

Quadro 6.15 - IMRS dos municípios da Bacia Hidrográfica PA1

ÍNDICE MINEIRO DE RESPONSABILIDADE SOCIAL (0 a 1)					
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	2000	2002	2004	2006	2008
Águas Vermelhas	0,435	0,494	0,528	0,508	0,539
Berizal	0,405	0,428	0,462	0,481	0,549
Curral de Dentro	0,399	0,415	0,467	0,514	0,558
Divisa Alegre	0,517	0,559	0,578	0,606	0,58
Indaiabira	0,426	0,442	0,463	0,508	0,557
Montezuma	0,424	0,428	0,442	0,467	0,536
Ninheira	0,4	0,41	0,432	0,464	0,521
Rio Pardo de Minas	0,434	0,5	0,54	0,557	0,555
Santa Cruz de Salinas	0,415	0,426	0,437	0,531	0,548
Santo Antônio do Retiro	0,412	0,444	0,469	0,539	0,542
São João do Paraíso	0,446	0,511	0,527	0,559	0,557
Taiobeiras	0,522	0,542	0,555	0,579	0,599
Vargem Grande do Rio Pardo	0,436	0,436	0,472	0,523	0,552

Fonte: Fundação João Pinheiro - 2012

O registro completo dos índices obtidos pelos municípios da bacia (**Figura 6.1**), disponibilizados na base de dados mais recente (IMRS 2011 de 8 de Fevereiro de 2012) estão dispostos no **Quadro 6.16**.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 26
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.16 - Índices e Subíndices do IMRS dos municípios da Bacia Hidrográfica PA1

Índices referentes a 2008 (0 a 1) - Municípios da Bacia PA1										
Municípios	IMRS	IMRS – Saúde	IMRS – Educação	IMRS – Segurança pública	IMRS – Assistência Social	IMRS – Meio ambiente e habitação	IMRS – Cultura	IMRS - Esporte, Turismo e Lazer	IMRS - Renda e Emprego	IMRS – Finanças municipais
Águas Vermelhas	0,539	0,667	0,447	0,535	0,778	0,433	0,428	0,405	0,439	0,552
Berizal	0,549	0,566	0,488	0,655	0,773	0,368	0,485	0,189	0,467	0,59
Curral de Dentro	0,558	0,71	0,521	0,486	0,74	0,474	0,384	0,435	0,454	0,62
Divisa Alegre	0,58	0,738	0,565	0,474	0,743	0,409	0,364	0,432	0,567	0,669
Indaiabira	0,557	0,711	0,539	0,507	0,744	0,449	0,429	0,462	0,429	0,584
Montezuma	0,536	0,687	0,425	0,587	0,804	0,482	0,237	0,317	0,426	0,572
Ninheira	0,521	0,592	0,412	0,513	0,783	0,443	0,311	0,557	0,427	0,629
Rio Pardo de Minas	0,555	0,753	0,525	0,53	0,702	0,381	0,405	0,473	0,467	0,582
Santa Cruz de Salinas	0,548	0,642	0,547	0,603	0,686	0,389	0,41	0,216	0,447	0,606
Santo Antônio do Retiro	0,542	0,737	0,535	0,513	0,608	0,472	0,325	0,44	0,43	0,617
São João do Paraíso	0,557	0,733	0,495	0,514	0,651	0,414	0,55	0,542	0,451	0,603
Taiobeiras	0,599	0,752	0,525	0,47	0,698	0,532	0,57	0,968	0,531	0,647
Vargem Grande do Rio Pardo	0,552	0,657	0,53	0,554	0,799	0,417	0,31	0,284	0,448	0,626

Fonte: Fundação João Pinheiro - 2012

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 27
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

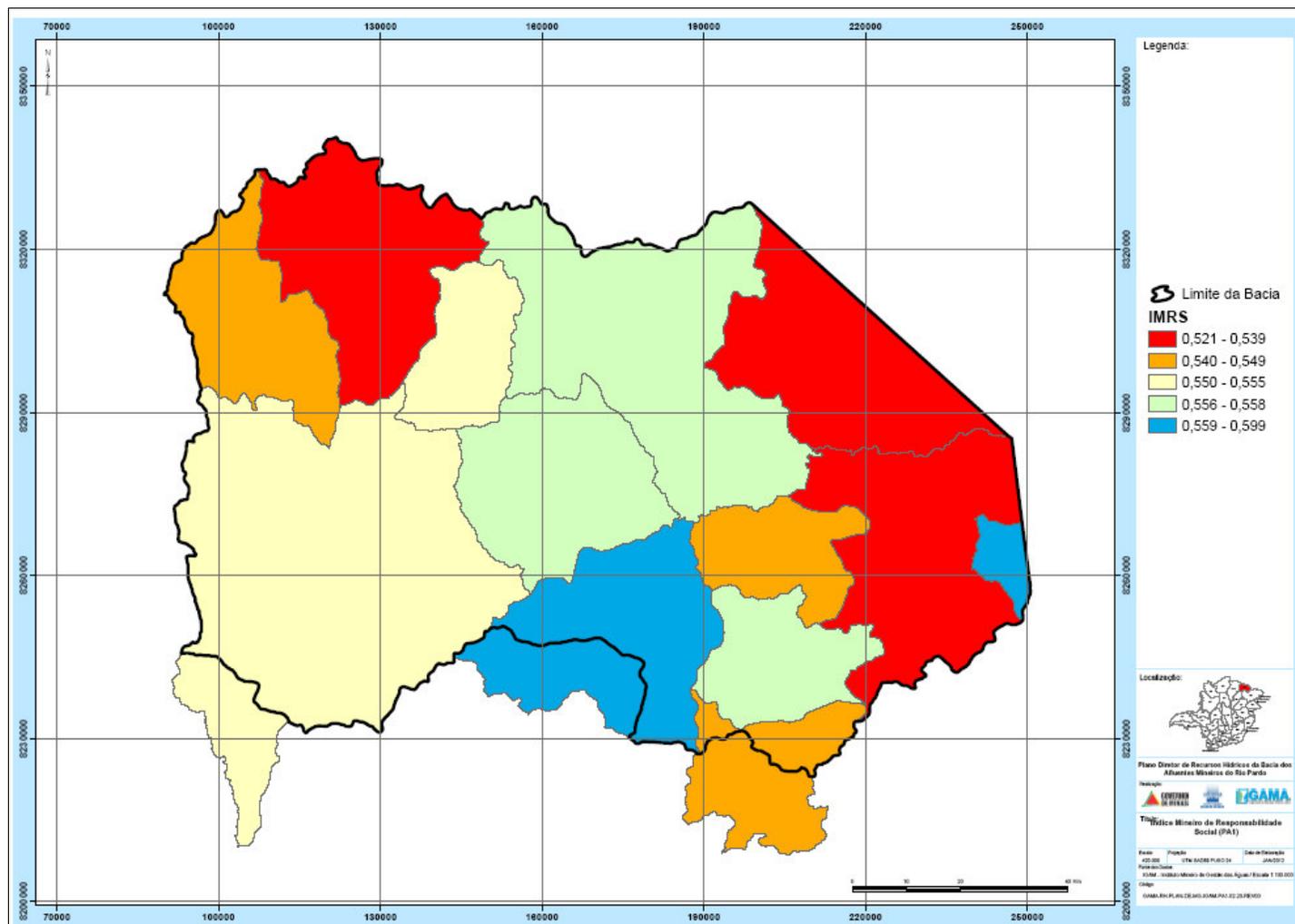


Figura 6.1 - Índices do IMRS dos municípios da Bacia Hidrográfica PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 28
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

6.1.4 Tendências Socioeconômicas

A bacia PA1 se caracteriza por uma população que ainda busca condições mínimas de qualidade de vida, ou mesmo de sobrevivência. Os setores de educação, saúde e saneamento são prioridades regionais, enquanto permanece indefinida a sua identidade econômica para se alcançar patamares superiores de desenvolvimento.

Em estudo realizado pelo IDENE, ainda em discussão interna, intitulado Agenda de Prioridades para o Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais, área de atuação da SEDVAN/IDENE, fica evidente que o esforço governamental nos últimos anos tem sido direcionado a programas e atividades de cunho social e assistencialista, em detrimento de ações mais estruturantes para o desenvolvimento regional. A causa destas ações deve ter sido as dificuldades financeiras para ações de maior envergadura e o clamor popular para mitigação de questões emergenciais. Assim os caminhões-pipa, cestas básicas, cisternas de lona, pequenas barragens (barraginhas), apoio ao artesanato, sistemas simplificados de abastecimento de água, cisternas rurais, etc. foram ações empreendidas em um esforço que passa ao longe de soluções definitivas. O documento ressalta que estas ações sociais e assistenciais são indispensáveis e devem continuar a ser desempenhadas, mas que é necessário uma agenda mais ousada de indução do desenvolvimento econômico que transcenda ao atendimento de justas demandas eminentemente sociais. Políticas públicas e programas de ampliação da base econômica e da prestação de serviços públicos indispensáveis devem fazer parte de um novo esforço político na região.

O estudo, que é a base para a nova atualização do PMDI nesta área, trata dos seguintes temas: serviços públicos e programas sociais, crescimento econômico e atração de investimentos, infraestrutura, recursos hídricos e convivência com a seca e meio ambiente, incentivos fiscais e financeiros e aspectos político-institucionais. O mais interessante é a constatação de que o grande problema regional é a falta de água e de que sobre a mesma deverão ser centrados todos os esforços prioritários. Literalmente, o estudo define: “... *o aumento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos na região é uma demanda permanente e estratégica. A idéia-força para os recursos hídricos na região deve ser “ÁGUA PARA TODOS”, na medida em que a água é o substrato indispensável para a vida. Além disso, a experiência mostra que aonde chega a água, chega o desenvolvimento como consequência.*”

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	29

Destarte a água, que é a base para o desenvolvimento nas regiões rurais, outras ações estão sendo empreendidas (ou estudadas) para a promoção do desenvolvimento (crescimento econômico) regional. Se historicamente a região foi aquinhoada com investimentos privados da SUDENE e BNB, urge que um novo esforço de investimentos se torne realidade através da Secretaria de Desenvolvimento, INDI, BDMG, CEMIG e CODEMIG. O projeto estruturador Promoção de Investimentos e Inserção Regional, do INDI, voltado especialmente para as regiões Norte, Vales do Jequitinhonha, Mucuri e Rio Doce deve ser prioritário.

Em termos setoriais, está em destaque o potencial regional em mineração (ferro, ouro, pedras semipreciosas e pedras ornamentais/granito), petróleo e gás, biodiesel, geração de energia/CGH/PCH, agroindústria/fruticultura. Os projetos relacionados a estes setores serão analisados no item 6.5 Levantamento de grandes projetos em implantação.

6.2 Uso e ocupação do solo

Elaborado a partir das imagens de satélite Cbers, dos anos de 2008 e 2009, o mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica dos afluentes do rio Pardo apresenta uma distribuição de cobertura do solo marcada pela presença considerável de áreas de plantio, assim como da cultura do eucalipto (**Quadro 6.17**).

Essas áreas estão distribuídas por toda a extensão da bacia ocupando, sobretudo os terrenos mais planos de topografia mais favorável à mecanização e nas proximidades dos cursos d'água. Somam juntas 1.448,54 km², o que corresponde a aproximadamente 11% do total da superfície, como mostra a **Figura 6.2**. De acordo com os resultados, existe uma concentração das áreas destinadas à agricultura na porção norte e nordeste, principalmente nos municípios de São João do Paraíso, Ninheira, Berizal e Montezuma. Apesar de a bacia estar localizada em uma região fisiográfica que apresenta restrições hídricas, a agricultura desenvolvida nestes municípios constitui-se como uma das principais atividades econômicas da bacia (IBGE, 2010).

Associadas principalmente as áreas de cultivos, são observadas numerosas superfícies de solo exposto, que totalizam cerca de 8% do território da bacia em questão. Esta categoria é constituída por áreas sem nenhuma ocupação ou cobertura vegetal, sendo representadas por estradas, áreas de preparação de plantio e pastos.

Os reflorestamentos, ou seja, as áreas de cultivo de eucalipto estão localizadas na porção sudeste, nos municípios de Curral de Dentro, Águas Vermelhas e Taiobeiras. Na porção norte,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	30

no município de São João do Paraíso. Na porção nordeste, no município de Ninheira. Na porção sudoeste, no município de Rio Pardo de Minas. Observa-se que essa atividade ocupa terrenos que anteriormente, eram recobertos por fitofisionomias do Bioma Cerrado e pelas formações vegetacionais da Floresta Estacional (Decidual e Semidecidual).

De acordo com Ribeiro (1997), a ocorrência dessas grandes áreas de reflorestamentos é resultado na política de incentivos fiscais concedidos pelo governo desde 1970, em todo o norte de Minas Gerais, com o intuito de abastecer as indústrias siderúrgicas, de papel e celulose, de madeira, moveis e cerâmica.

Na **Figura 6.3**, foram discriminadas seis categorias de formação vegetal diferentes, totalizando aproximadamente 72% do território da bacia, sendo as fitofisionomias relacionadas ao Bioma Cerrado as mais representativas. A Classe identificada como Cerrado é encontrada em toda a superfície da bacia, concentrando-se nas porções Sudeste, Central e Norte, representando 27% da área.

O Campo Cerrado é a segunda mais numerosa, englobando uma área de 2.764,63 km². A porção Leste, onde estão localizados os municípios de Águas Vermelhas, Divisa Alegre, Ninheira e São João do Paraíso, concentra os maiores percentuais. A porção Oeste também apresenta um percentual considerável, só que este encontra-se disperso por uma grande extensão e em meio a outras fitofisionomias como, o Cerrado, o Campo Rupestre e a Floresta Ciliar.

A formação vegetal Floresta Estacional Semidecidual esta circunscrita a porção sudeste, municípios de Águas Vermelhas e Curral de Dentro e a nordeste, no município de Ninheira, totalizando 6% da bacia. A Floresta Estacional Decidual, por sua vez concentra-se na parte Sul e Nordeste da bacia, nos municípios de Taiobeiras, Indaiabira, São João do Paraíso e Ninheira. Além desses locais, são encontrados alguns pequenos redutos (enclaves) ao longo do território estudado.

Ao contrario das Florestas Estacional Decidual e Semidecidual que em sua maioria estão aglomeradas a determinadas regiões da bacia, as Florestas Ciliares estão espalhadas por toda a extensão da mesma, acompanhando os cursos d'água e redes de drenagem, abrangendo uma área total de 825,14 km², representando 6% da área.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	31

Das formações vegetacionais descritas, o Campo Rupestre é aquele que apresenta o menor registro (92,47 km² - 0,73%), estando restrita a parte Oeste da bacia, as margem da Serra do Espinhaço, onde se encontra a faixa topográfica de maior elevação (1.790 metros).

Os dados relacionados à categoria mancha urbana e água são aqueles que ocupam a menor área da bacia, somando juntos 37.92 km², ou seja, 0,30%. Os municípios componentes da bacia são pouco populosos, justificando a pequena área ocupada pela categoria mancha urbana. Em termos econômicos, São João do Paraíso, Taiobeiras e Rio Pardo de Minas, são considerados os mais dinâmicos e urbanizados. É importante mencionar também que a região da bacia conta ainda com dois empreendimentos hidrelétricos - as represas de Machado Mineiro e Samambaia, situados nos municípios de Ninheira e Águas Vermelhas, respectivamente.

A categoria pastagem composta predominantemente por gramíneas, vegetação de pequeno porte e arbustos espaçados, representam cerca de 8% da área total, se distribuindo por todos os municípios da bacia. De acordo com o mapeamento, esta categoria, juntamente com as áreas de cultivo, reflorestamento, solo exposto e mancha urbana, são as responsáveis pelas modificações da cobertura vegetal, somando aproximadamente 28% da superfície da bacia. Em outras palavras, os resultados demonstram que a bacia do Rio Pardo ainda conserva boa parte da sua cobertura vegetal, proporcionando efeitos diretos na manutenção da biodiversidade da região.

Quadro 6.17 – Planimétrica das classes de uso e cobertura do solo

Classe	Área km²	%
Área de Cultivo	999,93	7,85
Água	21,54	0,17
Campo Cerrado	2.764,63	21,70
Campo Rupestre	92,47	0,73
Cerrado	3.390,79	26,62
Eucalipto	448,61	3,52
Floresta Ciliar	825,14	6,48
Floresta Estacional Decidual	1.264,28	9,93
Floresta Estacional Semidecidual	821,52	6,45
Mancha Urbana	16,38	0,13
Pastagem	1.049,15	8,24
Solo Exposto	1.043,66	8,19
TOTAL	12.738,09	100,00

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 32
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

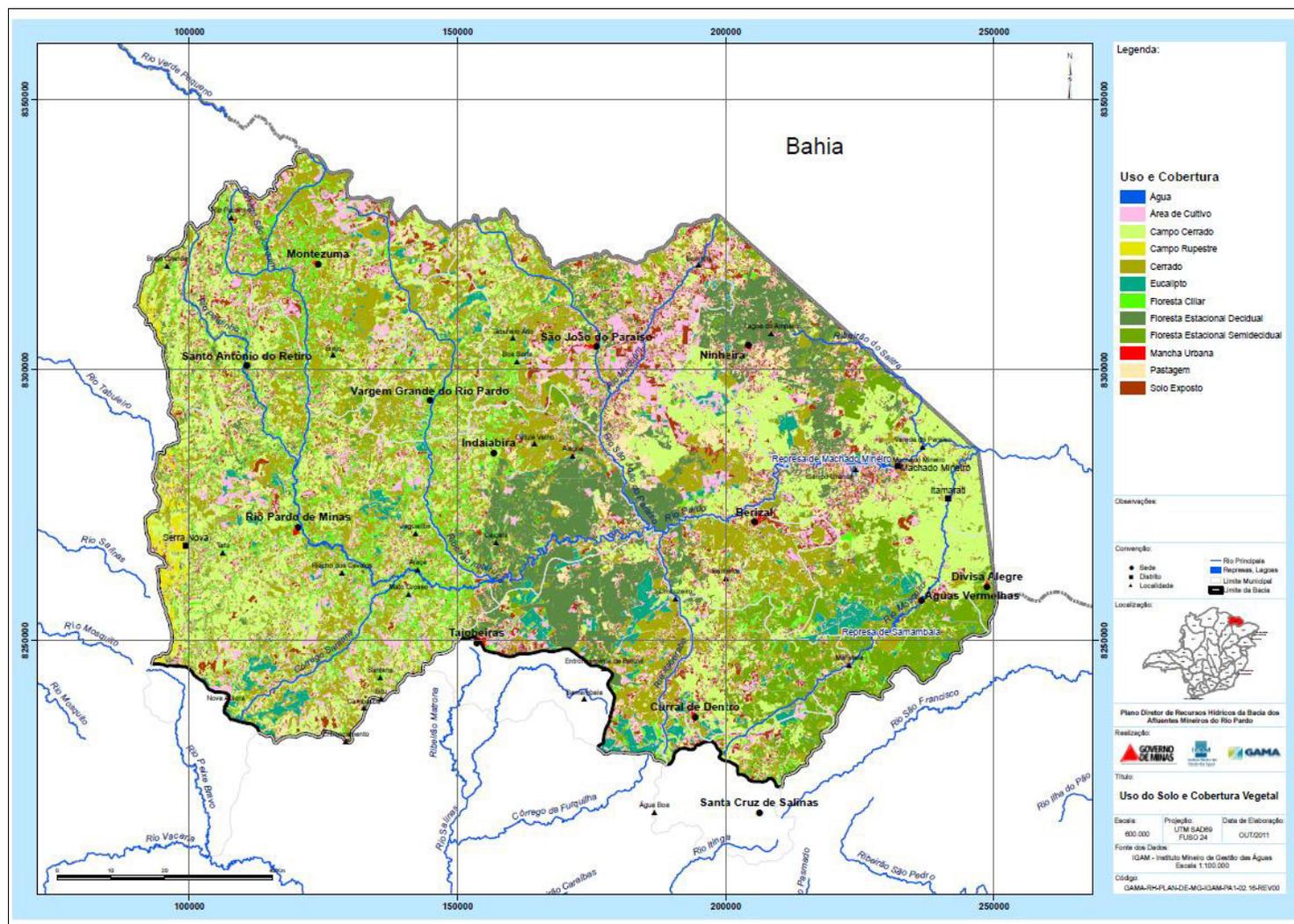


Figura 6.2 – Mapa de uso e cobertura do Solo da bacia PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 33
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

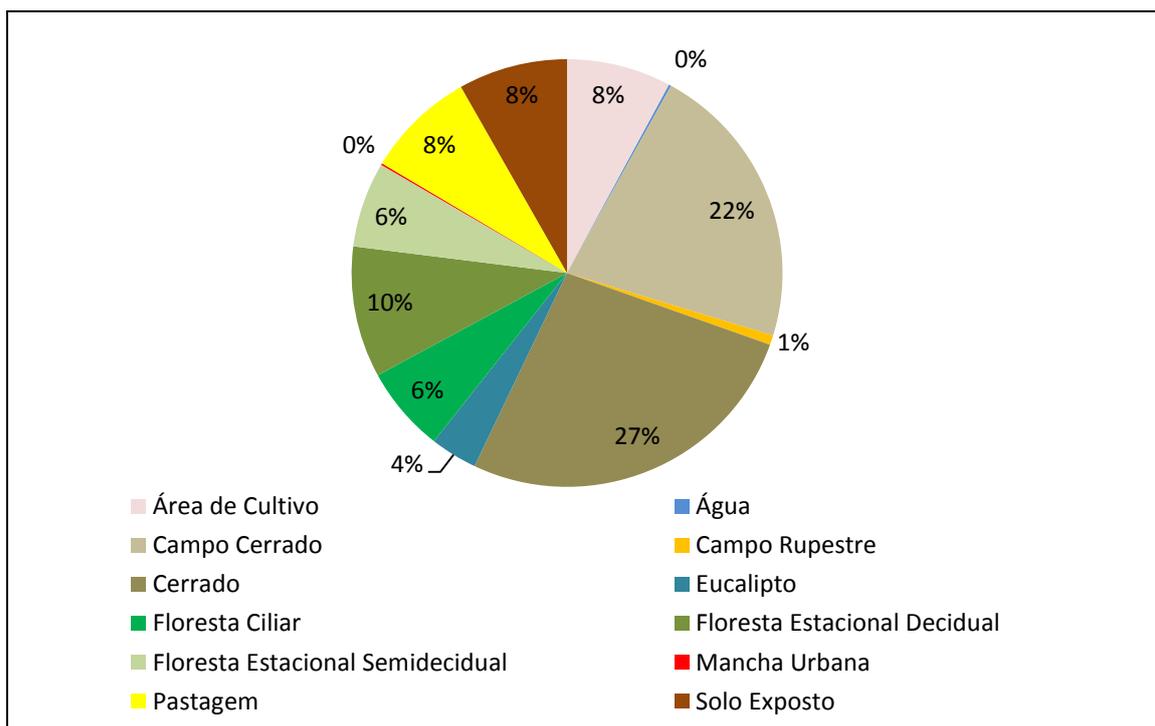


Figura 6.3 – Distribuição das Classes uso e cobertura do solo na bacia PA1

6.3 Unidades de Conservação

No Brasil, o pensamento e as ações acerca da conservação da natureza, seus atributos, físicos, biológicos e culturais se inicia e estabelece com a criação do Código Florestal - Lei 4.771 de 1965. Esta Lei estabelece como Áreas de Preservação Permanente (APP) as matas ciliares, os topos de morro e suas encostas e, como de Uso Sustentável, percentagem da área, privada ou pública, que deve ser mantida como Reserva Legal. Estas áreas são protegidas em todo o território nacional, independentemente de estarem em área pública ou privada.

Dessa forma, no Brasil, até a criação da Lei do SNUC, reconhecem-se dois tipos de áreas protegidas: as Áreas de Proteção Permanente, aquelas que têm a função ambiental de preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, do fluxo gênico de fauna e flora, da proteção do solo, que admitem apenas o uso indireto dos recursos naturais, restringindo, em sua área, consumo, coleta, dano ou destruição dos seus recursos; e as Áreas de Uso Sustentável: aquelas que têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, admitindo o uso direto, ou seja, coleta e uso, comercial ou não, dos recursos naturais.

A Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, institui o SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Esta Lei, além de definir o que é uma Unidade de Conservação, também às

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	34

categoriza ou classifica-as em grupos distintos conforme uma série de características ambientais, de uso, conservação e estratégia. A Lei também estabelece normas e conceitos de enquadramento, além de oferecer outros dispositivos e diretrizes de regulamentação e funcionamento.

O Art. 2º da Lei 9.985 define Unidade de Conservação como um “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

O SNUC divide as Unidades de Conservação em dois grupos: as Unidades de Proteção Integral e as de Uso Sustentável.

1. **Unidades de Proteção Integral** - com a finalidade de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, e por isso as regras e normas são restritivas. Pertencem a esse grupo as categorias:

- a. Estação Ecológica (EE)
- b. Reserva Biológica (REBIO)
- c. Parque Nacional (PARNA), Estadual (PAQE), Municipal (PM)
- d. Refúgio de Vida Silvestre (REVIS)
- e. Monumento Natural (MONA)

2. **Unidades de Uso Sustentável** - concilia a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. Esse grupo é constituído pelas categorias:

- a. Área de Proteção Ambiental (APA)
- b. Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)
- c. Floresta Nacional (FLONA), Estadual (FLOE), Municipal (FLOM)
- d. Reserva Extrativista (RESEX)
- e. Reserva de Fauna (REFA)
- f. Reserva de Desenvolvimento Sustentável (REDES)
- g. Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)

Em seu Art. 4º, estão definidos os principais objetivos do SNUC, a saber:

- Contribuir para a conservação da variedade de espécies biológicas e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- Proteger as espécies ameaçadas de extinção;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	35

- Promover a educação e a interpretação ambiental;
- Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- Proteger as características relevantes de natureza geológica, morfológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- Proteger ou restaurar ecossistemas degradados;
- Proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica;
- Favorecer condições e promover a educação e a interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico; e,
- Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente.

Com a promulgação da Lei do SNUC, em 2000, áreas particulares protegidas (RPPN's) ganham o status de Unidades de Conservação. Este fato faz com que o Brasil se torne o "o único país da América Latina a incluir as reservas particulares no seu sistema oficial de áreas protegidas" (Mesquita e Leopoldino, 2002).

As áreas protegidas na forma da legislação ambiental brasileira incluem as Áreas de Preservação Permanente (APP's) e as Áreas de Uso Sustentável. As APP's abrangem diversos tipos de vegetação situados em ambientes definidos pelo Art. 2º do Código Florestal, alterado pela Lei nº 7.803 de 18/07/89: Este Artigo estabelece como **Área de Preservação Permanente** as florestas e demais formas de vegetação natural situadas de acordo com o que apresenta a **Caixa 6.1**.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 36
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Caixa 6.1 – Áreas de Preservação Permanente de acordo com a Lei nº. 7.803/89

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:
30m - < 10m de largura;
50m – 10 a 50m de largura;
100m – 50 a 200m de largura;
200m – 200 a 600m de largura - LEI Nº 7.511, DE 7.7.1986 e alterado pela lei nº 7.803 de 18.7.1989;
500m - > 600m de largura - Lei nº 7.511, de 7.7.1986 e alterado pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
Naturais:
30m, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
100m, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até 20 ha de superfície, cuja faixa marginal será de 50m.
Artificiais:
30m para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e 100m para áreas rurais;
15m, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até 10 ha., sem prejuízo da compensação ambiental
15m, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até 20 ha. de superfície e localizados em área rural;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base;
- e) nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a 1000m;
- f) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- g) Nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100m em projeções horizontais, no sentido reverso da escarpa;
- h) em altitude superior a 1.800m, qualquer que seja a vegetação;
- i) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- j) nos locais de pouso de aves de arribação.

Os principais objetivos para as Áreas de Preservação Permanente são:

- Atenuar a erosão das terras;
- Fixar as dunas;
- Formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- Auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;
- Proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- Asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- Manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	37

- Assegurar condições de bem-estar público.

As águas interiores, superficiais ou subterrâneas, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 devem estar enquadradas em Classe Especial quando localizadas em Unidades de Conservação de Proteção Integral – para a preservação dos ambientes aquáticos – e em Classe 1 quando localizadas em áreas indígenas, para a proteção das comunidades aquáticas.

6.3.1 Áreas de Uso Sustentável

As Áreas de Uso Sustentável incluem as Unidades de Conservação definidas pelo SNUC como de Uso sustentável, e as definidas pelo Código Florestal como Reservas Legais. As Reservas Legais incluem:

- Uma área de 80% em propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal;
- Uma área de 35% em propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo 20% na propriedade e 15% na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia;
- Uma área de 20% em propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do País;
- Uma área de 20% em propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do País.

O Estado de Minas Gerais, segundo informações coligidas no Atlas Biodiversitas (Drummond, et al., 2005), apresenta 97 Unidades de Conservação de Proteção Integral (33 estaduais, 08 federais e 56 municipais), 187 de Uso Sustentável (33 estaduais, 7 federais e 145 municipais), 109 RPPN's (47 estaduais e 62 federais), e 4 áreas indígenas, que juntas somam 4.306.652,16 hectares (7,33% da área do estado).

Essas Unidades de Conservação são administradas por diferentes órgãos e instituições em Minas Gerais, como o IBAMA (Reservas Federais), o Estado de Minas Gerais, IEF, COPASA-MG, e municípios.

Dados do IEF para aquele ano, informam que apenas uma parcela de 24,35% das Unidades Estaduais apresentava situação regular (compras de terras, desapropriações, regularização fundiária), fato este creditado a falta de recursos financeiros.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	38

Outro entrave para o pleno funcionamento das Unidades de Conservação é a elaboração e execução dos Planos de Manejo. Poucas UC's apresentam Planos de Manejo aprovados (até 2005), a exemplo do Parque Estadual do Rio Doce (em elaboração), e Estação ecológica do Tripuí (em parte implantado).

Os Parques Nacionais de Grande Sertão Veredas, Serra do Caparaó, Serra da Canastra e Serra do Cipó apresentam Planos de Manejo aprovados e em fase de implantação. As UC's Municipais e particulares não possuem Planos de Manejo.

As UC's que apresentam Plano de Manejo em execução são: Parques Estaduais Serra das Araras, Pico do Itambé (bacia PA1), Rio Preto (bacia PA1) e Biribiri (bacia PA1).

Além de Planos de Manejo, alguns parques estaduais possuem estudos de pré-zoneamento, como é o caso dos Parques do Ibitipoca, Itacolomi, Nova Baden, Serra do Brigadeiro, Serra do Rola Moça, Rio Preto (bacia PA1) e Biribiri (bacia PA1), bem como o Parque Federal Cavernas do Peruaçu.

Algumas APA's estaduais e Federais apresentam estudos de Zoneamento Ecológico Econômico (em diversos níveis e estágios de elaboração a execução) a exemplo das APA's São José, das Andorinhas, Águas Vertentes, Fernão Dias, e Sul, além das APA's federais Carste de Lagoa Santa e da Mantiqueira.

Em "Avaliação da efetividade de manejo das UC's de proteção integral em Minas Gerais", Lima et al. (2005) concluem que é necessário "repensar o processo de criação de Unidades de Conservação em Minas Gerais", devido, principalmente a falta de condições globais para a aplicação de planos de manejo adequados.

Segundo os autores "a criação de unidades de conservação em Minas Gerais tem ocorrido sem a perspectiva de que estas venham cumprir seus objetivos, e entende-se que esta deve ser uma atitude a ser repensada pelo poder público". Os estudos revelaram que 23 unidades de proteção integral (60%) podem "ser consideradas "parques de papel", pois apresentam, em sua grande maioria, nível insatisfatório de manejo.

Lima et al., revelam que 87% (34 unidades) não possuíam plano de manejo, nem se encontravam em fase de planejamento. 23 UC's de proteção integral, 16 parques e 7 estações e reservas apresentam nível insatisfatório de manejo. A pesquisa aponta que a maioria das UC's

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 39
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

não possui terras desapropriadas ou indenizadas (9), ausência de funcionários (19), falta de obras de infraestrutura (18), falta de recursos financeiros para gestão (17) e que todas elas não possuem Plano de Manejo.

6.3.2 As Unidades de Conservação no âmbito da bacia PA1

A UPGRH PA1 apresenta um número extremamente reduzido de Unidades de Conservação. Apenas duas UC's encontram-se totalmente inseridas na bacia do rio Pardo. Dois Parques Estaduais e uma área de preservação espacial figuram entre as UC's, com destaque para o Parque de Serra Nova, situada na Cadeia do Espinhaço.

Em toda bacia mineira do Pardo, nenhuma UC atinge diretamente este rio, cabendo apenas ao Parque de Montezuma a proteção do Ribeirão da Tábua, um dos afluentes do Pardo.

No **Quadro 6.18** e **Figura 6.4**, as UC's no âmbito da UPGRH PA1.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	40

Quadro 6.18 – Unidades de Conservação no âmbito da UPGRH PAR1

Categoria e jurisdição	Nome da UC, lei e data de criação	Área (em ha.)	Municípios	Principais Cursos Hídricos no âmbito da UC	Observações
Parque Estadual (PAR)	Parque Estadual de Serra Nova Decreto: s/n de 21/10/2003	12.658,29	Rio Pardo de Minas	O Parque abriga diversas nascentes, entre elas a do Ribeirão São Gonçalo e dos rios Ventania, Suçuarana, Bomba, Ladim e do Córrego da Velha.	O Parque de Serra Nova situa-se no município de Rio Pardo de Minas, e engloba as bacias JQ1 e PA1 nas Serra Geral e da Serra do Espinhaço. Sua criação foi por Decreto s/nº de 21 de outubro de 2003. Com uma área de 12.658,29 hectares, conserva uma vegetação predominantemente de campos rupestres (IEF) ¹ . É fechado à visitação.
	Parque Estadual de Montezuma Decreto s/n, de 28/09/2007.	1.743,20	Montezuma	Abriga o Ribeirão da Tábua, um dos principais afluentes do Rio Pardo e manancial de fornecimento d'água para o município de Montezuma.	A área é constituída de um platô, relativamente plano, com altitude de cerca de mil metros, entrecortado por vales que formam escarpas, terraços e várzeas. A vegetação da área de planalto é de cerrado e campos de altitude. Nos vales, encontram-se áreas de transição entre o cerrado e a caatinga. Entre os atrativos naturais, destaca-se a existência de inúmeras fontes termais. Aliadas à grande beleza cênica dos vales, e paredões rochosos dão à área um enorme potencial turístico. A existência de sítios arqueológicos, com os maiores painéis conhecidos no Estado, amplia a importância de se preservar a área ² .
Área de Preservação Especial Estadual (APEE)	APEE Soberbo		Cachoeira de Pajeú e Pedra Azul, Águas Vermelhas (pequeno trecho)	Rio São Francisco (fora da bacia do Pardo)	Mais de 90% desta UC encontra-se inserida na UPGRH JQ3.

¹ Fonte IEF: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas/213?task=view>
² Fonte: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas/482?task=view>

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 41
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

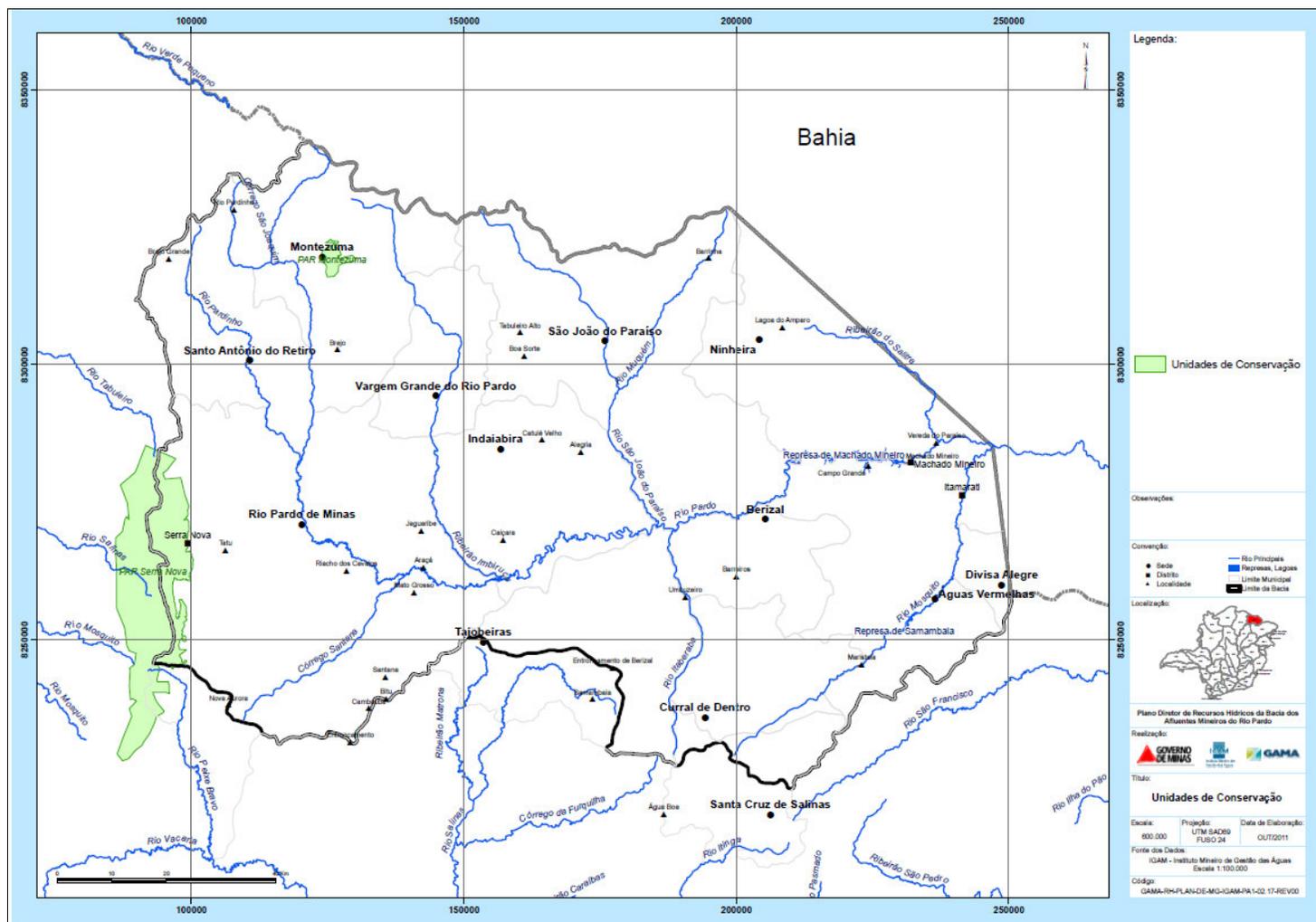


Figura 6.4 – Unidades de Conservação UPGRH PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 42
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

6.4 Políticas Urbanas

Segundo a Constituição Federal, em seu artigo 182, “A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”.

A Lei 10.257 de 10/7/2001 – Estatuto das Cidades – regulamenta este artigo da Constituição e fixa diretrizes (art. 2º), dentre as quais:

- A garantia do direito a cidades sustentáveis, direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.
- Gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;
- Planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;
- Ordenação e controle do uso do solo;
- Proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico.

No artigo 4º, define os instrumentos da política urbana municipal e, dentre estes:

- Plano diretor;
- Disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo;
- Zoneamento ambiental;
- Planos, programas e projetos setoriais;
- Planos de desenvolvimento econômico e social

Assim sendo, podemos auferir o grau de aplicabilidade da legislação relativa às políticas urbanas nos municípios pela análise de quais instrumentos eles dispõem, pressupondo-se que à legislação seguem-se ações nos diversos segmentos da sociedade municipal.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	43

Para tanto, apresentam-se a seguir quatro quadros com informações coletadas pelo IBGE na Pesquisa sobre o Perfil dos Municípios em 2009.

Os quadros referem-se a:

- Ordenamento Municipal, com informação sobre a existência ou não de Conselho Municipal de Política Urbana e Desenvolvimento Urbano (**Quadro 6.19**);
- Plano Diretor que, segundo o artigo 40 do Estatuto das Cidades, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana;
- Lei de Parcelamento do Solo
- Lei de zoneamento da cidade
- Código de Obras e
- Código de Posturas

Algumas legislações específicas sobre aspectos singulares nos municípios, por interesse (**Quadro 6.20**):

- Ambiental
- Histórico
- Cultural
- Paisagístico
- Arquitetônico
- Arqueológico ou outros

A existência de Políticas específicas, Planos, Programas ou Ações relativos a (**Quadro 6.21**):

- Geração de Trabalho e Renda
- Inclusão Digital
- Educação
- Direitos Humanos
- Criança e Adolescente
- Mulheres e
- Existência de órgão gestor da Política para Mulheres

Existência de Conselhos Municipais relativos a (**Quadro 6.22**):

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	44

- Educação
- Cultura
- Esporte
- Habitação
- Transporte
- Saúde
- Segurança Pública
- Direitos Humanos
- Direitos da Criança e do Adolescente
- Igualdade Racial
- Direitos da Juventude
- Idoso
- Pessoa Deficiente
- Lésbicas, gays, bissexuais, travestis e transexuais e
- Meio Ambiente

A análise dos dados permite verificar que são as maiores cidades que possuem um maior número de legislação e, dentre os ordenamentos, são mais frequentes os códigos de obras e de posturas, os Conselhos e Políticas de Educação, Saúde, Meio Ambiente, Criança e Adolescente, Política de Inclusão Digital e Geração de Trabalho e Renda.

Na bacia hidrográfica do Rio Pardo, 6 municípios possuem o Plano Diretor do Município, lembrando que sua obrigatoriedade atinge as cidades com mais de 20.000 habitantes.

Nesta bacia hidrográfica apenas 4 municípios possuem legislação específica sobre o meio ambiente, embora 7 possuam o Conselho Municipal de Meio Ambiente.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	45

Quadro 6.19 – Ordenamento municipal

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Conselho Municipal de Política e Desenvolvimento Urbano	Plano Diretor	Lei de Parcelamento do Solo	Lei de Zoneamento	Código de Obras	Código de Posturas
Águas Vermelhas	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Berizal	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Curral de Dentro	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Divisa Alegre	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Indaiabira	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Montezuma	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Ninheira	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Rio Pardo de Minas	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Santa Cruz de Salinas	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Santo Antônio do Retiro	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
São João do Paraíso	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Taiobeiras	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Vargem Grande do Rio Pardo	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim

Fonte: IBGE, Perfil dos Municípios - 2009

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 46
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.20 – Legislação específica

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Ambiental	Histórica	Cultural	Paisagístico	Arquitetônico	Arqueológico	Outra
Águas Vermelhas	Não aplicável						
Berizal	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Curral de Dentro	Não aplicável						
Divisa Alegre	Não aplicável						
Indaiabira	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Montezuma	Não aplicável						
Ninheira	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Rio Pardo de Minas	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
Santa Cruz de Salinas	Não aplicável						
Santo Antônio do Retiro	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
São João do Paraíso	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Taiobeiras	Não aplicável						
Vargem Grande do Rio Pardo	Não aplicável						

Fonte: IBGE, Perfil dos Municípios – 2009

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 47
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.21 – Políticas, Planos, Programas ou Ações

Municípios da Bacia Hidrográfica JQ1	Geração de Trabalho e Renda	Inclusão Digital	Educação	Direitos Humanos	Criança e Adolescente	Mulheres	Órgão Gestor de Políticas para Mulheres
Águas Vermelhas	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não possui estrutura
Berizal	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Setor subordinado a outra secretaria
Curral de Dentro	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não possui estrutura
Divisa Alegre	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não possui estrutura
Indaiabira	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não possui estrutura
Montezuma	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não possui estrutura
Ninheira	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não possui estrutura
Rio Pardo de Minas	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim, por previsão legal	Setor subordinado a outra secretaria
Santa Cruz de Salinas	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não possui estrutura
Santo Antônio do Retiro	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não possui estrutura
São João do Paraíso	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Setor subordinado a outra secretaria
Taiobeiras	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não possui estrutura
Vargem Grande do Rio Pardo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não possui estrutura

Fonte: IBGE, Perfil dos Municípios - 2009

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 48
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.22 – Conselhos municipais

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Educação	Cultura	Esporte	Habitação	Transporte	Saúde	Segurança Pública	Direitos Humanos	Criança e Adolescente	Igualdade Racial	Direitos da Juventude	Idoso	Pessoa com Deficiência	Lésbicas, gays, bissexuais, travestis e transexuais	Meio Ambiente
Águas Vermelhas	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Berizal	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Curral de Dentro	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Divisa Alegre	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Indaiabira	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
Montezuma	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Ninheira	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Rio Pardo de Minas	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Santa Cruz de Salinas	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim
Santo Antônio do Retiro	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
São João do Paraíso	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Taiobeiras	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Vargem Grande do Rio Pardo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim

Fonte: IBGE, Perfil dos Municípios - 2009

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 49
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

6.5 Levantamento de grandes projetos em implantação

Os Governos Federal e Estadual sofrem pressão social constante para o desenvolvimento do norte e nordeste de Minas Gerais. Esta região foi e é alvo de estudos, programas e ações direcionados para a busca de soluções para a pobreza e os grandes problemas sociais. Ela foi originalmente explorada pelas Entradas e Bandeiras, passou por um período com relativamente grande dinâmica econômica por ocasião da mineração de ouro e pedras preciosas, empobreceu quando da exaustão das minas de fácil acesso, e não mais se desenvolveu. Tentativas têm sido feitas nos últimos anos, destacando-se a silvicultura em algumas áreas, e outras cujos resultados foram pontuais e localizados. Projetos assistencialistas ou paliativos abundam, mas poucos resultados oferecem em termos de mudança da base produtiva regional, em termos de geração consistente de emprego e renda.

A inclusão de grande parte da região na SUDENE trouxe grandes expectativas no passado, que não se confirmaram. O PLANVALE, grande projeto para os Vales do Jequitinhonha e Pardo, deu alguns frutos, mas não resolveu definitivamente os problemas. Mais recentemente, alguns projetos de mineração e de extração de rochas ornamentais têm causado problemas ambientais sem alterar significativamente os índices de desenvolvimento aplicáveis: IDH, IFDM, etc. Melhorias obtidas em termos de estradas, comunicações, saúde, educação e energia elétrica, embora tragam melhorias à qualidade de vida da população, não reverterem o quadro de sua dependência aos investimentos dos governos federal e estadual.

O “Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais – PAE/MG assim define os resultados: *“em que pese melhorias importantes verificadas nos últimos anos, as ações públicas não foram suficientes para elevar os indicadores sócio-econômicos para os patamares médios do Estado. Assim, as ASD’s (Áreas Susceptíveis à Desertificação) continuam a ser as regiões do Estado com os piores índices de desenvolvimento social, como o IDH.”* Uma solução específica é apontada na Agenda de Prioridades para o Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais, área de atuação da SEDVAN/IDENE, proposta por estas entidades: “..., o aumento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos na região é uma demanda permanente e estratégica. A idéia-força para os recursos hídricos na região deve ser “ÁGUA PARA TODOS”, na medida em que a água é o substrato indispensável para a vida. Além disso, a experiência mostra que aonde chega a água, chega o desenvolvimento como consequência.” No entanto, fazendo-se uma reflexão com vistas ao mapa da bacia PA1 chama a atenção a existência de rios com vazões significativas, e em

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	50

grande parte não aproveitadas, com ênfase no rio Pardo. Se a solução é disponibilizar água por que a região não se desenvolveu nas proximidades de seus corpos de água com maiores disponibilidades? São perguntas que este PDRH/PA1 procura responder e, mais do que isto, procura contribuir para que uma nova realidade seja criada, em termos de desenvolvimento sustentável da bacia.

Em regiões pobres como o Jequitinhonha, Pardo e Mucuri ações sociais e assistenciais são indispensáveis e devem continuar a ser feitas até que a realidade seja diferente e melhor. Até mesmo o Projeto Estruturador Convivência com a Seca teve a maior parte de suas ações direcionadas para o atendimento assistencial de demandas sociais, com destaque para as atividades emergenciais da CEDEC (caminhões-pipa, cestas básicas e cisternas de lona), construções de pequenas barragens, apoio ao artesanato, sistemas simplificados de abastecimento de água, selo de responsabilidade social de empresas, cisternas rurais, etc. Porém, é o crescimento das atividades produtivas que dará sustentabilidade ao desenvolvimento.

O Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais – PAE/MG, de novembro de 2010, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente, a Secretaria de Estado Extraordinária para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – SEDVAN e Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais - IDENE teve como objetivo propor linhas de ações a serem adotadas para melhorar, de maneira efetiva, a capacidade de adaptação das Áreas Susceptíveis à Desertificação às mudanças climáticas e ao avanço da desertificação, bem como promover o desenvolvimento sustentável nessas regiões. As dezenas de propostas apresentadas não diferem das que já foram realizadas de forma isolada por órgãos governamentais ou ONG's. O orçamento total previsto é de 1,28 bilhões de reais, em um somatório de todas as ações isoladas previstas.

Além dessas ações de planejamento integradas, existem outras setoriais que poderão alterar os quadros econômico, social e ambiental da bacia PA1 – este último tanto para pior, quanto para melhor. Elas serão mencionadas em sequência.

6.5.1 Mineração

A Agenda de Prioridades para o Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais, área de atuação da SEDVAN/IDENE, assim trata a mineração: “no segmento de mineração, o foco deve ser: a) o aproveitamento das grandes reservas de ferro recentemente avaliadas e medidas por

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	51

grandes grupos econômicos, a exemplo da Vale e do grupo Votorantim; b) a extração de ouro em Riacho dos Machados; e c) a extração, beneficiamento e formalização dos segmentos de pedras preciosas, semipreciosas e granito. Neste aspecto, é fundamental o início da operação da Zona de Processamento de Exportações de Teófilo Otoni, para o que a presença do Estado na estrutura acionária e gestão da ZPE é indispensável.”

A região norte de Minas está sendo considerada a nova fronteira mineral do Estado, com a viabilização da produção de minério de ferro de baixo teor. A reserva estimada é de 20 bilhões de toneladas de minério abrangendo 20 municípios, entre eles, Salinas, Rio Pardo de Minas, Grão Mogol, Porteirinha e Nova Aurora. Para alavancar a exploração mineral nesta nova fronteira, o Governo de Minas vai apoiar projetos de infraestrutura e de planejamento logístico.

A Mineração Minas Bahia (MIBA) deve implantar, entre 2011 e 2014, unidade minerária - usina de concentração de minério de ferro e corredor logístico - nos municípios de Grão Mogol e Rio Pardo de Minas. O investimento previsto é de R\$ 3,6 bilhões. Também a Sul Americana Metais (SAM), do Grupo Votorantim, aplicará R\$ 3,2 bilhões em extração e beneficiamento de minério em Grão Mogol, em parceria com a chinesa Honbridge Holdings Limited. O projeto, que engloba mineração, mineroduto e porto (Bahia), demandará capital e tecnologia de ponta para extrair o minério, de baixo teor, em torno de 20%.

A Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais assinou protocolo de intenção com a empresa Vale S.A. para implantação do projeto de uma mina de minério de ferro nos municípios de Serranópolis de Minas, Riacho dos Machados, Grão Mogol e Rio Pardo de Minas. Para o empreendimento estão previstos investimentos de R\$ 560 milhões. O projeto, que deverá ser concluído em 2014, irá gerar 50 empregos diretos e 450 empregos indiretos na fase de implantação e 250 empregos permanentes entre diretos e indiretos na fase de operação. Haverá treinamento de mão de obra local, que terá prioridade no preenchimento das vagas. O novo empreendimento da Vale irá produzir e comercializar minério tipo fino comum, granulado e pellet feed. A partir de 2014, a capacidade inicial de produção deverá ser de 200 mil toneladas de minério tipo granulado, enquanto deverão ser produzidas 400 mil toneladas de minério fino comum, utilizando beneficiamento a seco. As pesquisas em andamento para levantamento das reservas apontam um potencial de produção da ordem de 600 mil toneladas de minério de ferro por ano. O material será escoado por rodovia até o pátio de embarque da Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), controlada pela Vale, localizado no município de Porteirinha. De lá, seguirá por ferrovia até o Porto de Aratu, em Salvador (BA).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	52

Outro investimento previsto, no valor de R\$ 250 milhões, é da Mineração Riacho dos Machados (Carpathian Gold), para explorar ouro, no Norte de Minas, com a geração de 400 postos de trabalho diretos e 800 indiretos.

No segmento de petróleo e gás o foco deve ser: a) aceleração das pesquisas e sondagens para a medição das reservas, estudos de aproveitamento e início da extração de gás natural na bacia do São Francisco; b) integração das regiões Norte e Nordeste de Minas Gerais à rede de gasodutos, com a construção de um ramal para o transporte do gás para e da região. Se forem confirmadas as expectativas da presença de grandes reservas de gás, a sua exploração poderá mudar o perfil econômico e social do Norte de Minas. De qualquer maneira, a oferta de gás por meio de um ramal de gasoduto para o Norte de Minas é fundamental para a competitividade do parque industrial regional e incentivo à sua expansão. Neste sentido, os investimentos do governo estadual através da Gasmig são importantes.

Esta movimentação toda fez com que, recentemente, o Governador do Estado de Minas Gerais anunciasse o início da elaboração do Plano Regional Estratégico das microrregiões de Grão Mogol, Janaúba e Salinas. Nos próximos anos, a previsão é de que a região receberá investimentos da ordem de R\$ 7 bilhões, na exploração de jazidas de minério de ferro por parte de grandes empresas nacionais e multinacionais e o plano vai mensurar os impactos dos investimentos feitos na região por grandes empresas da área da mineração.

Entre os municípios localizados no entorno de Grão Mogol, Janaúba e Salinas o Plano Regional Estratégico envolverá Águas Vermelhas, Berizal, Curral de Dentro, Divisa Alegre, Fruta de Leite, Indaiabira, Montezuma, Ninheira, Novorizonte, Rio Pardo de Minas, Rubelita, Santa Cruz de Salinas, Santo Antônio do Retiro, São João do Paraíso, Taiobeiras, Vargem Grande do Rio Pardo, Botumirim, Cristália, Itacambira, Josenópolis, Padre Carvalho, Catuti, Espinosa, Gameleiras, Jaíba, Mamonas, Mato Verde, Monte Azul, Nova Porteirinha, Pai Pedro, Porteirinha, Riacho dos Machados e Serranópolis de Minas.

Há, ainda, a manutenção da extração de gemas e as tentativas de extração e beneficiamento, no Estado, de rochas ornamentais. Para tanto, o IDENE tenta promover a ativação da ZPE nestas bases.

As principais províncias minerais constatadas na bacia, de acordo com os estudos da CPRM, são:

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	53

Distrito Ferrífero de Porteirinha

Neste grupo englobam-se as jazidas de ferro com ocorrência nos municípios de Porteirinha, Rio Pardo de Minas, Riacho dos Machados e Grão Mogol. Tais depósitos são hospedados em litologias pertencentes ao Grupo Macaúbas. Esses depósitos foram estudados pela Companhia Vale do Rio Doce, na década de 1980, sendo que as reservas medidas são da ordem de 650 Mt de minério com teor de 40 a 60% de ferro. O minério é relativamente rico em fosfato. A origem desses depósitos é de natureza sedimentar-exalativa que induziu a circulação convectiva em grande escala de fluidos hidrotermais enriquecidos em ferro, a partir da lixiviação de rochas máficas, provavelmente, basaltos do manto. A descarga desses fluidos hidrotermais no fundo da bacia, concomitantemente à sedimentação dos diamictitos, provocou a substituição da matriz deles pela hematita, bem como a precipitação química das fácies bandadas (CPRM, 2003).

No segmento de petróleo e gás o foco deverá ser a aceleração de pesquisas e sondagens para a medição das reservas, estudos de aproveitamento e início da extração de gás natural na bacia do São Francisco. A partir daí, haverá uma integração das regiões norte e nordeste de Minas Gerais à rede de gasodutos, com a construção de um ramal para o transporte de gás para a região. Se forem confirmadas as expectativas da presença de grandes reservas de gás, a sua exploração poderá mudar o perfil econômico e social do norte de Minas. De qualquer maneira, a oferta de gás por meio de um ramal de gasoduto para o norte de Minas é fundamental para a competitividade do parque industrial regional e incentivo à sua expansão. Os investimentos do governo estadual através da GASMIG serão prioridade.

6.5.2 Agropecuária

A pecuária na região da bacia PA1 é extensiva e histórica. Nada de significativo tem havido para sua expansão (ou diminuição) ao longo das décadas. Um programa desenvolvido na região é o “PRÓ-CRIA” - Programa para o Aprimoramento da Pecuária Bovina Familiar nas regiões do norte de Minas Gerais e vales do Jequitinhonha e Mucuri. O objetivo do programa é o aprimoramento do modelo de produção da pecuária bovina, com destaques às atividades de cria (produção de bezerros de corte) e produção de leite, explorada pelos agricultores familiares, visando o seu fortalecimento, o aumento de emprego e de renda, e a sustentabilidade dessa atividade, mediante a incorporação de novas tecnologias por meio da capacitação dos agricultores familiares, além do apoio ao desenvolvimento do associativismo e do cooperativismo. A EMATER é a responsável por este programa.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	54

Na agricultura, um tipo de plantação que se pretende desenvolver são as de oleaginosas, para beneficiamento e produção de biodiesel. O segmento de biodiesel, que já tem uma usina de produção de médio porte da Petrobrás em Montes Claros. Apresenta grande potencial de alavancagem econômica na região em função do potencial de produção e beneficiamento de oleaginosas e matérias-primas, com destaque para a soja (na Chapada Gaúcha e outras microrregiões), mamona, pinhão manso, algodão e girassol. Com efeito, o abastecimento de óleo bruto da unidade de biodiesel da Petrobrás é realizado com matérias-primas originárias de outras regiões do estado e do país, com forte oneração dos custos e da competitividade do biodiesel. Portanto, a introdução de um programa estadual de produção regional de oleaginosas e extração de óleo (pesquisa, assistência técnica e financiamento) é tido como bem provável a médio e longo prazos.

Outro tipo de produção que se espera desenvolver é a mandiocultura. Um acordo prevê construção de unidade de beneficiamento de mandioca que deverá absorver produção de agricultores de sete municípios, para fomentar a produção de mandioca e seus derivados.

Assim, pequenos projetos têm sido feitos por iniciativas isoladas e de benefícios pontuais. Quando se fala de grandes projetos de agropecuária para a região, principalmente agricultura, está se falando de irrigação. Irrigação, por sua vez, possui uma longa história na região. O primeiro grande estudo sobre o assunto foi o PLANVALE, PDI-JEPAR que é o aproveitamento e gerenciamento dos recursos hídricos nas duas bacias, Jequitinhonha e Pardo, que estão entre as regiões mais pobres de Minas e da Bahia, abrangendo 78 municípios, com área total de 102.047 km². A maior parte da área (76.650 km²) está localizada em Minas, e 25.397 km² se encontram no território baiano. A população beneficiada é de praticamente 2 milhões de habitantes. Do total de 75 mil hectares identificados como irrigáveis, 40 mil foram ou estão sendo estudados. Desses projetos, 16 estão em Minas e oito na Bahia. No campo ambiental, o PLANVALE previa a criação de unidades de conservação, proteção e recomposição de matas ciliares e controle de erosão e assoreamento de rios, além da educação ambiental.

Por vários motivos os grandes projetos de irrigação (estilo Jaíba) foram abandonados. Em seu lugar ficaram barragens que merecem ainda estudos (principalmente de impacto ambiental) para seu aproveitamento. Quanto às barragens de médio e grande porte, a RURALMINAS está elaborando estudos sobre o potencial de irrigação de seis barragens adquiridas da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) localizadas no Vale do Jequitinhonha. Entre elas, a de Bananal, responsável pelo assentamento de 153 famílias de pequenos produtores. O mesmo

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	55

estudo vem sendo conduzido em relação a mais duas barragens recém-construídas pela RURALMINAS - Peão e Setúbal (localizadas nos municípios de São João do Paraíso e Jenipapo de Minas, respectivamente) com o objetivo de abastecimento e regularização de vazão.

O Programa Convivência com a Seca e a Inclusão Produtiva, que conta recursos de R\$ 10,213 milhões, garantidos pelo Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais (FHIDRO) até junho de 2012, irá possibilitar à RURALMINAS a construção de mais 100 barramentos e 1.200 bacias de captação em 45 municípios mineiros. Em 2010, foram construídos 32 pequenos barramentos que ocupam uma área máxima de 10 hectares como espelho de água que, pelo tamanho, tem poucos problemas ambientais. *“A idéia é de, num prazo de 10 anos, chegar a mais de 2 mil barramentos, que irão propiciar condições mínimas para a dessedentação humana e animal, além do desenvolvimento de algumas atividades com o uso da irrigação, como o plantio de hortas”*, afirma o diretor técnico da RURALMINAS.

Além das oito médias e grandes barragens sob a administração direta da RURALMINAS, mais três estão sendo trabalhadas em parceria com o Ministério da Integração Nacional. São as barragens de Congonhas (localizada na divisa do Jequitinhonha com São Francisco) e Vacaria (situada no riacho do Machado, perto de Montes Claros), além de Berizal, que está sendo construída pelo Dnocs no rio Pardo, no município de Berizal, Norte de Minas. As obras da barragem tiveram início sem o devido licenciamento ambiental e, por causa disso, foram paralisadas. Foi feito um acordo com a RURALMINAS para o reassentamento de 678 famílias afetadas pela obra, mas os recursos são insuficientes. Não deixa de ser uma surpresa que ocorra ainda esta pouca atenção às leis ambientais por parte de agentes públicos responsáveis por estas obras. A falta de estudos de impactos ambientais não pode, de forma alguma, ser atribuída ao desconhecimento da legislação, sendo mais crível que tenha sido uma tentativa de burlá-la.

A exemplo das exigências estabelecidas pelo Conselho de Política Ambiental (COPAM) para os reassentados da Barragem de Setúbal, seriam necessários R\$ 57 milhões para os trabalhos de reassentamento de Berizal. Os custos para a implantação da Barragem de Setubal totalizaram R\$ 226 milhões, dos quais R\$ 93 milhões foram destinados ao reassentamento de 245 famílias. O COPAM determinou que fosse dada uma área de 40 ha para cada família, construída uma casa na vila outra no campo, além do estabelecimento de vias de acesso e transporte para os reassentados. Mesmo assim, devido à aplicação da Lei da Mata Atlântica, aos assentados não é

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	56

permitido explorar uma área maior do que cinco hectares. Essa barragem foi executada pela RURALMINAS, com 90% de recursos sob a responsabilidade do Ministério da Integração Nacional e 10% do governo de Minas.

Criado para promover o crescimento da agricultura, da pecuária e da indústria de alimentos, o programa “Irigar Minas” parte da constatação de que o agronegócio é a base econômica de 80% dos municípios mineiros e tem grande expressão na economia nacional, podendo contribuir para reduzir as desigualdades regionais e melhorar o Índice de Desenvolvimento Humano em áreas ainda desprovidas de boa infra-estrutura.

Os segmentos da agroindústria e da fruticultura irrigada já são tradicionais na economia regional, mas ainda têm grande potencial de crescimento, em função das condições edafoclimáticas, topográficas e da rede hídrica efetiva e potencial. Neste sentido, atenção é dada, também, ao potencial para a pequena irrigação em pequenas barragens de Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGH's e em Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH's.

6.5.3 Energia

No segmento de geração de energia (e ampliação da oferta de recursos hídricos), a região de atuação da SEDVAN apresenta significativo potencial para aproveitamentos hidráulicos iguais ou inferiores a 1.000 kW, denominados CGH's, bem como de PCH's com potencial de até 30.000 kW. Ainda no segmento de energia, o Norte e o Nordeste de Minas Gerais, especialmente suas comunidades rurais e populações isoladas, ainda carecem fortemente da oferta de energia elétrica. O Programa Luz para Todos oferece a possibilidade de um atendimento abrangente destas regiões mais carentes, mas não tem atendido a todos.

O segmento de biodiesel, que já tem uma usina de produção de médio porte da Petrobrás em Montes Claros (quase sem matéria-prima) apresenta grande potencial de alavancagem econômica na região em função do potencial de produção e beneficiamento de oleaginosas e matérias-primas, com destaque para a soja (na Chapada Gaúcha e outras microrregiões), mamona, pinhão manso, algodão e girassol. Com efeito, o abastecimento de óleo bruto da unidade de biodiesel da Petrobrás é realizado com matérias primas originárias de outras regiões do estado e do país, com forte oneração dos custos e da competitividade do biodiesel. Portanto, a introdução de um programa estadual de produção regional de oleaginosas e extração de óleo (pesquisa, assistência técnica e financiamento) está em vias de ser desenvolvido e implementado na região.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 57
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

6.5.4 Logística de transporte

Em relação às demais regiões do Estado a infraestrutura da região de atuação da SEDVAN é ainda muito acanhada e forte fator inibidor do desenvolvimento regional. As carências mais relevantes referem-se à infraestrutura rodoviária, ferroviária e de saneamento.

As principais rodovias que dão suporte ao transporte regional são:

- BR 135 – BH (BR 040) – Montes Claros – Janaúria - Manga – Montalvânia - BA
- BR 381/BR 116 – BH – Governador Valadares – Teófilo Otoni – Itaobim – BA
- BR 251 – Montes Claros – Salinas – BR 116
- BR 122 – Montes Claros – Janaúba – Salto da Divisa
- BR 367 – Curvelo – Diamantina – Minas Novas – Araçuaí – BR 116
- BR 365 – Montes Claros – Pirapora – Patos/Triângulo - Brasília

Os principais gargalos/soluções da malha rodoviária (além das graves deficiências de manutenção) são:

- Duplicação da BR 135 entre a BR 040 e Montes Claros;
- Duplicação da BR 251 de Montes Claros até o entroncamento com a BR 116;
- Duplicação da BR 381 até Governador Valadares;
- Duplicação da BR 116 no seu trecho em Minas Gerais, contemplando a duplicação do trecho de Governador Valadares a Teófilo Otoni;
- Pavimentação da BR 251 entre Unaí e Pirapora, ligando o Noroeste ao Norte e Nordeste de Minas e à BR 116;
- Reforma da BR 367 entre Curvelo e a BR 116, com prioridade para o asfaltamento do trecho entre Minas Novas e Araçuaí.

Em termos ferroviários, é insuficiente a oferta de serviços na região para transporte de carga, com a existência de um único tronco ferroviário ligando Belo Horizonte à Salvador, passando por Montes Claros, com uma derivação para Pirapora. Esta ferrovia é de propriedade da FCA - Ferrovia Centro Atlântica. Do ponto de vista do desenvolvimento regional, sobretudo tendo em vista o potencial da mineração na região e da produção agrícola, é relevante a dinamização do transporte ferroviário regional, sobretudo no trecho Montes Claros – Salvador e Montes Claros – Belo Horizonte, de onde se alcançam os principais portos da região Sudeste.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	58

6.5.5 Saneamento Básico

A Agenda de Prioridades para o Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais, elaborada pela SEDVAN/IDENE, enfatiza o déficit hídrico provocado por longos períodos anuais secos que caracterizam quase toda a área, constituindo forte restrição ao desenvolvimento regional, sobretudo no setor rural. Defendem que o aumento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos na região é uma demanda permanente e estratégica. Neste particular, assume especial importância as ações para recuperação, proteção e perenização de sub-bacias, em função da capilaridade do potencial regional para revitalização ou perenização de cursos de água. Com esta finalidade, o estado conta com o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – FHIDRO, que oferece a oportunidade da alocação de recursos relevantes e permanentes. Atualmente, o FHIDRO destina à região da SEDVAN até R\$ 10 milhões por ano. Contudo, a experiência tem mostrado que este valor é insuficiente para promover verdadeira mudança de paradigma de médio e longo prazos quanto ao abastecimento de água para as populações regionais, para a recuperação de sub-bacias hidrográficas e para a ampliação dos investimentos destinados a programas e projetos de ampliação da oferta de recursos hídricos nos 188 municípios dos vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas.

O documento propõe, ainda, a ampliação do volume de recursos destinados à área de atuação da SEDVAN dos atuais R\$ 10 milhões para 1/3 (um terço) do orçamento anual do FHIDRO, alcançando valores da ordem de R\$ 30 milhões por ano. Esta medida permitiria a criação de um consistente programa de longo prazo para recuperação ambiental de sub-bacias, aumento da oferta de recursos hídricos e geração de energia limpa.

Tendo como objetivo central a definição e priorização de ações de convivência com a seca, aumento da oferta de recursos hídricos e melhorias ambientais, a SEDVAN elaborou, em 2010, o Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE MG. Este abrangente Plano definiu e priorizou 44 proposições de ações públicas, sendo 16 ações do eixo ambiental, 19 ações do eixo econômico/produtivo, 5 ações do eixo social e 4 ações do eixo institucional. Os investimentos totais estimados para a implantação das ações propostas são da ordem de R\$ 1,29 bilhão, sendo que o eixo ambiental abarca 86,6% dos investimentos previstos, o econômico/produtivo 7,9% e o social 5,5%. Para a institucionalização do PAE – MG sugere-se que seja elaborada e encaminhada para apreciação

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	59

da Assembléia Legislativa a política estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca, que deverá se basear no PAE – MG.

A parceria entre a SEDRU e a SEDVAN resultou na elaboração, em 2010, do Programa de Saneamento Ambiental para Pequenas Comunidades do Estado de Minas Gerais / SANEAR. Este Programa diagnosticou e propôs soluções para os problemas de saneamento de 250 municípios das regiões Norte de Minas, Jequitinhonha, Mucuri e Rio Doce, abrangendo ações e soluções para o abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos/lixo e drenagem urbana. Após amplo diagnóstico, o SANEAR estimou a necessidade de investimentos da ordem de R\$ 1 bilhão. Portanto, o SANEAR pode ser o instrumento para a superação das graves deficiências em saneamento da região de atuação da SEDVAN. Como a região já conta com arranjo institucional específico para este setor, sugere-se que a COPANOR assuma efetivamente a implantação do SANEAR como prioridade.

O Programa tem como objetivo ampliar a cobertura dos sistemas de abastecimento público de água, a coleta de esgotos sanitários e a coleta e destinação final de lixo, bem como incrementar o tratamento de esgotos, melhorando as condições de saúde da população e as condições sanitárias das famílias de baixa renda. Dentre suas principais ações se destacam:

- *Implantação de sistemas simplificados de saneamento* – cujo objetivo é a redução do déficit de abastecimento de água e esgotamento sanitário verificado na maioria das vilas e povoados de todo o Estado, melhorando a qualidade de vida de suas populações. De acordo com a necessidade diagnosticada, os projetos técnicos abrangem captação subterrânea, reservatório, chafarizes (ou redes de distribuição onde eles já existem) e mesmo melhorias em sistemas convencionais de abastecimento.
- *Implantação de sistemas de tratamento de esgoto sanitário* – que contempla intervenções necessárias ao aumento da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário nas áreas mais carentes do Estado. Essa ação será implementada com interceptores, emissários e estações de tratamento (ETEs).
- *Implantação de unidades de destinação final de resíduos sólidos* – cujo objetivo é a desativação de lixões, com solução ambientalmente segura para a disposição final dos resíduos sólidos, implantando-se aterro sanitário ou aterro controlado, bem como usinas de triagem e compostagem de lixo.
- *Instalação de módulos sanitários em residências de famílias de baixa renda* - ação em moradias onde não existam ou sejam inadequadas as instalações sanitárias. Os módulos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	60

compreendem cubículo, fossa séptica, caixa d'água, vaso sanitário, chuveiro, tanque e lavatório, com instalação hidráulica e elétrica.

A COPANOR é outra solução encontrada para viabilizar o acesso de toda a população dos vales do Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus aos serviços de saneamento básico. A empresa, subsidiária da COPASA, foi criada para atender a todas as comunidades e distritos dos municípios da região e, ainda, as sedes municipais com menos de 5.000 habitantes. As tarifas são reduzidas, mais compatíveis com as condições sócio-econômicas dos moradores. As obras envolvem a construção de reservatórios e redes de distribuição de água, redes coletoras e estações de tratamento de esgoto tanto em sedes de alguns municípios como em comunidades da zona rural. Os três vales abrangem área de 81 mil quilômetros quadrados na região Nordeste de Minas, englobando 92 municípios, com 73 distritos, 109 povoados e cerca de 700 comunidades rurais com mais de 100 habitantes. Cerca de 1,2 milhão de pessoas serão beneficiadas pela empresa.

A RURALMINAS também trabalha para a oferta de água para o semi-árido mineiro. O Governo do Estado de Minas Gerais criou o "Comitê Gestor da Convivência com a Seca", por meio do Decreto 44.825/08, com a finalidade de coordenar as ações que possibilitem a convivência com a seca, implementando estratégias para: Aumentar a oferta permanente de água; Assegurar o desenvolvimento econômico da região e Reduzir ações emergenciais.

O Programa, no que tange as responsabilidades da RURALMINAS, visa minimizar os efeitos da seca sobre os municípios do Semi-Árido no Norte de Minas e nos Vales do Jequitinhonha e Mucuri com a implantação, ao longo de dez anos, cerca de 2 mil barragens de terra de pequeno a médio porte, com suas patrulhas motomecanizadas, visando o abastecimento humano e animal de pequenas comunidades rurais e de pequenos projetos de irrigação.

As frentes de trabalho estão assim distribuídas: NN (Norte – Norte): 55 municípios; NC (Norte – Centro): 55 municípios; JE (Jequitinhonha): 43 municípios; e MC (Mucuri): 35 municípios. Os trabalhos serão executados tendo como critério a unidade de sub-bacia hidrográfica, partindo do ponto de barramento principal, onde serão construídas bacias de captação para coleta de água de escoamento superficial. Foi solicitado ao Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável – CMDRS e aos respectivos municípios que identificassem possíveis pontos de barramento para posterior avaliação por técnicos da RURALMINAS. Com a construção dos pontos de barramento, serão atendidas pequenas comunidades rurais com abastecimento de

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	61

água, dessedentação de animais, pequenas irrigações, piscicultura, e outras demandas das comunidades.

6.5.6 Turismo

A Secretaria de Estado de Turismo publicou na edição de 30.12.2010, no “Minas Gerais”, órgão oficial do Estado, a relação dos municípios mineiros que receberão, em 2011, a cota parte do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) critério “Turismo”. Ao todo, 44 cidades mineiras obtiveram documentação aprovada pela comissão técnica do ICMS Turístico – organizada pela SETUR – que analisou as ações políticas municipais voltadas para o turismo de forma organizada e participativa ao longo de 2009. Dentre as localidades aprovadas no Vale do Jequitinhonha e Norte de Minas, entre 170 municípios, estão apenas Capelinha, Chapada do Norte, Cristália, Felício dos Santos, Grão Mogol e Turmalina.

A Lei 18.030/2009 permite às administrações municipais uma suplementação financeira, oferecendo, assim, novos investimentos municipais no setor turístico, visando o seu pleno desenvolvimento. A gestora da Associação Circuito Turístico Lago de Irapé, Diná Costa, afirma que ficou contente com este resultado, pois dos seis municípios pertencentes ao Circuito, 4 conseguiram o repasse: Grão Mogol, Cristália, Chapada do Norte e Turmalina. Isso demonstra o excelente trabalho que os representantes da Associação vêm realizando nos municípios.

A presidente do Circuito Lago do Irapé, Fabiane Cinara Vissoto, acredita que a boa gestão da Associação conseguiu um resultado muito positivo. Fazendo uma comparação, muitos municípios tradicionalmente turísticos como Diamantina, Serro, Montes Claros e Pirapora não conseguiram pontuar.

A titular da Secretaria de Estado de Turismo explicou que a inclusão do critério turismo na Lei 18.030/2009 é um ganho sem precedentes para o turismo em Minas Gerais já que, pela primeira vez na história da economia brasileira, os municípios mineiros terão um incentivo financeiro para trabalharem a sua gestão turística. *“O benefício é uma forma de reconhecimento e motivação para os gestores que trabalham pelo desenvolvimento do turismo local”.*

O cálculo do valor a ser recebido pelos municípios será feito pela Fundação João Pinheiro, tendo como base os investimentos realizados durante o ano de 2009.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	62

Fundada em 2007, a Associação Circuito Turístico Lago de Irapé é o órgão gestor do projeto de desenvolvimento turístico nos municípios de Grão Mogol, Berilo, Chapada do Norte, Cristália e Botumirim. Pretende atingir metas, objetivos e ações traçadas em prol do turismo e desmistificar o discurso de que as regiões do Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha, Mucuri e Pardo apresentam somente pobreza e miséria. O potencial turístico destas cidades se transformou no projeto das prefeituras municipais para o desenvolvimento do turismo integrando cultura, meio ambiente, economia e território. A Associação desenvolve uma série de atividades e se destaca na organização comunitária e no associativismo.

Planejamento do desenvolvimento regional

Em diversos locais, havendo maior disponibilidade hídrica, haverá possibilidade de ampliação da agroindústria e fruticultura.

Em 2010 a SEDVAN elaborou o Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE/MG. Este plano abrangente definiu e priorizou 44 proposições de ações públicas, sendo 16 ações do eixo ambiental, 19 ações do eixo econômico/produtivo, 5 ações do eixo social e 4 ações do eixo institucional. Os investimentos totais estimados para implantação das ações propostas são da ordem de R\$ 1,29 bilhão, sendo que o eixo ambiental abarca 86,6% dos investimentos previstos, o econômico/produtivo 7,9% e o social 5,5%.

As 16 ações do eixo ambiental são as seguintes:

- Implantação de sistemas de tratamento de esgoto na zona urbana e rural;
- Tratamento e disposição adequada de resíduos sólidos nas zonas urbana e rural;
- Proteção de nascentes;
- Construção de bacias de captação de água de chuva;
- Cadastramento de usuários de água no meio rural das ASD's;
- Terraceamentos;
- Realização de diagnóstico detalhado das condições de degradação das terras;
- Criação de unidades de conservação;
- Pagamento por serviços ambientais;
- Limitar a expansão da monocultura;
- Criação de viveiros municipais para a produção de espécies nativas para a revegetação das Áreas de Preservação Permanente;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	63

- Programas de revitalização de sub-bacias - cercamento das áreas de preservação permanente;
- Criação de estradas ecológicas;
- Construção de barragens de perenização de cursos d'água;
- Fiscalização de danos ambientais pelos órgãos competentes e capacitação de agentes fiscalizadores;
- Criação de reservas agroextrativistas em áreas de unidades de conservação de uso sustentável, e
- Adaptação do código florestal estadual.

As 19 ações do eixo econômico/produtivo são:

- Implantação de unidades demonstrativas com ações de convivência com a seca;
- Incentivo à fruticultura;
- Implantação de sistemas agroflorestais e silvopastoris;
- Estimular práticas rurais sustentáveis;
- Estimular o cultivo de culturas mais adaptadas a região;
- Sensibilização dos agricultores para implementação de práticas de conservação de solos;
- Utilização de tecnologias apropriadas ao plantio do eucalipto;
- Melhoramento e conservação de sementes "crioulas";
- Assistência técnica aos pequenos agricultores com tecnologias apropriadas;
- Implementação de tecnologias sociais adaptadas ao semiárido;
- Criação de animais adaptados à região;
- Reciclagem de lixo para criação de emprego e renda;
- Utilização de sistemas alternativos de irrigação e aproveitamento de barragens já construídas para pequenos projetos de irrigação;
- Criação de pequenas fábricas para beneficiamento de frutas;
- Manutenção e ampliação de programas sociais e estruturadores;
- Regularização fundiária;
- Pagamento de ajuda de custo aos representantes da sociedade civil;
- Criação de programas de emprego e trabalho interdisciplinar;
- Ampliar o acesso ao PRONAF Florestal, e
- Política de preços mínimos de produtos agrícolas, diferenciada para o semiárido.

As 5 ações do eixo social são as seguintes:

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	64

- Educação do campo contextualizada e profissionalizante;
- Extensão dos programas sociais urbanos para a população rural;
- Construção de cisternas de placas e ampliação para todos os municípios das ASD's;
- Eletrificação Rural, e
- Instalação de hidrômetros para economia e gestão de água nas comunidades rurais.

As 4 ações do eixo institucional são as seguintes:

- Inclusão do PAE - MG no PPAG e orçamento do estado;
- Proposição à Assembléia Legislativa da política estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca;
- Criação do Fundo de Desenvolvimento Regional, e
- Criação do Centro Integrado de Convivência com a Seca.

Outra ação de grande importância para a oferta de recursos hídricos e recuperação ambiental é a construção, pelo DNOCS, da barragem de Congonhas, localizada no rio do mesmo nome entre os municípios de Grão Mogol e Itacambira que vai gerar energia e beneficiar diretamente os municípios de Montes Claros, Juramento, Cristália, Botumirim, Francisco Sá, Itacambira e Grão Mogol. Além disso, a obra permitirá a transposição de águas para o Rio Verde, reforçando o suprimento da cidade de Montes Claros e permitindo a perenização e recuperação ambiental deste importante curso d'água.

É importante ressaltar o empenho da SEDVAN/IDENE sobre a ZPE de Teófilo Otoni. O Estado de Minas Gerais conta com apenas uma Zona de Processamento de Exportação/ZPE aprovada pelo Governo Federal e com toda a infraestrutura e arranjos institucionais já implantados. Para a operacionalização da Zona de Processamento de Exportação de Teófilo Otoni falta apenas a decisão política do governo estadual para adquirir o controle acionário da empresa que detém a ZPE e a viabilização junto à Receita Federal do processo de controle aduaneiro. A iniciativa de implantar a ZPE de Teófilo Otoni é uma grande alternativa para alavancar o crescimento econômico do Mucuri e Jequitinhonha, com ênfase nos segmentos de rochas ornamentais, gemas, pedras preciosas e semipreciosas, bovinocultura e laticínios.

Outro aspecto notável foi a criação pelo Governador de Minas Gerais em julho de 2011, do que foi chamado de a SUDENE Mineira, para 165 municípios que fazem parte do semi-árido e do chamado Polígono das Secas, visando à redução das desigualdades no Estado. Por seu intermédio serão atribuídos incentivos fiscais e financiamentos subsidiados para as empresas

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	65

que se instalarem no norte de Minas e Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Dois fundos serão criados: o Fundo de Equalização do Estado de Minas Gerais e o Fundo de Incentivo ao Desenvolvimento (FIND), objetivando a criação de linhas de crédito específicas para empresas que se instalarem na região, com taxas de juros reduzidas, liberadas pelo Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais – BDMG. O projeto também prevê a possibilidade de redução de alíquota do Imposto sobre Mercadorias e Prestação de Serviços para empresas que se instalarem nas regiões contempladas.

Por último cabe ressaltar que existe uma tendência de desenvolvimento sócio-econômica da região a médio e longo prazos, com boas perspectivas, inclusive, onde o denominador comum de quase todas as ações empreendidas e previstas para a região são os recursos hídricos. Incontáveis são os programas governamentais federais, estaduais e municipais, os de iniciativa privada e de ONGs que tentam melhorar a qualidade de vida na região ou explorar os seus recursos e onde o assunto água está sempre presente. Cabe, pois, neste Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo PDRH/PA1 uma reflexão sobre a necessidade de se concentrar esforços, articular iniciativas e se promover um planejamento estratégico para a região, especialmente porque os recursos hídricos são e continuarão sendo o fio condutor do desenvolvimento sócio-econômico da região. E, fortuitamente, água existe, talvez não onde é necessária, mas com soluções até certo ponto simples para transportá-la de onde se encontra, para onde é demandada, como será visto adiante e em outras fases deste PDRH/PA1.

6.5.7 A análise dos movimentos sociais e políticos

De forma contraditória, alguns movimentos sociais têm expressado suas preocupações relacionadas aos grandes projetos previstos para a região do Jequitinhonha e Pardo, especialmente de mineração. Segundo o coordenador de equipe do Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA/NM), Álvaro Carrara, os projetos são apresentados à população como um ótimo negócio, a “salvação” da região. Contudo, não há diálogo com as comunidades que serão atingidas, apenas a imposição dos projetos, que estão em fase de estudo e devem ser implantados em 2012. *“Essa é a grande questão: não há consulta à população. É a mesma coisa que aconteceu na década de 70, quando vieram projetos de monocultura de eucalipto, barragens, tudo com a promessa de emprego e desenvolvimento, e o que se viu foi a exploração, o comprometimento dos recursos naturais, a expulsão das famílias para a cidade, a desestruturação do modo de produção familiar”*, afirma. *“Hoje, sem nenhum*

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	66

diálogo, as máquinas já estão chegando, e a população fica só olhando, sem saber quais os métodos dos projetos, quais os impactos”, acrescentou.

Para combater a versão desenvolvimentista propagada pelo governo, o Fórum de Desenvolvimento Sustentável do Norte de Minas, formado por organizações da sociedade civil e movimentos sociais da região, publicou manifesto em que explicita os pontos negativos dos empreendimentos. Entre os principais, está a questão da água, consumida em grande quantidade pela atividade mineradora e, por isso, pondo em risco o abastecimento da população. A região é tida como semi-árida, portanto, por não dispor de recursos hídricos abundantes. *“No Norte de MG apenas uma das empresas que querem o minério tem uma outorga preventiva de 30.700 milhões de litros por ano. Quase o que consome a população inteira de Montes Claros. Ainda pretendem implementar minerodutos (consomem muita água) para levar o minério para exportação”,* esclarece o manifesto.

As doenças também constituem grave ameaça aos moradores da região, uma vez que estudos descobriram a existência de uma grande jazida de arsênio, elemento altamente nocivo à saúde, junto à jazida de ouro. *“Onde há exploração de ouro, muitas pessoas são contaminadas pelas diferentes formas de disseminação do arsênio, pela água, pela poeira no ar, e pelo consumo de folhas e frutos que possam ter sido alcançados pela poeira com arsênio, ou pelo consumo de carne de animais ou peixes, que tenham ingerido substâncias com estes elementos”,* alertam. Como consequência, pessoas adoecem de câncer e bebês nascem com má formação. Não é à toa que, segundo o manifesto, em uma escala de 1 a 6 em potencial poluidor, o Projeto de Mineração Riacho dos Machados Ltda. é classificado como um empreendimento de classe 6, portanto, com alto risco de contaminação.

Nem financeiramente os projetos são vistos por alguns como vantajosos à população. Os ativistas do Fórum denunciam que os impostos pagos pelas mineradoras ficam entre 2 a 3% do faturamento líquido, sendo considerados “irrisórios”. Os empregos não são tantos como o governo anuncia e serão ofertados apenas nos 15 meses iniciais de instalação da mina. Sobre isto, o temor da população é o aumento considerável do número de pessoas na região, que deve gerar, como em outras comunidades que receberam projetos mineiros, crescimento da violência e exploração sexual de crianças e adolescentes.

Depois dos oito anos de exploração mineira previstos no projeto, as empresas controladoras da atividade, a maioria transnacionais, devem ir embora do local, levando os lucros e deixando

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	67

muitas perdas às comunidades. “De acordo com o estudo do Relatório de Impacto Ambiental (Rima), nesse curto período de tempo a mineradora extrairá cerca de 15 milhões de toneladas de minério aurífero, riqueza inquestionável, sendo que, para isso, produzirá cerca de 144 milhões de toneladas de rejeitos, um lixo que ficará para todos os que permanecerem na região”, enfatizam.

Em Junho de 2011, em audiência pública realizada na Assembléia Legislativa, não só foram anunciados pelo Governo diversos empreendimentos para a região como foram externadas preocupações. Um dos programas citados foi a barragem Jequitaí, embora fora da bacia hidrográfica em estudo, cuja construção foi anunciada pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas, durante a reunião. Segundo a secretaria, a barragem, que é fruto de um convênio de R\$ 95 milhões entre o Ministério de Integração Nacional e o Governo de Minas, vai irrigar uma área de 35 mil hectares, gerando empregos diretos e indiretos, bem como gerar energia para a região.

Foram anunciados, também, programas de perfuração de poços de gás natural, entre os quais o de Morada Nova de Minas, com capacidade estimada em 194 bilhões de metros cúbicos de gás, suficiente para 25 anos de operação. De acordo com a secretaria, o potencial desse poço equivaleria a 22% do gás que chega da Bolívia para o Brasil e, se transformado em energia, corresponderia a metade da energia da CEMIG. Outros poços também serão perfurados em Corinto, Buritizeiro e João Pinheiro. “*O Banco do Nordeste financiou R\$ 650 milhões para a Petro Energia, que vai perfurar sete poços até o fim do ano*”. Embora estes municípios não integrem a bacia hidrográfica em questão, o fato pode impactá-la direta ou indiretamente. Ainda na área de energia, existem informações sobre estudos, já em andamento, do uso da energia eólica no Norte do Estado e região.

No mesmo evento foram citados investimentos em alguns municípios do norte do Estado na área da mineração. Segundo a secretaria, serão investidos R\$ 560 milhões pela Vale, R\$ 3 bilhões pela Votorantim e R\$ 2,8 bilhões pela Mineração Minas Bahia (MIBA). A deputada Liza Prado (PSB), uma das autoras do requerimento que deu origem à reunião, falou de sua preocupação com a forma de exploração mineral e com as consequências que a atividade pode trazer para a população, e defendeu que os investimentos sejam feitos de forma preventiva, de maneira a antecipar e evitar futuros problemas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	68

Já o deputado Luiz Henrique (PSDB) comemorou a inclusão e o bom desempenho do Norte, Jequitinhonha e Mucuri na área da mineração, destacando que os resultados positivos são fruto de parcerias e investimentos dos Governos Estadual e Federal. O deputado Paulo Guedes (PT) criticou a burocracia existente, especialmente na área ambiental, o que, na sua opinião, dificulta a instalação de barragens e outros investimentos que promoveriam maior desenvolvimento para o Estado. Já o deputado Almir Paraca (PT), também autor do requerimento para a audiência, falou sobre sua preocupação com a desertificação da Mata Seca no Norte do Estado e com a situação de alguns municípios do Noroeste mineiro que, segundo ele, possuem problemas semelhantes aos da região Norte, posicionamento que foi ratificado pelo deputado Tadeu Martins Leite (PMDB).

No mesmo evento foram anunciados, também, investimentos em programas sociais no Norte de Minas, como o *Leite pela Vida*, fruto de convênio firmado com o Governo Federal, que distribui 150 mil litros de leite ao dia. Outros projetos abordados foram o *Cidadão Nota 10*, cuja meta é alfabetizar mais de 100 mil pessoas acima de 15 anos, e programas hídricos, que tem a previsão de instalação de 4.330 cisternas nas regiões Norte, Jequitinhonha e Mucuri.

Por fim, o titular da secretaria falou sobre projetos que priorizam o fornecimento de água de qualidade, saneamento básico e lixo em municípios com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), apontando alguns números que mostram que a região Norte ainda é uma das menos desenvolvidas do Estado. Segundo Gil Pereira, os Vales do Jequitinhonha, Mucuri e Norte de Minas, que correspondem a 37% da área territorial do Estado, possuem as menores rendas per capita, bem como os mais baixos índices de desenvolvimento humano de Minas Gerais (0,651, contra 0,719 da média do Estado). O PIB da região (5,91), segundo dados de 2008, também é quase três vezes menor do que a média do Estado. Outro dado abordado é de que das 909 mil pessoas que se encontram na extrema pobreza em Minas Gerais, a maior parte encontra-se na região norte. Para o titular da secretaria, os dados mostram a necessidade cada vez maior de investimentos que visem ao desenvolvimento sustentável da região, mas reafirmou o compromisso do governo estadual no alcance dessa meta. "*A cada real investido no Triângulo e no Sul do Estado, são investidos R\$ 3 no Norte, Jequitinhonha e Mucuri*", afirmou.

O gerente geral em Belo Horizonte do Banco do Nordeste do Brasil, João Nilton Castro Martins, falou sobre a atuação da instituição no Estado. Segundo ele, entre 2001 e janeiro de 2011 foram aplicados cerca de R\$ 3,5 bilhões nas regiões mineiras. De acordo com Martins, os maiores investimentos são no setor rural e silvicultura, com uma pequena demanda de

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	69

financiamento no setor industrial. Ainda segundo o gerente, o banco conta com 11 agências no Estado, que respondem por 74% dos financiamentos de longo prazo realizados. Martins defendeu também o maior investimento em projetos estruturadores na região Norte, Jequitinhonha e Mucuri, com a melhoria da infraestrutura e ampliação do apoio dos governos, o que, segundo ele, estimularia a atração de investimentos para a região.

A presidente da Associação dos Funcionários do Banco do Nordeste do Brasil, Rita Josina Feitosa da Silva, falou sobre as ações da entidade em seus 25 anos e abordou alguns aspectos da *Carta Compromisso com o Desenvolvimento Regional*, documento elaborado pela associação e que contém propostas para as regiões atendidas pelo Banco do Nordeste do Brasil. O deputado Almir Paraca lembrou que a motivação para a audiência partiu da associação, que sugeriu o debate. Segundo Rita, a Carta Compromisso faz um apanhado de situações e aborda sugestões concretas sobre como conseguir o desenvolvimento regional. Alguns pontos defendidos no documento são o aumento do capital social do Banco, bem como o apoio aos fundos para investimento em pesquisa e capacitação técnica.

6.6 Infraestrutura hídrica

Na bacia do rio Pardo, a infraestrutura hídrica identificada foram barramentos de pequeno, médio e grande porte, destinados à suprimimento de água para perímetros irrigados, abastecimento público e geração de energia elétrica.

A maior barragem localizada na bacia é a barragem da PCH Machado Mineiro com potência de 1,72 MW, construída no leito do rio Pardo, próximo à divisa MG/BA.

O eixo desta barragem possui uma área de drenagem de 10.511 km², com volume máximo de 204,4 hm³ e mínimo de 142,86 hm³, sendo capaz de regularizar nos trechos a jusante, uma vazão de 11,5 m³/s, conforme estudos apresentados neste plano diretor. Sua área inundada foi informada segundo a ANEEL em 21,3 km².

Nas **Figura 6.5, Figura 6.6 e Figura 6.7** são apresentadas as imagens da barragem de machado mineiro, do seu vertedouro e tomada d água, respectivamente.

A segunda maior barragem identificada na bacia é a Samambaia no rio Mosquito (**Figura 6.8**), no município de Águas Vermelhas, que atende a demandas de irrigação e abastecimento público de Águas Vermelhas. Segundo estudos deste plano diretor, esta barragem regulariza aproximadamente 0,95 m³/s.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	70

Duas barragens de pequeno porte, cujo volume não foi possível estimar nem obter de informações cadastrais, estão no município de Berizal (**Figura 6.9** e **Figura 6.11**).

No município de Taiobeiras, se encontram um sistema de pequenas barragens que abastecem uma grande área irrigada por pivôs centrais (**Figura 6.10** e **Figura 6.11**).

Na margem esquerda do rio Mosquito, não foram identificados barramentos.



Figura 6.5 – Barragem próximo à cidade de Berizal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 71
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 6.6 – Vertedouro da barragem de Machado Mineiro (fonte: Alexandre Couri)



Figura 6.7 – Tomada d'água da represa de Machado Mineiro (Foto: Alexandre Couri)

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	72

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

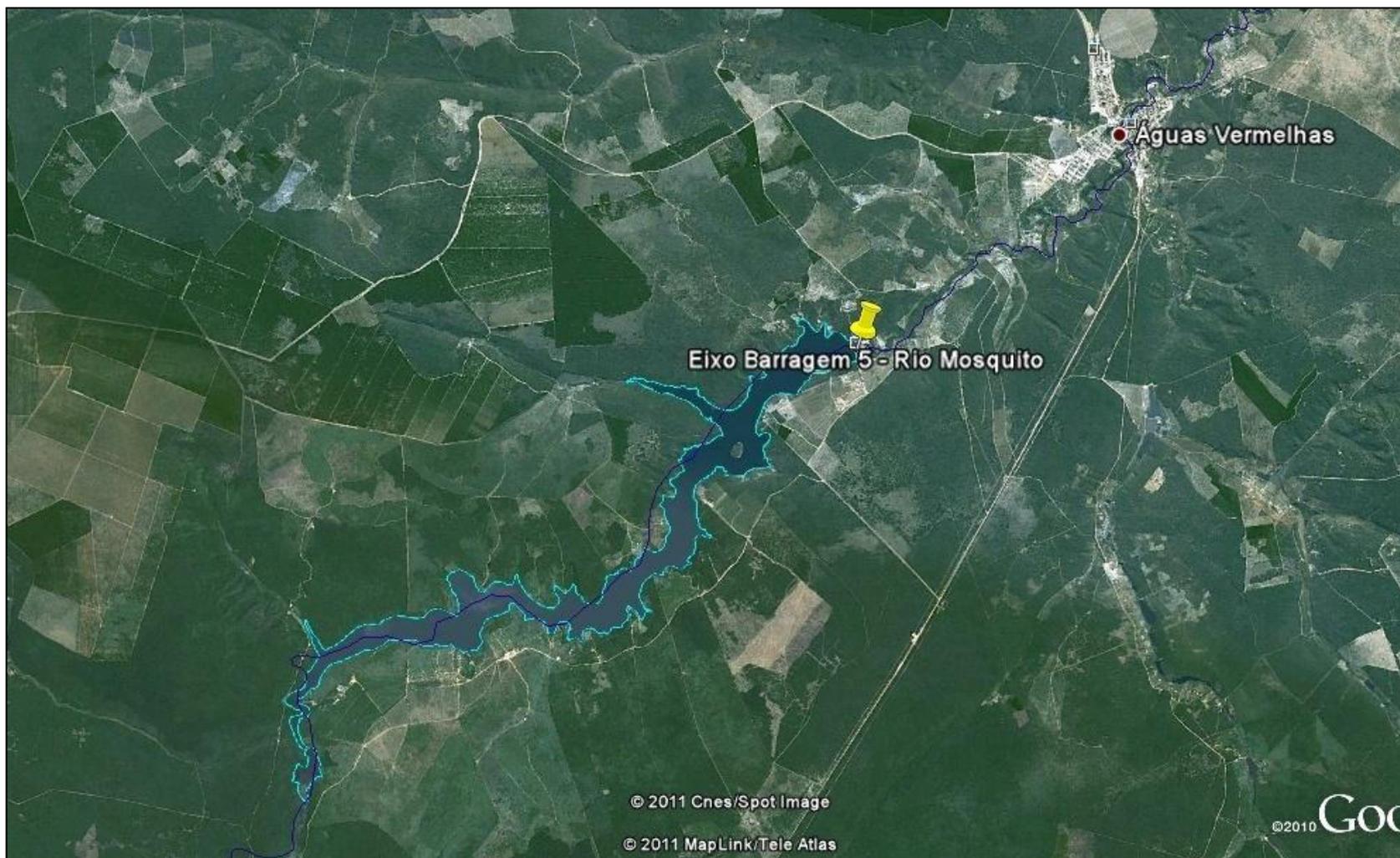


Figura 6.8 – Vista aérea da barragem do rio Mosquito, imagem de 2010. (Google Earth, acesso 20/08/2011)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 73
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

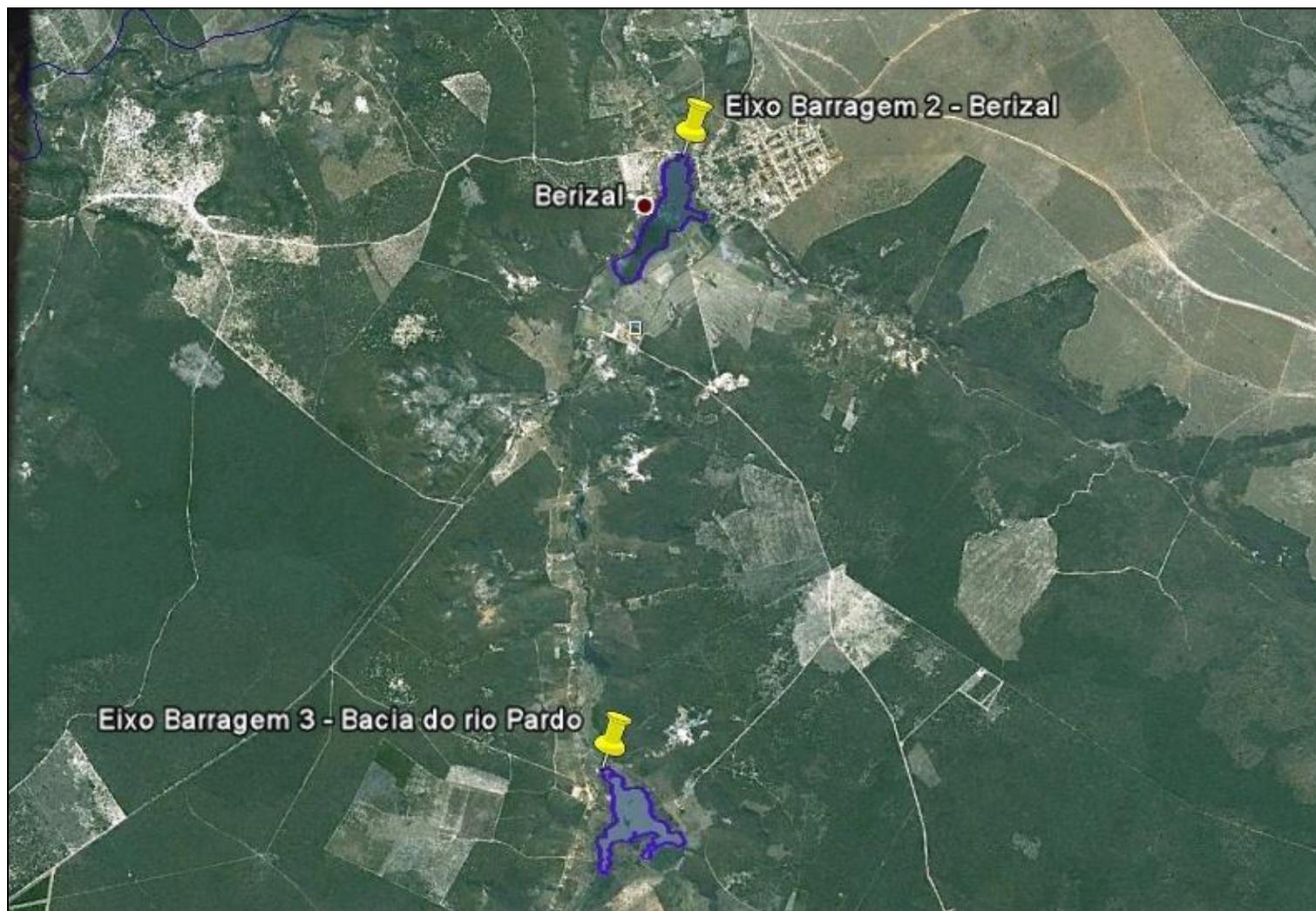


Figura 6.9 – Vista aérea da barragem do Berizal, imagem de 2010. (Google Earth, acesso 20/08/2011)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 74
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1



Figura 6.10 – Imagens áreas e barragens do perímetro de irrigação em Taiobeiras. Google Earth, imagem de 2010. Acesso em 20/08/2011

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 75
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

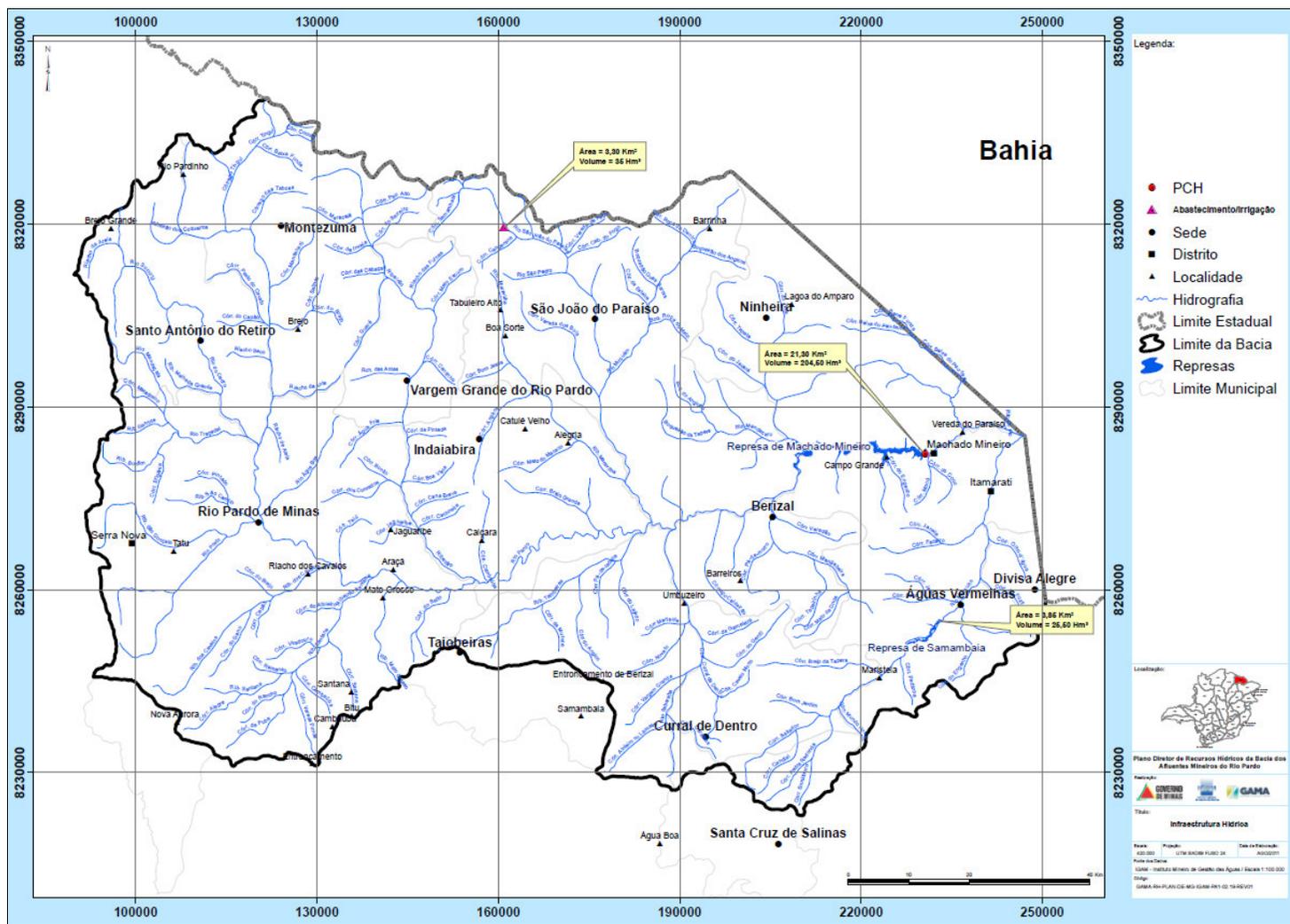


Figura 6.11 – Localização das barragens na bacia do Rio Pardo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 76
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

6.7 Impacto da silvicultura do eucalipto nos recursos hídricos

O impacto da silvicultura de eucalipto nos recursos hídricos é um tema controverso. A **Caixa 6.2** apresenta uma breve revisão da literatura relacionada aos impactos nos recursos hídricos resultantes da implantação da monocultura do eucalipto. Embora originalmente voltada para a condição do estado do Rio Grande do Sul pode, com as devidas alterações, ser adaptada às condições das bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo. Cabe comentar que os autores são defensores da implantação da monocultura de eucalipto no Rio Grande do Sul, tendo apresentado a publicação referida como para subsidiar uma proposta de zoneamento da silvicultura neste estado. Portanto, o texto deve ser considerado dentro da perspectiva dos promotores da silvicultura de eucalipto.

Caixa 6.2 – Influência da monocultura do Eucalipto nos recursos hídricos

Fonte: FIERGS, FARSUL, FETAG, SEDAI, SEAPPA, SERGS, CBIOT/UFRGS, AMIGOS DA FLORESTA, 2009. PROPOSTA DE LIMITES DE OCUPACAO DAS BACIAS HIDROGRAFICAS PELA SILVICULTURA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2009, pgs. 2 a 9.

Se de um lado há interesse do Estado no planejamento e monitoramento da ocupação do solo pela silvicultura e de seus efeitos nos recursos hídricos, por outro há uma restrição técnica para medir as relações causa e efeito de um único empreendimento na escala das grandes bacias hidrográficas devido ao efeito diluidor natural da enorme rede de drenagem (Robinson, M. et al., 2003).

Muitos resultados experimentais são baseados em pequenas microbacias e extrapolar seus resultados para grandes bacias podem induzir a enganos. Em grandes bacias ocorrem áreas que não contribuem para a produção de água, e, bacias com diferentes tamanhos, topografia ou geologia terão diferentes proporções destas áreas. A extrapolação de impactos derivados do florestamento de pequenas bacias experimentais poderá superestimar os impactos em grandes escalas (Keenan, et. al., 2004). A relação complexa entre florestas e água em grandes bacias hidrográficas continua a ser assunto de debate, e é evidente, que mais pesquisas serão necessárias para um completo entendimento dessas relações (Calder, et al., 2007).

O ciclo hidrológico pode ser representado pela equação do balanço hídrico:

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	77

$$P = ET + S + R + \Delta S,$$

Onde precipitação (P) pode ser distribuída em evapotranspiração (ET), deflúvio (S), recarga de água subterrânea (R) e mudança no estoque de água no solo (ΔS).

Evapotranspiração é uma combinação de interceptação e transpiração pelas plantas e evaporação do solo. A interceptação refere-se à chuva que recai sobre a vegetação, que evita que a mesma caia diretamente sobre o solo. A precipitação interceptada é agregada e flui tronco abaixo, cai das folhas sobre o solo ou evapora.

A interceptação é controlada por fatores climáticos e da vegetação. Os fatores climáticos incluem intensidade, duração, frequência e tipo de precipitação (Dingman, 1994). Fatores da vegetação incluem morfologia da planta, densidade da vegetação, fisiologia e estágio de crescimento. Esses fatores levam a diferenças no balanço hídrico para diferentes tipos de vegetação, incluindo por exemplo gramíneas e florestas.

A floresta e o manejo florestal desempenham enorme papel no ciclo hidrológico, o que permite concluir que a floresta e a água são inseparáveis, ou seja, não há como manejar um sem alterar o outro (Lima e Zaika, 2006).

Lima e Zakia (2006) resumiram os principais efeitos decorrentes das relações entre o manejo florestal e os recursos hídricos, e entre eles, que “o reflorestamento de microbacia antes revestida por vegetação de menor porte, como, por exemplo, pastagem, causa diminuição na produção de água”.

Diversos fatores são responsáveis pela redução do deflúvio quando se substitui vegetação arbustiva ou estépica por vegetação de maior porte, e o principal deles é a evapotranspiração. As plantas, por sua capacidade de acesso, transporte e evaporação de água exercem um forte controle sobre a evapotranspiração (Calder, I. R., 1998). A resposta na vazão dos pequenos cursos de água em função de desmatamento ou florestamento depende da precipitação média anual de cada região (Bosch e Hewllett, 1982).

A profundidade das raízes determina o volume de solo do qual as plantas conseguem retirar água, e juntamente com as propriedades hidráulicas do solo determina a

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	78

disponibilidade de água para as plantas. Revisando 290 estudos distribuídos pelo mundo (Canadell, et al., 1996), demonstraram que a profundidade média máxima encontrada para as raízes de florestas foram aproximadamente 7 metros para árvores e de 2,60 metros para plantas herbáceas, limitando o acesso à água do solo a esses limites. Almeida e Soares (2003), citam uma profundidade de 2,50 metros para raízes de florestas de *Eucalyptus grandis* com 7 anos de idade localizada no Espírito Santo.

Em geral, os resultados dos experimentos instalados para medir o impacto das alterações da cobertura vegetal no regime hidrológico apresentam nas conclusões um percentual de redução do deflúvio, sendo muito comum basearem-se em microbacias cuja ocupação florestal excede 90% de sua área, condição que, não deve ser extrapolada para bacias hidrográficas (Robinson, et. al., 2003), (Keenan, R. J. et. al., 2004).

Farley, Jobbagy e Jackson (2005) estudaram a redução no deflúvio de 26 microbacias localizadas na Austrália, África do Sul, Nova Zelândia, Inglaterra, Alemanha e Índia, em que a vegetação herbácea e/ou arbustiva foi substituída por plantações florestais (*Pinus* e *Eucalyptus*). Para o *Eucalyptus* encontraram reduções estatisticamente não significativas de 159, 162 e 202 mm anuais, para precipitações de 1.414 mm, 1.262 mm e 1.166 mm respectivamente. Para as plantações de *Pinus* encontraram reduções entre 165 mm e 167 mm também estatisticamente não significativas para precipitações médias entre 1.226 mm e 1.260 mm.

Jackson, et. al., (2005) analisaram os dados de 504 microbacias distribuídas por todo o mundo e encontraram uma redução média do deflúvio de 180 mm anuais na substituição de pastagens e vegetação arbustiva por florestas plantadas. Uma das limitações desse trabalho é que os dados primários referem-se na sua grande maioria às regiões com precipitações menores que 900 mm, onde o efeito da substituição é mais significativo. O regime hídrico das microbacias que basearam as conclusões são muito diferentes ao que ocorre no Rio Grande do Sul – Brasil (1.250 a 2.000 mm).

Nos estudos destinados a avaliar a redução da produção de água, desenvolvidos também em quantidade significativa, é importante que as conclusões sejam analisadas conjuntamente com três fatores (Lima, 1993):

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	79

- o nível de ocupação das microbacias pelas florestas;
- a precipitação anual;
- o regime de distribuição de chuvas.

As conclusões apresentadas mostram que publicação patrocinada por defensores da silvicultura do eucalipto admite a possibilidade de existência de impactos nos recursos hídricos. Os resultados não podem ser aplicados de forma direta às bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo, havendo demandas de pesquisas que devem ser realizadas às custas dos silvicultores da bacia, salvo melhor juízo. De uma forma genérica, porém, se pode adiantar que:

1. A introdução da silvicultura de eucalipto em terras degradadas por más práticas agropecuárias, com solo exposto e sujeitas à erosão, resultará provavelmente em benefícios devido ao controle da erosão e ao aumento das infiltrações da água de chuva no solo; isso poderá ter em grandes áreas que drenam para um curso de água uma pequena redução dos picos de cheias, devido à retenção e infiltração de parte das águas nas áreas plantadas;
2. Quando ocorre a substituição de pastagens ou cerrado em áreas bem conservadas por eucalipto, haverá uma tendência à diminuição da vazão média dos cursos de água, devido à maior evapotranspiração do eucalipto em relação à pastagem ou cerrado; eventualmente, isto poderá acarretar a interrupção do fluxo hídrico de pequenos riachos na estação de estiagem;
3. Esta redução e possível intermitência de pequenos cursos de água poderá ser evitada caso se procure impedir que as raízes do eucalipto atinjam o nível freático, ou seja, o reservatório de água subterrânea que mantém as vazões de estiagem;
4. A hidrogeologia das bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo, dominada por aquíferos em rochas fraturadas, não indica a possibilidade de que as raízes dos eucaliptos possam atingir as reservas subterrâneas a ponto de ser esta atividade a causa principal de eventuais aumentos de intermitências em córregos da região.

O eucalipto ou qualquer outra cultura exótica, sob o ponto de vista exclusivo dos seus impactos nos recursos hídricos, pode, portanto, ter efeitos favoráveis e desfavoráveis, cabendo às pesquisas avaliar as medidas precaucionárias e mitigadoras para controle dos efeitos deletérios. Deve ser esclarecido que esta conclusão se aplica exclusivamente ao impacto da silvicultura de

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	80

eucalipto nos recursos hídricos, não abrangendo os demais impactos, de natureza ambiental, social e cultural, que possivelmente são mais expressivos e menos controversos.

Por outro lado, frequentemente advoga-se que a silvicultura de eucalipto geraria um impacto econômico positivo nas regiões onde é implantada. Frequentemente são apresentados argumentos de que municípios onde a atividade é incrementada apresentam índices de crescimento superiores aos demais, na mesma região. Isto é apresentado como uma justificativa, ou compensação, aos impactos ambientais, sociais e culturais gerados pela atividade.

Como forma de avaliar esta hipótese foram correlacionados os incrementos dos Índices FIRJAN de Desenvolvimento Municipal – IFDM com o número de pés de eucalipto por habitante em cada município das bacias dos rio Jequitinhonha e Pardo. A razão de se agregar as duas bacias, e as UPGRH JQ1, JQ3 e PA1 foi para que fosse obtida uma amostra representativa de municípios para análise. Os incrementos dos IFDM se referiram ao período de 2000 a 2007. O número de pés de eucalipto por habitante foram obtidos de dados do Censo Agropecuário 2006 do IBGE e da contagem da população referente a 1º. de Abril de 2007 do mesmo instituto.

Foram considerados apenas os municípios com silvicultura de eucalipto, de acordo com o levantamento o Censo Agropecuário de 2006. Os resultados das correlações são apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** considerando:

1. o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal – IFDM global;
2. o IFDM – Emprego e Renda;
3. o IFDM – Educação;
4. o IFDM – Saúde.

Os resultados mostram um aumento não significativo sob o ponto de vista estatístico do IFDM - Global, IFDM - Emprego e Renda e do IFDM – Saúde, e um decréscimo, igualmente sem significância estatística, do IFDM – Educação. A falta de significância estatística significa que as correlações obtidas são muito baixas para que se possa estabelecer uma relação confiável de causa e efeito. Os coeficientes R2 de correlação, apresentados nos gráficos, evidenciam esta afirmação, por serem muito próximos de zero, indicando ausência de correlação. Qual seja, que o número de pés de eucalipto por habitante afete os IFDM.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	81

Nos gráficos da

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 82
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 6.12 é evidenciado que a maioria dos municípios com baixos quocientes de pés de eucalipto por habitante, situados à esquerda dos gráficos, próximos ao eixos das ordenadas, tiveram aumentos ou decréscimos expressivos dos IFDM. Portanto, outros fatores entraram para que o município fosse bem ou mal sucedido nas melhorias das condições econômicas, de educação e de saúde, além do plantio do eucalipto.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	83

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

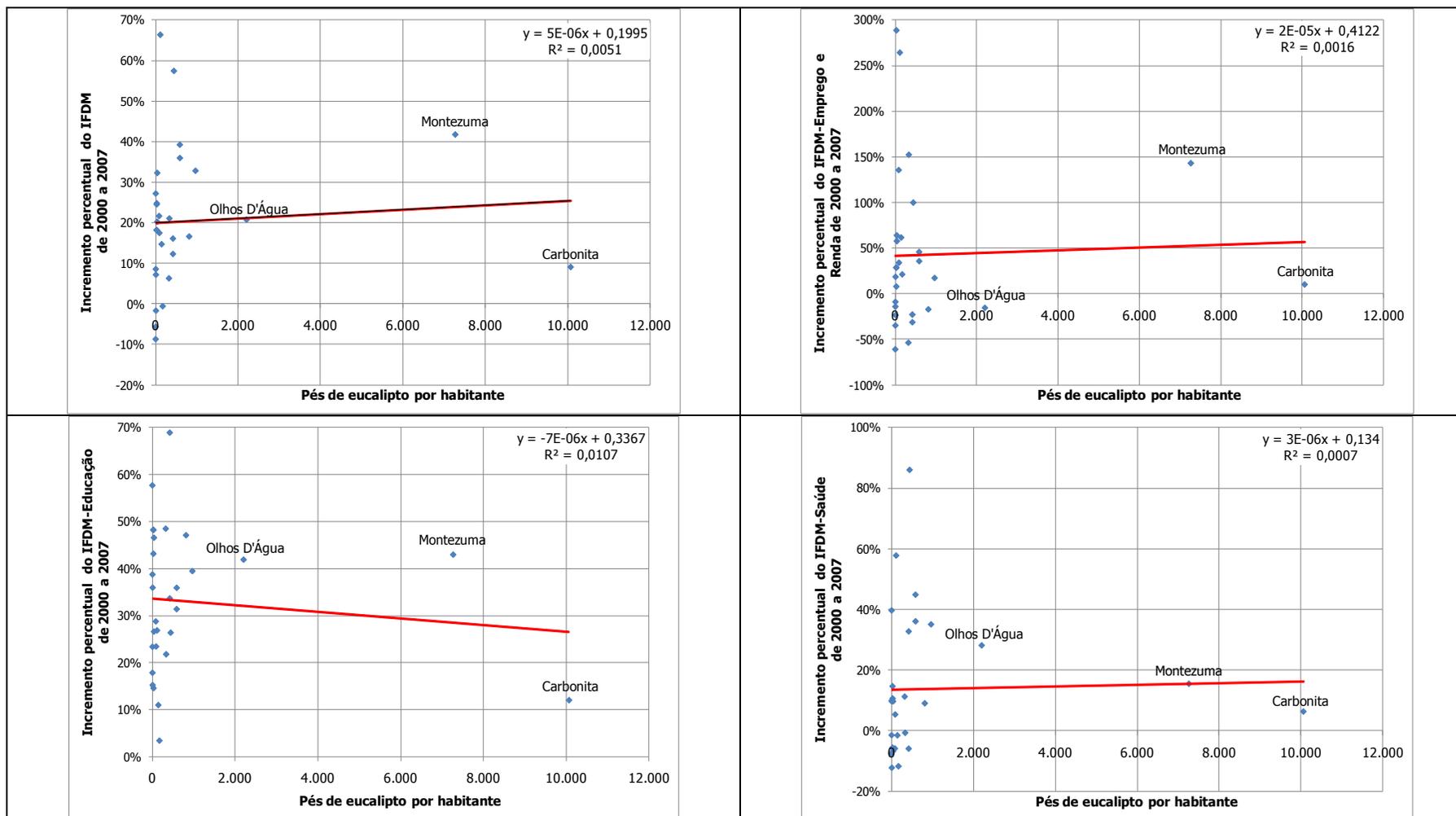


Figura 6.12– Relação entre o número de pés de eucalipto por habitante e os Índices FIRJAN de Desenvolvimento Municipal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 84
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Nos mesmos gráficos destacam-se 3 municípios onde o número de pés de eucalipto por habitante é maior: Olhos D’Água (bacia JQ1), Montezuma (bacia PA1) e Carbonita (bacia JQ1). O **Quadro 6.23** compara o desempenho desses municípios com a média do desempenho dos municípios das bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo.

Quadro 6.23 – Valores médios dos IFDM comparados com os dos municípios em destaque

	Pés de eucalipto/habitante	IFDM Global	IFDM – Emprego e Renda	IFDM – Educação	IFDM - Saúde
Média dos municípios	563	20%	43%	33%	14%
Olhos D’Água	2.204	21%	-15%	42%	28%
Montezuma	7.267	42%	143%	43%	15%
Carbonita	10.065	9%	10%	12%	6%

O Quadro mostra que o município de Montezuma é o destaque positivo, com base no expressivo aumento do IFDM – Emprego e Renda, apesar de curiosamente seu IFDM – Saúde estar apenas um ponto acima da média dos municípios da bacia, entre os que apresentavam silvicultura de eucalipto em 2006. Olhos D’Água ficou com seu IFDM Global apenas um ponto acima da média, apesar do decréscimo do IFDM – Emprego e Renda, que foi compensado pelos incrementos acima da média dos IFDM Educação e Saúde. Finalmente, o destaque negativo é Carbonita, em que todos os IFDM ficaram abaixo da média, apesar de ter a maior relação entre pés de eucalipto por habitante.

A conclusão que se pode apresentar é que a silvicultura de eucalipto não pode ser considerada, exclusivamente, como fator de promoção ou de comprometimento do desenvolvimento municipal, no período de 2000 a 2007. Outros fatores deverão mais bem explicar o sucesso ou insucesso relativo dos municípios da região em promoverem os seus desenvolvimentos. Desta forma, a atividade de silvicultura deverá ser analisada quanto aos seus impactos ambientais, incluindo nos recursos hídricos, sem atenuantes derivadas de um pretense preço que se pagaria pelo desenvolvimento municipal.

6.8 Aspectos institucionais e legais

Este capítulo abordará 3 temas de interesse referidos aos aspectos institucionais para o PDRH-PA1:

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 85
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

- Organização do Governo Federal e do estado de Minas Gerais para o gerenciamento de recursos hídricos: um breve esboço da organização federal e do estado, e a inserção de um Comitê de Bacia Hidrográfica nesse processo;
- A natureza dos instrumentos de gestão de recursos hídricos em um Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica: análise dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, e suas particularidades vis-à-vis a bacia hidrográfica do Rio Pardo;
- As atribuições de um Comitê de Bacia Hidrográfica no processo de gerenciamento de recursos hídricos: competências de um Comitê de Bacia Hidrográfica no processo de gerenciamento de sua bacia; limites a essa competência.

6.8.1 A Política Nacional de Recursos Hídricos e o seu Respectivo Sistema

O Brasil é uma República Federativa composta por 26 estados e o Distrito Federal, que sedia o Governo Federal, que representa a União. Os Estados e a União são os dois níveis jurisdicionais em que a gestão de recursos hídricos ocorre. Existe também em cada Estado a divisão municipal, criando-se mais um nível jurisdicional. Porém, a Constituição Brasileira, ao colocar os corpos de água sob os domínios federal ou estadual, delimitou aos dois níveis mais amplos a atuação principal do Sistema Nacional de Recursos Hídricos.

Competências no gerenciamento de recursos hídricos

De acordo com a Constituição Brasileira são estaduais os rios que nascem e têm foz em território de um Estado. Os demais se acham sob o domínio da União. No entanto, os potenciais hidráulicos em qualquer rio são bens da União, bem como as águas em depósito decorrentes de suas obras. Estes dispositivos dizem respeito à água e não às áreas das bacias hidrográficas. Por isto, poderá haver uma bacia hidrográfica com rios sob o domínio estadual e federal. Esta é a situação do rio Pardo, cujas águas acham-se sob domínio federal por fluírem entre os estados de Minas Gerais e Bahia; mas seus afluentes, com nascentes e fozes em território de Minas Gerais, têm suas águas sob domínio deste estado.

A União tem competência privativa de legislar sobre dos recursos hídricos, energia, jazidas, minas e outros recursos minerais. Esta competência privativa não resulta em exclusividade: os estados estão autorizados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas no artigo se Lei Complementar autorizar a delegação de competência da União para o estado, e desde que verse sobre regulação parcial, ou questões específicas. Cabe lembrar, porém, que uma Lei Complementar exige a sua aprovação pela maioria absoluta dos membros da Câmara

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 86
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

de Deputados e do Senado Federal, o que torna trabalhosa sua implementação. Isto não impede, porém, que os estados legislem sob matérias de caráter administrativo, voltadas à formatação de seus sistemas de gestão de recursos hídricos, de forma que possam assumir, efetivamente, a dominialidade das águas atribuídas constitucionalmente. Já os municípios não detêm tais atribuições legislativas sobre as águas.

Competências municipais

Não obstante, os preceitos constitucionais não se pode retirar nem das Unidades Federadas, como foi acima visto, e tão pouco da esfera municipal o poder de legislar supletivamente sobre questões ambientais que muito estão atreladas à gestão dos recursos hídricos. O artigo 30 da Carta Magna diz ser da competência legislativa municipal o meio ambiente em assuntos de seu interesse local (I) e lhe dá competência suplementar à legislação federal e estadual no que couber (II). A própria Lei 6.938/81 da Política Nacional de Meio Ambiente diz em seu artigo 6º, § 2º, que os Municípios estão autorizados a elaborar normas na esfera de sua competência.

Cabe refletir que os problemas de poluição ultrapassam as fronteiras municipais, estaduais e muitas vezes nacionais, atingindo locais distantes da fonte poluidora, o que torna inoperante a tentativa de diminuí-los sem a participação de todos os envolvidos, acrescentando aí a sociedade civil (dos Santos, 1998). Existem mecanismos legais de gerenciamento das águas, capazes de mitigar os conflitos de qualidade e quantidade, cabendo aos Municípios adotá-los, como será adiante observado. Dentro de sua obrigação imposta constitucionalmente de que deve promover a educação ambiental (artigo 225, CF), deverá o Município promover a conscientização de todos a respeito das questões ambientais e hídricas.

Do que depreende desta análise, pode-se concluir que embora vedada competência legislativa e administrativa direta sobre as águas, é da competência municipal participar do gerenciamento dos recursos hídricos, mormente porque eles é que têm melhores condições de implementá-lo, pois estão mais perto dos problemas relacionados às água e que primeiro sofrem seus impactos. Não obstante isto, a competência dos municípios concentra-se *“em funções que, de maneira geral, se relacionam com a dotação ou prestação de serviços públicos locais e com funções de planejamento, fiscalização e fomento, que estão relacionadas, dentre outras, com o ordenamento territorial, a proteção do meio ambiente e, também, com algum nível de regulação de atividades econômicas. No caso brasileiro, recentemente os municípios com maior capacidade de investimentos passaram a incorporar funções relacionadas com a prestação de*

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	87

serviços sociais mais abrangentes que tradicionalmente eram restritos às esferas estadual e federal. No caso específico da gestão de recursos hídricos, a participação municipal em organismos de bacia tem sido a principal, se não única, forma de interação com outros atores públicos e privados relacionados com a água” (Carneiro et al., 2010).

Portanto, a principal dificuldade da atuação municipal no gerenciamento dos recursos hídricos, “é a impossibilidade legal, por determinação constitucional, de gerenciarem diretamente os recursos hídricos contidos em seus territórios, a não ser por repasses de algumas atribuições através de convênios de cooperação com estados ou a União. Cabe também se ponderar que a despeito de a esfera administrativa do município ser a mais próxima das realidades sociais, sua escala de atuação político-administrativa não permite uma visão sistêmica do território no qual está inserido. Por sua vez, a ausência de uma definição clara da natureza e das funções dos governos locais, em geral, ligadas às tarefas tradicionais de administração e fiscalização territorial e prestação de alguns serviços locais e o fato de a maioria dos municípios terem reduzida autonomia orçamentária, tendo em vista que dependem fortemente de transferências financeiras dos outros níveis de governo, dificulta ou até mesmo inviabiliza uma participação mais efetiva na gestão das águas” (Carneiro et al., 2010).

Na bacia PA1 4 municípios que possuem legislação ambiental própria, segundo o IBGE (2009): Indaiabira, Rio Pardo de Minas, Santo Antônio do Retiro e São João do Paraíso.

6.8.2 O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Um grande esforço legislativo foi desenvolvido no Brasil almejando estabelecer um moderno sistema legal para os recursos hídricos, no âmbito nacional e dos Estados. O modelo francês foi o grande inspirador, mas com uma limitação fundamental. A França é uma república com governo central enquanto o Brasil é uma República Federativa, existindo constitucionalmente uma dupla jurisdição sobre a água: a federal e as dos Estados da federação. Por isto, a adaptação do modelo francês teve que ser realizada exigindo uma maior complexificação, especialmente para introduzir as articulações necessárias entre os dois âmbitos jurisdicionais.

No âmbito da União foi aprovada a lei 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos. Os principais dispositivos dessa política são apresentados esquematicamente na **Figura 6.13**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	88

Organizacionalmente, o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos - SINGREH, esquematicamente apresentado na **Figura 6.14** é integrado por:

- O Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH;
- A Agência Nacional de Águas - ANA;
- Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal - CERH;
- Os Comitês de Bacia Hidrográfica - CBH;
- Os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- As Agências de Água.

Nessa figura é apresentada a tendência verificada em alguns estados, especialmente da região nordeste do Brasil, de criação de Autarquia ou Companhia de gestão de recursos hídricos. Em Minas Gerais não há esta cogitação, no momento.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	89

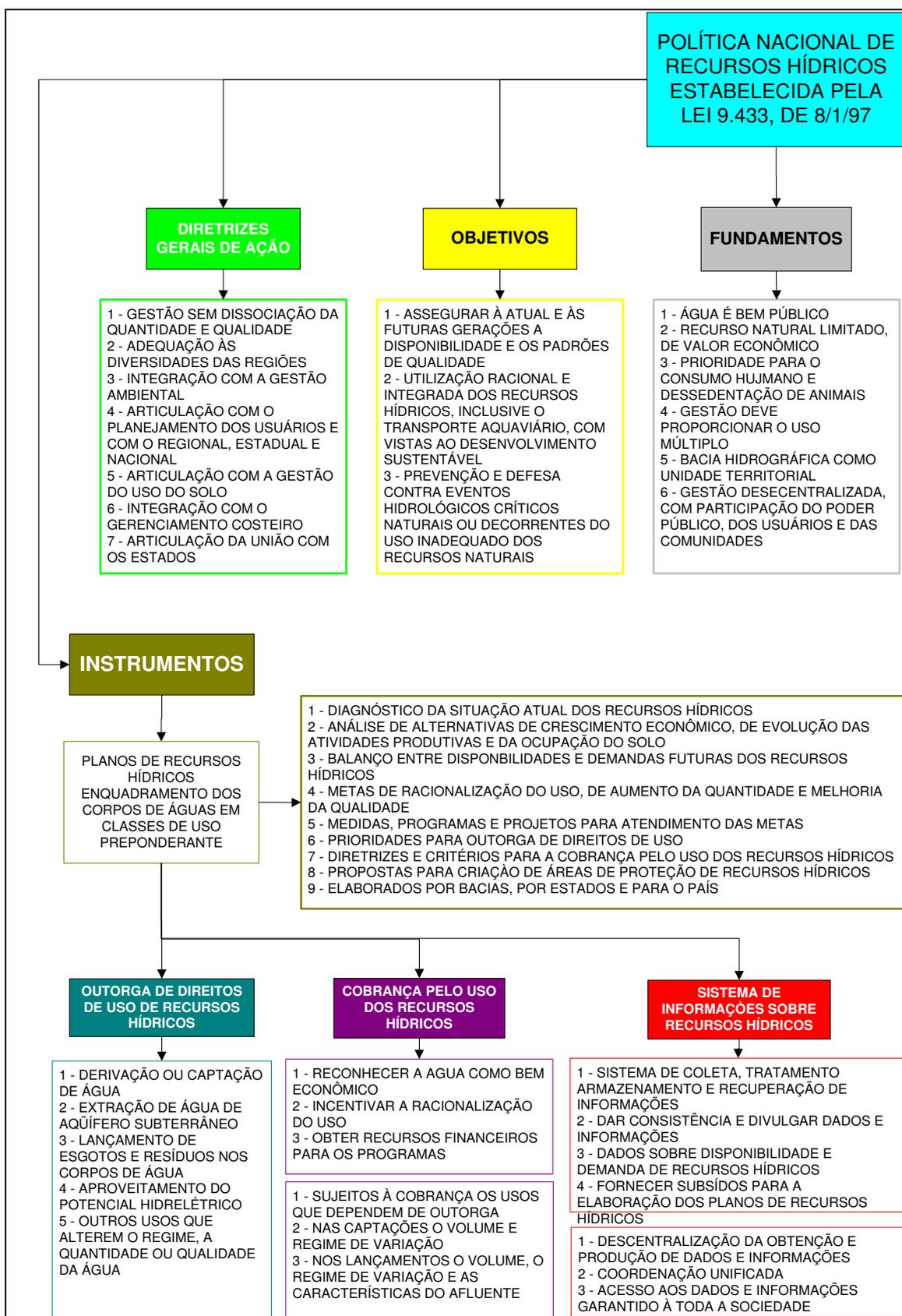


Figura 6.13 – Política Nacional de Recursos Hídricos: fundamentos e instrumentos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	90

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é composto por representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação na Gestão ou no uso de recursos hídricos, representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, representantes dos usuários dos recursos hídricos e representantes de organizações civis de recursos hídricos. O número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá exceder à metade mais um do total dos membros nesse Conselho.

Os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos apresentam estruturas análogas, embora cada Estado possua autonomia para estabelecimento da sua composição. Geralmente podem ser detectados três grupos: as entidades públicas, os usuários de água e os representantes da sociedade.

Compete aos Conselhos de Recursos Hídricos:

- Promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos em qualquer âmbito espacial e setorial que envolva o uso, controle e proteção dos recursos hídricos,
- Arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre entidades pertencentes ao sistema;
- Analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e às Políticas de Recursos Hídricos, e estabelecer diretrizes complementares;
- Aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;
- Acompanhar a execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- Estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.

A ANA foi criada pela lei 9.984 de 17/7/2000 como autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 91
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

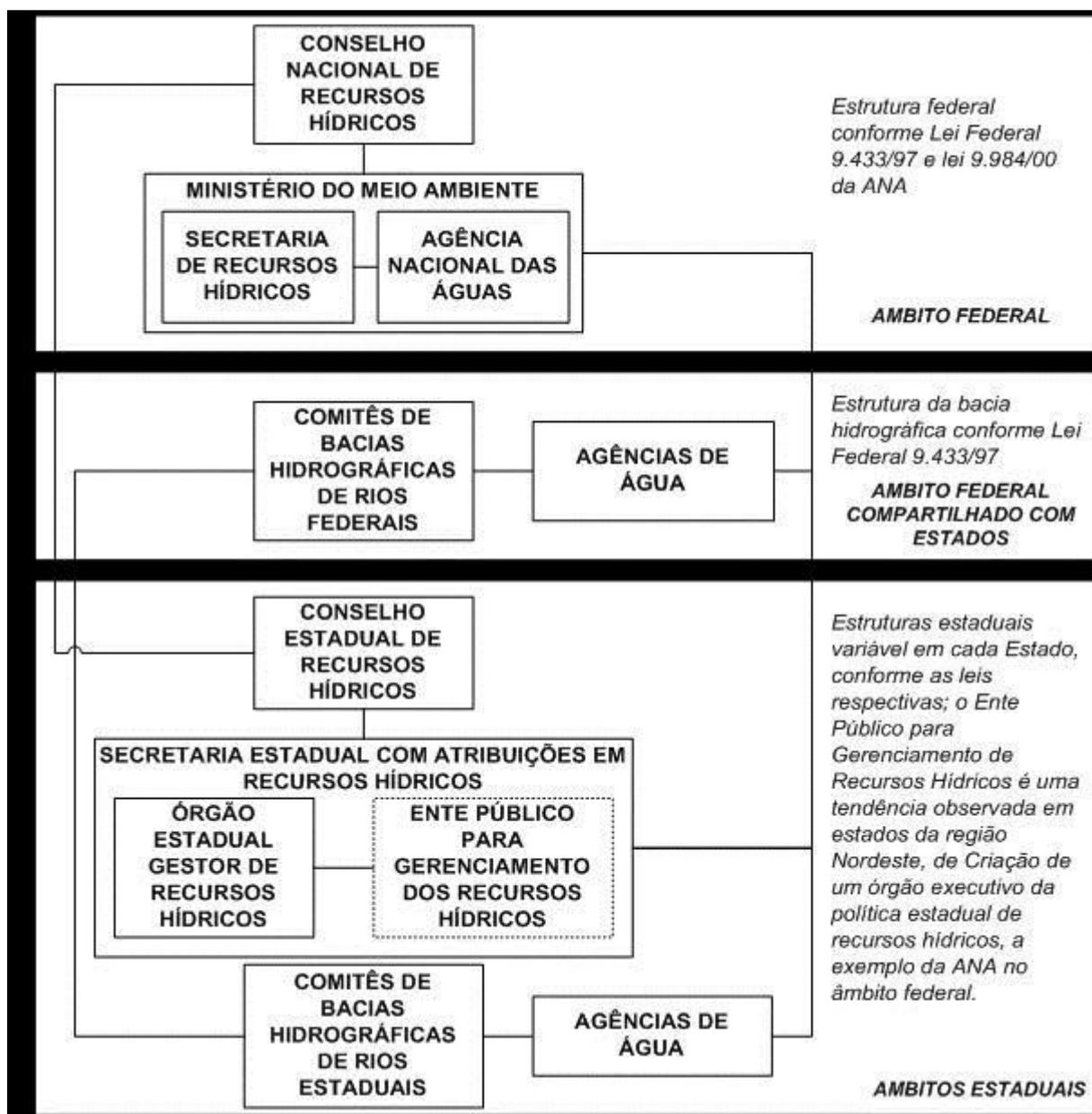


Figura 6.14 – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são órgãos colegiados integrados por representantes da União, dos Estados e do Distrito Federal, e dos Municípios cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação, dos usuários das águas da bacia e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. Deverá haver ainda, nos Comitês das bacias de rios fronteirços, ou transfronteirços, um representante do Ministério das Relações Exteriores. Nas bacias cujas áreas abrangem terras indígenas devem ser incluídos no Comitê representantes da Fundação Nacional do Índio - FUNAI e das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	92

Os Comitês deverão ser formados na totalidade de uma bacia hidrográfica, ou em uma sub-bacia de tributário do curso de água principal da bacia, ou tributário deste tributário, ou em grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Cabe a eles, entre outras atribuições, promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes, arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos de uso das águas, aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia e acompanhar sua execução, e estabelecer os mecanismos e valores de cobrança pelo uso da água, aprovando o plano de aplicação dos recursos arrecadados..

As Agências de Água poderão ser criadas para assistir administrativa e tecnicamente cada Comitê, ou grupo de Comitês, devendo ser sua criação autorizada pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, dependendo da dominialidade dos rios cujas bacias compõem o Comitê. A criação destas Agências deverá ser condicionada à prévia existência do(s) Comitê(s) e à sua viabilidade financeira, que deverá ser assegurada pela cobrança pelo uso da água.

As organizações civis de recursos hídricos são consórcios ou associações intermunicipais de bacias hidrográficas, associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos, organizações técnicas e de ensino e pesquisa, com interesse na área de recursos hídricos, organizações não-governamentais com objetivos na defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade, e outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional e pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

A ANA é o órgão operacional do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Ela tem como principais atribuições, segundo a lei 9.984/2000:

- Supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;
- Disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União;
- Fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;
- Elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	93

União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

- Estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica;
- Implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, bem como arrecadar, distribuir e aplicar as receitas auferidas;
- Planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios;
- Promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos de água, de alocação e distribuição de água, e de controle da poluição hídrica, em consonância com o estabelecido nos planos de recursos hídricos;
- Definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;
- Promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias, e organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos;
- Estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos;
- Prestar apoio aos Estados na criação de órgãos gestores de recursos hídricos;
- Propor ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos.

Embora o sistema tenha um caráter nacional ele não é totalmente homogêneo. Alguns Estados, nas leis das suas políticas de recursos hídricos, muitas das quais antecederam a lei da política nacional, estabeleceram especificidades nos seus sistemas. As composições dos Comitês de Bacia podem diferir entre Estados. O Ceará criou a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, como entidade executiva de sua política, antecedendo o governo federal, que criou a ANA na forma de uma autarquia especial.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	94

O grande desafio do sistema em implantação é a articulação entre os dois níveis jurisdicionais. Essa dificuldade sistêmica é visível no âmbito das bacias de rios sob domínio federal como a do rio Pardo (ver **Figura 6.14**) que têm muitos de seus afluentes com domínio estadual, por terem nascente e foz em território de um mesmo estado. Com isto, as ações estaduais nos afluentes terão repercussão no rio principal, de domínio federal. O mesmo pode ocorrer entre comitês de bacia e de sub-bacia de rios no mesmo domínio, seja federal ou estadual. Para promover a necessária articulação têm sido previstos os Comitês de Integração, a exemplo do que foi implantado na bacia do rio Paraíba do Sul, que, entre os seus representantes, terão os estados envolvidos na bacia e o governo federal. Ficarão para esses os intentos de harmonização das iniciativas relacionadas ao uso compartilhado das águas, aos investimentos necessários, e a aplicação coordenada dos instrumentos de gestão, em especial a outorga e a cobrança pelo uso de água.

A Resolução 5 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, de 10 de abril de 200, alterada pelas Resoluções 18 de 20 de dezembro de 2001 e 24 de 24 de maio de 2002, estabeleceram adicionalmente algumas diretrizes para a integração desses âmbitos. Inicialmente, no artigo 1º., foi determinado que *“os Comitês de Bacias Hidrográficas, integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, serão instituídos, organizados e terão seu funcionamento em conformidade com disposto nos art. 37 a 40, da Lei nº 9433, de 1997, observados os critérios gerais estabelecidos nesta Resolução”*. Estes artigos da lei da Política Nacional de Recursos Hídricos estabelecem a área de atuação, competências, composição e formas de escolha dos dirigentes dos Comitês. Desta forma, buscou-se uma certa uniformidade nos comitês formados no âmbito federal e dos estados ou Distrito Federal. A mesma resolução dispôs que os comitês de bacias cujo curso de água principal seja de domínio da União serão vinculados ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Os demais estarão, portanto, vinculados aos respectivos Conselhos Estaduais (artigo 1º., § 2º.).

A necessária compatibilização entre esses âmbitos gerenciais, ou entre comitês de bacia e de suas sub-bacias, foi prevista na Resolução 5 do CNRH por meio do disposto no artigo 6º.: *“Os planos de recursos hídricos e as decisões tomadas por Comitês de Bacias Hidrográficas de sub-bacias deverão ser compatibilizadas com os planos e decisões referentes à respectiva bacia hidrográfica”*. No parágrafo único deste artigo a resolução esclarece estas compatibilizações, indicando serem *“definições sobre o regime das águas e os parâmetros quantitativos e qualitativos estabelecidos para o exutório da sub-bacia”*.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	95

Deve ser enfatizado que este dispositivo se aplica à situação específica das relações entre o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Mineiros do Rio Pardo – bacia PA1 - e os interesses dos usuários da bacia situados no estado da Bahia.

Nas competências dos comitês de bacia e de sub-bacias, cabe destacar o que a Resolução 5 do CNRH dispõe em seu artigo 7º., no que refere às articulações entre bacias e sub-bacias. Os comitês das bacias mais abrangentes devem arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos relativos aos comitês de bacias de cursos de água tributários (inciso I) – esse poderia ser o caso de um futuro Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Pardo, que abranja os interesses de toda esta bacia.

Ao ser aprovado o Plano de Recursos Hídricos de uma bacia devem ser respeitadas as diretrizes (inciso II): ou do Comitê de Bacia de curso de água do qual é tributário, quando existente, ou do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, ou do Distrito Federal, ou do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, conforme o colegiado que o instituir. Cabe também ao comitê a compatibilização dos planos de bacias hidrográficas de cursos de água de tributários, com o Plano de Recursos Hídricos da bacia de sua jurisdição (inciso IV).

Este sistema de recursos hídricos, a rigor, ainda não está em operação na forma com que foi concebido. Isto, pois se trata com um processo lento de aperfeiçoamento, fortalecimento e amadurecimento institucional que leva tempo para ser concretizado. Entretanto, alguns Estados, como o de Minas Gerais, têm promovido avanços notáveis, especialmente no investimento, operação e manutenção da infra-estrutura hídrica. Por todo o país, um grande número de Comitês de Bacia está implantado e em operação, e em Minas Gerais existem comitês em funcionamento em praticamente todo o estado, descentralizando o processo e promovendo a participação da sociedade na Gestão de Recursos Hídricos. Estes marcos, embora ainda não permitiram o alcance das ambiciosas metas do Modelo Sistêmico de Gestão preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos, pelo menos tornaram irreversível o processo que levará gradualmente à sua implementação.

6.8.3 A Participação da Sociedade na Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos é baseada na ampla participação da sociedade. O seguinte fundamento é estabelecido em seu artigo 1º, inciso VI: “*a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das*

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 96
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

comunidades". A instância máxima do sistema, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, conformando-se com este fundamento, é formada por: "I - representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos; II - representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; III - representantes dos usuários dos recursos hídricos; IV - representantes das organizações civis de recursos hídricos" (artigo 34).

Estas organizações civis de recursos hídricos são definidas no artigo 47 como: "I - consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas; II - associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos; III - organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos; IV - organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade; V - outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos".

O Decreto 4.613 de 11 de março de 2003 realizou a regulamentação do Conselho Nacional detalhando as suas competências e estabelecendo sua composição. Ele é presidido pelo Ministro de Estado do Meio Ambiente e, no grupo I acima enunciado, contará com os seguintes representantes:

I - um representante de cada um dos seguintes Ministérios: da Fazenda; do Planejamento, Orçamento e Gestão; das Relações Exteriores; dos Transportes; da Educação; da Justiça; da Saúde; da Cultura; do Desenvolvimento Agrário; do Turismo; e das Cidades;

II - dois representantes de cada um dos seguintes Ministérios: da Integração Nacional; da Defesa; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; e da Ciência e Tecnologia;

III - três representantes de cada um dos seguintes Ministérios: do Meio Ambiente; e de Minas e Energia;

IV - um representante de cada uma das seguintes Secretarias Especiais: da Presidência da República; de Aquicultura e Pesca; e de Políticas para as Mulheres.

No grupo II foram previstos 10 representantes dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	97

Os usuários, grupo III, seriam representados por 12 integrantes, sendo dois indicados pelos irrigantes, dois pelas instituições encarregadas da prestação de serviço público de abastecimento de água e de esgotamento sanitário; dois pelas concessionárias e autorizadas de geração hidrelétrica; dois pelo setor hidroviário, sendo um indicado pelo setor portuário; três pela indústria, sendo um indicado pelo setor minerometalúrgico; e um pelos pescadores e usuários de recursos hídricos com finalidade de lazer e turismo.

Finalmente, o grupo IV das Organizações Civas de Recursos Hídricos, que intermedia a participação da sociedade, tem 6 representantes, sendo dois indicados pelos comitês, consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas, sendo um indicado pelos comitês de bacia hidrográfica e outro pelos consórcios e associações intermunicipais; dois, por organizações técnicas de ensino e pesquisa com interesse e atuação comprovada na área de recursos hídricos, com mais de cinco anos de existência legal, sendo um indicado pelas organizações técnicas e outro pelas entidades de ensino e de pesquisa; e dois, por organizações não-governamentais com objetivos, interesses e atuação comprovada na área de recursos hídricos, com mais de cinco anos de existência legal.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica, uma das formas adotadas para a descentralização da gestão em nível local, são compostos por representantes: *"I - da União; II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação; III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação; IV - dos usuários das águas de sua área de atuação; V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia"* (artigo 39, da lei 9433/97).

Deve ser ressalvado que o modelo de participação adotado, ao mesmo tempo em que abre espaço para a participação da sociedade, restringe, ou condiciona, as suas atribuições deliberativas de diferentes maneiras. A principal restrição, ou condição de contorno, deriva do dispositivo constitucional que determina serem as águas bens sob o domínio da União ou dos Estados e do Distrito Federal. Como corolário deste dispositivo, cabe a estes, de acordo com a dominialidade da água, emitir as outorgas de direito de uso, incluído aí a retirada ou uso local de água, e o lançamento de resíduos no meio hídrico.

A participação da sociedade não é limitada pela lei. Ao contrário, a lei limita a participação dita "chapa branca", ou seja, dos representantes dos poderes executivos. O número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá exceder à metade mais um do total dos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	98

membros do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (artigo 34, § único). A representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios é limitada a metade do total de membros dos Comitês de Bacia Hidrográfica (artigo 39, § 1º).

O Decreto nº 4613/03, que regulamentou o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, consoante estas determinações, tem em sua composição 29 representantes do Poder Executivo Federal, 10 dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, 12 dos usuários e 6 das organizações civis dos recursos hídricos. Embora a representação do Poder Executivo Federal esteja no limite legal, nada impede que no futuro possa ser reduzida, neste Conselho e nos Comitês, ampliando-se a presença da sociedade em geral e dos usuários de água.

Com relação aos Comitês de Bacia Hidrográfica a Resolução 5 do CNRH estabeleceu, em seu artigo 8º., que o número de votos dos representantes dos poderes executivos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios deve ser limitado a quarenta por cento do total de votos. A Resolução 24 do CNRH dispôs adicionalmente que o número de representantes de entidades civis em um Comitê deve ser proporcional à população residente no território de cada Estado e do Distrito Federal, cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação, quando aplicável, e que deve ser, pelo menos, vinte por cento do total de votos, garantida ainda a participação de pelo menos um representante por Estado e do Distrito Federal, sempre quando pertinente. A mesma resolução dispôs, ainda, que o número de representantes dos usuários dos recursos hídricos, deve ser limitado a quarenta por cento do total de votos.

Voltando-se ao CNRH, na previsão, realizada pelo Decreto 4.613/03, para a representação das Organizações Civis de Recursos Hídricos, consta a presença de um representante dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Seria um Comitê de Bacia Hidrográfica uma Organização Civil de Recursos Hídricos? Mais relevante é analisar a natureza de um Comitê de Bacia Hidrográfica. Para isto cabe uma reflexão mais extensa, apresentada na **Caixa 6.3**, fundamentada em conceitos firmados pelo jurista Cid Tomanik Pompeu.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 99
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Caixa 6.3 – A personalidade jurídica de um Comitê de Bacia Hidrográfica

As pessoas reconhecidas no direito são as pessoas físicas (seres humanos) e as pessoas jurídicas (instituições). Obviamente, um Comitê de Bacia Hidrográfica não é uma pessoa física. Seria ele uma pessoa jurídica?

As pessoas jurídicas podem ser públicas ou privadas. No campo do Direito Privado, existem dois tipos de pessoas jurídicas: as Fundações e as Corporações. As primeiras são patrimônios aos quais a lei permite que se dê personalidade jurídica. Estes patrimônios são personalizados e dirigidos a uma finalidade. Não são Sociedades nem Associações, que dizem respeito ao outro tipo de pessoa jurídica de direito privado: as Corporações. O patrimônio, ou seja, conjunto de bens, forma a Fundação e é o seu substrato estrutural. A Fundação tem como elemento básico o patrimônio, embora devam existir pessoas para fazer com que sejam alcançados e desenvolvidos os fins a que foi ele, patrimônio, foi destinado. Não cabe, portanto, inserir um Comitê nesse tipo de personalidade jurídica.

Por outro lado, as Corporações são formadas por um conjunto de pessoas físicas e têm nelas o seu substrato estrutural. Podem ser de dois tipos, já enunciados acima: Sociedades ou Associações. As Sociedades têm por finalidade a repartição de lucros e a realização de interesses, em geral, lucrativos, afastando-se totalmente da característica não-comercial de um Comitê de Bacia Hidrográfica. As Associações consistem na reunião de pessoas para a realização de objetivos comuns, sem intuito de lucro, o que certamente deve ser a natureza de uma Organização Civil de Recursos Hídricos. Suas naturezas e objetivos as aproximam dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Porém, por força de disposição constante no art. 5º, inciso XX, da Constituição Federal, ninguém pode ser compelido a associar-se ou a permanecer associado a uma Associação, havendo, portanto, a possibilidade de retiradas. Um Comitê de Bacia Hidrográfica prevê o envolvimento permanentemente de vários entes, com distribuição de voto previamente estabelecida, não podendo ter este tipo de flexibilidade. Ela poderia desvirtuar totalmente a representatividade desejada nas deliberações sobre o uso e proteção das águas de uma bacia. Isto afasta, salvo melhor juízo, a possibilidade de que um Comitê seja uma Associação e, por conseqüência, não é uma Organização Civil de Recursos Hídricos, em que pese a disposição do Decreto 4.613/03.

As pessoas públicas são encarregadas da administração do Estado, nas esferas política, legislativa e executiva. Existem pessoas jurídicas públicas constitucionais, ou seja, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios. Um Comitê não pertence a qualquer uma delas, obviamente, uma vez que a bacia que delimita sua área de atuação pode envolver

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	100

várias dessas jurisdições e nem se está criando mais uma.

Existem também as pessoas jurídicas públicas administrativas territoriais, uma vez que no Brasil já existiram territórios, que eram verdadeiras Autarquias Territoriais, e as pessoas jurídicas administrativas não-territoriais, que são as Fundações Públicas (Autarquias Fundacionais) e as Corporações Públicas (Autarquias Corporativas). Nenhuma destas opções se adequa às funções de um Comitê. Existem ainda as pessoas jurídicas públicas não administrativas, como os Partidos Políticos, que também fogem à natureza do Comitê.

Por exclusão, conclui-se que os Comitês de Bacia Hidrográfica não tem personalidade jurídica. Eles foram instituídos juridicamente para exercerem funções de estado, como se pode depreender das suas competências. Mas não são Órgãos Públicos, pois esses têm suas atuações imputadas à pessoa jurídica a que pertencem e, por isto, são desprovidos de vontade própria, algo que colide frontalmente com a natureza de um Comitê, que deve gerar uma vontade coletiva mediante suas negociações e deliberações.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica foram criados para executar funções de estado, que constam nas competências que lhe foram atribuídas pelas leis das Políticas Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos, e em seus regulamentos. Eles não são Organizações Não-Governamentais, ou Organizações Civas de Recursos Hídricos, pois não possuem a natureza de associações. E, tão pouco, são Organizações Governamentais, ou órgãos públicos, pois têm vontade própria.

Trata-se de um novo tipo de entidade, criada no âmbito do processo de descentralização das políticas públicas, que prevê a participação da sociedade, por meio de colegiados deliberativos.

Fonte: Pompeu (2002)

6.8.4 A Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais e seu Respetivo Sistema

A Constituição Federal, no inciso IV do artigo 22 estabelece como competência privativa da União legislar sobre águas. No artigo 23, inciso VI, dispõe ser da competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas. O artigo 24, inciso VI, finalmente, estabelece como competência concorrente da União, dos Estados e do Distrito Federal legislar sobre florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição. No que se refere às águas, e aos instrumentos para a sua gestão, estes dispositivos constitucionais podem ser considerados contraditórios. Aos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	101

estados e municípios é vedado legislar sobre águas, a não ser quando faça parte da proteção ao meio ambiente e combate à poluição, situação em que a competência é comum. Quando a gestão das águas se refere à proteção do meio ambiente e controle da poluição, a competência é concorrente.

Deve ser destacado que a competência comum, tratada no artigo 23, se refere à esfera administrativa para prestação de serviços (zelar, proteger e preservar) e que pode ser realizada em todos os níveis de poder. A competência concorrente, estabelecida no artigo 24, não se dá em igualdade de condições. Ao contrário, obedece à uma hierarquia vertical, na qual a União edita normas de caráter geral e os estados complementam ou suprem a legislação, adaptando-a às suas peculiaridades, o mesmo ocorrendo com os municípios em relação aos estados.

Em resumo, constitui competência concorrente da União, Estados e Distrito Federal (excluindo os Municípios) legislar sobre conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição. À União cabe fixar normas gerais e aos Estados e Distrito Federal legislar nos *vazios*, atendendo às suas peculiaridades. Aos municípios cabe suplementar a legislação federal ou estadual no que couber, ou seja, quando se tratar de interesse local.

Isto fica claro no artigo 25, que estabelece que os Estados se organizam e se regem pelas Constituições e leis que adotarem, respeitados os seus princípios. *“Essa competência é válida para qualquer campo administrativo, pois a Constituição não excluiu nenhum. Por tal razão, mesmo integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, os estados podem criar seus modelos, desde que compatíveis com o da União, para não caminharem na contramão. Mas os modelos não precisam ser totalmente iguais”* (Pompeu, 2002).

Até que ponto os modelos e práticas gerenciais estaduais podem se diferenciar dos preceitos estabelecidos pela União é questão de bom senso. Quanto maior a necessidade de fuga aos padrões estabelecidos pela União, válidos para rios de domínio federal, para atender a peculiaridades específicas do estado, maior o risco de ocorrerem dificuldades de articulação entre sistemas estaduais e desses ao nacional. Como muitas bacias contêm rios de domínio estadual e federal, como na do rio Pardo, esta possibilidade de articulação entre sistemas é fundamental. Portanto, parte-se da premissa que os Sistemas Estaduais devem espelhar o que dispõe o Sistema Nacional, do qual participam, sempre que possível. Quando, porém, especificidades regionais exigirem alterações na norma construída no âmbito da federação,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	102

deverá ser pesado até que ponto as demandas dessas especificidades preponderam sobre a necessidade de articulação sistêmica. Não há necessidade de que existam similaridades, mas que sejam possíveis as articulações. Por outro lado não é conveniente existirem discrepâncias, a não ser quando forem necessárias para o atendimento de demandas ou peculiaridades locais.

A estrutura organizacional na área de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais tem como peça central o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH/MG. O SEGRH/MG foi instituído pela Lei nº. 13.199, de 29 de janeiro de 1999, sendo composto pelas seguintes instituições:

- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD – órgão central coordenador;
- Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG - órgão deliberativo e normativo central;
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM – órgão gestor;
- Os comitês de bacia hidrográfica – órgãos deliberativos e normativos em sua área territorial de atuação;
- Agências de Bacias Hidrográficas e as entidades a elas equipadas - unidades executivas descentralizadas;
- Órgãos e entidades dos poderes estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos.

A **Figura 6.15** ilustra este tipo de organização.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 103
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------



Figura 6.15 – Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais SEMAD

Cabe à SEMAD a formulação e coordenação da política estadual de proteção e conservação do meio ambiente e de gerenciamento dos recursos hídricos, além de articular as políticas de gestão dos recursos ambientais, visando o desenvolvimento sustentável no Estado de Minas Gerais.

CERH/MG

O CERH/MG foi criado para atender a necessidade da integração dos órgãos públicos, do setor produtivo da sociedade civil organizada, visando assegurar o controle da água e sua utilização em quantidade e qualidade, necessários aos seus múltiplos usos. Suas principais competências podem ser agrupadas em 3 classes a seguir consideradas:

Gestão estratégica de recursos hídricos: estabelecimento dos princípios e as diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos e a aprovação proposta do Plano Estadual de Recursos Hídricos, deliberação sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos que extrapolem o âmbito de um comitê de Bacia Hidrográfica;

Instituição e operacionalização da descentralização da gestão por meio dos Comitês de Bacia Hidrográfica: aprovar a instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica, decidir sobre conflitos entre Comitês de Bacia Hidrográfica e servir como instância de recurso para os mesmos, reconhecer os consórcios ou as associações intermunicipais de bacia hidrográfica ou as associações regionais, locais ou multissetoriais de usuários de recursos hídricos;

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 104
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Orientar a aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos: deliberar sobre o enquadramento dos corpos de água em classes, em consonância com as diretrizes do COPAM – e de acordo com a classificação; estabelecer os critérios e as normas gerais para a outorga dos direitos de uso e para a cobrança pelo direito de uso.

Para garantir maior agilidade no exame das questões pautadas, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/MG implantou Câmaras Técnicas, estruturas de assessoramento previstas em seu próprio Regimento Interno. Essas Câmaras Técnicas são formadas por Conselheiros, por seus suplentes ou por outras pessoas capacitadas que venham a ser indicadas pelas entidades que integram o CERH/MG. As seguintes Câmaras Técnicas estão implementadas:

- Câmara Técnica Institucional e Legal - CTIL;
- Câmara Técnica de Instrumentos de Gestão – CTIG;
- Câmara Técnica de Planejamento – CTPLAN.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM

O IGAM foi criado com o objetivo de executar a política estadual de recursos hídricos e de meio ambiente, formuladas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH e pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. Para tanto tem atribuições de outorgar o direito de uso de águas de domínio de Minas Gerais, entre outras atribuições.

Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH's

Os Comitês de Bacia Hidrográfica, organismos deliberativos e normativos na sua área territorial de atuação, têm como objetivo exercer a gestão descentralizada e participativa a que se refere à Lei nº. 13.199/99 e têm um papel político importante para a definição das ações a serem implementadas em Bacias.

A composição destes organismos é quadripartite, com a participação dos quatro segmentos: poderes públicos Estadual e Municipal, de forma paritária; usuários e Sociedade Civil, de forma paritária com o poder público.

As principais atribuições de um CBH são analisadas em item específico, apresentado na sequência.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 105
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Agências de Bacia Hidrográfica ou entidades a elas equiparadas

A Agência é o braço técnico e executivo do Comitê, encarregada por lei de receber o pagamento pelo uso da água e aplicar tais recursos de acordo com as decisões do órgão colegiado. Elas devem, entre outras competências, (i) manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação; (ii) manter atualizado o cadastro de usos e de usuários de recursos hídricos; (iii) efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos; (iv) analisar projetos e obras considerados relevantes para a sua área de atuação, emitir pareceres sobre eles e encaminhá-los às instituições responsáveis por seu financiamento, implantação e implementação; (v) gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação; (vi) elaborar ou atualizar o Plano Diretor de Recursos Hídricos e submetê-lo à apreciação dos comitês de bacias hidrográficas que atuem na mesma área; (viii) elaborar pareceres sobre a compatibilidade de obras, serviços, ações ou atividades específicas relacionadas com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

COPAM

Embora não faça parte do SERGH, o Conselho de Política Ambiental - COPAM é um órgão normativo, colegiado, consultivo e deliberativo, subordinado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD. Exerce papel de órgão colegiado do sistema ambiental estadual responsável pela deliberação e normatização das políticas públicas formalizadas pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente – SISEMA (SEMAD, FEAM, IGAM e IEF) na área ambiental. Por isto, existe sua ingerência na política estadual de recursos hídricos, nos aspectos ambientais.

6.8.5 A natureza dos instrumentos de gestão de recursos hídricos em um Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica

De acordo com a Lei nº. 13.199/99 da Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais 9 são os instrumentos de gestão de recursos hídricos disponibilizados para o gerenciamento de recursos hídricos. Detalhando:

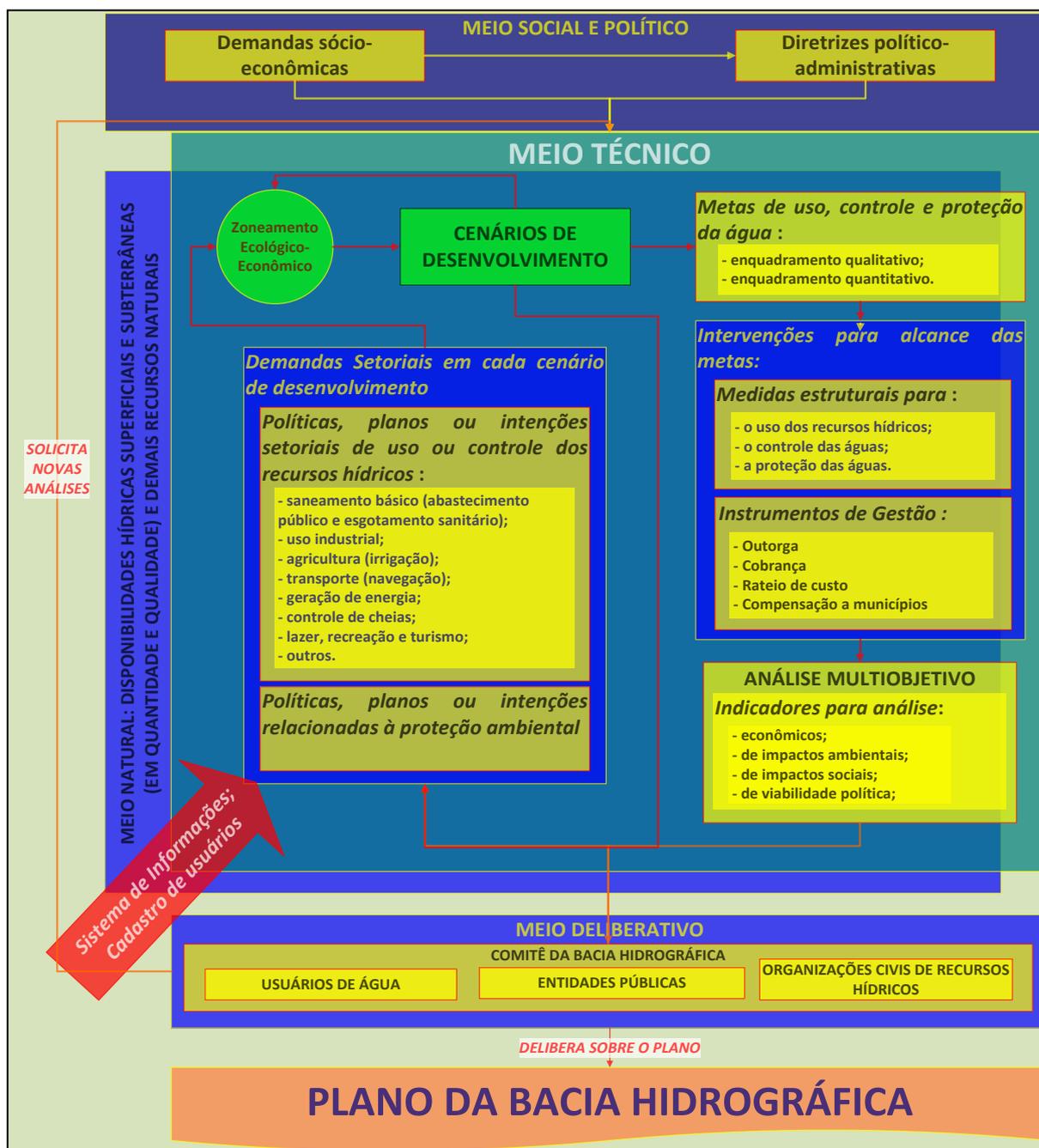
- O Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- Os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas;
- O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	106

- A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- A compensação a municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos;
- O rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo;
- As penalidades.

O estágio atual de implantação desses instrumentos será analisado *vis-à-vis* as demandas da bacia PA1. Para melhor entendimento desta dinâmica, apresenta-se na **Figura 6.16** o processo de planejamento de recursos hídricos proposto.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 107
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------



**Figura 6.16 – Processo de planejamento de recursos hídricos de bacia hidrográfica
*Plano Estadual de Recursos Hídricos***

Este plano foi elaborado em 2 fases. A Fase 1 apresentou um grande diagnóstico. A Fase 2 analisou os aspectos estratégicos, os instrumentos de gestão de recursos hídricos e propôs cenários de desenvolvimento de recursos hídricos sob a perspectiva do estado de Minas Gerais. Com base nesse referencial foram propostos planos de ação dentro da perspectiva estadual e proposto aperfeiçoamentos institucionais - legais e organizacionais - e para os instrumentos de

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 108
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

gestão. Ele servirá de importante orientação na Fase C deste PDRH/PA1, na parte que se refere à proposta de instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos e questões institucionais.

Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas

Este Plano Diretor de Recursos Hídricos é o que está sendo elaborado para a bacia hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Pardo - o PDRH/PA1. Portanto, este instrumento ampara e orienta as atividades em execução, de acordo com o que é proposta na **Figura 6.16**.

Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos

A informação sobre recursos hídricos é fundamental para elaboração de qualquer plano e para aplicação de qualquer instrumento. Um dos aspectos informacionais que serão analisados e propostos neste PDRH/PA1 será o aprimoramento da rede hidrometeorológica da bacia, em quantidade e qualidade, abrangendo os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. A rede hidrometeorológica para esta bacia deverá fazer parte da rede estadual e gerará as informações pertinentes para as atividades de gerenciamento de recursos hídricos na bacia.

Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes

O enquadramento de corpos de água em classes, de acordo com seus usos preponderantes, é uma meta de qualidade a ser alcançada e mantida nos corpos de água da bacia. Deve fazer parte do PDRH/PA1, como meta qualitativa, tendo por base os cenários de desenvolvimento que serão esboçados. O enquadramento deve ocorrer em conformidade com o Plano Estadual de Recursos Hídricos, e com base em estudos específicos, propostos e aprovados pelas respectivas instituições competentes do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos.

A norma federal que rege o processo de enquadramento é a Resolução CNRH nº 91 de 2008. De acordo com ela, o enquadramento dos corpos de água visa a estabelecer objetivos de qualidade para os corpos de água, a fim de assegurar os usos preponderantes estabelecidos, a serem alcançados através de metas progressivas intermediárias e final de qualidade de água. Conforme versa a Resolução mencionada, a elaboração do enquadramento dos corpos de água deve ser feita de forma participativa e descentralizada, estando, portanto, de acordo com as expectativas e necessidades dos usuários. Para que tal processo seja bem sucedido, deverão ser realizadas consultas públicas, seminários técnicos e oficinas com os diversos setores

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	109

usuários identificados na bacia, configurando desta maneira, o envolvimento e a participação de toda a comunidade.

Juntamente com o enquadramento, deverá ser realizado Programa de Efetivação, que deve conter a definição de objetivos e metas, propostas de ação de gestão, prazos de execução e planos de investimento. Uma vez proposto o enquadramento, a implantação do mesmo deve ser efetuada no âmbito da bacia hidrográfica, sendo o respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH/PA1), responsável pela sua aprovação. Para que tenha valor legal, após elaboração de Deliberação Normativa pelo respectivo CBH, a proposta deve ser aprovada pelo CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Esse instrumento está relacionado às metas de qualidade de água pretendidas para um corpo hídrico (o rio que queremos) e, não necessariamente, às condições atuais do mesmo (o rio que temos). Para atingir a qualidade futura, ou seja, o rio que queremos, devem ser propostas medidas de mitigação dos impactos instalados, a fim de se obter uma qualidade de água compatível com os usos estabelecidos e pretendidos em uma região. A identificação das condições atuais da qualidade da água e dos usos preponderantes da bacia auxilia na definição das metas, ou seja, no caminho que se deve trilhar até se atingir a qualidade de água desejável.

O enquadramento deve definir a classe condizente com o uso atual ou pretendido dos corpos de água. Destacando que usos preponderantes é o conjunto de usos, atuais e futuros, da água de um determinado trecho hídrico, com relevâncias econômicas, sociais e ambientais.

Segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM e CERH n.º 01/2008, as águas doces estaduais são classificadas, de acordo com a qualidade requerida para os seus usos preponderantes e as condições ambientais dos corpos de água, em cinco classes de qualidade. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água e as condições ambientais dos corpos de água, atendidos outros requisitos pertinentes. As classes, e seus respectivos usos preponderantes, são:

- 1) Classe especial: águas destinadas:
 - a) Ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção;
 - b) À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 110
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

- c) À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- 2) Classe 1: águas que podem ser destinadas:
- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
 - b) À proteção das comunidades aquáticas;
 - c) À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 29 de novembro 2000;
 - d) À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
 - e) À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- 3) Classe 2: águas que podem ser destinadas:
- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
 - b) À proteção das comunidades aquáticas;
 - c) À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro 2000.
 - d) À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
 - e) À aquicultura e à atividade de pesca.
- 4) Classe 3: águas que podem ser destinadas:
- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
 - b) À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
 - c) À pesca amadora;
 - d) À recreação de contato secundário; e
 - e) À dessedentação de animais.
- 5) Classe 4: águas que podem ser destinadas:
- a) À navegação;
 - b) À harmonia paisagística; e
 - c) Aos usos menos exigentes.

O enquadramento permite a compatibilização dos usos múltiplos dos recursos hídricos superficiais de acordo com a qualidade ambiental pretendida para os mesmos, com o desenvolvimento econômico, auxiliando no planejamento ambiental de bacias hidrográficas e no uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, fornece subsídios a outros instrumentos da

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	111

gestão de recursos hídricos, tais como a outorga e a cobrança pelo uso da água, de modo que, quando implementados, tornam-se complementares, propiciando às entidades gestoras de recursos hídricos, mecanismos para assegurar a disponibilidade quantitativa e qualitativa das águas.

A inclusão do enquadramento na elaboração dos planos de bacia foi recomendada pela Agência Nacional de Águas (ANA), em reunião da Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos, realizada em março de 2005. Para subsidiar este processo, no âmbito do PDRH/PA1, serão a seguir apresentadas as diretrizes preconizadas:

A Resolução CNRH nº 91/2008 dispõe sobre os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Segundo esta resolução, os procedimentos devem compreender as etapas de diagnóstico e prognóstico; propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento; e programa para efetivação.

O diagnóstico e prognóstico do uso e ocupação do solo servem de base para a proposta de enquadramento. A etapa de diagnóstico baseia-se no levantamento de informações referentes à caracterização sócio-ambiental da bacia, enquanto o de prognóstico busca estimar a disponibilidade e demanda futura dos recursos hídricos. O prognóstico é realizado a partir da análise de dados da evolução da distribuição das populações, atividades econômicas, uso e ocupação do solo, disponibilidade e demanda de água.

A etapa de aprovação da proposta de enquadramento e seus respectivos atos jurídicos será realizada através de audiências públicas, convocadas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH/PA1). Nestas audiências, será discutida cada alternativa de enquadramento, assim como seus benefícios socioeconômicos e ambientais, além do plano de medidas, intervenções, implementação, custos e prazos decorrentes. A fase de avaliação da condição e efetivação do enquadramento de corpos de água busca adotar providências visando à implantação e acompanhamento das metas estabelecidas.

De acordo com as recomendações feitas na Resolução CNRH nº 91/2008, relativa aos procedimentos técnicos do enquadramento, devem ser contemplados os seguintes itens, além de uma caracterização geral da bacia: arcabouço legal e institucional pertinente; políticas, planos e programas locais e regionais existentes; diagnóstico dos usos preponderantes atuais; identificação de unidades de conservação; diagnóstico da condição atual da qualidade hídrica e

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 112
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

identificação das fontes de poluição; entre outros. Portanto, os subsídios são exatamente aqueles necessários para elaboração do PDRH/PA1, o que determina a elaboração do enquadramento como parte do plano.

Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos

Trata-se de um instrumento de gestão, a ser aplicado para conciliar as demandas hídricas com as disponibilidades desse recurso, por meio de atribuição de cotas de uso aos usuários de água. As condições com que devem ser outorgados os usos de água no estado de Minas Gerais foram consolidadas por IGAM (2010). O texto que segue será uma reprodução de partes integrantes deste manual.

A outorga deve ser solicitada antes da implantação de qualquer intervenção que venha a alterar o regime, a quantidade ou a qualidade de um corpo de água. Quando já estiver ocorrendo o uso, o processo para regularização da intervenção é o mesmo, sem o qual, o usuário estará sujeito às sanções previstas em lei pelo fato de estar utilizando água sem a respectiva outorga.

A outorga para uso de recursos hídricos deve ser solicitada ao IGAM, quando se tratar de corpos de água de domínio do Estado, e à Agência Nacional de Águas - ANA, quando se tratar de corpos de água de domínio da União.

Usos de recursos hídricos que estão sujeitos à outorga

São passíveis de outorga todos os usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água em um corpo de água, excetuando-se os usos considerados insignificantes que são, entretanto, passíveis de cadastramento junto à autoridade outorgante.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos não é definitiva, sendo concedida por um prazo limitado, sendo que a lei já estipulou a sua validade máxima em 35 (trinta e cinco) anos, ainda que possa haver renovação, como também a sua suspensão ou seu cancelamento, conforme regulamento.

As outorgas são *controladas* pelo poder público e são dependentes das condições de utilização (quantidade e local de captação ou intervenção), o que possibilita o controle e o gerenciamento dos respectivos modos de uso das águas superficiais e subterrâneas e das finalidades a que se destinam.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 113
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

A despeito da descentralização do recebimento dos requerimentos e da análise dos processos de outorga de direito de uso de recursos hídricos nas Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SUPRAMs observa-se, entretanto, a utilização dos mesmos critérios e procedimentos na tramitação e na análise jurídica e técnica dos processos de outorga.

Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os seguintes usos de recursos hídricos, de acordo com o Art. 18 da Lei no 13.199/99:

- a. “As acumulações, as derivações ou a captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, até para abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- b. A extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- c. O lançamento, em corpo de água, de esgotos e demais efluentes líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- d. O aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- e. Outros usos e ações que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água”.

Usos que alteram a quantidade da água em corpo hídrico

Os usos de recursos hídricos que alteram a quantidade de água existente em um corpo hídrico são as captações, derivações e desvios. Estes usos poderão ser realizados dependendo da disponibilidade hídrica existente e considerados os usos já outorgados à montante e a jusante de determinada seção do curso de água.

Após a realização do balanço hídrico na seção considerada e verificada a possibilidade de extração de água, tendo-se por base a vazão de referência adotada pelo IGAM, a $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência), deverão ser verificadas as finalidades a que se destinam as águas captadas, derivadas ou desviadas quanto à racionalidade, avaliada de acordo com procedimentos e critérios definidos, para cada finalidade de uso. Usos que alteram a qualidade de água em corpo hídrico.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 114
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Dentre os usos que alteram a qualidade de água em determinado corpo hídrico, além dos lançamentos de efluentes líquidos e gasosos, tratados ou não, de origem doméstica ou industrial, citam-se o desenvolvimento de atividades como a aquicultura (tanques-rede) e demais atividades e/ou intervenções que modifiquem um estado antecedente em relação a parâmetros monitorados.

Tais usos deverão ser analisados nos processos de outorga de direito de uso de recursos hídricos, e observadas as classes de enquadramento, quanto aos usos a que se destinam os diversos trechos do curso de água.

Usos que alteram o regime das águas em corpo hídrico

Dentre os usos que alteram o regime das águas além das acumulações em reservatórios formados a partir da construção de barramentos, citam-se as travessias rodoferroviárias (pontes e bueiros), estruturas de transposição de nível (eclusas), dragagens e demais intervenções que alterem as seções dos leitos e velocidades das águas produzindo alterações no seu escoamento natural e sazonal.

Ressalta-se a necessidade de estudos técnicos para cada tipo de intervenção, que serão levados em conta na tomada de decisão pelo deferimento ou indeferimento de determinado requerimento de outorga.

Para a operacionalização da análise dos requerimentos e emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos, no Estado de Minas Gerais, o IGAM publicou a Portaria IGAM nº49, de 01 de julho de 2010 - que estabelece os procedimentos para a regularização do uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais.

Ela classifica no Art.2º as outorgas de direito de uso de recursos hídricos conforme as categorias resumidas no **Quadro 6.24**.

Usos de recursos hídricos que independem de outorga

A Lei nº 13.199/99 estabelece, em seu Art. 18, que independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento, o uso de recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural, bem como as acumulações, as derivações, as captações e os lançamentos considerados insignificantes.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	115

Ao isentar de outorga as retiradas ou lançamento de pequenas vazões e as pequenas acumulações de água consideradas insignificantes, o legislador busca não dificultar, através de procedimentos administrativos, o atendimento a pequenas demandas de água que não alterem as características dos corpos de água. A não obrigatoriedade da expedição da outorga não desobriga o Poder Público de inspecionar e fiscalizar tais usos, sendo os mesmos passíveis de cadastramento.

A Deliberação Normativa CERH-MG nº 09, de 16 de junho de 2004, define os usos considerados como insignificantes para os corpos de água de domínio do Estado de Minas Gerais, que são dispensados de outorga, mas não de cadastro pelo IGAM. Tendo em vista a significativa variação da oferta hídrica entre as diferentes regiões do Estado, principalmente quando consideradas as águas superficiais e a sua menor disponibilidade nas regiões norte, noroeste e nordeste, os usos insignificantes para águas superficiais apresentam valores distintos conforme a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – bacia em que elas ocorrem.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 116
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

Quadro 6.24 – Tipos de outorgas

Categoria I	Categoria II	Categoria III
Modalidades	<ul style="list-style-type: none"> • concessão, quando as obras, os serviços ou as atividades forem desenvolvidas por pessoa jurídica de direito público ou quando destinarem a finalidade de utilidade pública. • autorização, quando as obras, os serviços ou as atividades forem desenvolvidas por pessoa física ou pessoa jurídica de direito privado e quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública. 	
Modos de uso	captação ou derivação em corpo de água; exploração de água subterrânea; construção de barramento ou açude; construção de dique ou desvio em corpo de água; rebaixamento de nível de água; construção de estrutura de transposição de nível; construção de travessia rodo-ferroviária; dragagem, desassoreamento e limpeza de corpo de água; lançamento de efluente em corpo de água; retificação, canalização ou obras de drenagem; transposição de bacias; aproveitamento de potencial hidroelétrico; sistema de remediação para águas subterrâneas contaminadas; dragagem de cava aluvionar; dragagem em corpo de água para fins de exploração mineral; outras intervenções que alterem regime, quantidade ou qualidade dos corpos de água.	

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 117
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Categoria I	Categoria II	Categoria III
Finalidades	geração de energia;	
	b) saneamento:	1- captação para consumo humano, industrial, agroindustrial ou agropastoril; 2- interceptação, depuração e lançamento de esgotos domésticos; 3- drenagem fluvial; 4- veiculação e depuração de efluentes industriais; 5- veiculação e depuração de rejeitos agroindustriais; 6- veiculação e depuração de rejeitos agropastoris e de rejeitos provenientes da aquicultura; 7- outras;
	c) agropecuária e silvicultura:	1- irrigação de culturas e pastagens; 2- dessedentação de animais; 3- produção de pescado e biótipos aquáticos; 4- drenagem e recuperação de áreas agricultáveis; 5- outras;
	d) transporte:	1- garantia de tirantes mínimos para navegação hidroviária; 2- extensão e interconexão hidroviária; 3- transposição de níveis; 4- melhoria de calhas navegáveis; 5- travessia rodoferroviárias; 6- outras;
	e) proteção de bens e populações:	1- controle de cheias e atenuação de inundações; 2- controle de sedimentos; 3- controle de rejeitos de minerações; 4- controle de salinização; 5- outras;

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 118
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Categoria I	Categoria II	Categoria III
	f) controle ambiental e qualidade de vida:	1- recreação e paisagismo; 2- controle de pragas e insetos; 3- preservação da vida selvagem e da biota natural; 4- recuperação, proteção e controle de aquíferos; 5- compensação de impactos ambientais negativos; 6- outras;
	g) racionalização e manejo de recursos hídricos:	1- transposição de bacias; 2- recarga de aquíferos; 3- perenização de cursos de água; 4- drenagem e rebaixamento do nível de água em obras civis e minerações; 5- outros;
	h) utilização militar ou de segurança:	1- proteção de objetivos estratégicos; 2- instalações militares ou de segurança; 3- instalações para uso em trânsito;
	i) destinações especiais:	1- controle alfandegário; 2- disposição final de substâncias especiais; 3- experimento científico ou tecnológico; 4- outras.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 119
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

De acordo com a Deliberação Normativa CERH-MG nº 09/2004, para a bacia PA1 são considerados como usos insignificantes a vazão até 0,5 litro/segundo para as captações e derivações de águas superficiais (Art. 1º) e as acumulações de águas superficiais com volume máximo de até 3.000 m³ (Art. 2º). As captações subterrâneas, tais como, poços manuais, surgências e cisternas, com volume menor ou igual a 10 m³/dia, serão consideradas como usos insignificantes para todas as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (bacia) ou Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.

A Deliberação Normativa CERH-MG nº 34/2010 estabeleceu critérios adicionais para usos insignificantes da água e, portanto, que independem de outorga. No Art. 1º fixou-se que as captações de águas subterrâneas em poços tubulares, em área rural, menores ou iguais a 14.000 litros/dia, por propriedade, serão consideradas como usos insignificantes nos municípios localizados nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPRH PA1, entre outras, nos termos do estabelecido na Deliberação Normativa CERH MG nº 6, de 04 de outubro de 2002.

O art. 36 do Decreto nº 41.578/2001 estabelece que “a dispensa de outorga de uso para as acumulações, derivações ou captações e os lançamentos considerados insignificantes e para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, respeitará os critérios e demais parâmetros normativos fixados pelos comitês de bacia hidrográfica, compatibilizados com as definições de vazão remanescente e vazão de referência definidas nos respectivos Planos Diretores”.

O parágrafo único deste artigo estabelece: “os usos e lançamentos a que se refere este artigo deverão ser informados ao IGAM para fins de cadastro e atualização do Sistema Estadual de Recursos Hídricos.”

Os comitês de bacia hidrográfica deverão em suas respectivas regiões de abrangência, fixar expressões próprias para os usos insignificantes dos recursos hídricos. Tais valores, devidamente fundamentados e referenciados nos Planos Diretores, deverão ser informados ao IGAM para compatibilização com as vazões de referência, usualmente utilizadas para a concessão de outorgas, após a deliberação e aprovação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	120

Cadastro Obrigatório e Certidão de Registro de Uso Insignificante

O Art. 26 da Portaria IGAM nº 49/2010 estabelece que será obrigatório o cadastramento, para os casos de usos de recursos hídricos considerados insignificantes, de acordo com critérios aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, desde que não haja conflito pelo uso da água, e deverá ser fornecido pelo IGAM ou pela SUPRAM a Certidão de Registro de Uso Insignificante da Água. Para dar início ao cadastro de uso insignificante de recursos hídricos, a que se referem a DN CERH-MG nº 09/2004 e a DN CERH-MG nº 34/2010, de acordo com o estabelecido no Art. 27 da Portaria IGAM nº 49/2010, o usuário deverá preencher o FCE e protocolá-lo em qualquer SUPRAM.

O Art. 29 da Portaria IGAM nº 49/2010, estabelece os seguintes prazos máximos para a Certidão de Registro de Uso Insignificante da Água:

- I. Até 03 (três) anos, quando não estiver vinculada a empreendimento licenciado ou detentor de Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF e a empreendimento em processo de licenciamento ambiental ou AAF, ou quando estiver vinculada a empreendimentos dispensados de Licenciamento ou de AAF;
- II. O mesmo prazo da Licença Ambiental ou da AAF, quando estiver vinculada a empreendimento licenciado ou detentor de AAF ou a empreendimento em processo de licenciamento ambiental ou de AAF.

De acordo com o Art. 30 da Portaria IGAM nº 49/2010 aplicam-se aos pedidos de renovação e de retificação do Cadastro de Uso Insignificante os dispositivos contidos nos Capítulos II e III da referida Portaria, no que couber.

Cobrança pelo uso de recursos hídricos

O processo constituinte, que culminou com a promulgação da nova Carta Magna da Nação em 1988, coroou um movimento que ansiava pela renovação do arcabouço legal brasileiro. Assim como os demais setores da sociedade, a área de recursos hídricos também foi envolvida por essa renovação. A própria Constituição, no seu artigo nº 21, inciso XIX, define como competência da União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Coerentemente, com essa atribuição, foi promulgada, em 1997, a Lei Federal 9.433, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Nacional de

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	121

Gerenciamento de Recursos Hídricos. Como consequência dessa movimentação, a Lei 13.199/99 definiu a política de recursos hídricos no âmbito do estado de Minas Gerais.

Este novo sistema consagra alguns princípios, dentre eles, o reconhecimento de que a água é um recurso limitado, dotado de valor econômico e, como consequência, prevê a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Do ponto de vista conceitual, a intervenção do poder público, por meio da imposição da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, se justifica porque o mecanismo de mercado, em presença de custos de transação, não é capaz de contabilizar os custos sociais que as decisões individuais de cada usuário impõem aos demais. Daí a necessidade da aplicação da cobrança pelo uso da água, como forma de racionalizar a utilização desses recursos, como condição suplementar de satisfazer aos usuários competidores, e garantindo assim uma maior eficiência produtiva, elemento essencial para o desenvolvimento econômico integrado das regiões das bacias hidrográficas.

Cabe também a esse instrumento a geração de recursos financeiros para amortizar investimentos realizados ou previstos e assumir os custos de operação e manutenção da infraestrutura hídrica implantada ou a ser implantada na bacia – *princípio usuário-pagador*. Por meio dele, é possível igualmente contribuir-se para maior equidade social, tanto pela oneração de segmentos sociais mais beneficiados por investimentos públicos – *princípio beneficiário-pagador* -, quanto pelo amparo a classes sociais menos favorecidas e sem capacidade de pagamento por meio da atribuição de subsídios na oferta de serviços hídricos. Finalmente, a sustentabilidade ambiental pode ser promovida pela internalização das externalidades ambientais (por exemplo, poluição hídrica) nos agentes que a geram – *princípio poluidor-pagador*.

Sintonizada com essas assertivas, a Lei 13.199 de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, indica caber à cobrança pelo uso da água visa a (Art. 24, § único):

- a. Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
- b. Incentivar a racionalização do uso da água;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	122

- c. Obter recursos financeiros para o financiamento de programas e intervenções incluídos nos planos de recursos hídricos;
- d. Incentivar o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio, na forma desta lei, dos custos das obras executadas para esse fim;
- e. Proteger as águas contra ações que possam comprometer os seus usos anual e futuro;
- f. Promover a defesa contra eventos críticos, que ofereçam riscos à saúde e segurança públicas e causem prejuízos econômicos ou sociais;
- g. Incentivar a melhoria do gerenciamento dos recursos hídricos nas respectivas bacias hidrográficas;
- h. Promover a gestão descentralizada e integrada em relação aos demais recursos naturais;
- i. Disciplinar a localização dos usuários, buscando a conservação dos recursos hídricos, de acordo com sua classe preponderante de uso;
- j. Promover o desenvolvimento do transporte hidroviário e seu aproveitamento econômico”.

Por conta dos predicados enunciados a cobrança pelo uso da água é, dentre os instrumentos da política de recursos hídricos, o mais flexível e abrangente e, por isto, complexo e, certamente, o que mais suscita dúvidas e, mesmo, controvérsias. A sua aplicação demandará a realização prévia de um conjunto de atividades, previstas nos TdR. Na sequência serão abordados os principais aspectos da cobrança pelo uso da água na Política de Recursos Hídricos de Minas Gerais, inclusive identificando um conjunto de medidas necessárias para apoiar a aplicação deste instrumento na bacia dos Afluentes Mineiros do Rio Pardo.

Segundo o disposto na Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais “*serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga...*” (Art. 23). Os usos sujeitos à outorga são (Art. 18):

- a. “As acumulações, as derivações ou a captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, até para abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- b. A extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 123
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

- c. O lançamento , em corpo de água, de esgotos e demais efluentes líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- d. O aproveitamento de potenciais hidrelétricos;
- e. Outros usos e ações que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água”.

Simplificando essa orientação, o Art. 24 estipula que “sujeita-se à cobrança pelo uso da água, segundo as peculiaridades de cada bacia hidrográfica, aquele que utilizar, consumir ou poluir recursos hídricos”.

Os valores arrecadados deverão ser aplicados, de acordo com o Art. 28, na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

- a. “No financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica;
- b. No pagamento de despesas de monitoramento dos corpos de água e custeio dos órgão e entidades integrantes do SEGRH-MG, na sua fase de implantação”.

Os parágrafos 1º e 2º desse artigo determinam que a parcela que será aplicada no inciso I acima deve corresponder a, pelo menos, dois terços da arrecadação total gerada na bacia hidrográfica e que a parcela destinada à aplicação no inciso II será limitada a sete e meio por cento do total arrecadado.

Finalmente o § 3º permite a aplicação “a fundo perdido em projetos e obras que alterem a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água, considerados benéficos para a coletividade”.

A forma de cobrança estipulada pela Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais é uma das mais detalhadas no cenário nacional. No Art. 25 é estabelecido que no cálculo e na fixação dos valores a serem cobrados, os seguintes aspectos devem ser observados, entre outros, “*de forma isolada, simultânea, combinada ou cumulativa*” nos termos do regulamento (§ 1º):

- a. “Nas derivações, nas captações e nas extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 124
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

- b. Nos lançamentos de esgotos domésticos e demais efluentes líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente;
- c. A natureza e as características do aquífero;
- d. A classe de uso preponderante em que esteja enquadrado o corpo de água no local do uso ou da derivação;
- e. A localização do usuário na bacia;
- f. As características e o porte da utilização;
- g. A disponibilidade e o grau de regularização da oferta hídrica local;
- h. A proporcionalidade da vazão outorgada e do uso consultivo em relação à vazão outorgável;
- i. O princípio de tarifação progressiva em razão do consumo”.

Prevê ainda a lei que a “cobrança pelo uso de recursos hídricos será implantada de forma gradativa e não recairá sobre os usos considerados insignificantes, nos termos do regulamento” (Art. 26). E que “o valor inerente à cobrança pelos direitos de uso de recursos hídricos classificar-se-á como receita patrimonial, nos termos do artigo 11 da Lei Federal nº 4.320 , de 17 de março de 194, com a redação dada pelo Decreto Lei nº 1.939, de 20 de maio de 1982” (Art. 27). Acrescentou o legislador, no § 1º desse artigo, que “os valores diretamente arrecadados por órgão ou unidade executiva descentralizada do Poder Executivo referido nesta Lei, em decorrência da cobrança pelos direitos de uso de recursos hídricos, serão depositados e geridos em conta bancária própria, mantida em instituição financeira oficial”.

Quanto aos procedimentos de cobrança, o Art. 41 dispõe que cabe ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, de forma superveniente, “estabelecer os critérios e as normas gerais sobre a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos” (inc. VII). O Art. 45, inciso XII, alíneas **a** e **b**, definem como competência das Agências de Bacia Hidrográfica a proposta, aos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica, dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos e o plano de aplicação dos valores arrecadados. Esses Comitês, de acordo com o Art. 43, incisos IV e VI, têm competência para estabelecer critérios e normas e aprovar os valores propostos para cobrança e aprovar planos de aplicação dos recursos arrecadados, inclusive financiamentos de investimentos a fundo perdido. Retornando às Agências, a elas cabe efetuar (Art. 45), mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos (inc. III), analisar e emitir pareceres sobre os projetos e as obras a serem financiados com recursos gerados pela

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	125

cobrança e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos (inc. IV), e acompanhar a administração financeira dos valores arrecadados (inc. V).

Finalmente, nas disposições gerais e transitórias da lei 13.199/99 é disposto, com relação à cobrança, que deverão ser observadas as seguintes precedências:

- a) “O desenvolvimento de programa de comunicação social sobre a necessidade econômica, social e ambiental da utilização racional e proteção das águas;
- b) A implantação do sistema integrado de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, devidamente compatibilizados com os sistemas de licenciamento ambiental;
- c) O cadastramento dos usuários das águas e da regularização dos direitos de uso;
- d) Articulações do Estado com a União e com os Estados vizinhos, tendo em vista a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos nas bacias hidrográficas de rios de domínio federal e a celebração de convênios de cooperação técnica;
- e) a proposição de critérios e normas para fixação de tarifas, definição de instrumentos técnicos e jurídicos indispensáveis à implantação da cobrança pelo uso da água”.

A regulamentação da cobrança foi realizada pelo Decreto Estadual nº 44.046, de 13 de junho de 2005, detalhando as sistemáticas a serem adotadas, havendo inclusive previsão dos critérios de designação do agente financeiro e dos mecanismos para o desenvolvimento da metodologia de cálculo e fixação dos valores da cobrança. Adicionalmente, essa norma estabeleceu que ao IGAM caberia arrecadar os recursos oriundos da cobrança e repassá-los à Agência de Bacia ou Entidade a ela equiparada (Art. 19, inc. VIII). Adiante, em 22 de junho de 2007, foi publicado o Decreto nº 44.547, que alterou o decreto supramencionado, em especial quanto à competência arrecadatória da Secretaria de Estado da Fazenda, bem como quanto à observância dos procedimentos contábeis previstos no Sistema Integrado de Administração Financeira – SIAFI. Ainda mais recentemente, em 13 de novembro de 2008, o Decreto nº 44.945 trouxe, dentre outras alterações, a vedação expressa ao contingenciamento das receitas provenientes da cobrança pelos usos de água em rios de domínio do Estado de Minas Gerais, de forma a assegurar o retorno dos recursos para financiar projetos e programas nas bacias em que foram arrecadados. Esse dispositivo assegurou aos integrantes dos comitês de bacia que as determinações do Art. 28 da lei 13.199/99 – uso de pelo menos 2/3 dos recursos arrecadados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos no Plano Diretor de

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	126

Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica - poderão ser aplicadas, facilitando a aceitação da cobrança entre os potenciais onerados.

Este instrumento é um dos que requerem maiores cautelas no seu emprego no gerenciamento de recursos hídricos. Especialmente em bacia hidrográficas com economia deprimida, ou em estágios iniciais de desenvolvimento, há que se verificar se sua adoção não acabe sendo um empecilho para a implantação ou expansão de atividades econômicas. Além disto, deve ser avaliado se o custo de operacionalização desse instrumento é compensado pela arrecadação prevista. Muitas vezes o saldo líquido – arrecadação menos custo de cobrança – não justifica a sua adoção.

Compensação a municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Ecológico é um instrumento para beneficiar os municípios que priorizam Saneamento Básico e Unidades de Conservação. A Lei no 12.040, de 28 de dezembro de 1995, também conhecida como Lei Robin Hood, estabeleceu os critérios da distribuição do ICMS aos municípios. Ela tinha como objetivo reduzir as diferenças econômicas e sociais entre os municípios; incentivar a aplicação de recursos em áreas de prioridade social e utilizar as receitas próprias e descentralizar a distribuição do ICMS. Em 2000, foi alterada pela Lei no 13.803.

A divisão de todo ICMS arrecadado pelo Estado é feita da seguinte forma: 75% do montante é destinado à União e os outros 25% são distribuídos entre os municípios em vários critérios como determina a Lei 13.803. Dentre os critérios está o vinculado ao Meio Ambiente que fica com a quantia de 1% dos 25%. Ele está dividido em 2 (dois) sub-critérios, o Índice de Conservação (IC), referente às Unidades de Conservação e outras áreas protegidas, e o sub-critério Índice de Saneamento Ambiental (ISA), referente a Aterros Sanitários, Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) e Usinas de Compostagem. Cada sub-critério, IC e ISA ficam com a quantia de 0,5% cada um.

O cálculo do Índice de Conservação é de responsabilidade do Instituto Estadual de Florestas (IEF) e o Índice de Saneamento Ambiental é de responsabilidade da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) e leva em conta o número total de sistemas habilitados, tipo de empreendimento e porcentagem da população atendida.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	127

O SNIS 2008 não registra serviço público de coleta e destinação final dos resíduos sólidos (lixo) em qualquer município da bacia hidrográfica. Os dados do Censo 2010, desta área, ainda não foram disponibilizados.

Rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo

Este é outro instrumento ainda não regulamentado no estado de Minas Gerais e que pode promover a cobrança de investimentos de interesse comum ou coletivo entre os seus beneficiários. Poderá, por exemplo, ser uma forma de se viabilizar financeiramente um investimento do tipo reservatório de usos múltiplos, cobrando parcialmente seus custos àqueles que usarão suas águas. Nesse sentido, este instrumento acaba sendo uma versão do instrumento de cobrança pelo uso da água.

Penalidades

Penalidades fazem parte do elenco de instrumentos sobre os quais cabe ao governo do estado e sua Assembléia Legislativa a proposta e aprovação. Elas têm um caráter inibidor de atitudes e usos não amparados na legislação, e não cabe a um Plano de Bacia Hidrográfica maiores manifestações a respeito.

As atribuições de um Comitê de Bacia Hidrográfica no processo de gerenciamento de recursos hídricos

De acordo com o art. 43 Lei nº 13.199/1999 da Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, o CBH é a primeira instância deliberativa do SEGRH, para promoção dos debates sobre questões de recursos hídricos e articular a atuação de órgão e entidades intervenientes, devendo também arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados com os recursos hídricos

Algumas competências que merecem a atenção são a atribuição do CBH aprovar os seguintes instrumentos de planejamento:

- a. Os Planos Diretores de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas e seus respectivos orçamentos;
- b. Os planos de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, inclusive financiamentos de investimentos a fundo perdido;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	128

- c. o Plano Emergencial de Controle de Quantidade e Qualidade de Recursos Hídricos proposto por agência de bacia hidrográfica ou entidade a ela equiparada, na sua área de atuação.

Cabe comentar que a aprovação final do Plano Diretor de Recursos Hídricos é competência do Conselho Estadual de Recursos Hídricos; o documento aprovado pelo CBH é uma proposta que deve ser encaminhada a esta instância deliberativa final.

No que se refere aos demais instrumentos de gestão de recursos hídricos, as atribuições dos CBHs são:

- a. Aprovar a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos para empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor;
- b. Estabelecer critérios e normas e aprovar os valores propostos para cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- c. Definir de acordo com critérios e normas estabelecidos, o rateio de custos das obras de uso múltiplo de interesse comum ou coletivo, relacionados com recursos hídricos;
- d. Deliberar sobre proposta para o enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes, com o apoio de audiências públicas, assegurando o uso prioritário para o abastecimento público.

É importante enfatizar a competência do CBH na aprovação da outorga de direitos de uso de água a empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor; embora caiba ao IGAM a emissão das outorgas, mediante portarias, a instância do comitê deve ser previamente consultada. No caso da cobrança pelo uso da água e o enquadramento, cabe ao CERH/MG a aprovação final, similar ao que ocorre no processo deliberativo relacionado ao Plano.

6.9 Referências Bibliográficas

FIRJAN. 2011. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Índice FIRJAN de desenvolvimento Municipal (IFDM). Disponível em: <<http://www.firjan.org.br/IFDM/>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 20 de jun. 2011.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	129

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm>. Acesso em: 20 de jun. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 20 de jun. 2011.

RIBEIRO, E.M. "Lavouras, ambientes e migrações no Nordeste mineiro." S.P. Travessia - Revista do migrante. Ano X, número 2, maio/agosto 1997.

BRASIL. Ministério do meio Ambiente. **Lei nº 9.985/2000**, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Brasília. MMA, 2000.

MESQUITA, C.A.B e LEOPOLDINO, F.S. Incentivando e apoiando criação, manejo e integração entre Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) In: Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Rede Pró-Unidades de Conservação e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 7.803/89**, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Brasília. MMA, 1989.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357/2005**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília. MMA, 2005.

DRUMMOND, G. M., MARTINS, C. S., MACHADO, A. B. M., SEBAIO, F. A. E ANTONIN, Y. (organizadores) Biodiversidade em Minas Gerais. 2ª Ed. Unidades de Conservação Fundação Biodiversitas Belo Horizonte 2005.

LIMA. G. S., RIBEIRO, G. A. E GONÇALVES, W. Avaliação da efetividade de manejo das unidades de conservação de proteção integral em Minas Gerais. R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.647-653, 2005.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	130

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. Perfil dos municípios brasileiros 2009. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2009/default.shtm> >. Acesso em: 20 de jun. 2011.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998.

BRASIL. Ministério da Justiça; Ministério da Defesa; Ministério da Fazenda; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério do Meio Ambiente; Gabinete da Segurança Institucional. **Lei nº 10.257/2001**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da constituição federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, 2001.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Fazenda. **Lei nº 18.030/09**, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da Arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. Belo Horizonte, 2009.

IFDM – Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal, que apresenta dados avaliados nos anos 2000 e 2007,

FIERGS, FARSUL, FETAG, SEDAI, SEAPPA, SERGS, CBIOT/UFRGS, Amigos da floresta, 2009. Proposta de limites de ocupação das bacias hidrográficas pela silvicultura no estado do rio grande do sul, 2009, pgs. 2 a 9.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.433/97, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Fazenda; Ministério do Meio Ambiente; Ministério de Minas e Energia; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Lei nº 9.984/00**, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	131

Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Brasília, 1981.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Decreto nº 4.613/03**, de 11 de março de 2003. Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Brasília. MMA, 2003.

MINAS GERAIS. Governo do Estado de Minas Gerais. **Lei nº 13.199/99**, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Belo Horizonte, 1999.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 91/08**, de 05 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. CNRH. Brasília, 2008.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 274/00**, de 29 de novembro de 2000. Brasília. MMA, 2000.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 91/08**, de 05 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. CNRH. Brasília, 2008.

IGAM: Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Manual Técnico e Administrativo de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2010.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Portaria nº 49**, de 01 de julho de 2010. Estabelece os procedimentos para a regularização do uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais.. Belo Horizonte, 2010.

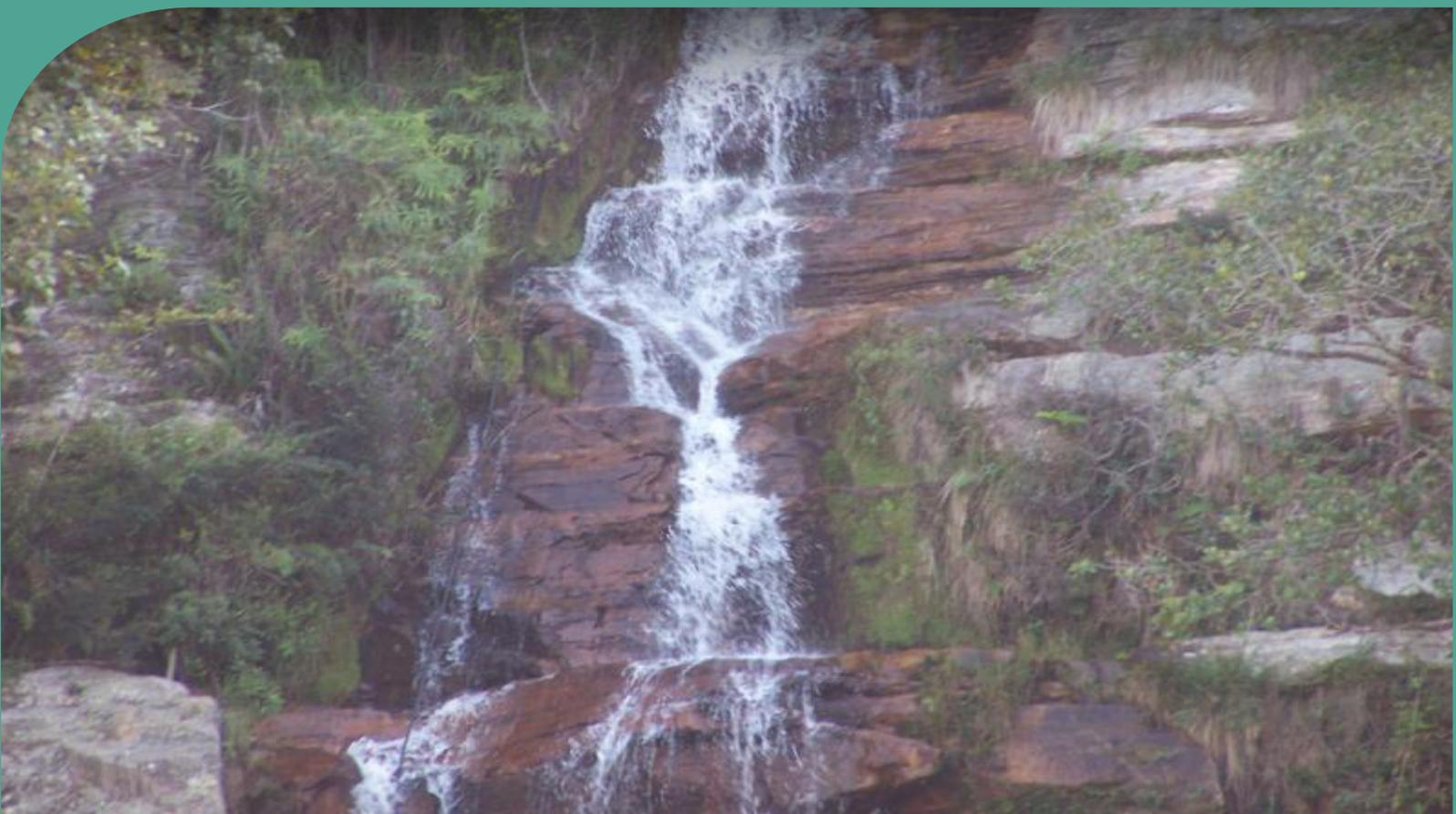
MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Deliberação Normativa nº 09**, de 16 de junho de 2004. Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

MINAS GERAIS. Governo do Estado de Minas Gerais. **Decreto nº 41.578/2001**, de 08 de março de 2001. Regulamenta a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre Política Estadual de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 2001.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	132

Capítulo 7

Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas



SUMÁRIO

7	DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS.....	5
7.1	Levantamento e análise de consistência de informações hidrológicas.....	5
7.1.1	Precipitações.....	6
7.1.2	Estações fluviométricas.....	16
7.2	Estimativa da disponibilidade hídrica Superficial.....	27
7.2.1	Requisitos de informações hidrológicas.....	28
7.2.2	Abordagem Metodológica.....	29
7.2.3	Aplicação.....	37
7.2.4	Resultados.....	40
7.2.5	Validação e conclusões.....	45
7.3	Estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea.....	45
7.3.1	Quantidade.....	46
7.3.2	Qualidade.....	55
7.3.3	Avaliação das Principais Fontes de Contaminação.....	59
7.3.4	Avaliação do Risco de Contaminação.....	64
7.3.5	Conclusões.....	69
7.4	Referências Bibliográficas.....	71
	APÊNDICE I – VAZÕES CALCULADAS, OTTOBACIAS NÍVEL 5.....	72
	APÊNDICE II – RESULTADOS DA CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE VAZÕES SET/2011	
	73

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 7.1 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS INVENTARIADAS NA BACIA PA1	7
FIGURA 7.2 – GRÁFICO DE GANTT DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS.....	8
FIGURA 7.3 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS.....	10
FIGURA 7.4 – DISPERSÃO DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DOS POSTOS.	11
FIGURA 7.5 – ISOIETAS TOTAIS ANUAIS	12
FIGURA 7.6 – ANÁLISE DA ESTACIONARIEDADE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS PARA A BACIA	14
FIGURA 7.7 – ANÁLISE DA VARIABILIDADE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS PARA A BACIA	15
FIGURA 7.8 – ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DOS POSTOS PELA PRECIPITAÇÃO MÉDIA DE LONGO TERMO.....	15
FIGURA 7.9 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS INVENTARIADAS NA BACIA PA1	17
FIGURA 7.10 – GRÁFICO DE GANTT DOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DA BACIA PA1	18
FIGURA 7.11 – ANÁLISE DA ESTACIONARIEDADE DOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS PARA A BACIA PA1	20
FIGURA 7.12 – CURVAS DE PERMANÊNCIA ADIMENSIONAL COM BASE NA VAZÃO MÉDIA DE LONGO TERMO PARA CADA POSTO (QM).....	21
FIGURA 7.13 – VAZÕES MÉDIAS ANUAIS NORMALIZADAS PARA CADA POSTO FLUVIOMÉTRICO E CHUVA ANUAL NORMALIZADA, NA BACIA PA1.....	22
FIGURA 7.14 – HIDROGRAMAS DAS SÉRIES DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DO ANO PADRÃO PARA OS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS E PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NA BACIA PA1	24
FIGURA 7.15 – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS NA REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES NA BACIA PA126	
FIGURA 7.16 – MAPA DA HIDROGEOLOGIA NA BACIA PA1.....	30
FIGURA 7.17 – DIAGRAMA UNIFILAR BACIA PA1.....	32
FIGURA 7.18 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO DTR	37
FIGURA 7.19 – REPRESENTAÇÃO DO MAPA COM AS VAZÕES ACUMULADAS ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) PARA CADA OTTO BACIA.....	42
FIGURA 7.20 – REPRESENTAÇÃO DO MAPA COM AS VAZÕES INCREMENTAIS ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) PARA CADA OTTO BACIA	43
FIGURA 7.21 – REPRESENTAÇÃO DO MAPA COM AS VAZÕES ESPECÍFICAS ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) PARA CADA OTTO BACIA.....	44
FIGURA 7.22 – MAPAS COM ISOLINHAS DE VAZÕES ESPECÍFICAS NA PA1	54
FIGURA 7.23 – MAPA DA QUALIDADE QUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA PA1	58
FIGURA 7.24 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CARGAS DE DBO NOS MUNICÍPIOS DA PA1	61
FIGURA 7.25 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CARGAS DE NITROGÊNIO NOS MUNICÍPIOS DA PA1.....	62

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página ii
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FIGURA 7.26 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE CARGAS DE FOSFATO NOS MUNICÍPIOS DA PA1	63
FIGURA 7.27 – MAPA DE RISCO À CONTAMINAÇÃO DEVIDO AO DBO NA PA1	66
FIGURA 7.28 – MAPA DE RISCO À CONTAMINAÇÃO DEVIDO AO N NO PA1	67
FIGURA 7.29 – SOMATÓRIO DAS CLASSES 4 E 5 DE RISCO À CONTAMINAÇÃO POR DBO	68
FIGURA 7.30 – SOMATÓRIO DAS CLASSES 4 E 5 DE RISCO À CONTAMINAÇÃO POR N	68

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iii
-------------------------------	---	-------------------------------	---------------

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 7.1 – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS INVENTARIADOS NA BACIA DO PA1	6
QUADRO 7.2 - DISTRIBUIÇÃO MÉDIA MENSAL DA PRECIPITAÇÃO E MEDIDA DA CONCENTRAÇÃO SAZONAL DO VOLUME ANUAL PRECIPITADO	9
QUADRO 7.3 – POSTOS FLUVIOMÉTRICOS INVENTARIADOS NA BACIA PA1.....	16
QUADRO 7.4 – BALANÇO HÍDRICO ANUAL PARA O POSTO VEREDA DO PARAÍSO - 53540001	23
QUADRO 7.5 – ESTATÍSTICAS DAS SÉRIES DE VAZÕES NAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS	24
QUADRO 7.6 – VAZÕES MÉDIAS, MÁXIMAS E MÍNIMAS MENSAS (M ³ /S)	25
QUADRO 7.7 – POSTOS FLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS NA BACIA DO PA1.....	37
QUADRO 7.8 – EQUAÇÕES DE REGRESSÃO APRESENTADAS POR REGIÃO	38
QUADRO 7.9 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (R ²) OBTIDOS PARA PA1	38
QUADRO 7.10 – ESTIMATIVAS DA Q _{90%} PARA A REGIÃO	38
QUADRO 7.11 – ESTIMATIVAS DA Q _{95%} PARA A REGIÃO.....	39
QUADRO 7.12 – ESTIMATIVAS DA Q _{7,10} PARA A REGIÃO.....	39
QUADRO 7.13 – APLICAÇÃO DO DTR AO RESERVATÓRIO SAMAMBAIA (RIO MOSQUITO - PA1)	40
QUADRO 7.14 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (ACUMULADAS E INCREMENTAIS) PARA CADA SUB-BACIA....	40
QUADRO 7.15– ESTIMATIVAS DAS RESERVAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DO PA1	49
QUADRO 7.16 – CENÁRIO PARA ESTIMATIVA DAS RESERVAS EXPLORÁVEIS NA BACIA PA1	51
QUADRO 7.17 – BALANÇO ENTRE CENÁRIOS DE EXTRAÇÃO E CENÁRIOS DE DISPONIBILIDADE PARA A BACIA PA1	52
QUADRO 7.18 – SÍNTESE DA QUALIDADE HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA PA1	57
QUADRO 7.19 - TIPOS DE CONTAMINANTES E SUAS FONTES MAIS COMUNS.....	64
QUADRO 7.20 – SÍNTESE GERAL DA HIDROGEOLOGIA DA PA1.....	69

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iv
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

7 DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

Esta parte do diagnóstico consistirá na avaliação da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea em pontos notáveis da bacia hidrográfica, com base nas séries de vazões naturais, na rede de monitoramento mantida na bacia e no cadastro de poços. Ele embasará, adiante, o gerenciamento dos recursos hídricos, em especial o enquadramento dos corpos de água, as prioridades para outorga de direito de uso das águas e contribuirá para a definição de diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso das águas.

7.1 Levantamento e análise de consistência de informações hidrológicas

Este capítulo trata da descrição das informações e metodologias empregadas na determinação das disponibilidades hídricas superficiais da bacia do Rio Pardo de Minas (PA1).

As disponibilidades hídricas foram estimadas através de valores característicos associados a funções hidrológicas e a distribuições estatísticas de eventos de escassez. Considerando a variabilidade dos estoques de água na natureza ao longo do ciclo hidrológico, o balanço hídrico destas disponibilidades e demandas deve ser feito para as condições de eventos extremos mínimos, de forma a assegurar o atendimento pleno no restante do tempo.

As disponibilidades foram estimadas através de estudos de regionalização hidrológica de vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$), a partir de dados secundários da hidrológica nacional gerida pela Agência Nacional de Águas e validada através de uma campanha de medições de descargas líquidas realizadas no final da estação seca do ano de 2010.

Nos trechos cuja vazão se encontra regularizada por barragens, foi necessário realizar um estudo de regularização para obtenção da vazão estimada em cada trecho a jusante dos barramentos.

Os resultados gerados neste capítulo servirão de insumos para balanço hídrico nas fases de diagnóstico e prognóstico, estudos de alternativas de incremento das disponibilidades hídricas e estabelecimento de critérios de outorga, vazão ecológica, vazão de referência e alocação de água.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 5
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

7.1.1 Precipitações

Levantamento e seleção de postos pluviométricos

Ao todo foram inventariados 11 postos pluviométricos na bacia hidrográfica do Rio Pardo de Minas (PA1), a partir do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) – Hidroweb (www.hidroweb.ana.gov.br). As entidades responsáveis pela operação destes postos pluviométricos são CPRM, DNOCS e SUDENE. Estas informações podem ser vistas no **Quadro 7.1**. A localização espacial dos postos pluviométricos inventariados é apresentada na **Figura 7.1**.

Quadro 7.1 – Postos pluviométricos inventariados na bacia do PA1

CODIGO	NOME	MUNICÍPIO	LAT	LONG
1541004	Vereda do Paraíso	São João do Paraíso	-15,48	-41,47
1541005*	Olho D'água de Dentro	São João do Paraíso	-15,60	-41,87
1541010	Itamarati	Águas Vermelhas	-15,58	-41,41
1541013	Vereda do Paraíso	São João do Paraíso	-15,49	-41,46
1542003	Montezuma (Água Quente)	Rio Pardo de Minas	-15,17	-42,50
1542004	Rio Pardo de Minas	Rio Pardo de Minas	-15,62	-42,55
1542005	Rio Pardo de Minas	Rio Pardo de Minas	-15,62	-42,55
1542008	SãoJoão do Paraíso	São João do Paraíso	-15,32	-42,02
1542009	Tabuleiro Alto	São João do Paraíso	-15,30	-42,18
1542014	SãoJoão do Paraíso	São João do Paraíso	-15,32	-42,02
1542015	Rio Pardo de Minas	Rio Pardo de Minas	-15,60	-42,55

* Posto com poucos anos de dados.

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

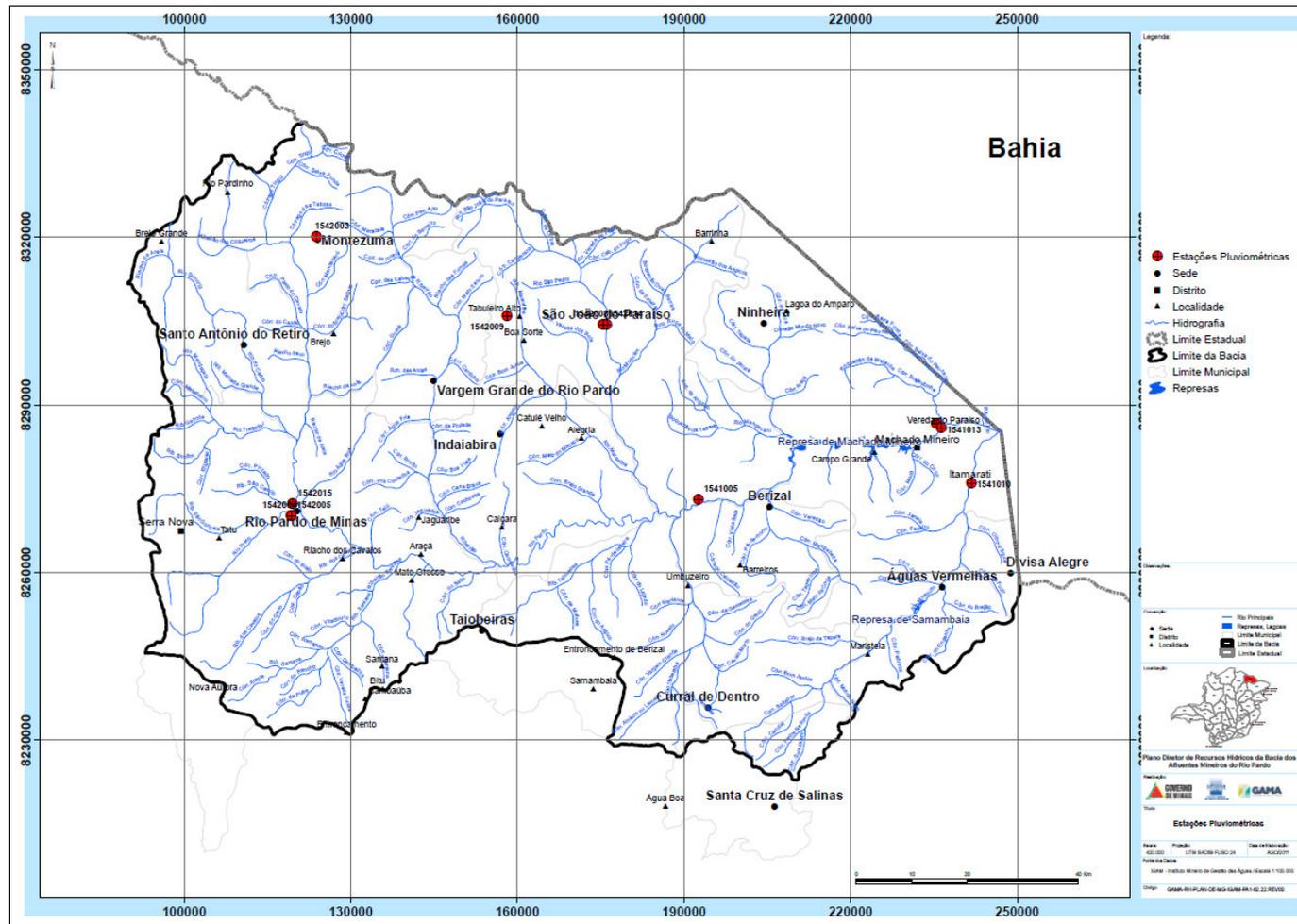


Figura 7.1 - Localização das estações pluviométricas inventariadas na bacia PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 7
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Foi realizada uma pré-seleção, em função da extensão da série de dados e, neste caso, 1 posto foi eliminado por possuir menos de 10 anos de dados. Assim, restaram 10 postos para análise. Do total de postos pré-selecionados, 6 encontram-se ativados e 5 não estão em operação. Dos postos em operação tem-se 4 operados pela CPRM e 2 pelo DNOCS. A SUDENE desativou 4 postos, o outro posto desativado está sob responsabilidade da ANA.

O gráfico de Gantt dos postos pluviométricos da bacia com disponibilidade de dados é apresentado na **Figura 7.2**. O mesmo foi gerado com auxílio do programa utilitário de Manejo de Dados Hidrológicos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas / UFRGS (FAN, 2010).

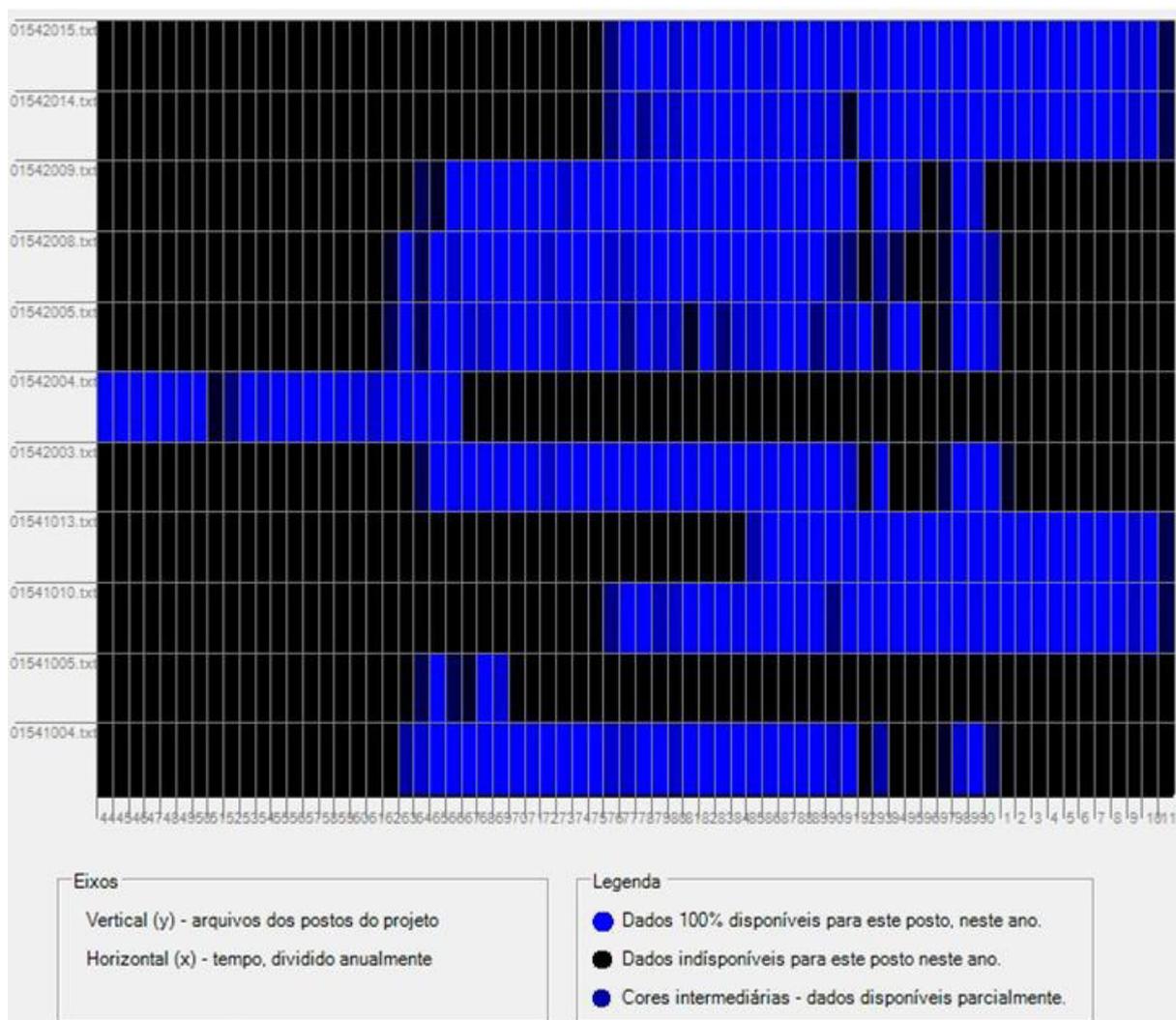


Figura 7.2 – Gráfico de Gantt dos postos pluviométricos

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Análise de Dados

Distribuição anual das chuvas

O regime pluviométrico na bacia é caracterizado pela concentração das chuvas entre os meses de outubro a março. Neste período, o total mensal precipitado é de 88% do valor anual. O **Quadro 7.2** apresenta a distribuição das chuvas e os valores médios mensais das estações presentes na bacia do PA1, utilizando os respectivos períodos de observação. Cabe ressaltar que, para o cálculo das precipitações médias mensais, meses com falhas foram desconsiderados e foi utilizado o ano hidrológico da região, que se inicia no mês de outubro e termina no mês de setembro.

Quadro 7.2 - Distribuição média mensal da precipitação e medida da concentração sazonal do volume anual precipitado

Código	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Out a Mar
1541004	176,4	96,3	114,9	68,0	26,5	16,8	18,0	10,5	20,2	113,2	205,5	214,3	1.081	85%
1541010	140,6	65,2	105,1	43,6	14,7	8,6	6,2	4,5	16,6	66,4	121,9	174,1	768	88%
1541013	93,0	48,2	111,4	32,9	15,2	15,2	9,2	7,4	16,9	61,0	146,2	191,8	748	87%
1542003	111,6	72,1	59,7	35,0	8,6	4,5	2,5	1,8	11,5	42,9	129,9	137,0	617	90%
1542004	125,0	72,9	87,5	48,2	17,8	5,9	10,2	7,9	14,3	57,2	171,2	178,0	796	87%
1542005	164,1	94,0	91,2	34,4	10,5	7,3	7,6	11,4	27,8	66,3	158,7	194,7	868	89%
1542008	100,9	53,9	57,7	40,1	5,1	2,4	3,0	4,2	14,0	68,9	134,5	155,3	640	89%
1542009	110,8	74,3	89,3	45,1	11,6	10,6	7,0	4,9	12,3	76,2	145,4	137,1	725	87%
1542014	134,2	73,3	106,6	39,8	14,6	6,3	6,0	4,8	20,3	70,9	139,4	165,7	782	88%
1542015	150,9	82,9	106,6	48,2	14,1	5,3	6,6	2,9	23,4	72,6	162,9	201,2	878	89%
Média	130,8	73,3	93,0	43,5	13,9	8,3	7,6	6,0	17,7	69,6	151,6	174,9	790	88%

Analisando a variação sazonal das chuvas observadas em cada uma das estações pluviométricas utilizadas, verifica-se que estas possuem um comportamento semelhante: a precipitação distribui-se ao longo do ano em períodos secos e chuvosos bem definidos, sendo o período seco ocorrendo entre os meses de abril a setembro, com valores entre junho e agosto inferiores a 8,5 mm (em média), e, chuvoso de outubro a março, com valores entre novembro e março acima de 150 mm. A **Figura 7.3** apresenta a distribuição da precipitação média mensal considerando a totalidade dos postos selecionados para a bacia.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 9
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

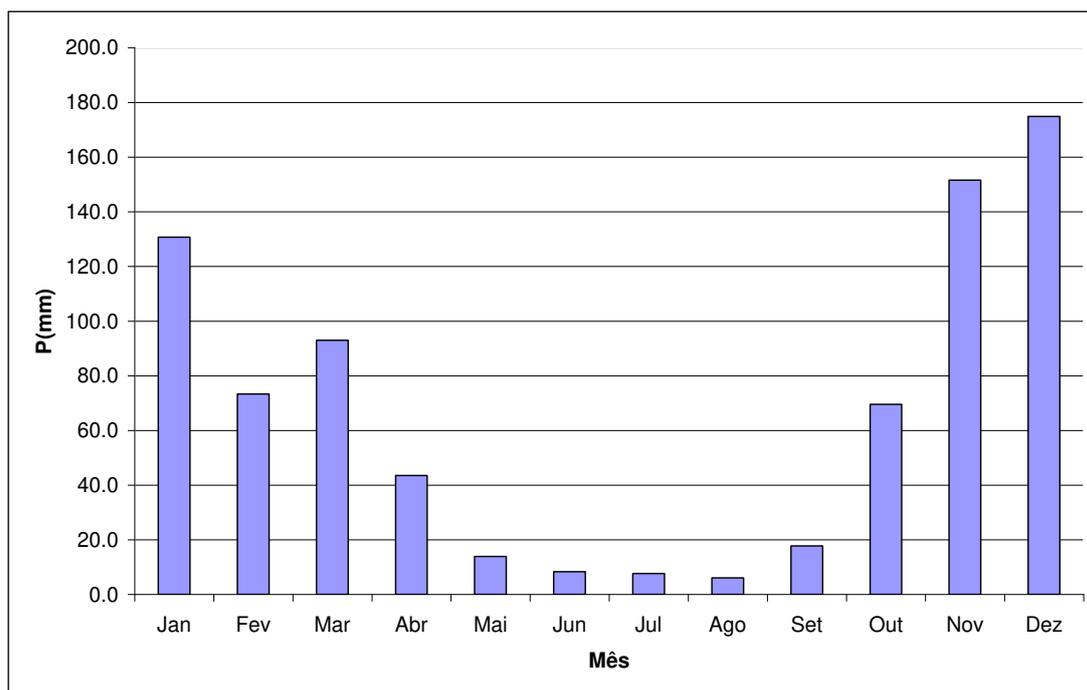


Figura 7.3 – Precipitação média mensal dos postos pluviométricos

A **Figura 7.4** apresenta a distribuição da precipitação média mensal considerando a totalidade dos postos selecionados para a bacia.

A média anual de todos os postos selecionados para a bacia é de 790 mm. Os valores máximos são encontrados no mês de dezembro. Considerando a média de todos os postos selecionados para a análise pluviométrica da região, encontrou-se como ano mais chuvoso 1977 (1.280,9 mm) e o ano mais seco 1975 (433,4 mm).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 10
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

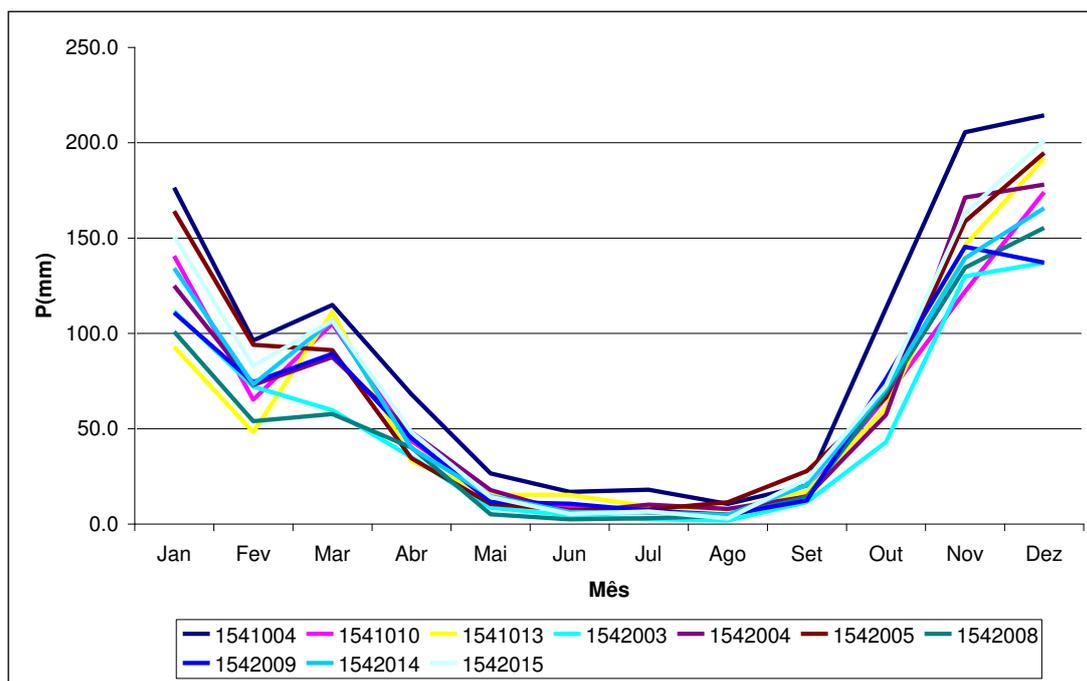


Figura 7.4 – Dispersão da precipitação média mensal dos postos.

Análise espacial dos totais anuais

As isoietas de precipitação média anual da bacia são apresentadas na **Figura 7.5**. Neste mapa, pode ser observada que a distribuição da chuva média na bacia não apresenta variação significativa no espaço (isoietas de totais anuais da ordem 700 mm a 900 mm). Os postos localizados na região próxima a foz apresentaram precipitação acima da média.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 11
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

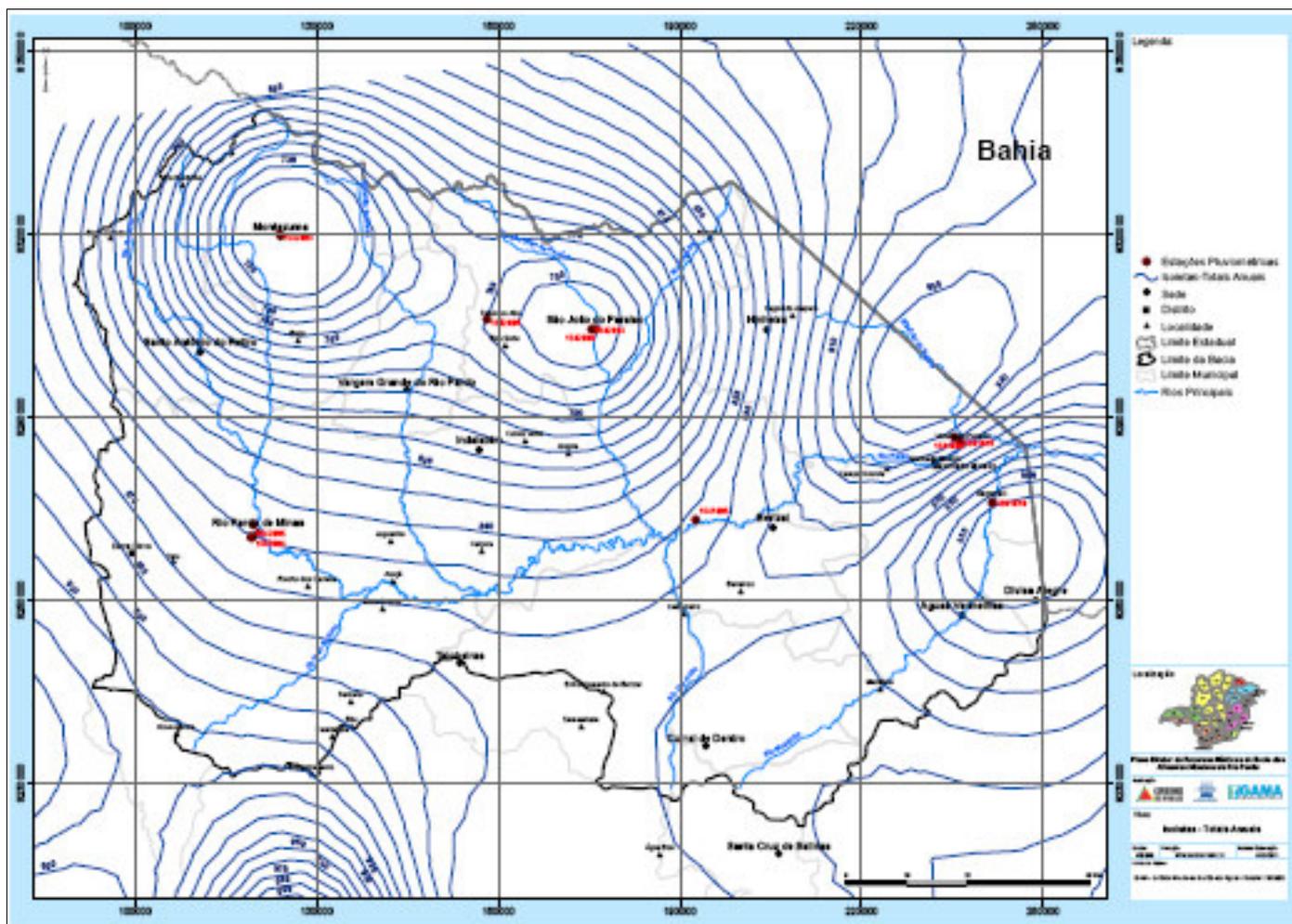


Figura 7.5 – Isoietas totais anuais

<p>Contrato 2241.0101.07.2010</p>	<p>Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05</p>	<p>Data de Emissão 26/09/2013</p>	<p>Página 12</p>
---------------------------------------	---	---------------------------------------	----------------------

Análise de Estacionariedade e Variabilidade

A avaliação definitiva dos postos selecionados foi realizada considerando a estacionariedade e variabilidade dos totais anuais de cada posto. Entende-se por estacionariedade, como a variação dos índices pluviométricos anuais acumulados dos postos em relação à média anual do próprio posto; e variabilidade, a variação dos totais pluviométricos anuais acumulados dos postos em relação à média anual regional. A **Equação 7.1** e **Equação 7.2** representam, respectivamente, o cálculo dos índices de estacionariedade e variabilidade. Cabe ressaltar que o cálculo das precipitações anuais acumuladas seguiu o ano hidrológico da região, que se inicia no mês de outubro e termina no mês de setembro. Além disto, anos com falhas foram desconsiderados nos cálculos.

$$i_e = \frac{P_p^i}{P_p}$$

Equação 7.1

$$i_v = \frac{P_p^i}{P_m^i}$$

Equação 7.2

Onde:

i_e = índice de estacionariedade;

i_v = índice de variabilidade;

P_p^i = Precipitação acumulada do ano hidrológico i para o posto p ;

P_p = Precipitação média por posto pluviométrico (média anual de longo termo do posto para toda série avaliada);

P_m^i = Precipitação média regional anual (média aritmética dos valores de precipitação anual de todos os postos dentro do mesmo ano hidrológico).

Os gráficos da **Figura 7.6** e **Figura 7.7** apresentam a análise de estacionariedade e variabilidade da precipitação dos postos selecionados da bacia do PA1.

Os postos pluviométricos apresentaram individualmente sinais de estacionariedade considerando uma escala temporal de longo prazo, bem como a precipitação média da bacia (**Figura 7.8**). No entanto, é possível perceber uma variação interdecadal do total anual precipitado, alternando entre décadas mais chuvosas e décadas mais secas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 13
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Observa-se na **Figura 7.7** que existe uma significativa variabilidade da precipitação anual dos postos pluviométricos com relação à precipitação média anual da bacia (coeficiente de variação), ocasionada pela variação das alturas pluviométricas anuais dos postos distribuídos pela bacia.

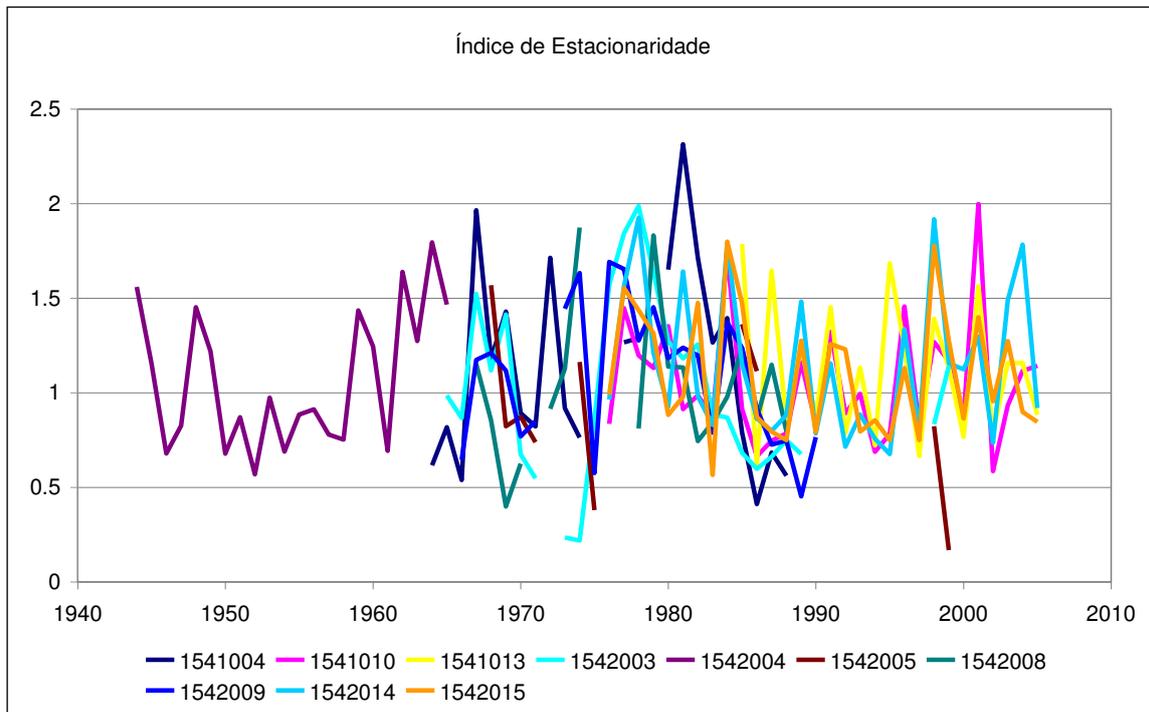


Figura 7.6 – Análise da estacionariedade postos pluviométricos selecionados para a bacia

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 14
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

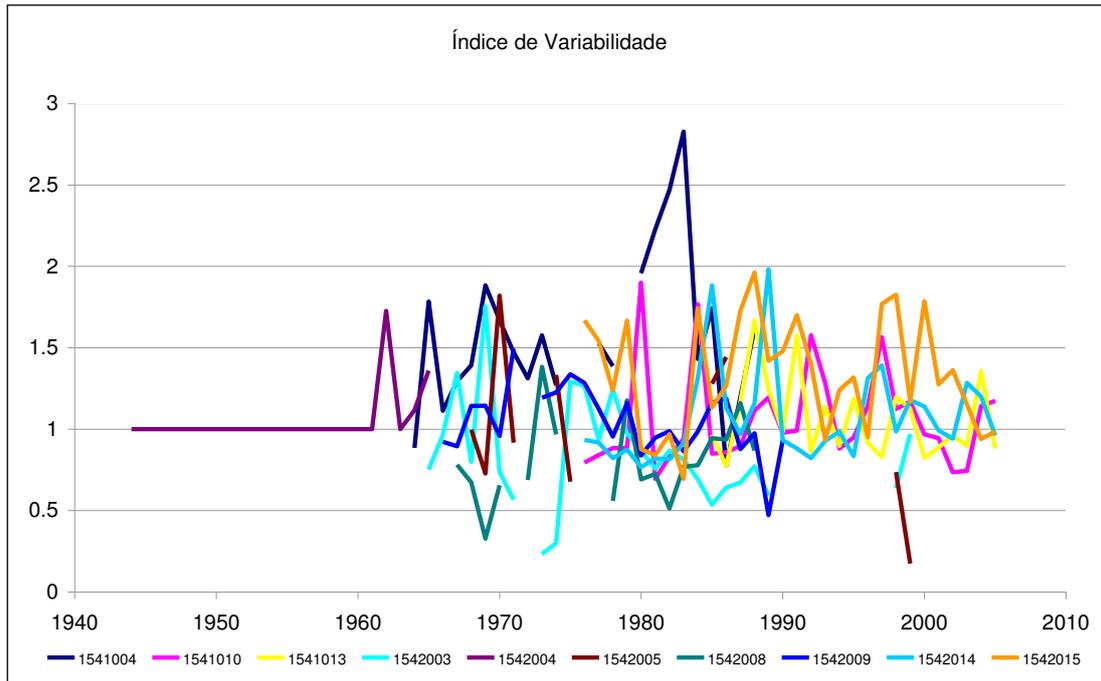


Figura 7.7 – Análise da variabilidade postos pluviométricos selecionados para a bacia

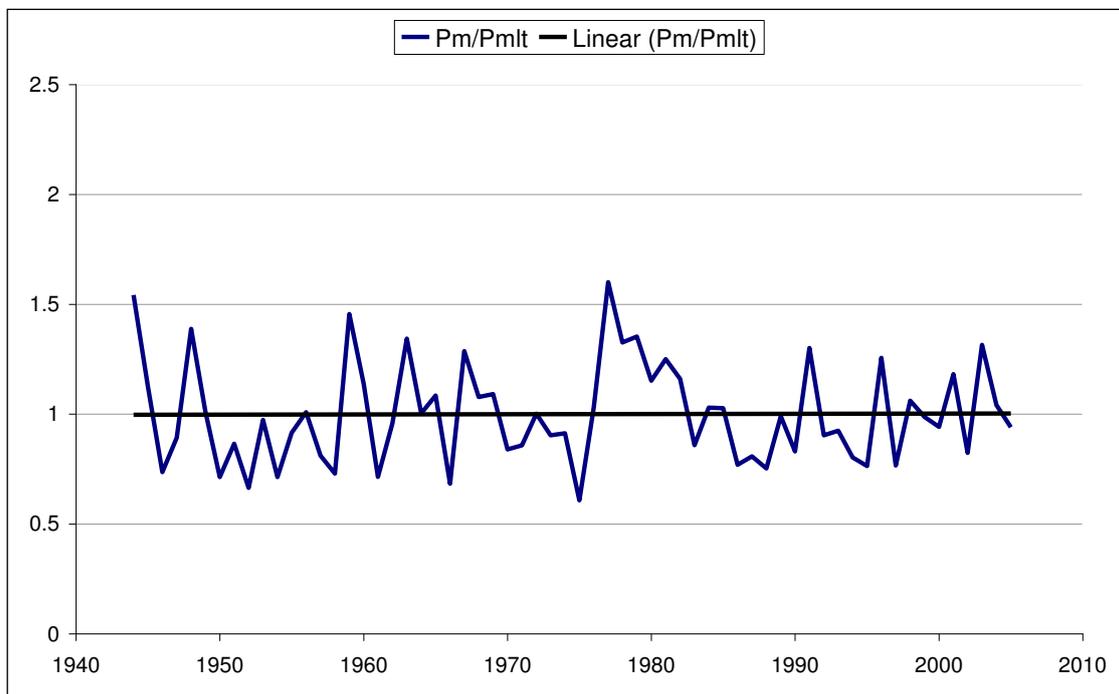


Figura 7.8 – Análise da precipitação média anual dos postos pela precipitação média de longo termo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 15
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

7.1.2 Estações fluviométricas

Levantamento e seleção de postos fluviométricos

Na bacia do Rio Pardo de Minas (PA1) foram inventariadas 15 estações fluviométricas sendo 12 localizadas no estado da Bahia e 3 no território do Estado de Minas Gerais. As estações fluviométricas foram inventariadas a partir do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) – Hidroweb (www.hidroweb.ana.gov.br). O **Quadro 7.3** lista os postos fluviométricos inventariados que estão localizados na bacia PA1. A localização espacial dos postos fluviométricos inventariados pode ser encontrada na **Figura 7.9**.

Quadro 7.3 – Postos fluviométricos inventariados na bacia PA1

CÓDIGO	NOME	RIO	UF	LAT	LONG
53540001	Vereda Do Paraíso (SUDENE)	Rio Pardo	Minas Gerais	-15,494	-41,450
53460000*	Rio Pardo	Rio Pardo	Minas Gerais	-15,617	-42,550
53490000*	Fazenda Benfica	Rio Pardo	Minas Gerais	-15,698	-42,172
53620000*	Cândido Sales	Rio Pardo	Bahia	-15,508	-41,236
53630000	Inhobim	Rio Pardo	Bahia	-15,339	-40,934
53650000	Itambé	Rio Pardo	Bahia	-15,250	-40,633
53670000	Macarani	Riacho Pateirão	Bahia	-15,420	-40,514
53690000	Couro Dantas	Rio Pardo	Bahia	-15,385	-40,064
53730000	Catolé	Rio Catolé Grande	Bahia	-14,933	-40,446
53732000	Caatiba - (Fazenda São Paulo)	Rio Catolé Grande	Bahia	-14,974	-40,363
53780000	Itapetinga	Rio Catolé Grande	Bahia	-15,242	-40,233
538600008	Tombó De Areia	Rio Pardo	Bahia	-15,553	-39,719
53880000	Fazenda Nancy	Rio Pardo	Bahia	-15,603	-39,519
53920000	Camacan	Córrego Panela	Bahia	-15,417	-39,500
53950000	Mascote	Rio Pardo	Bahia	-15,558	-39,308

* Postos utilizados na regionalização das vazões

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

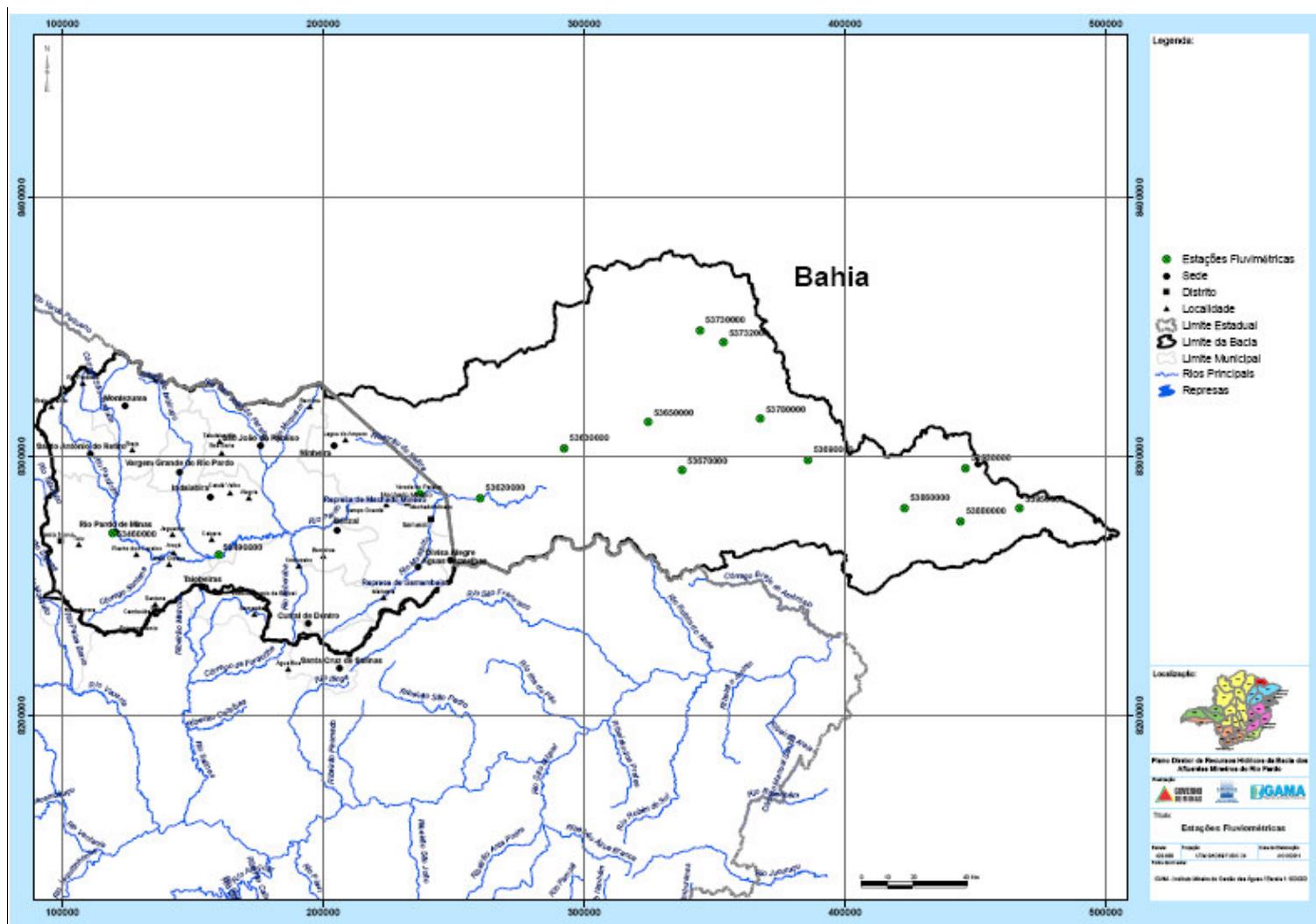


Figura 7.9 – Estações fluviométricas inventariadas na bacia PA1

Os períodos de dados para os postos da bacia podem ser observados no gráfico de Gantt, apresentado na **Figura 7.10**. O gráfico de Gantt foi gerado com auxílio do programa de Manejo de Dados Hidrológicos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS (FAN, 2010). Dos 15 postos fluviométricos inventariados na bacia PA1 apenas 3 foram utilizados na regionalização, onde 2 estão em Minas Gerais e 1 na Bahia.

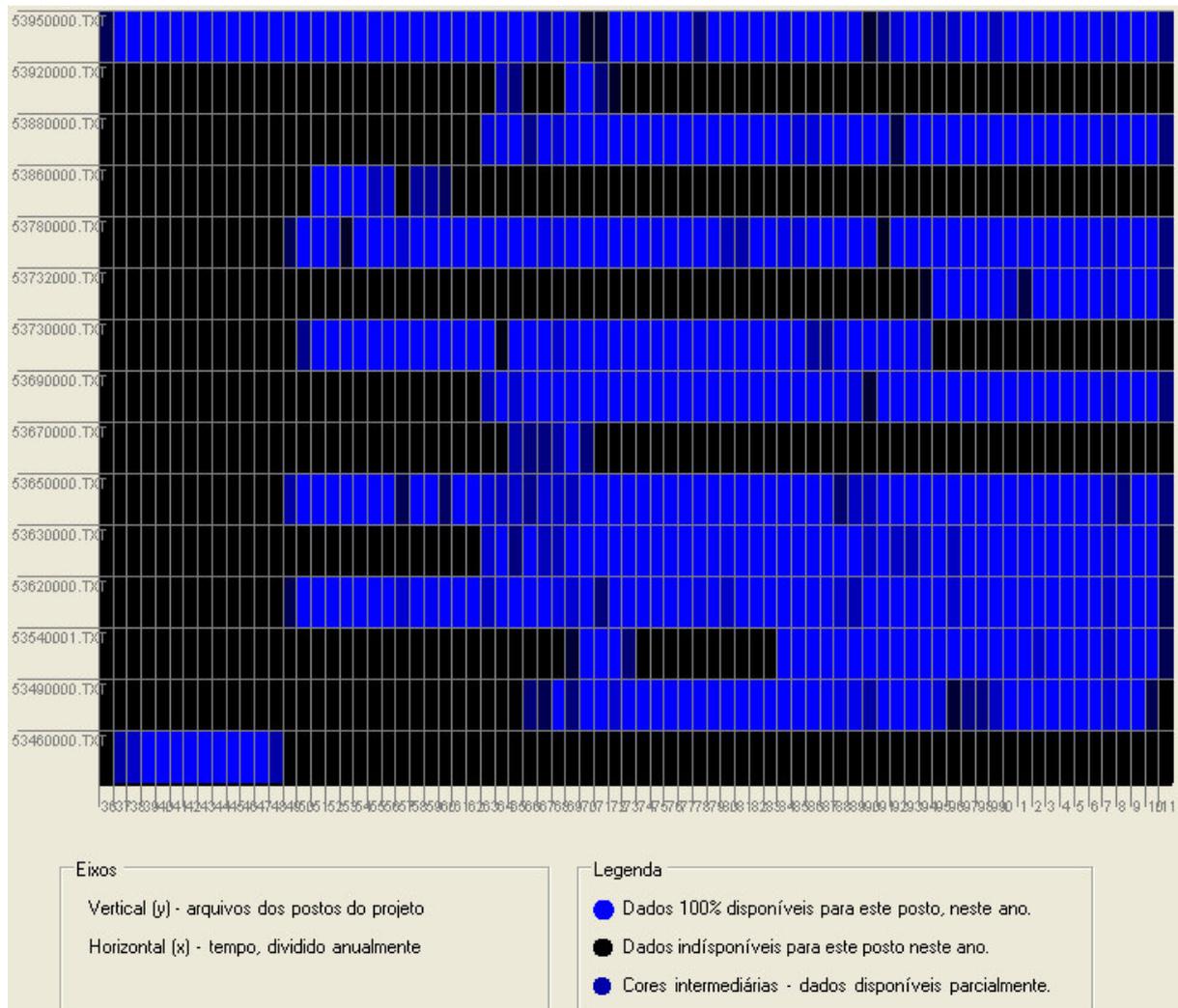


Figura 7.10 – Gráfico de Gantt dos postos fluviométricos da bacia PA1

Análise de consistência

Análise de Estacionariedade

A avaliação dos postos fluviométricos pré-selecionados foi realizada considerando a estacionariedade das séries de cada posto. Entende-se por estacionariedade das vazões, como a variação das vazões médias anuais dos postos em relação à média anual de longo termo do próprio posto. A **Equação 7.3** representa o cálculo do índice de estacionariedade.

O acumulo das vazões médias anuais seguiu o critério do ano hidrológico da região que é marcado pelo final da estação seca e início da estação chuvosa, que se inicia no mês de outubro e termina no mês de setembro. Além disto, anos com falhas nos períodos de estiagem, de julho a agosto, foram desconsiderados no cálculo.

$$i_e = \frac{Q_p^i}{Q_p}$$

Equação 7.3

Onde:

i_e = índice de estacionariedade;

Q_p^i = Vazão média do ano hidrológico i para o posto p ;

Q_p = Vazão média para o posto p (média anual de longo termo do posto para toda série avaliada).

O gráfico das **Figura 7.11** apresenta a análise de estacionariedade das vazões dos postos com dados disponíveis na bacia PA1, respectivamente. O índice de estacionariedade permite a observação do comportamento das séries de dados em relação à média.

Verifica-se a presença de períodos com deflúvios anuais acima da vazão média de longo termo e períodos com deflúvios anuais abaixo da vazão média de longo termo.

O gráfico da **Figura 7.11** permite avaliar os impactos da utilização de um determinado período da série histórica na geração de vazões: caso se utilize uma década úmida, os valores provavelmente serão superestimados, caso se utilize uma década seca, os valores serão provavelmente subestimados, a utilização de um período representativo da variabilidade é o mais indicado, como se mostra possível acima.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 19
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

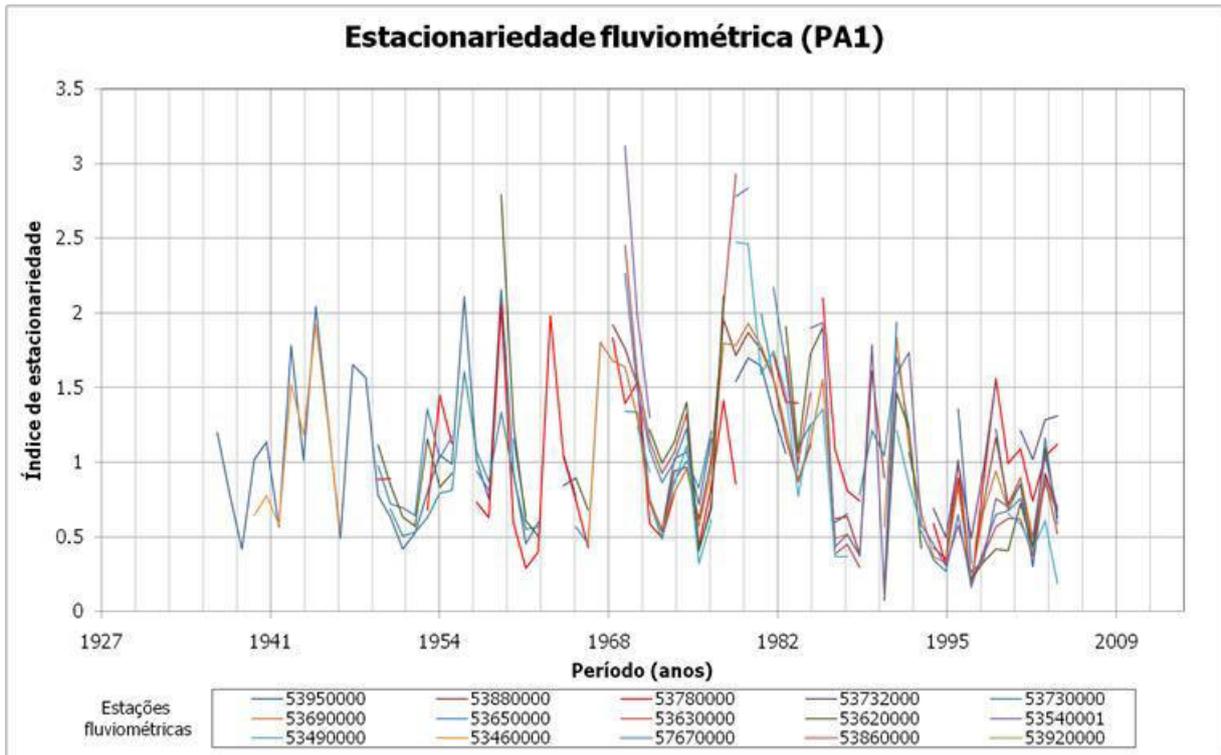


Figura 7.11 – Análise da estacionariedade dos postos fluviométricos para a bacia PA1

Curva de permanência adimensional

A curva de permanência, **Figura 7.12**, relaciona a vazão média de longo termo (QMLT) de cada posto selecionado da bacia do PA1 e a permanência no tempo em que a vazão é maior ou igual ao valor especificado.

A análise adimensional das curvas de permanência tem um papel de se visualizar o quanto o seu fator de forma é mantido constante ao longo da bacia hidrográfica. Fatores tais como: alterações do uso e cobertura do solo, contribuições de base, área das bacias hidrográficas, alteram significativamente o seu fator de forma.

Num projeto de regionalização de vazões mínimas estimadas a partir de vazões de referência abstraídas das curvas de permanência, esta análise se torna importante para definir grupos ou famílias de curvas que podem ser reunidas em grupos de regressões. Esta análise pode permitir, a nível preliminar, uma definição das regiões hidrológicamente homogêneas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 20
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

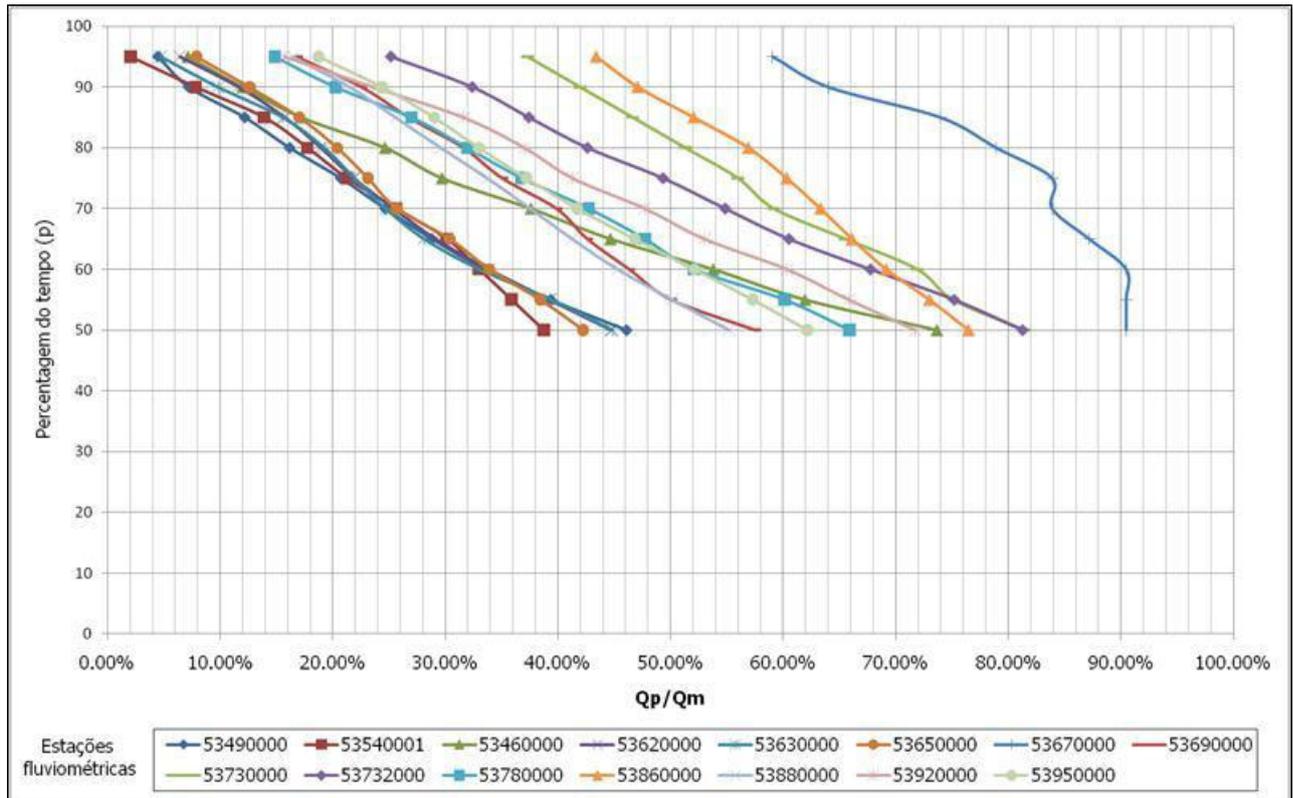


Figura 7.12 – Curvas de permanência adimensional com base na vazão média de longo termo para cada posto (Qm)

Para esse estudo 03 (três) regiões foram definidas na bacia do rio Pardo, sendo a 1ª região correspondente a parte alta da bacia, limitada pela área de drenagem da estação FLU 53460000; a 2ª região compreende a porção da área de drenagem correspondente à estação 53490000 menos a área da estação 53460000; por fim a 3ª região que tem como limite a parte mineira da bacia PA1 e uma porção de área compreendida entre a estação 53620000 e 53490000. Assim, as estações utilizadas na regionalização foram: 53460000, 53490000 e 53620000.

Vazões e precipitações normalizadas

Foi realizada para cada posto utilizado na bacia a análise de consistência através do confronto visual de vazões médias anuais normalizadas e precipitação acumulada normalizada para a região. O resultado desta análise pode ser observado na **Figura 7.13**. Ficou evidenciado que o teste aplicado conduz ao diagnóstico da consistência dos dados de vazões. O comportamento ao longo dos anos em relação à reposta (vazão) das bacias as precipitações apresenta-se de forma semelhante quanto às oscilações dos picos de chuva e vazão, o que indica a consistência dos dados e a boa representatividade dos postos escolhidos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	21

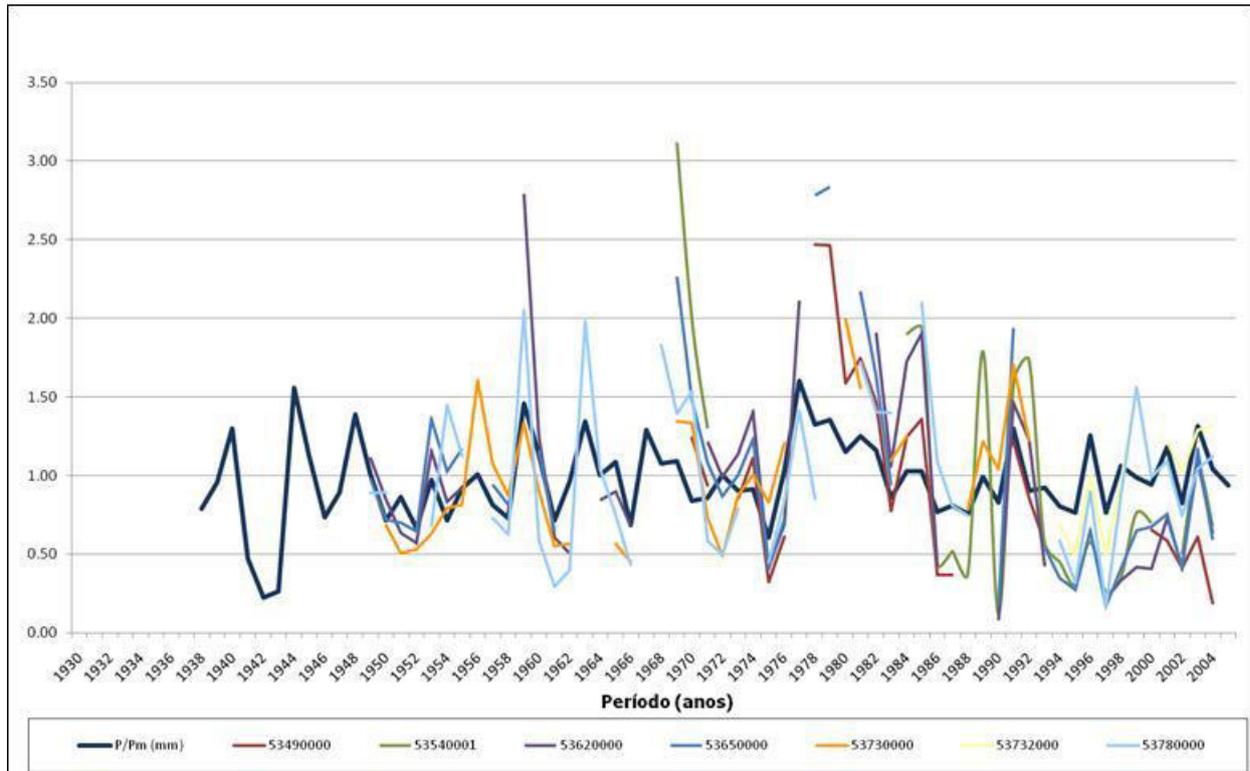


Figura 7.13 – Vazões médias anuais normalizadas para cada posto fluviométrico e chuva anual normalizada, na bacia PA1

Balanco Hídrico Anual

O balanço hídrico consiste na determinação do equilíbrio das variáveis hidrológicas e climatológicas da bacia em estudo. A condição essencial para a macro avaliação de consistência pode ser verificada através da validade da inequação Evapotranspiração Real < Evapotranspiração Potencial ($ET_r < ETP$).

Uma vez que o objetivo é caracterizar a bacia hidrográfica como um todo foi utilizado os dados referentes à estação fluviométrica mais a jusante e com maior área. O balanço hídrico foi realizado apenas para o posto Vereda do Paraíso (53540001) na bacia PA1. O posto utilizado para a obtenção da evaporação potencial foi a Rio Pardo de Minas (BR52RPD) do banco de dados FAOCLIM. O **Quadro 7.4** mostra os valores de precipitação, vazão total e evapotranspiração potencial da região, como também realiza o balanço hídrico anual.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 22
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 7.4 – Balanço Hídrico Anual para o Posto Vereda do Paraíso - 53540001

ANO HIDROLÓGICO	P(MM)	Q (MM)	P-Q (MM)	EVAP. POT.	EVAP. POT - (P-Q)
1969/1970	863,80	136,01	727,79	1.951	1.223,21
1970/1971	664,40	86,08	578,32	1.951	1.372,68
1971/1972	679,00	56,86	622,14	1.951	1.328,86
1984/1985	814,90	82,75	732,15	1.951	1.218,85
1985/1986	812,90	84,45	728,45	1.951	1.222,55
1986/1987	609,30	18,98	590,32	1.951	1.360,68
1987/1988	639,80	22,63	617,17	1.951	1.333,83
1988/1989	595,90	16,24	579,66	1.951	1.371,34
1989/1990	784,20	78,02	706,18	1.951	1.244,82
1990/1991	657,20	5,37	651,83	1.951	1.299,17
1991/1992	1.030,50	69,57	960,93	1.951	990,07
1992/1993	715,30	75,72	639,58	1.951	1.311,42
1993/1994	732,20	25,37	706,83	1.951	1.244,17
1994/1995	635,50	19,68	615,82	1.951	1.335,18
1995/1996	604,50	13,47	591,03	1.951	1.359,97
1996/1997	994,90	25,17	969,73	1.951	981,27
1997/1998	606,30	11,59	594,71	1.951	1.356,29
1998/1999	840,40	15,18	825,22	1.951	1.125,78
1999/2000	781,50	33,20	748,30	1.951	1.202,70
2000/2001	745,90	30,46	715,44	1.951	1.235,56
2002/2003	652,00	21,84	630,16	1.951	1.320,84
2003/2004	1.041,30	45,56	995,74	1.951	955,26
2004/2005	824,20	29,55	794,65	1.951	1.156,35

EVAP. POT.: Evapotranspiração potencial estimada com dados da estação climatológica do Rio Pardo de Minas (BR52RPRD) do banco de dados FAOCLIM.

Análise descritiva das séries fluviométricas

As estatísticas das séries de vazões dos postos selecionados para utilização na regionalização de vazões da bacia PA1 (na porção de Minas Gerais) estão listadas no **Quadro 7.5**.

Analisando-se a variação dos valores de vazões médias mensais ao longo do ano médio, observa-se que os maiores valores ocorrem entre os meses de novembro a abril, como resposta ao período mais chuvoso que se inicia em outubro e vai até março. As menores vazões ocorrem entre os meses de maio a outubro com o final do período seco e o período

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 23
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

com menores precipitações que iniciam em abril até setembro. Observa-se um retardo entre o início das maiores precipitações e o início das maiores vazões. A resposta média da bacia hidrográfica as variáveis hidrológicas são espaçadas em cerca de um mês. O **Quadro 7.6** mostra que as vazões máximas tendem a ocorrer entre os meses de dezembro a fevereiro.

Quadro 7.5 – Estatísticas das séries de vazões nas estações fluviométricas

POSTOS	ÁREA (km ²)	PRECIPITAÇÃO ANUAL MÉDIA (mm)	VAZÃO OBSERVADA						ESPECÍFICA MÉDIA (m ³ /s/km ²)
			MÍNIMA (m ³ /s)	MÉDIA (m ³ /s)	MÁXIMA (m ³ /s)	90% (m ³ /s)	95% (m ³ /s)	Q7,10% (m ³ /s)	
53460000	2.600	796,10	0,05	10,00	45,90	0,90	0,76	0,10	0,0039
53490000	5.190	759,40	0,20	16,5	341,0	1,26	0,801	0,21	0,0032
53620000	12.890	807,2	0,00	21,1	1.143,7	2,02	1,04	0,57	0,0016

Considerando os registros dos postos fluviométricos, percebe-se que a bacia PA1 é caracterizada por possuir um período seco bem definido, entre os meses de abril e setembro, acompanhando a sazonalidade das precipitações, conforme pode ser identificado na **Figura 7.14**.

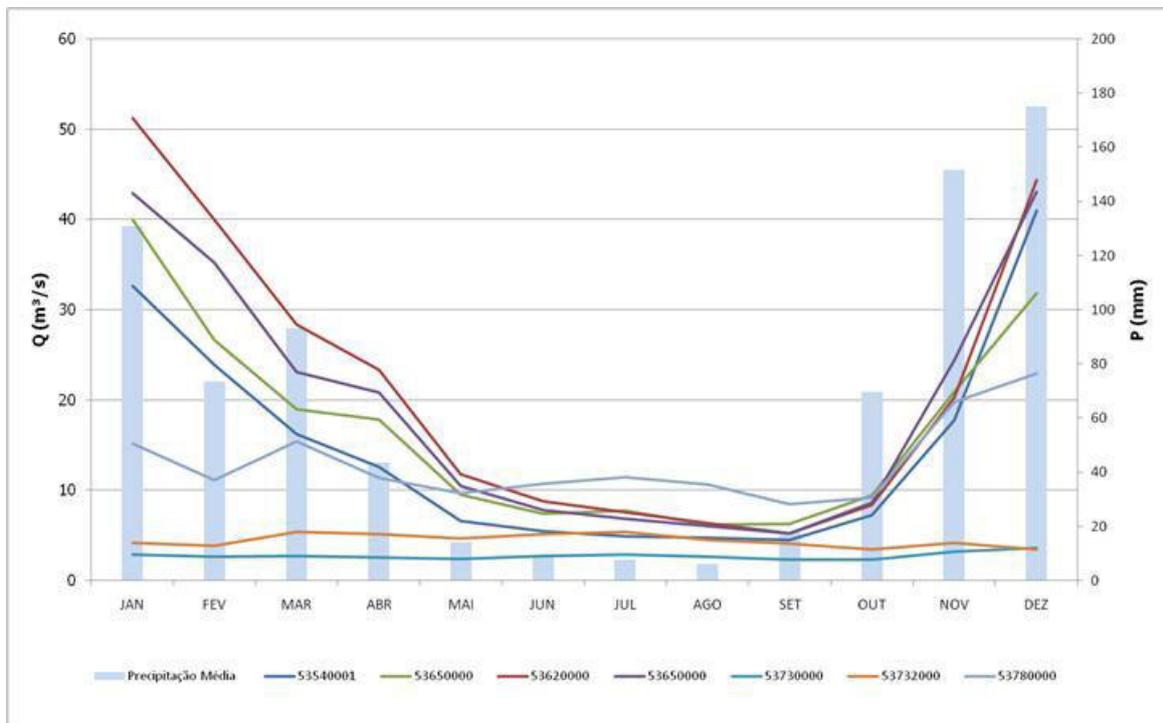


Figura 7.14 – Hidrogramas das séries de vazões médias mensais do ano padrão para os postos fluviométricos selecionados e precipitação média mensal na bacia PA1

Quadro 7.6 – Vazões médias, máximas e mínimas mensais (m³/s)

POSTOS		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
53460000	Mínimas	2,17	1,85	1,22	0,815	0,73	0,73	0,65	0,31	0,05	0,475	0,39	0,56
	Médias	14,70	12,40	13,00	11,30	7,46	5,54	4,48	3,52	3,05	5,06	14,30	18,00
	Máximas	45,90	37,00	34,30	38,30	26,90	17,80	14,70	12,60	17,30	25,70	35,20	44,80
53490000	Mínimas	1,52	0,39	0,12	0,08	0,12	0,00	0,29	0,00	0,03	0,01	0,03	0,02
	Médias	39,99	26,62	18,98	17,82	9,55	7,39	7,69	6,16	6,31	9,45	20,89	31,86
	Máximas	271,00	341,00	186,00	275,00	71,10	62,90	61,90	48,50	55,60	99,40	171,00	239,00
53620000	Mínimas	6,31	5,07	4,84	3,42	1,55	0,98	1,07	0,57	0,41	0,22	0,16	1,90
	Médias	51,19	39,97	28,33	23,34	11,78	8,78	7,54	6,34	5,19	8,40	20,26	44,37
	Máximas	263,00	284,00	260,00	131,00	50,80	30,90	20,60	17,90	20,00	39,70	125,00	321,00

Na **Figura 7.15** são apresentadas as estações fluviométricas utilizadas na estimativa da análise das disponibilidades hídricas superficiais da bacia hidrográfica do Rio Pardo.

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

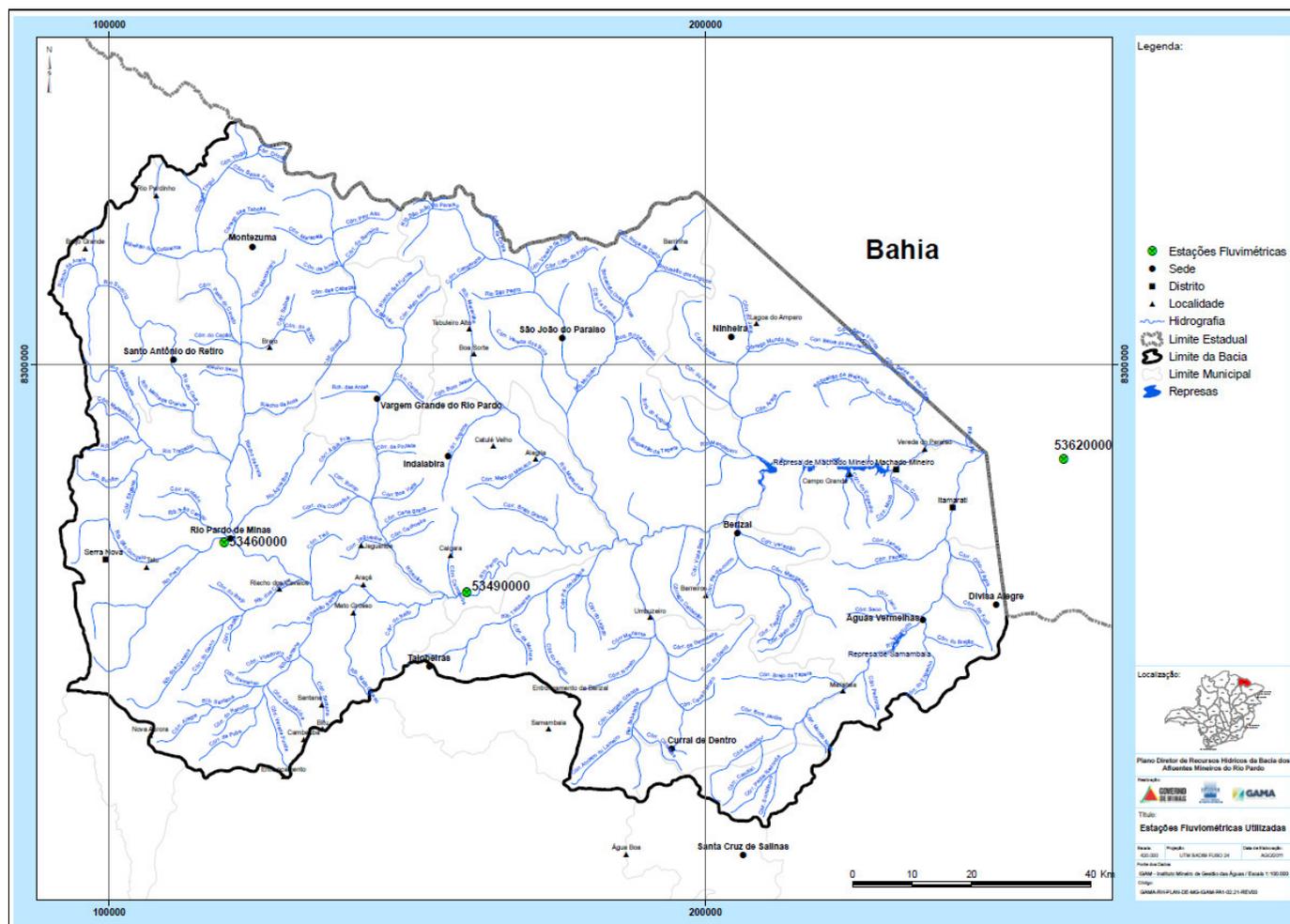


Figura 7.15 – Estações fluviométricas utilizadas na regionalização de vazões na bacia PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 26
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

7.2 Estimativa da disponibilidade hídrica Superficial

De modo geral, para fins de gestão de recursos hídricos, as disponibilidades hídricas superficiais são estimadas através de vazões mínimas de referência, representadas pelas Q_{90} e Q_{95} (vazões de permanência em uma percentagem do tempo) ou da $Q_{7,10}$ (vazão mínima durante 7 dias consecutivos em um período de 10 anos). Sendo estes os valores utilizados para avaliar pleitos de outorga e até mesmo critérios de descargas ecológicas (hoje caindo em desuso com o avanço dos estudos sobre hidrograma ecológico).

A metodologia utilizada para a estimativa das disponibilidades hídricas em cada bacia hidrográfica varia caso a caso, a depender do uso que se fará das informações, da disponibilidade de dados hidrológicos e principalmente da sua representatividade.

No âmbito deste projeto, que se trata de um plano diretor de recursos hídricos, as informações sobre disponibilidade hídrica aqui produzida servirão principalmente, aos estudos de balanços hídricos produzidos na fase de diagnóstico e prognóstico, à proposição de vazões de referência nas fases seguintes.

Diante dos requisitos de informações hidrológicas e dos dados disponíveis, a metodologia adotada foi a de regionalização de vazões mínimas.

O trabalho constou das seguintes etapas principais:

- *Análise e seleção dos dados básicos:* análise e seleção dos dados fisiográficos, pluviométricos e fluviométricos para regionalização e verificação da quantidade, qualidade e consistência dos mesmos;
- *Análise de regressão:* estabelecimento dos modelos de regressão da vazão com as variáveis fisiográficas e climáticas das bacias hidrográficas selecionadas;
- *Curvas adimensionais de probabilidades:* ajuste de distribuições estatísticas às curvas adimensionais de probabilidades das estações da bacia;
- *Delimitação de regiões homogêneas:* verificação da necessidade de subdividir a área estudada em sub-regiões de comportamento hidrológico homogêneo;
- *Verificação e validação dos resultados regionalização:* nessa etapa, o modelo utilizado foi aplicado para estimar os valores de vazão mínima.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	27

7.2.1 Requisitos de informações hidrológicas

Conforme já mencionado, os estudos de disponibilidade apresentados neste capítulo servirão de base, principalmente para os estudos de balanço hídrico, onde serão confrontadas as disponibilidades com as demandas no cenário atual (neste relatório) e no horizonte de planejamento (fases seguintes).

Desta forma, o modelo de simulação de balanço hídrico demandou deste estudo os seguintes requisitos de informações:

- a) Vazões de referência (Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$) incrementais por sub-bacia. Entende-se por incremental, somente a contribuição dos deflúvios gerados na sub-bacia e não acumuladas de montante;
- b) Vazões regularizadas nos grandes e médios reservatórios (Q_{reg}) – restrita aquela que têm capacidade de influenciar o regime hidrológico dos rios pela sua capacidade de acumulação. Neste caso não se incluem os reservatórios de regime sub-anual de pequena capacidade útil comparada ao volume afluente anual, que são projetados para suprir demandas temporárias durante períodos específicos do ano.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	28

7.2.2 Abordagem Metodológica

Neste item serão apresentados em sequência os procedimentos metodológicos empregados na execução dos estudos de regionalização.

Análise dos períodos de dados disponíveis

A partir da utilização dos gráficos da **Figura 7.12**, análise adimensional das curvas de permanência, foi possível a caráter preliminar separar os postos em relação à região hidrologicamente homogênea. Também foi utilizado como critério para separar as regiões homogêneas a similaridade das características hidrogeológicas da bacia (**Ver Figura 7.16**). Junto à hidrogeologia, também se utilizou como critério de separação das regiões homogêneas a vazão específica de cada posto, onde se nota (**Ver Quadro 7.5**) que na parte alta da bacia (Postos 53460000 e 53490000) as vazões são bem elevadas, e em média, a vazão Q_{90} que passa no posto 53490000 representa 60% desta vazão na bacia, com uma área de 40% do total da PA1, podendo ser caracterizada como a região produtora de água.

Ressalta-se que, um dos critérios para a não superestimativa das vazões mínimas foi o descarte dos anos hidrológicos com falhas no período de estiagem (julho, agosto, setembro e outubro).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 29
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

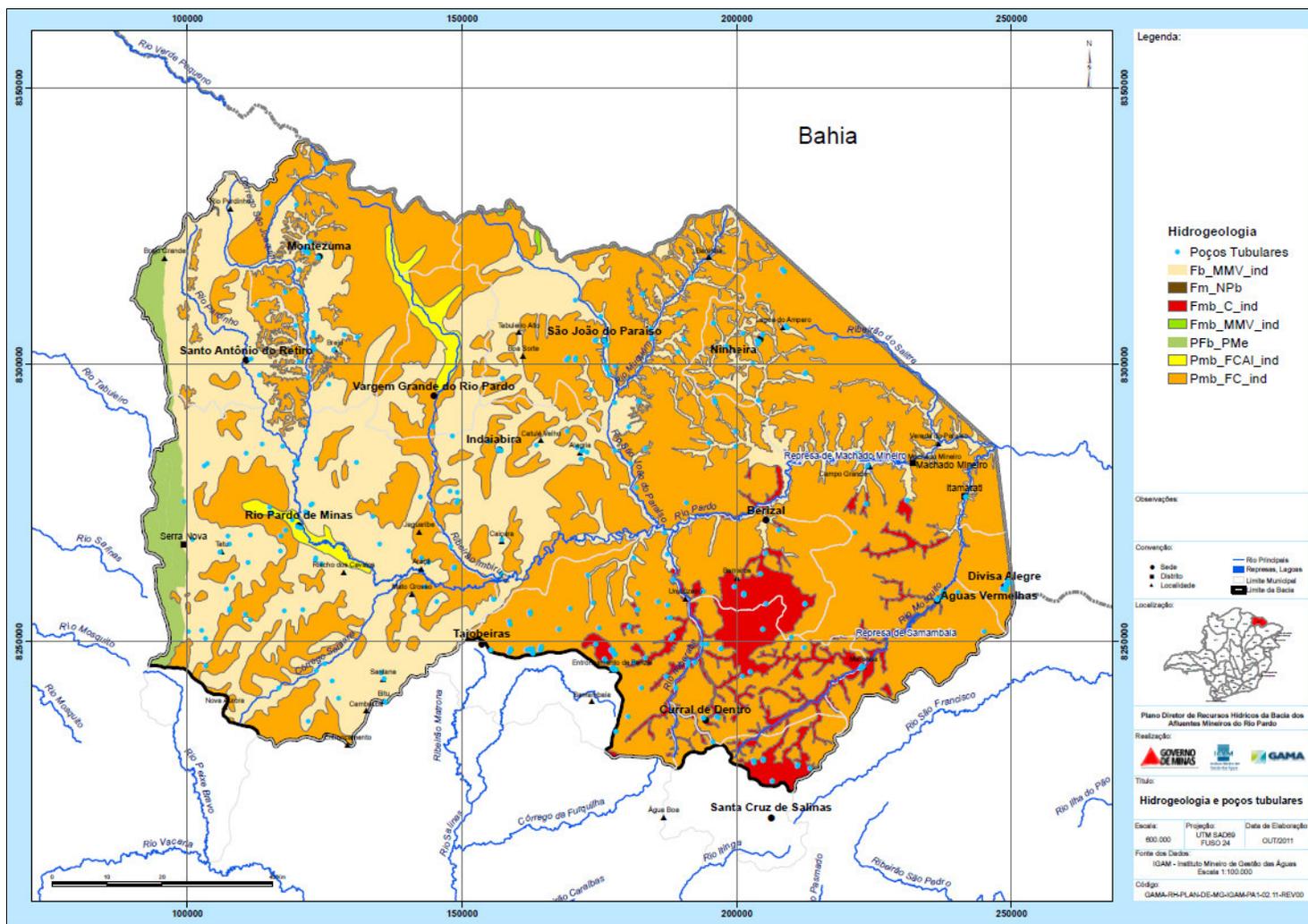


Figura 7.16 – Mapa da Hidrogeologia na bacia PA1

Análise da influência da infraestrutura hídrica

As barragens geralmente alteram o regime de vazão, diminuindo sua variabilidade a jusante, aumentando as perdas por evaporação decorrentes do processo de regularização. Esses tipos de comportamento alteram o regime hidrológico, e, por conseguinte os resultados da regionalização.

Os principais barramentos instalados na bacia PA1 são a barragem de Machado Mineiro no rio Pardo com um volume de 204,4 Hm³ e a barragem Samambaia no rio Mosquito com um volume de 25,5 Hm³. Através de informações disponibilizadas pela CEMIG observamos que Machado Mineiro entrou em operação no ano de 1992 e Samambaia em 1991. O posto fluviométrico (53620000) é o mais a jusante que recebe a influência destas barragens, mesmo já estando na Bahia esta estação foi considerada, visto sua proximidade com a região e também por possuir uma série histórica que contempla um bom período de dados até a construção da barragem, além de possuir uma área de drenagem (12.890 Km²) que está na mesma escala da área de drenagem da barragem de Machado Mineiro (10.800 Km²).

A **Figura 7.17** apresenta o diagrama unifilar com as estações fluviométricas afluentes e as barragens que foram analisadas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	31

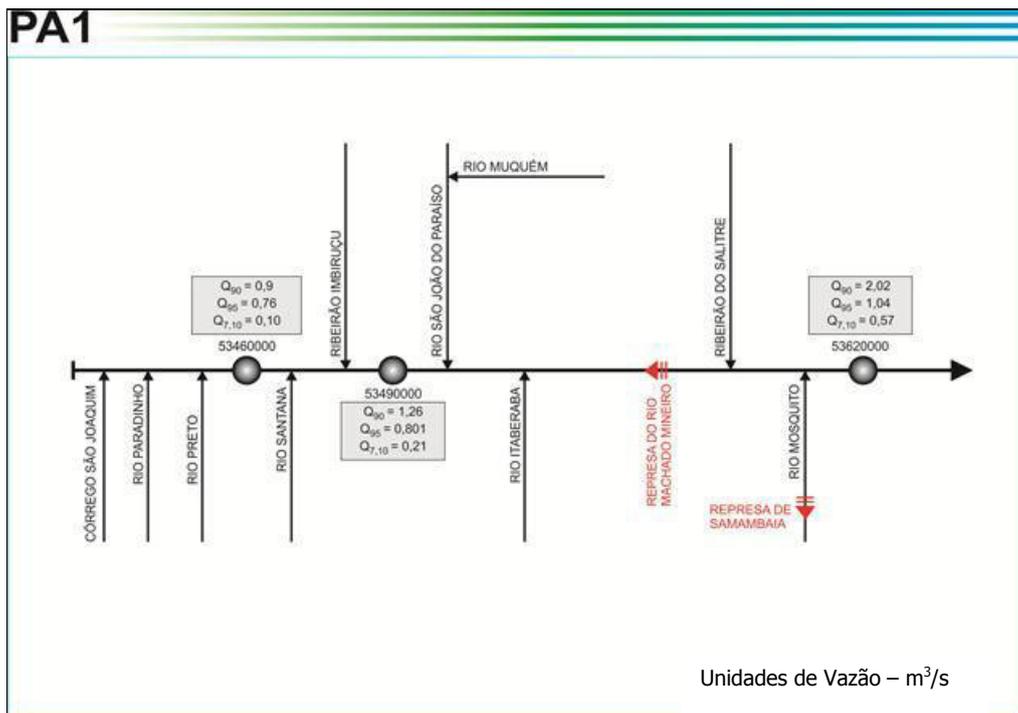


Figura 7.17 – Diagrama unifilar bacia PA1

Escolha das variáveis explicativas

Sendo a regionalização hidrológica um processo de regressão linear múltipla, uma das etapas mais importantes é a seleção das variáveis explicativas do fenômeno estudado, neste caso o fenômeno a ser explicado são as vazões mínimas.

A escolha destas variáveis deve ser utilizada com parcimônia, haja vista que existe um custo para obtenção de cada uma das variáveis capazes de explicar a variância do fenômeno estudado. Uma vez que a inclusão de uma variável na base de variáveis explicativas da regressão não agregue explicação da variância amostral, não se justifica sua inclusão.

Neste processo de escolha das variáveis explicativas, a experiência e a compreensão física dos fenômenos hidrológicos também contam. Uma vez que as vazões mínimas são as vazões de estiagem, constituídas pelas recargas dos sistemas aquíferos pelas águas das chuvas durante o período chuvoso (podendo haver contribuições externas), uma das variáveis importantes se torna a precipitação anual.

No caso da bacia PA1, foi verificada uma baixa variabilidade da precipitação, apresentando a região uma precipitação média anual de 800 mm. Sendo assim, a precipitação não agregou explicação significativa e, portanto não foi incluída na base de variáveis.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	32

Outra variável que se apresenta importante em um estudo de regionalização é a densidade de drenagem (Dd), que reflete indiretamente a capacidade de infiltração e recarga dos aquíferos. Porém para a bacia PA1 esta variável também não se apresentou significativa para ser incluída como uma variável explicativa.

A área, nos processos hidrológicos, é incontestavelmente a principal variável explicativa, haja vista que representa sua capacidade de receber todas as entradas a partir da qual vão se derivar outros processos: precipitação, evaporação, infiltração, escoamento de base.

Desta forma, para a regionalização de vazões mínimas, a única variável explicativa utilizada foi a Área de Drenagem, visto que o ganho ao se incluir as demais variáveis (precipitação, Dd) foi mínimo. A variável foi obtida da seguinte forma:

- Área de drenagem (Ad): calculada através do MNT do radar SRTM (km²).

Escolha do Modelo de regressão

Para regressão das vazões mínimas, foi adotada uma regressão direta das vazões específicas com a variável explicativa. Não se adotou o método de normalização das funções de permanência pela média.

Seleção de áreas hidrologicamente homogêneas

A seleção das áreas homogêneas que validam a aplicação dos ajustes estatísticos foi orientada por alguns critérios:

- a) Família de curvas adimensionais que mantém a mesma característica apresentadas na **Figura 7.12**;
- b) Regiões de domínio hidrogeológico comum, **Figura 7.16**.
- c) Vazões específicas, **Quadro 7.5**;
- d) Postos com mesma grandeza de área de drenagem, evitando-se distorções provocadas pelo efeito de escala hidrológica.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	33

Estudos de Regularização de Vazões

A descrição contida neste tópico tem como base o trabalho de Campos (1996)¹. O método Diagrama Triangular de Regularização (DTR) é fundamentado na teoria estocástica dos reservatórios, desenvolvida em 1954 por Patrick Moran (Moran, 1954), adaptada às condições de intermitência dos rios do semi-árido brasileiro. Essa teoria se baseia nas seguintes hipóteses:

- O reservatório é alimentado por deflúvios anuais serialmente independentes.
- O ano é considerado dividido em duas estações: na estação úmida ocorrem todas as entradas de água no sistema e as saídas só ocorrem por sangria no vertedouro, enquanto na estação seca ocorrem todas as retiradas para uso e as perdas por evaporação.
- As perdas por evaporação no espelho d'água são compensadas pela precipitação pluvial durante a estação úmida.
- Só há retirada quando o volume de água no reservatório é maior do que a reserva mínima.

O método consiste numa solução da equação adimensional do balanço hídrico dos reservatórios pelo Método de Monte Carlo, que gera um Diagrama Triangular similar ao Diagrama de Classificação de Solos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, no qual é possível, através de três adimensionais, estimarem os percentuais sangrado, liberado e evaporado pelo reservatório.

Na elaboração do método, o passo inicial é gerar a série sintética de deflúvios anuais, adotando para tal a função densidade gama de dois parâmetros.

Gerada a série de deflúvios anuais, há a simulação do reservatório a partir da equação do balanço hídrico utilizada, como mostra a **Equação 7.4**.

$$Z_{t+1} = Z_t + I_t - M - \left(\frac{A_{t+1} + A_t}{2}\right).E - S_t$$

Equação 7.4

Onde:

¹ CAMPOS, J.N.B, Dimensionamento de reservatórios: o método triangular de regularização. Fortaleza: Edições UFC,1996.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	34

Z_t – Volume da reserva no início do ano t.

I_t – Volume afluente ao reservatório durante o período t.

A_t – Área do lago do reservatório.

E – Lâmina evaporada do lago durante o período t.

S_t – Volume perdido por sangria durante o período t.

As características morfológicas da bacia hidráulica são representadas segundo a **Equação 7.5**.

$$Z(h) = \alpha.h^3$$

$$A(h) = 3\alpha.h^2$$

Equação 7.5

Na composição do método, a equação do balanço hídrico foi então parametrizada pelo autor de forma a obter um processo gráfico para a resolução da mesma. A **Equação 7.4** então passa ser retratada segundo a **Equação 7.6**.

$$Z_{t+1} = z_t + i_t - m - f_E \cdot \left(\frac{z_{t+1}^{2/3} + z_t^{2/3}}{2} \right) - m - s_t$$

Equação 7.6

Onde:

z – Volume acumulado adimensional $\left(\frac{Z}{\mu} \right)$

i – Deflúvio adimensional $\left(\frac{I}{\mu} \right)$

m – Retirada adimensional $\left(\frac{M}{\mu} \right)$

s – Sangria adimensional $\left(\frac{S}{\mu} \right)$

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 35
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O fator $f_E = \frac{3\alpha^{\frac{1}{3}} \cdot E}{\mu^{\frac{1}{3}}}$ é denominado fator adimensional de evaporação e engloba parâmetros

representativos da forma do reservatório (α), da lâmina de evaporação no lago (E) e do deflúvio médio anual (μ). O fator adimensional de capacidade é expresso pela relação

$$f_k = \frac{K}{\mu}$$

O procedimento adotado no método para a solução da equação do balanço consistiu na atribuição de um valor M para a retirada e cálculo dos volumes sangrados, evaporados e utilizados para a série sintética de vazões geradas.

A partir da **Equação 7.6**, geraram-se diagramas, de acordo com o coeficiente de variação dos deflúvios afluentes anuais, da forma apresentada na **Figura 7.18**, a partir das seguintes considerações:

- As séries sintéticas foram geradas a partir de uma população gama de dois parâmetros, com 2000 anos de extensão e média igual a 100.
- O volume inicial admitido no reservatório é igual a 50% do deflúvio médio anual.
- O volume regularizado é calculado para uma garantia anual de 95%.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	36

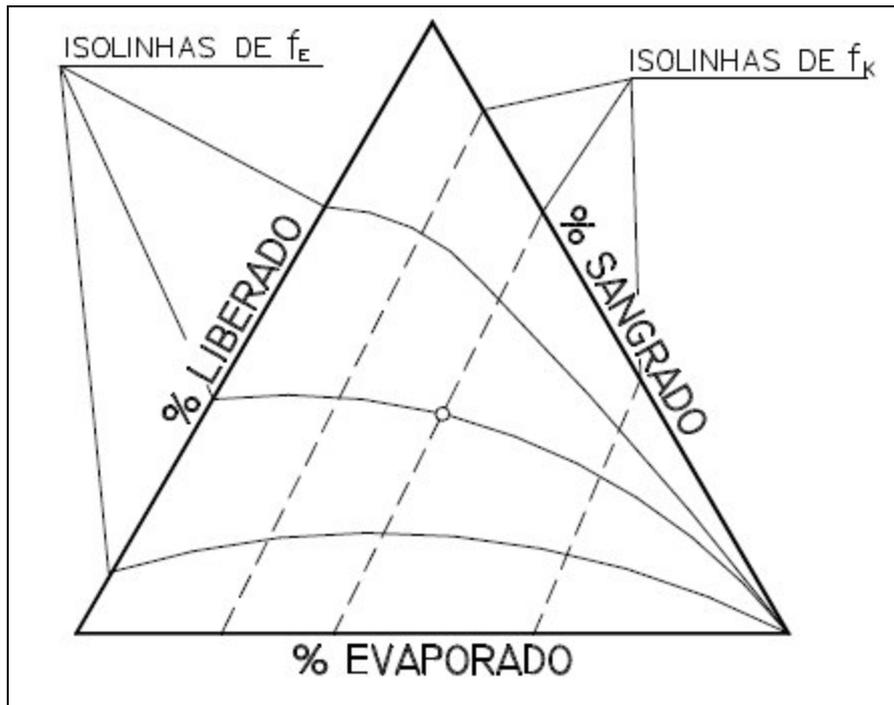


Figura 7.18 – Representação esquemática do DTR

7.2.3 Aplicação

Regionalização de Vazões

As estações fluviométricas utilizadas no estudo, junto de suas respectivas áreas de drenagem e também as vazões da curva de permanência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$), vazão mínima ($Q_{7,10}$) e específica estão apresentadas no **Quadro 7.7**.

Quadro 7.7 – Postos fluviométricos utilizados na bacia do PA1

ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	ÁREA (km ²)	UF	$Q_{90\%}$ (m ³ /s)	$Q_{95\%}$ (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	ESPECÍFICA MÉDIA (m ³ /s/km ²)
53460000	RIO PARDO	2.600	MG	0,90	0,76	0,10	0,0039
53490000	FAZENDA BENFICA	5.190	MG	1,26	0,801	0,21	0,0032
53620000	CÂNDIDO SALES	12.890	BA	2,02	1,04	0,57	0,0016

As análises de regressão permitiram relacionar as vazões de referência da curva de permanência ($Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$) e mínima ($Q_{7,10}$) com a variável independente da regionalização da área de contribuição de cada estação fluviométrica.

As regiões hidrologicamente homogêneas foram estabelecidas segundo os critérios expostos na metodologia e a partir da combinação das estações fluviométricas que conduziu aos maiores coeficientes de correlação entre as vazões de referência e variável independente da

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 37
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

regionalização, que foram observadas e estimadas pelo método tradicional com base na proporcionalidade de área.

No **Quadro 7.8** são apresentadas as equações de regressão para as vazões mínimas de referência em função da variável explicativa.

Quadro 7.8 – Equações de regressão apresentadas por região

(Q_{90%})	$0,05 * (A^{0,377})$
(Q_{95%})	$0,151 * (A^{0,201})$
(Q_{7,10})	$2,00. 10^{-05}. (A^{1,092})$

Os coeficientes de correlação (R² ajustados) obtidos nas análises de regressão realizadas estão apresentados no **Quadro 7.9**, a seguir, comprovando uma boa qualidade para o ajuste.

Quadro 7.9 – Coeficientes de correlação (R²) obtidos para PA1

VAZÕES	Correlação
Q _{90%}	99,78%
Q _{95%}	91,80%
Q _{7,10}	99,90%

Do **Quadro 7.10** ao **Quadro 7.12**, seguem as comparações das vazões (Q_{90%}, Q_{95%}, Q_{7,10}), observadas e calculadas para cada posto fluviométrico que delimita as 3 regiões homogêneas consideradas.

Quadro 7.10 – Estimativas da Q_{90%} para a região

ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	Q_{90%} amostra (m³/s)	Q_{90%} calculada (m³/s)
53460000	RIO PARDO	0,90	0,69
53490000	FAZENDA BENFICA	1,26	1,30
53620000	CÂNDIDO SALES	2,02	1,96

Quadro 7.11 – Estimativas da $Q_{95\%}$ para a região

ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	$Q_{95\%}$ amostra (m^3/s)	$Q_{95\%}$ calculada (m^3/s)
53460000	RIO PARDO	0,76	0,58
53490000	FAZENDA BENFICA	0,801	0,88
53620000	CÂNDIDO SALES	1,04	0,97

Quadro 7.12 – Estimativas da $Q_{7,10}$ para a região

ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	$Q_{7,10}$ amostra (m^3/s)	$Q_{7,10}$ calculada (m^3/s)
53460000	RIO PARDO	0,10	0,08
53490000	FAZENDA BENFICA	0,21	0,18
53620000	CÂNDIDO SALES	0,57	0,53

Regularização de vazões em reservatórios

A regularização da vazão foi aplicada para os dois (2) reservatórios mais relevantes para a bacia PA1, o de Machado Mineiro e o de Samambaia.

Para a barragem de Machado Mineiro, a regularização de vazão foi realizada através da simulação no software CASCATA®, tendo como resultado para regularização da vazão um valor de 11,5 m^3/s .

Já na barragem de Samambaia, foi aplicada a metodologia do reservatório triangular, para estimar as vazões. No **Quadro 7.13**, são apresentados os cálculos das variáveis de entrada nos diagramas e os resultados do cálculo de regularização. Alguns parâmetros físicos, tais como volumes, área do espelho d'água (Ah), área de drenagem, podem não coincidir com números oficiais de projeto da mesma, uma vez que foram derivados indiretamente através de modelos numéricos do terreno, na ausência de informações acerca das suas características. O valor encontrado para a regularização no reservatório Samambaia foi de 0,95 m^3/s .

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 39
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 7.13 –Aplicação do DTR ao reservatório Samambaia (Rio Mosquito - PA1)

Vol – 25,5 hm³
 Ad – 639 km²
 Ah – 1,57 km²
 α – 308,81
 CV – 0,39
 Fk – 0,41
 Evap – 700 mm
 Fe – 0,036
 Q_{reg}(m³/s) – 0,95

7.2.4 Resultados

Uma vez obtidas as equações empíricas de regressão das vazões mínimas de referência (Q₉₀, Q₉₅ e Q_{7,10}), o passo seguinte é a transferência de informações para bacias não monitoradas.

Esta transferência deve respeitar duas condições: (a) área hidrológica à qual a equação pertence (**Quadro 7.8**) e (b) limite de extrapolação dos dados.

Quadro 7.14 – Características físicas (Acumuladas e Incrementais) para cada Sub-bacia

	CÓDIGO DAS OTTOBACIAS	ÁREA INCREMENTAL	ÁREA DRENAGEM ACUMULADA
75789	757891	267,30	4.048,4
	757892	511,60	
	757893	107,20	
	757894	313,71	
	757895	249,25	
	757896	621,35	
	757897	59,72	
	757898	802,21	
	757899	1.115,81	
75788	75788	1.319,13	1.319,13
75787	75787	832,64	832,64
75786	757861	56,55	1.835,5
	757862	345,18	
	757863	131,22	
	757865	22,75	
	757866	171,58	

	CÓDIGO DAS OTTOBACIAS	ÁREA INCREMENTAL	ÁREA DRENAGEM ACUMULADA
	757867	150,70	
	757868	474,67	
	757869	482,87	
	757851	113,84	
	757852	486,43	
	757853	432,67	
	757854	407,32	
75785	757855	13,47	3.256,5
	757856	319,34	
	757857	101,43	
	757858	409,17	
	757859	972,88	
75784	75784	1.334,73	1.334,73

A seguir, nas **Figura 7.19**, **Figura 7.20** e **Figura 7.21**, são apresentadas as distribuições das vazões de referência, específicas, incrementais e acumuladas.

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

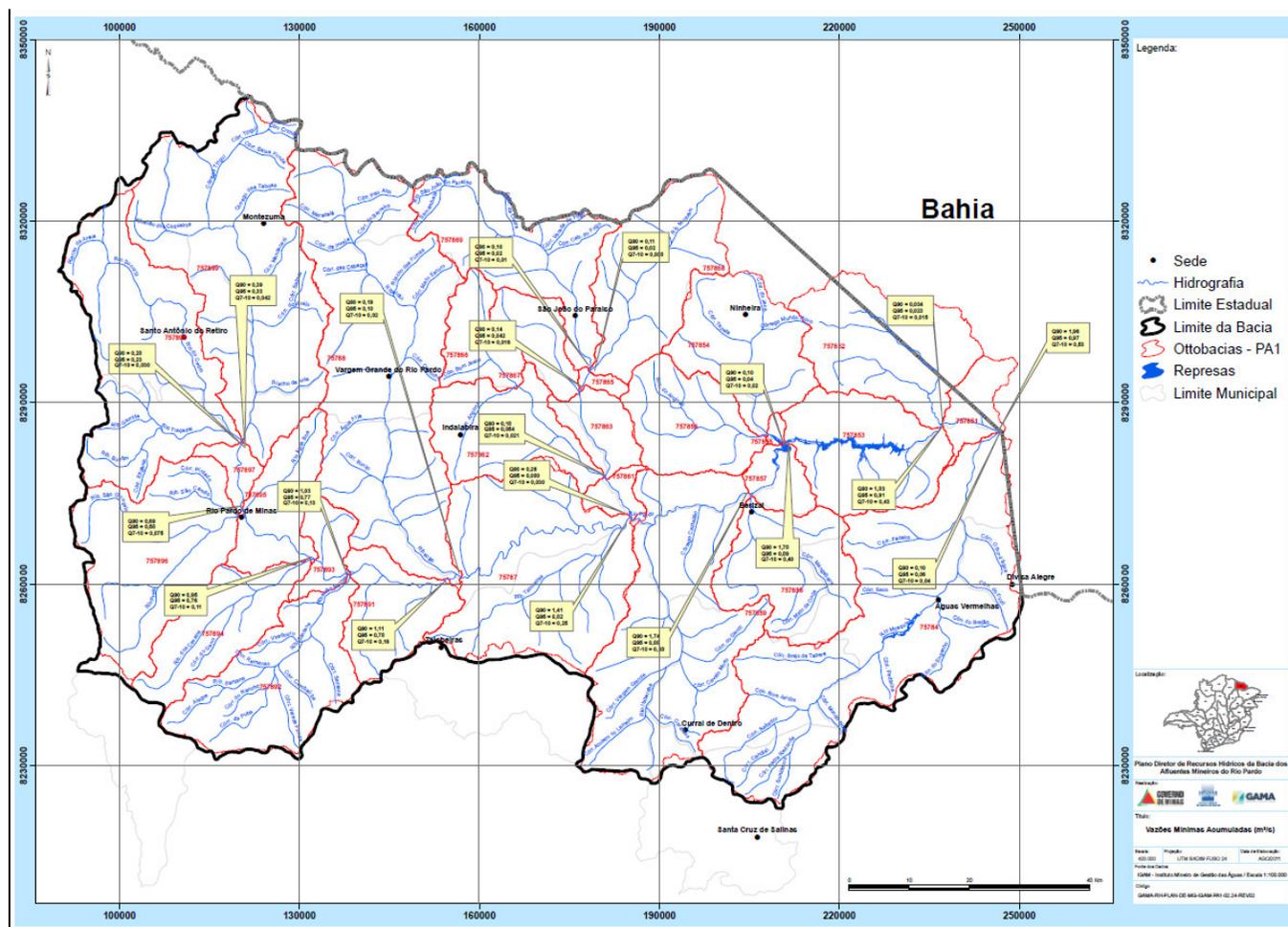


Figura 7.19 – Representação do mapa com as vazões acumuladas ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) para cada Otto bacia

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 42
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

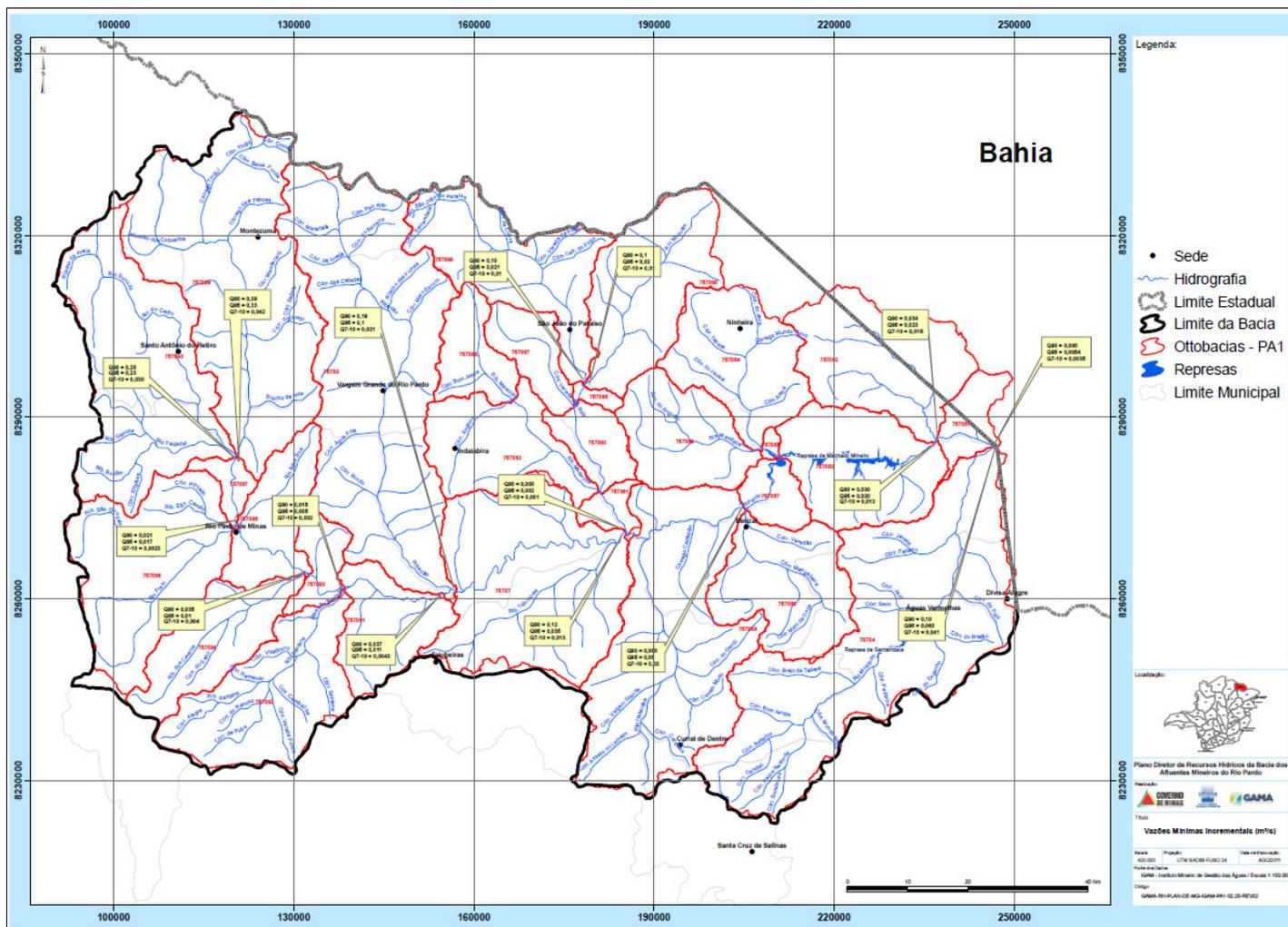


Figura 7.20 – Representação do mapa com as vazões incrementais ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) para cada Otto bacia

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 43
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

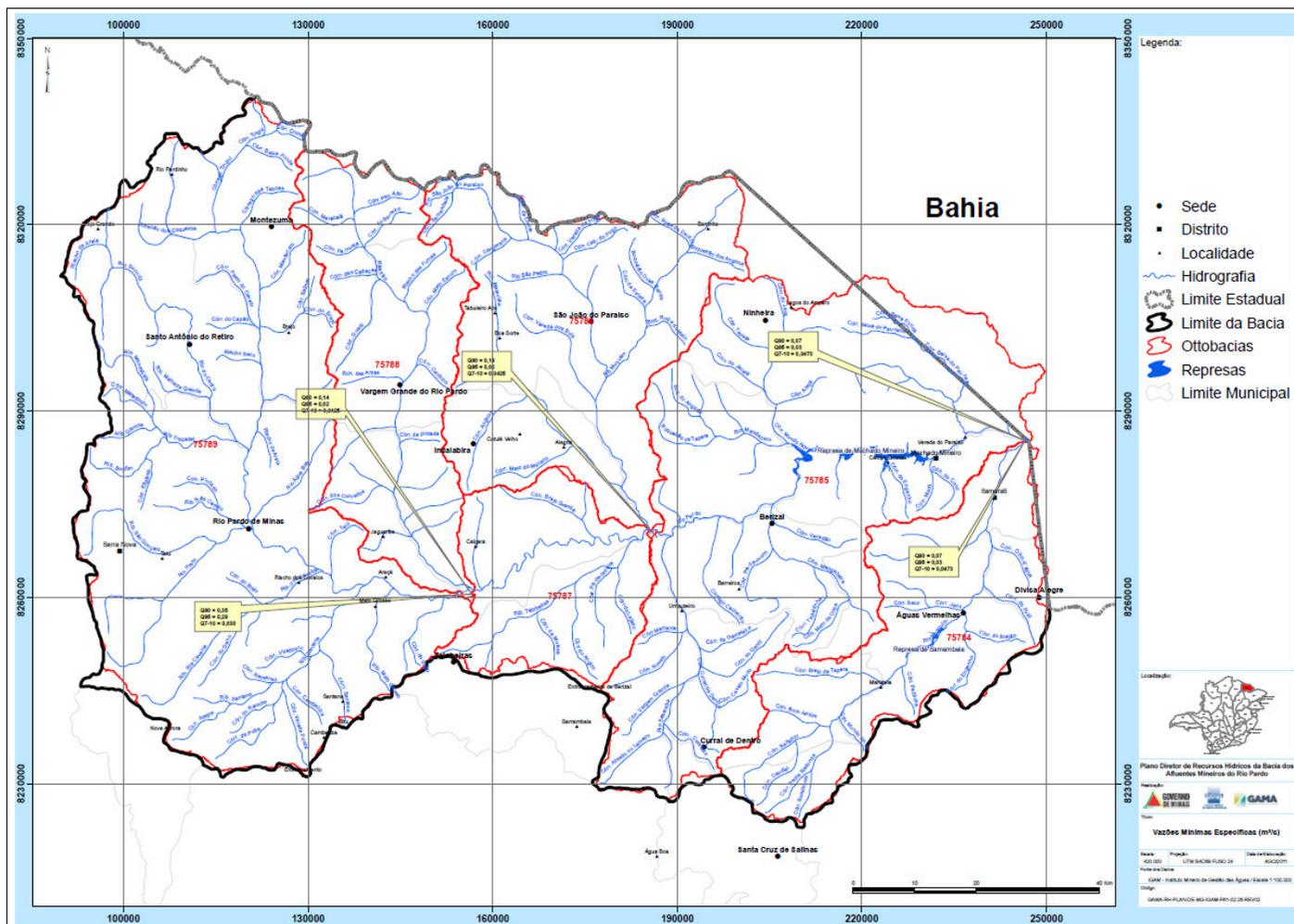


Figura 7.21 – Representação do mapa com as vazões específicas ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) para cada Otto bacia

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 44
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

7.2.5 Validação e conclusões

As estatísticas demonstraram que os ajustes apresentaram qualidade satisfatória para os postos utilizados na calibração para as variáveis hidrológicas $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%r}$ e $Q_{7,10}$.

A área de drenagem das estações fluviométricas também dificultou a extrapolação dos resultados para bacias menores que 1.000 km^2 , esse é um grande problema herdado pela cultura do monitoramento voltado ao aproveitamento hidroenergético, vigente no Brasil até o início deste século. Dificilmente se encontrará séries históricas em bacias com áreas menores que 500 km^2 o que dificulta a realização de estudos em sub-bacias desta ordem de grandeza.

Independente desta limitação, os modelos nos permitiram identificar áreas homogêneas, o que auxilia indiscutivelmente a transferência de informações hidrológicas.

Como uma validação final do ajuste, foram comparados os dados gerados pela regionalização, com os valores medidos em campo, na campanha realizada para fins deste projeto, em setembro de 2010, cuja localização dos pontos de medições é apresentada no **Apêndice II**.

No **Quadro II.1 (Apêndice II)**, será apresentado um comparativo entre as vazões geradas neste modelo e as vazões instantâneas geradas no final do período seco (setembro/2010), concluindo-se que as vazões apresentaram ordem de grandes proporcionais.

7.3 Estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea

Para uma avaliação global da potencialidade e disponibilidade de água, no âmbito de um diagnóstico de uma bacia hidrográfica, se requer uma breve compatibilização de conceitos entre os recursos hídricos de superfície e subterrâneos. Deve-se estabelecer uma uniformização no emprego dos mesmos nos vários estudos de planejamento hídricos subsequentes. Para a hidrologia de superfície, não interessa a avaliação de reservas, mesmo nos rios perenes, mas sim a potencialidade e a disponibilidade de uso desses recursos; não se avaliam volumes de água em escoamento, mas a parte dela que se pode considerar como recurso hídrico explorável. Na hidrogeologia, entretanto, interessa avaliar as reservas permanentes, as reservas renováveis ou reguladoras e os recursos exploráveis, ou seja, os volumes passíveis de exploração, sem prejuízo às unidades aquíferas e ao meio ambiente como um todo.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	45

Em função da “não existência” de informações históricas de níveis de água nos poços de extração, a estimação destas reservas é uma tarefa bastante complexa, porém indispensável. A gestão das águas subterrâneas depende fundamentalmente da determinação do balanço entre estas entradas e saídas. Um dos grandes desafios que ainda persiste é justamente o de integrar ambas as disponibilidades (superficiais e subterrâneas) e avaliar seu grau de conexão e interdependência.

O diagnóstico das disponibilidades hídricas subterrâneas da Bacia PA1 envolve a avaliação das reservas reguladoras e permanentes do conjunto de unidades aquíferas que ocorrem nos seus limites. Estas estimativas dependem das características das chuvas na região, como principal vetor de entrada de água, bem como da geometria e propriedades hidráulicas dos respectivos aquíferos.

Além das quantidades, importa conhecer a qualidade destas águas e sua aptidão para os mais variados usos. A carência de monitoramentos sistemáticos qualitativos de longo prazo dificulta sobremaneira a tarefa de avaliação da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos. A ênfase das descrições empreendidas neste diagnóstico recai sobre sua aptidão aos principais usos, em específico, ao consumo humano, através do cumprimento das normas e portarias que o regulam e, ao uso para irrigação, atividade em franco crescimento nas áreas agricultáveis da PA1.

7.3.1 Quantidade

As disponibilidades hídricas subterrâneas de uma determinada região podem ser agrupadas em (I) reguladoras (ou ativas) e (II) permanentes (ou estáticas). A soma de ambas resulta nos volumes totais de reservas. As reservas exploráveis/disponíveis (III) constituem um terceiro grupo de volumes (composto de frações das reservas reguladoras e permanentes), cuja definição depende de decisões técnico e políticos.

(I) As **reservas reguladoras** representam o volume de água renovável que entra anualmente em uma unidade aquífera, sendo que as mesmas podem ser também denominadas de recursos dinâmicos ou recarga efetiva. Elas dependem diretamente da recarga sazonal (infiltração de precipitações atmosféricas e outras fontes naturais) e são reservas teoricamente disponíveis para exploração. Trata-se do volume hídrico acumulado no meio aquífero, em função da porosidade eficaz ou do coeficiente de armazenamento e varia

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 46
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

anualmente em decorrência dos aportes sazonais de água superficial, do escoamento subterrâneo e dos exutórios.

(II) As **reservas permanentes**, por sua vez, são denominadas de estáticas ou armazenamento permanente. Correspondem à quantidade total de água armazenada no reservatório (nos poros e nas fraturas das rochas) em função da porosidade eficaz e do coeficiente de armazenamento, não variável em decorrência da flutuação sazonal da superfície potenciométrica. Elas podem ser divididas em duas partes: aquela passível de drenagem, onde está a água que pode ser drenada pela ação da gravidade; e a parte de compressão, na qual o armazenamento ocorre por causa da compressão do aquífero e da expansão da água (aquífero compressível). Trata-se de uma reserva não renovável (ao menos para a escala temporal humana) que pode ser explorada até certos limites circunstanciais em que as reservas ativas sejam insuficientes para suprir as necessidades estabelecidas.

Existem várias metodologias para a determinação destas reservas para cada tipo de aquífero, sendo que neste diagnóstico, valem as seguintes premissas metodológicas:

As reservas reguladoras na bacia PA1 foram calculadas a partir da separação do escoamento a partir das séries de vazões regionalizadas, conforme foram apresentadas anteriormente. A partir da equação da continuidade, a reserva reguladora corresponde às descargas subterrâneas afluentes no rio, que por sua vez equivalem à vazão com 95% de permanência.

As reservas permanentes foram calculadas para cada unidade aquífera em função do tipo de dado disponível e da confiabilidade dos mesmos:

- Para as unidades aquíferas porosas formadas pelos sedimentos aluvionares e de cobertura Cenozóica foi adotada a metodologia que consiste na multiplicação em ambiente SIG das respectivas áreas de ocorrência por uma espessura saturada (considerada constante: 10m) e porosidade efetiva (considerada constante: 15%), levando em conta as perdas por drenância e evapotranspiração.
- Dado o pouco que se conhece, para os aquíferos fraturados a determinação das reservas permanentes é apenas estimada em função das recargas que se processam nestas zonas. A heterogeneidade espacial das variáveis relacionadas a estas reservas

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	47

é muito grande e carece de estudos mais aprofundados. Em função da variação sazonal dos níveis de água nos poços e das profundidades médias onde se efetiva a porosidade secundária (fraturas), admite-se que as reservas permanentes sejam de pelo menos 10 (dez) vezes as recargas anuais.

Além destas considerações é importante observar que na bacia PA1 não ocorrem unidades aquíferas com porosidade integranular com expressiva extensão lateral formando regime de fluxo confinado de água subterrânea (para cujo cálculo das reservas permanentes seria necessário levar em consideração a parcela de pressão).

O **Quadro 7.15** apresenta os resultados obtidos a partir da execução das metodologias indicadas. Dele é possível extrair as seguintes conclusões:

- A grande parcela das reservas deve-se à porção de água em regime de reserva permanente, ou seja, águas resultantes de recargas pretéritas. Esta constatação vale para todas as unidades aquíferas. No total as reservas permanentes perfazem 93,2% do total das reservas, enquanto os restantes 6,8% equivalem à contribuição das reservas reguladoras.
- Os volumes de reservas permanentes estão relacionados ao somatório dos reservatórios saturados com água formados pelo conjunto: pacotes de rochas (porosidade primária) + fraturas (porosidade secundária) + coberturas de solo e manto de alteração (porosidade granular). Estas estimações devem ser manipuladas com cuidado e representam uma ordem de grandeza. Sua determinação mais rigorosa depende de informações geométricas e dinâmicas das várias unidades que compõem a bacia e demandariam um estudo específico, aquém da expectativa deste plano de bacia.
- No que diz respeito às sub-bacias, constata-se que a sub-bacia 75786 seguida da sub-bacia 75787, são as que apresentam as maiores reservas reguladoras (recargas) e reservas permanentes.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	48

Quadro 7.15– Estimativas das Reservas de Água Subterrânea na Bacia do PA1

Sub-Bacia	Área(Km ²)	Reserva Reguladora (Hm ³ /ano)	Reserva Permanente (Hm ³)
75783	166,85		
75784	1.223,60	0,82	49,22
757851	104,55	0,07	3,48
757852	446,86	0,30	20,08
757853	397,14	0,26	15,70
757854	374,07	0,25	14,21
757855	12,36	0,01	0,25
757856	293,06	0,20	12,27
757857	93,07	0,06	3,58
757858	375,17	0,25	13,94
757859	891,43	0,60	33,84
75786	1.690,62	11,49	96,60
75787	763,02	3,28	36,66
75788	1.210,20	5,20	61,39
757891	244,77	1,05	11,20
757892	468,09	2,02	21,28
757893	98,19	0,42	4,31
757894	287,09	1,24	13,22
757895	228,36	0,98	10,14
757896	568,83	2,45	25,96
757897	54,72	0,24	2,43
757898	735,45	3,16	32,21
757899	1.023,96	4,40	47,36

(III) As **reservas exploráveis** correspondem à parcela máxima que pode ser aproveitada anualmente das reservas, correspondendo à vazão anual que pode ser extraída do aquífero ou do sistema aquífero, sem que se produza um efeito indesejável de qualquer ordem, entre as quais se encontram:

- a) Econômica, através da exaustão e rebaixamento excessivo dos níveis do aquífero, inviabilizando o uso da água;

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 49
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

- b) Hidrogeológica, através da inviabilização do uso das captações existentes por limite das câmaras de bombeamento, pelo acesso ao aquífero de água de qualidade inaceitável, ou recalques no terreno prejudicando estradas, prédios, tubulações, etc;
- c) Social, à medida que prejudicam os usuários de poços, as descargas de base dos rios, de fontes e de lagoas; prejudica o equilíbrio do meio ambiente que depende das descargas de rios e de fontes, ou de lagoas, ou ao uso econômico da natureza.

São volumes que levam em conta as características dinâmicas dos aquíferos, especificamente sua capacidade de recarga e armazenamento. A capacidade de armazenamento de um aquífero pode ser fraca, mas seu rendimento considerável caso sua alimentação seja assegurada. Inversamente, as reservas permanentes podem atingir dimensões consideráveis, mas ser fracamente realimentadas. Em consequência a grandeza dos recursos exploráveis poderá ser superior, igual ou inferior ao valor da recarga dos aquíferos no seu estado natural. Por outro lado, o bombeamento de água de um aquífero provoca um aprofundamento do seu nível e, conseqüentemente, aumento dos gradientes hidráulicos. A vazão de escoamento aumentará proporcionalmente ao incremento dos gradientes hidráulicos. Tais efeitos são sensíveis nos aquíferos livres, sobretudo, engendrando crescimento das taxas de recarga. Trata-se, portanto, de uma medida que possuem relação direta com a sustentabilidade dos recursos subterrâneos e a manutenção de suas funções, dando margem a distintas interpretações.

Incluem-se neste diagnóstico cenários de exploração, definidos a partir de razões das reservas permanentes e reguladoras passíveis de uso. Obviamente, concorrem para este raciocínio alguns elementos de ordem prática, os quais devem ser levados em consideração:

- Rebaixamentos de níveis muito pronunciados inviabilizam a extração de água do ponto de vista tecnológico e econômico;
- Convém não esgotar as unidades aquíferas mantendo os níveis de rebaixamentos máximos em no mínimo 30% da espessura total saturada das mesmas.

Para a bacia PA1 foram desenvolvidas três alternativas decisórias:

- a) Uso de 50% dos volumes recarregados anualmente;
- b) Uso de 100% das Reservas Reguladoras;

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	50

c) Uso das Reservas Reguladoras totais + Parcela das Reservas Permanentes (30%).

O resultado deste cenário pode ser visualizado no **Quadro 7.16**.

Quadro 7.16 – Cenário para Estimativa das Reservas Exploráveis na Bacia PA1

Sub-Bacia	Reserva Reguladora (Hm ³ /ano)	Reserva Permanente (Hm ³)	Reservas Disponíveis Cenário A	Reservas Disponíveis Cenário B	Reservas Disponíveis Cenário C
75783					
75784	0,82	49,22	0,41	0,82	15,59
757851	0,07	3,48	0,04	0,07	1,11
757852	0,30	20,08	0,15	0,30	6,32
757853	0,26	15,70	0,13	0,26	4,97
757854	0,25	14,21	0,13	0,25	4,51
757855	0,01	0,25	0,01	0,01	0,09
757856	0,20	12,27	0,10	0,20	3,88
757857	0,06	3,58	0,03	0,06	1,13
757858	0,25	13,94	0,13	0,25	4,43
757859	0,60	33,84	0,30	0,60	10,75
75786	11,49	96,60	5,75	11,49	40,47
75787	3,28	36,66	1,64	3,28	14,28
75788	5,20	61,39	2,60	5,20	23,62
757891	1,05	11,20	0,53	1,05	4,41
757892	2,02	21,28	1,01	2,02	8,40
757893	0,42	4,31	0,21	0,42	1,71
757894	1,24	13,22	0,62	1,24	5,21
757895	0,98	10,14	0,49	0,98	4,02
757896	2,45	25,96	1,23	2,45	10,24
757897	0,24	2,43	0,12	0,24	0,97
757898	3,16	32,21	1,58	3,16	12,82
757899	4,40	47,36	2,20	4,40	18,61

Os resultados destas simulações de cenários fazem sentido quando comparados, por exemplo, aos volumes de extração atual (demandas atuais de água subterrânea) no total da PA1 e para cada sub-bacia em particular, conforme nos mostra o **Quadro 7.17** seguinte.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 51
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 7.17 – Balanço entre Cenários de extração e Cenários de Disponibilidade para a Bacia PA1

Sub-Bacia	Extrações atuais Hm ³ /ano	Extrações (Fator 5x) Hm ³ /ano	Extrações (Fator 10x) Hm ³ /ano	RD Cen A Hm ³ /ano	RD Cen B Hm ³ /ano	RD Cen C Hm ³ /ano	A - A	A-5x	A-10x	B-A	B-5x	B-10x	C-A	C-5x	C-10x
75783	0,2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75784	0,86	4,3	8,6	0,41	0,82	15,59	-0,45	-3,89	-8,19	-0,04	-3,48	-7,78	14,73	11,29	6,99
757851	-	-	-	0,04	0,07	1,11	0,04	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	1,11	1,11	1,11
757852	0,02	0,1	0,2	0,15	0,3	6,32	0,13	0,05	-0,05	0,28	0,2	0,1	6,3	6,22	6,12
757853	0,07	0,35	0,7	0,13	0,26	4,97	0,06	-0,22	-0,57	0,19	-0,09	-0,44	4,9	4,62	4,27
757854	0,29	1,45	2,9	0,13	0,25	4,51	-0,16	-1,32	-2,77	-0,04	-1,2	-2,65	4,22	3,06	1,61
757855	-	-	-	0,01	0,01	0,09	0,01	0,01	0,09	0,01	0,01	0,01	0,09	0,09	0,09
757856	0,09	0,45	0,9	0,1	0,2	3,88	0,01	-0,35	-0,8	0,11	-0,25	-0,7	3,79	3,43	2,98
757857	-	-	-	0,03	0,06	1,13	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	1,13	1,13	1,13
757858	0,25	1,25	2,5	0,13	0,25	4,43	-0,12	-1,12	-2,37	0	-1	-2,25	4,18	3,18	1,93
757859	1,15	5,75	11,5	0,3	0,6	10,75	-0,85	-5,45	-11,2	-0,55	-5,15	-10,9	9,6	5	-0,75
75786	1,97	9,85	19,7	5,75	11,49	40,47	3,78	-4,1	-13,95	9,52	1,64	-8,21	38,5	30,62	20,77
75787	1,1	5,5	11	1,64	3,28	14,28	0,54	-3,86	-9,36	2,18	-2,22	-7,72	13,18	8,78	3,28
75788	0,14	0,7	1,4	2,6	5,2	23,62	2,46	1,9	1,2	5,06	4,5	3,8	23,48	22,92	22,22
757891	0,16	0,8	1,6	0,53	1,05	4,41	0,37	-0,27	-1,07	0,89	0,25	-0,55	4,25	3,61	2,81
757892	0,23	1,15	2,3	1,01	2,02	8,4	0,78	-0,14	-1,29	1,79	0,87	-0,28	8,17	7,25	6,1
757893	0,04	0,18	0,36	0,21	0,42	1,71	0,17	0,03	-0,15	0,38	0,24	0,06	1,67	1,53	1,35
757894	0,07	0,35	0,7	0,62	1,24	5,21	0,55	0,27	-0,08	1,17	0,89	0,54	5,14	4,86	4,51
757895	0,19	0,95	1,9	0,49	0,98	4,02	0,3	-0,46	-1,41	0,79	0,03	-0,92	3,83	3,07	2,12
757896	0,43	2,15	4,3	1,23	2,45	10,24	0,8	-0,92	-3,07	2,02	0,3	-1,85	9,81	8,09	5,94
757897	0,06	0,3	0,6	0,12	0,24	0,97	0,06	-0,18	-0,48	0,18	-0,06	-0,36	0,91	0,67	0,37
757898	0,2	1	2	1,58	3,16	12,82	1,38	0,58	-0,42	2,96	2,16	1,16	12,62	11,82	10,82
757899	0,81	4,05	8,1	2,2	4,4	18,61	1,39	-1,85	-5,9	3,59	0,35	-3,7	17,8	14,56	10,51

OBS: RD- Recursos Disponíveis; A/B/C: Cenários de Disponibilidade; A/5x/10x: Cenários de Extração.

O Quadro acima permite a extração de uma série de conclusões, entre elas as mais importantes são:

- Observa-se um cenário geral de médio conforto do balanço entre recursos disponíveis e extrações atuais, com problemas nas sub-bacias 757859, 75784, 757854 e 757858. Já considerando um fator de clandestinidade de 5x, observa-se que as extrações totais acabam superando as disponibilidades do cenário A em 14 de 23 sub-bacias. Considerando o fator de clandestinidade de 10x, são várias as sub-bacias com desequilíbrio, 16/23 (as mesmas do fator anterior mais as sub-bacias 757852 e 757893).
- Para o Cenário B, apenas 3 sub-bacias estariam em uma situação desfavorável considerando as extrações atuais. Já para os fatores de clandestinidade 5 e 10x a lista das sub-bacias com equilíbrio desfavorável seria de 9/23 e 13/23.
- No cenário C, para as extrações atuais e fator de clandestinidade 5x, não haveria problema enquanto para o fator 10x haveria problema somente na sub-bacia 757859, justamente a mais problemática.

Outra forma de abordar a questão das quantidades é avaliar a expectativa de obtenção de vazões consideráveis através das perfurações e completação de poços tubulares. O **Quadro 7.17**, comentado anteriormente, apresenta os valores médios, mínimos e máximos das vazões das principais sub-bacias. A partir do conjunto de dados de vazão, percebe-se que toda a região é considerada bastante pobre em termos de produção de água subterrânea, e, que nenhuma das unidades aquíferas se sobressai neste sentido. Os mapas da **Figura 7.22** apresentam dados de vazões específicas obtidos com os dados dos poços da COPASA. Estes mapas mostram que na porção montante da bacia ocorrem manchas de condições hidrogeológicas apenas ligeiramente mais favoráveis, evidenciadas por vazões específicas maiores (associadas às ocorrências das unidades aquíferas da Serra do Espinhaço).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	53

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

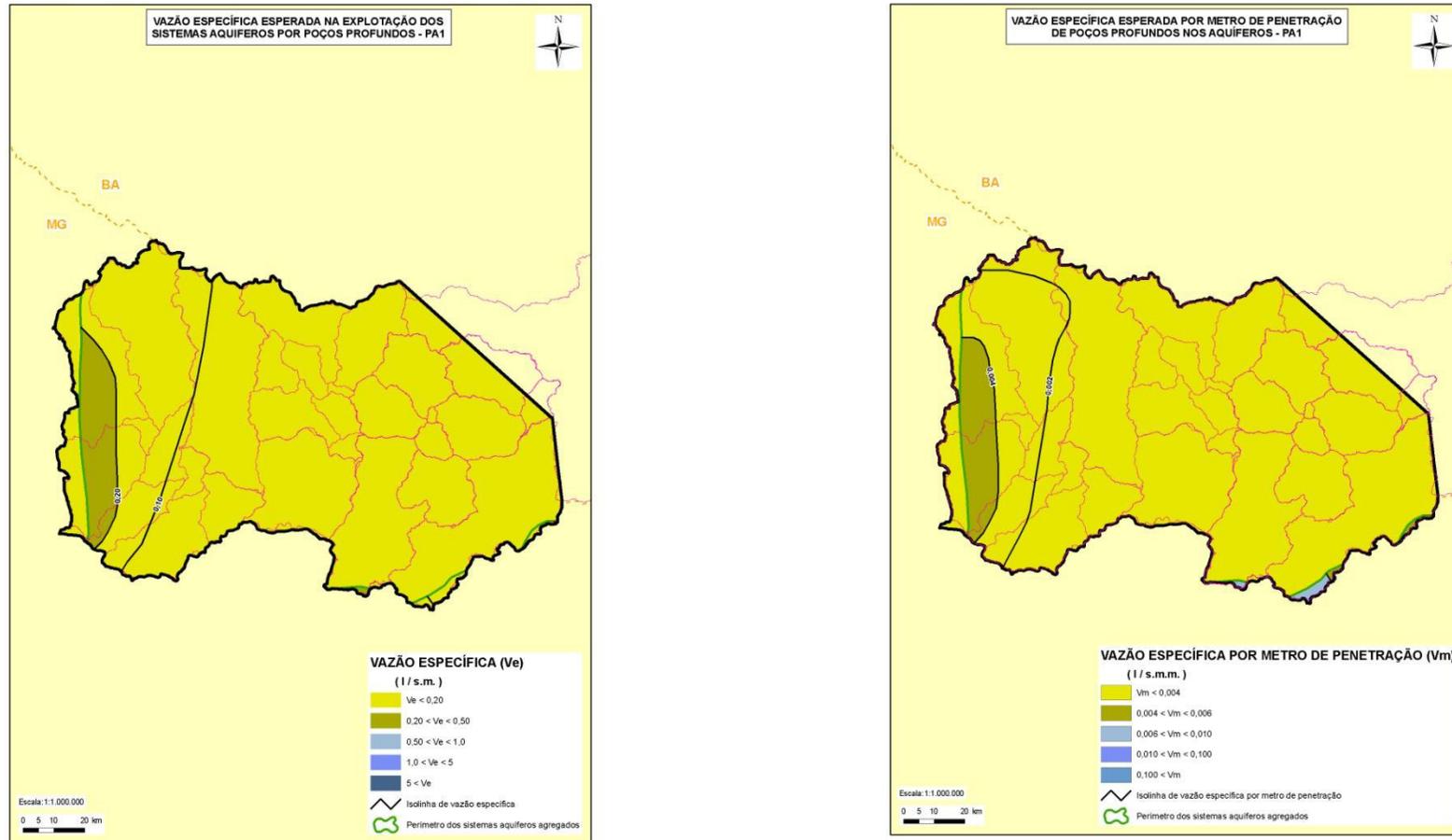


Figura 7.22 – Mapas com isolinhas de Vazões Específicas na PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 54
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

7.3.2 Qualidade

Do ponto de vista de qualidade, a prioridade da caracterização das águas subterrâneas recai sobre sua adequação ao seu uso. O critério de potabilidade destas águas segundo as portarias existentes acaba sendo a mais importante referência. Neste sentido, é fundamental que estas águas atendam a estes critérios. Conforme será visto no próximo capítulo, grande parte dos domicílios rurais da bacia é abastecida por fontes subterrâneas, muitas delas não vinculadas a companhias de saneamento, o que torna a tarefa da vigilância sanitária (instituição responsável pelo controle da qualidade ambiental do saneamento) bastante complexa. Da mesma forma outros usos, como no caso da indústria, irrigação e etc, possuem seus próprios critérios de qualidade química, o que, em muitos casos, pode ser determinante para a concretização de determinados investimentos. A irrigação, com proporções incipientes no cenário atual de consumo de água subterrânea na bacia, impõe seus próprios padrões de qualidade e depende fundamentalmente de seu conteúdo salino.

Por outro lado, a qualidade química das águas subterrâneas depende fundamentalmente do arcabouço geológico por onde escoam e se armazenam e do tempo no qual esta dinâmica se processa. O contato entre as águas subterrâneas e a matriz rochosa (incluindo perfis de solo e sedimentos não consolidados) e o tempo de residência destas águas nestes aquíferos exerce enorme influência em suas características químicas. Por esta razão, em função do tipo de aquífero e do tipo de rocha com a qual os fluídos mantêm contato, é possível de realizarem-se previsões sobre sua qualidade. Uma vez analisados os principais parâmetros químicos de águas subterrâneas de um mesmo aquífero (do ponto de vista químico, deve-se sempre referir a um mesmo corpo aquífero, caso contrário haveria mistura de propriedades químicas de diferentes águas), as águas podem ser classificadas de acordo com diagramas clássicos em hidrogeologia. Estas informações, uma vez localizadas no espaço, geram manchas com expectativas da qualidade química das águas subterrâneas, onde devem estar reconhecidas aqueles locais impróprios para captação e uso.

As características químicas naturais das águas subterrâneas podem vir a ser alteradas em função de padrões de uso e ocupação do solo e do próprio regime de uso através das captações. As diferentes unidades hidrogeológicas apresentam distintas vulnerabilidades a agentes contaminantes externos, característica que quando generalizada aos contaminantes usuais, denomina-se de vulnerabilidade. Por outro lado existem regiões

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 55
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

que apresentam uma matriz de desenvolvimento tal, que contempla fontes contaminantes bem determinadas e outras prováveis.

Do ponto de vista hidroquímico, as águas que circulam nas diferentes unidades aquíferas da bacia PA1, apesar de apresentam algumas variações importantes, possuem características hidroquímicas homogêneas. De maneira geral, tanto as águas das unidades aquíferas porosas como as águas subterrâneas que fluem no sistema de fraturas e manto de alteração das rochas metamórficas e dos granitóides da PA1 demonstram uma potabilidade apenas parcial (restrita a porções específicas da área da PA1) e são quimicamente impróprias para fins de irrigação (devido à alta salinidade observada na grande maioria das áreas).

Salienta-se que a região de abrangência da PA1 acaba não sendo contemplada pelos monitoramentos promovidos pelo IGAM nas iniciativas “Monitoramento da qualidade das águas subterrâneas de Minas Gerais – Relatórios Projeto Aquífero Guarani – 2009 e Projeto Jaíba, Varzelândia e Verdelândia – 2007 a 2009”. Este último acabou por contemplar monitoramento de unidades aquíferas correlatas com as encontradas na PA1, a saber: as unidades compostas de rochas granitóides e rochas metamórficas.

Os mapas da **Figura 7.23** apresentam a distribuição das condutividades elétricas dos poços de abastecimento público da PA1, como indicador de qualidade geral e mais especificamente as manchas de qualidade das águas subterrâneas com base na salinidade, adsorção de sódio e dureza.

Os mapas mostram claramente que na grande maioria das áreas, as condutividades elétricas apresentam valores médios maiores que 500 μ S/cm. Para jusante, estes valores superam inclusive a faixa dos 750 μ S/cm. Do ponto de vista de aptidão ao uso, observa-se que: (i) apenas parte da bacia, nas porções de montante, é considerada apta para abastecimento e; (ii) a bacia é considerada imprópria para irrigação (salvo pequenas franjas a sul e oeste, junto aos divisores da bacia).

O **Quadro 7.18** apresenta uma síntese da qualidade hidroquímica das águas subterrâneas por unidade aquífera.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 56
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 7.18 – Síntese da qualidade hidroquímica das águas subterrâneas da PA1

Aquífero	Características	%	Qualidade	Restrições
Pmb Aluviões indiferenciados (Pmb_FCAI_ind)	Poroso, livre e de extensão limitada; pouco produtivo.	1,29	Águas mediana qualidade	Muito suscetível à contaminação orgânica com restrições associadas à inadequada locação e construção. Excessos salinos bastante frequentes.
Pmb Formações Cenozóicas indiferenciado (Pmb_FC_ind)	Poroso, livre e descontínuo. Muito pouco produtivo.	57,39	Águas de mediana qualidade com teores mais altos de ferro e manganês	Muito suscetível à contaminação orgânica com restrições associadas à inadequada locação e construção. Ferro e manganês acima dos padrões de potabilidade.
Fb Metassedimentos-Metavulcânicas indiferenciadas (Fb_MMV_ind)	Faturado descontínuo, de extensão regional limitada e livre; pouco produtivo.	34,07	Águas de mediana qualidade.	Restrições associadas à construção e locação inadequada de poços. Excessos salinos frequentes.
Fmb Cristalino indiferenciado (Fm_C_ind):	Faturado, descontínuo, de extensão regional limitada e livre; pouco produtivo.	5,08	As águas, em geral, são de boa qualidade.	Restrições associadas à construção e locação inadequada de poços. Excessos salinos frequentes.
Fmb Metassedimentos-Metavulcânicas indiferenciadas (Fmb_MMV_ind)	Faturado indiferenciado é descontínuo e de extensão regional limitada. Muito pouco	0,07	Águas de mediana qualidade.	Restrições associadas à construção e locação inadequada de poços. Excessos salinos frequentes.
PFb Supergrupo Espinhaço (PFb_PMe)	Parcialmente fraturado podendo comportar-se como aquífero poroso em alguns estratos	2,11	Águas de boa qualidade.	Restrições associadas à construção e locação inadequada de poços.

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

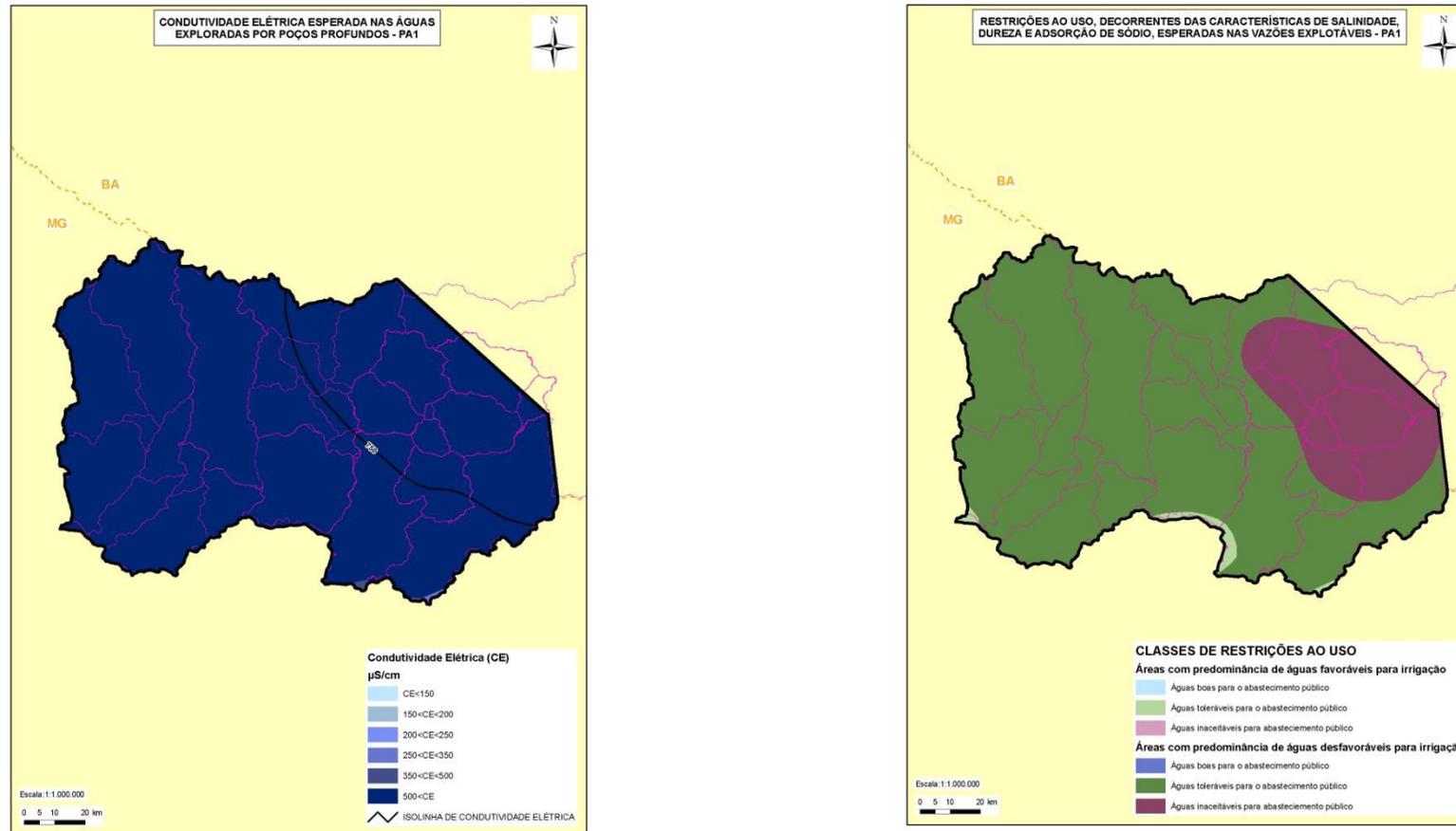


Figura 7.23 – Mapa da qualidade química das águas subterrâneas da PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 58
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

7.3.3 Avaliação das Principais Fontes de Contaminação

Com o intuito de se estabelecer uma referência quantitativa sobre o nível de poluição que pode potencialmente afetar os recursos hídricos subterrâneos na bacia PA1, optou-se por elaborar uma estimativa das cargas poluidoras potenciais em cada um dos municípios integrantes da mesma. Essas estimativas se justificam principalmente diante da dinâmica política e econômica atual vigente no plano federal e estadual que conjugam dois fatores de fundamental importância para a gestão dos recursos hídricos: sua vocação para o agronegócio e sua vocação mineira. As cargas possíveis de estimação com base nos dados existentes são as seguintes: (i) Cargas populacionais (urbanas e rurais); (ii) Cargas Animais; (iii) Cargas Agrícolas. As variáveis consideradas são DBO, Nitrogênio e Fosfato.

Cabe salientar que a avaliação das cargas de origem industrial requer a realização de pesquisas em cadastros de licenciamento no órgão estadual e não foi efetuado neste diagnóstico para fins de avaliação no âmbito das águas subterrâneas. Essa lacuna representa uma demanda a ser contemplada nas diretrizes e nos planos de ação futuros.

a) Cargas Populacionais

Neste diagnóstico foram avaliadas as cargas geradas pela população rural e urbana, adotando-se a seguinte metodologia: (i) Em cada polígono censitário totalizou-se o número de pessoas residentes, segundo o censo demográfico do IBGE (2010); (ii) Foram atribuídos como cargas unitárias os valores de 54 g/DBO, 9,8 g de nitrogênio e 2,7 g de fósforo por habitante por dia, conforme referência bibliográfica; (iii) Em seguida, foram multiplicadas as cargas unitárias pela população por área do município pertencente à Bacia; (iv) Foram calculadas as cargas específicas dividindo-se o valor de carga total pela respectiva área na qual foi realizada a contagem.

b) Cargas Animais

Na estimativa das cargas de origem pecuária, foram adotados os seguintes procedimentos: (i) A contagem dos rebanhos (bovinos, ovinos, caprinos, aves e suínos), por Município foi realizada a partir do Censo Agropecuário; (ii) Foram estabelecidos

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 59
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

distintos valores de cargas unitárias de acordo com o tipo de rebanho, segundo a bibliografia especializada²:

- Bovinos: 0,73g de DBO, 0,06g de nitrogênio e 0,035g de fósforo por cabeça/dia;
- Ovinos e Caprinos: 0,16g de DBO, 0,005g de nitrogênio e 0,005g de fósforo por cabeça/dia;
- Aves: 0,02g de DBO, 0,0021g de nitrogênio e 0,0023g de fósforo por cabeça/dia;
- Suínos: 0,18 g de DBO, 0,021g de nitrogênio e 0,007g de fósforo por cabeça/dia.

Em seguida, foram multiplicadas as cargas unitárias pelo número de animais, somando-se a carga total, calculada para cada Município.

Importante salientar que, apesar da criação de aves e de suínos e, mesmo de rebanho de bovinos e de outros animais, em muitos casos, ser confinada, considerou-se neste exercício a avaliação dessa modalidade no âmbito das cargas difusas, pois a contagem de animais pelo censo agropecuário é feita por município, dificultando a localização exata desses rebanhos no espaço municipal.

c) Cargas Agrícolas

No cálculo das cargas geradas nas áreas agrícolas, foram adotados os seguintes procedimentos: (i) Totalizou-se, a partir da espacialização das áreas agrícolas nos Município a partir do Mapa de Uso e Ocupação do Solo (realizado para este diagnóstico), incluindo nessa estimativa as áreas de lavoura irrigada; (ii) Foram atribuídos para todas as culturas as cargas unitárias os valores de 45 kg nitrogênio e 100 kg de fósforo por hectare por ano³. Não se considera, em áreas agrícolas, a geração de cargas orgânicas expressas em DBO; (iii) Em seguida, foram multiplicadas as cargas unitárias pela área total de plantio considerada em cada Município.

Os resultados da distribuição das cargas de DBO, Nitrogênio e Fosfato na PA1 são apresentados nas **Figura 7.24 à Figura 7.26**.

² Silva, M.H.N.L. **Análise e modelagem numérica da qualidade da água em rios**. Dissertação de Mestrado. UF Paraná. Curitiba, 1998. PERDOMO Carlos Cláudio. **Manejo e Tratamento de dejetos suínos**. Sistema Embrapa - UFSC - Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos_s9g448p.html>. Acesso em 10/03/07, 13h54min.

³ Para a determinação da carga de fósforo considera-se o uso de 500 kg/ha de fertilizantes com 20% de P₂O₅, que equivale a 100 kg/ha de fósforo e para a determinação das cargas de nitrogênio considera-se a aplicação de 100 kg/ha de fertilizantes com 45% de nitrogênio, que equivale a 45 kg/ha de nitrogênio.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 60
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

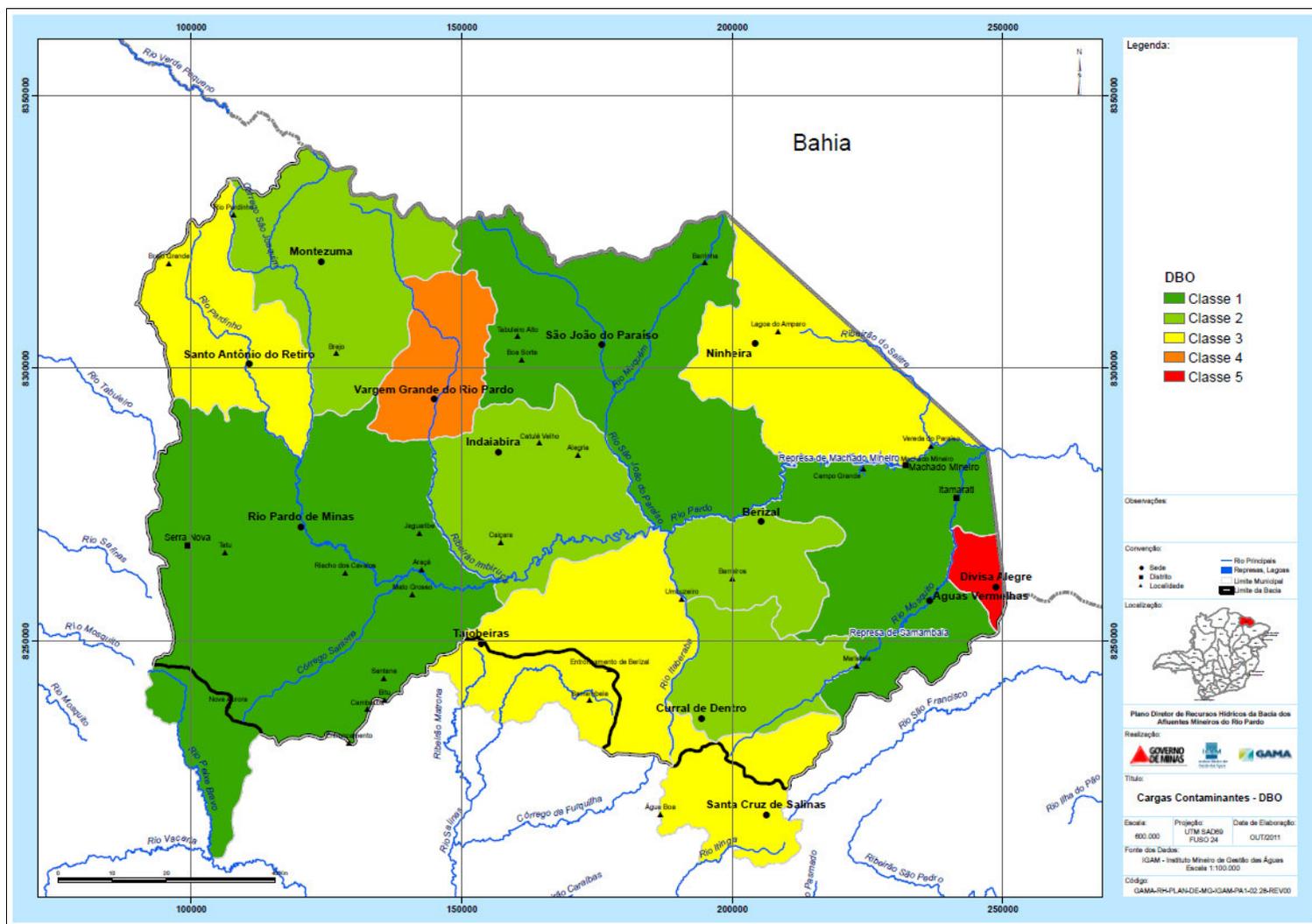


Figura 7.24 – Distribuição das classes de cargas de DBO nos Municípios da PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 61
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

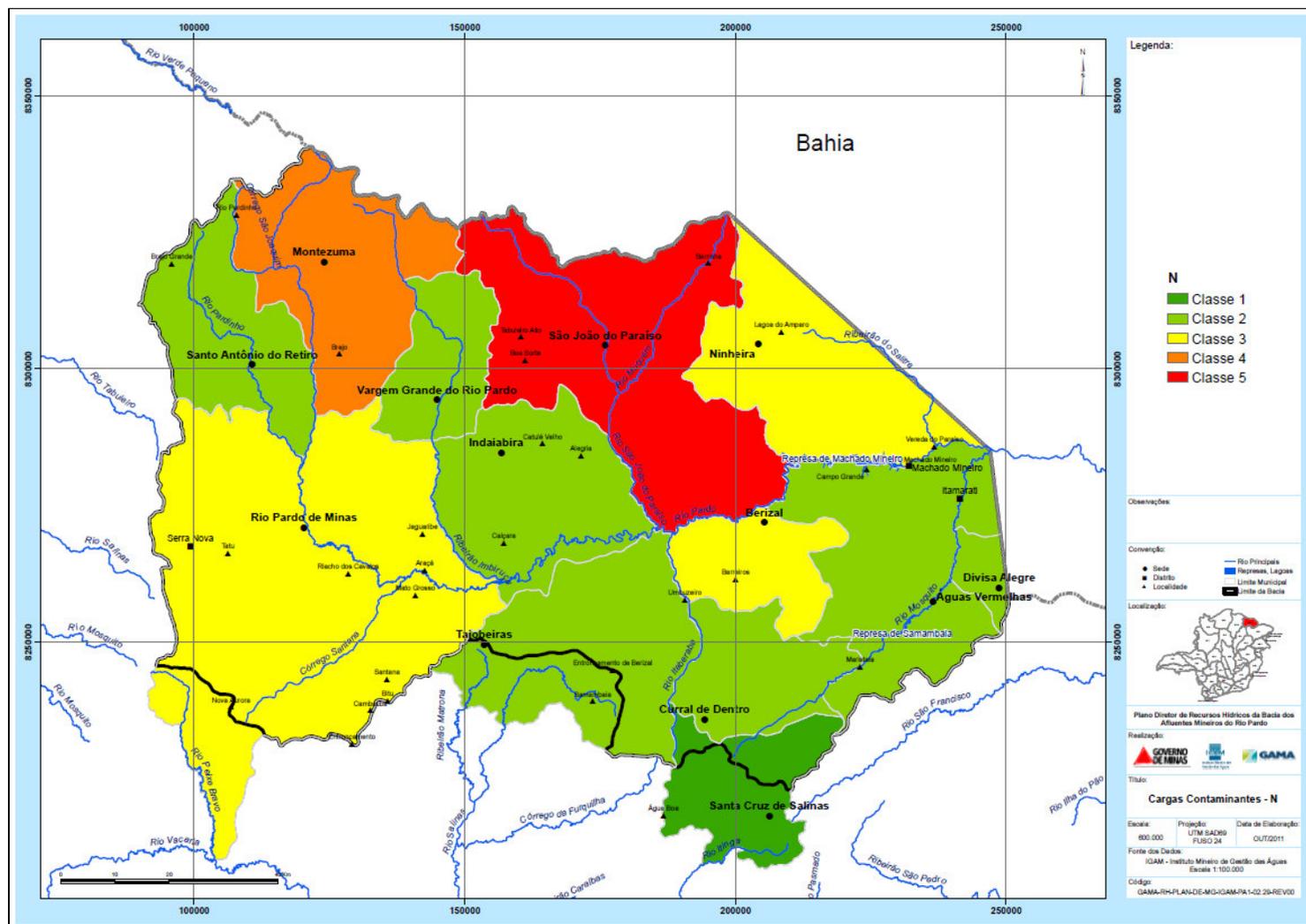


Figura 7.25 – Distribuição das classes de cargas de Nitrogênio nos Municípios da PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 62
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

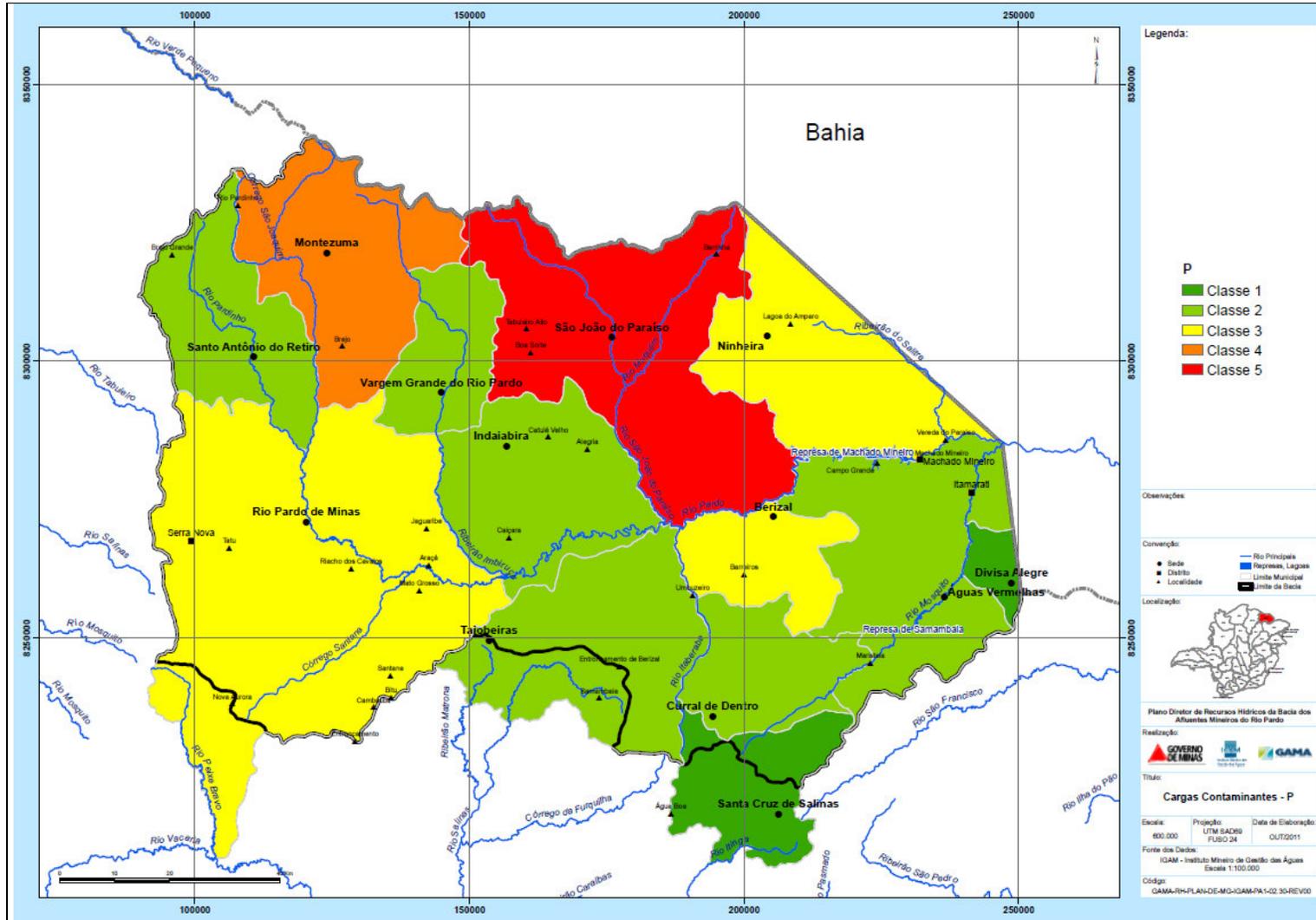


Figura 7.26 – Distribuição das classes de cargas de Fosfato nos Municípios da PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 63
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

7.3.4 Avaliação do Risco de Contaminação

O conceito de risco de contaminação resulta da combinação da vulnerabilidade, enquanto propriedade intrínseca do aquífero, e da identificação das principais fontes contaminantes. No momento em que se configura uma situação de coexistência geográfica de uma alta vulnerabilidade com a presença de uma fonte de contaminação potencial, ocorre uma situação de risco, cuja variação será resultante das combinações possíveis entre ambos os parâmetros. Esta operação é feita em ambiente de geoprocessamento (SIG), uma vez que opera com atributos (valores de classes dos parâmetros) de forma matricial ou vetorial, varrendo toda a imagem, no caso, a cartografia digital básica da PA1.

As fontes de contaminação podem ser as mais diversas e estão intimamente associadas às formas de uso e ocupação do solo, bem como com a própria matriz econômica das distintas regiões da Bacia. O conceito de carga contaminante enfeixa quaisquer atividades humanas que possam causar alguma alteração na qualidade da água subterrânea, vindo a torná-la imprópria para determinado uso.

Diversas são as atividades capazes de gerar um efeito adverso no subsolo, tais como pode ser visto no **Quadro 7.19** abaixo.

Quadro 7.19 - Tipos de contaminantes e suas fontes mais comuns

Fontes de Contaminação	Tipo de Contaminante
Atividade Agrícola	Nitratos, amônia, pesticida e organismos fecais
Saneamento in-situ	Nitratos, hidrocarbonetos alogenados, microorganismos
Postos de combustível e garagens	Hidrocarbonetos aromáticos, benzeno, fenóis, hidrocarbonetos alogenados
Disposição inadequada de resíduos sólidos	Amônia, salinidade, hidrocarbonetos alogenados, metais pesados
Indústria metal-mecânica	Tricloroetileno, tetracloroetileno, hidrocarbonetos alogenados, fenóis, metais pesados e cianetos
Indústrias de tintas e solventes	Benzenos, hidrocarbonetos alogenados, metais, hidrocarbonetos aromáticos, tetracloroetileno
Indústria madeireira	Pentaclorofenol, hidrocarbonetos aromáticos e hidrocarbonetos alogenados
Lavanderias	Tricloroetileno, tetracloroetileno
Indústria química (pesticidas)	Hidrocarbonetos alogenados, fenóis, arsênio

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 64
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Fontes de Contaminação	Tipo de Contaminante
Disposição de lodos	Nitratos, Hidrocarbonetos alogenados, chumbo, zinco
Curtumes	Cromo, Hidrocarbonetos alogenados, fenóis
Exploração de óleo e gás	Salinidade, Hidrocarbonetos aromáticos
Mineração de metais e carvão	Acidez, metais pesados, ferro e sulfatos

Fonte: Extraído e modificado de “GroundwaterQualityProtection”, World Bank, 2002.

De forma a contribuir no reconhecimento de áreas prioritárias para estudos associados à proteção de aquíferos, realizou-se mapeamento do seu risco de contaminação orgânica, em função das cargas totais de DBO e das cargas de N. Conforme exposto na introdução, o risco é função do emprego da **Equação 7.7**.

$$\text{Índice de Risco} = [\text{Vulnerabilidade (1-5)} * \text{Cargas Contaminantes (1-5)}] \quad \text{Equação 7.7}$$

A multiplicação destes mapas e de seus respectivos atributos com a separação em classes de I a V gera os mapa de risco à contaminação (**Figura 7.27** e **Figura 7.28**) variando de:

- Risco muito alto (V)
- Risco alto (IV)
- Risco médio (III)
- Risco baixo (II)
- Risco negligenciável (I)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 65
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

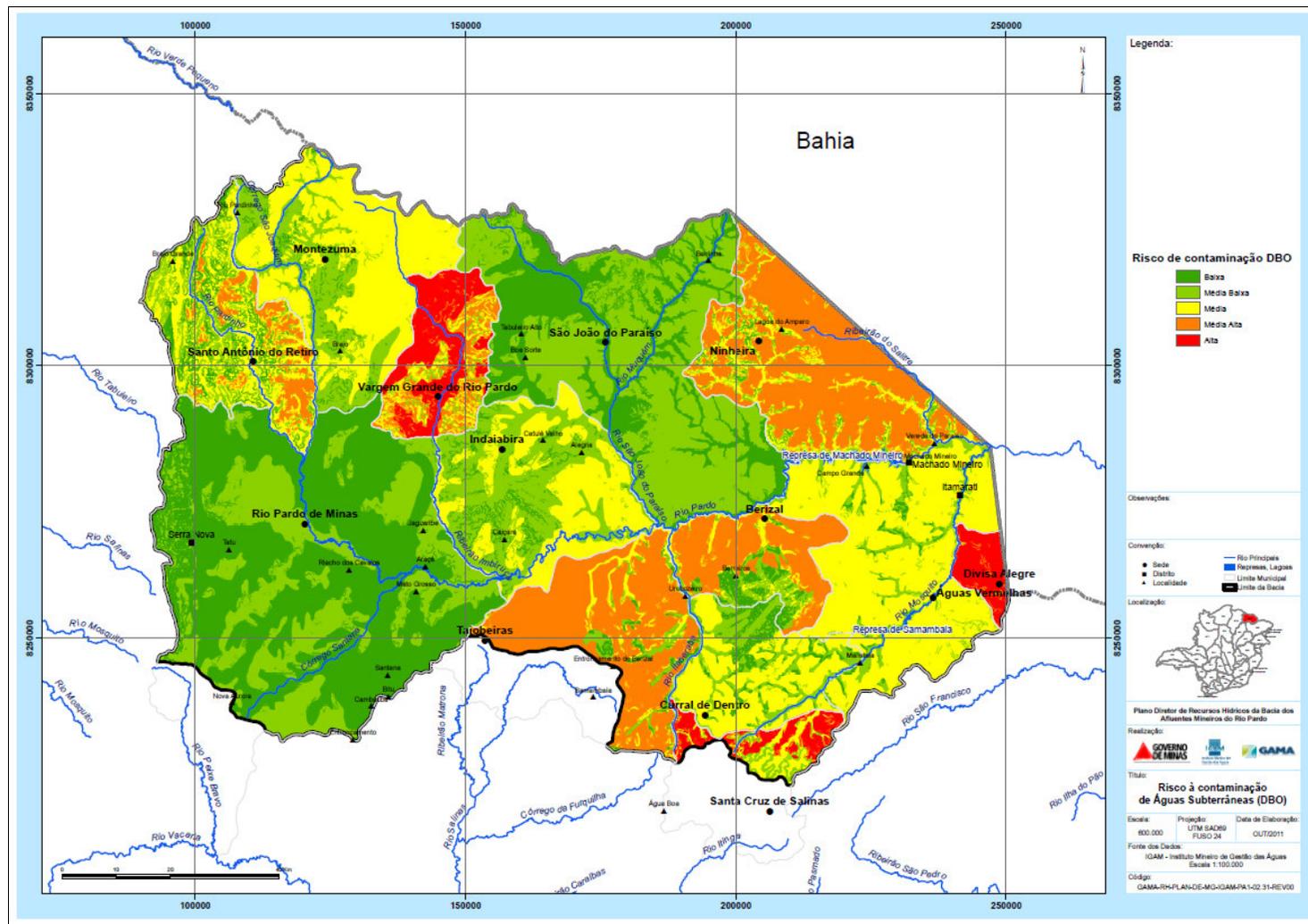


Figura 7.27 – Mapa de risco à contaminação devido ao DBO na PA1

<p>Contrato 2241.0101.07.2010</p>	<p>Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05</p>	<p>Data de Emissão 26/09/2013</p>	<p>Página 66</p>
---------------------------------------	---	---------------------------------------	----------------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

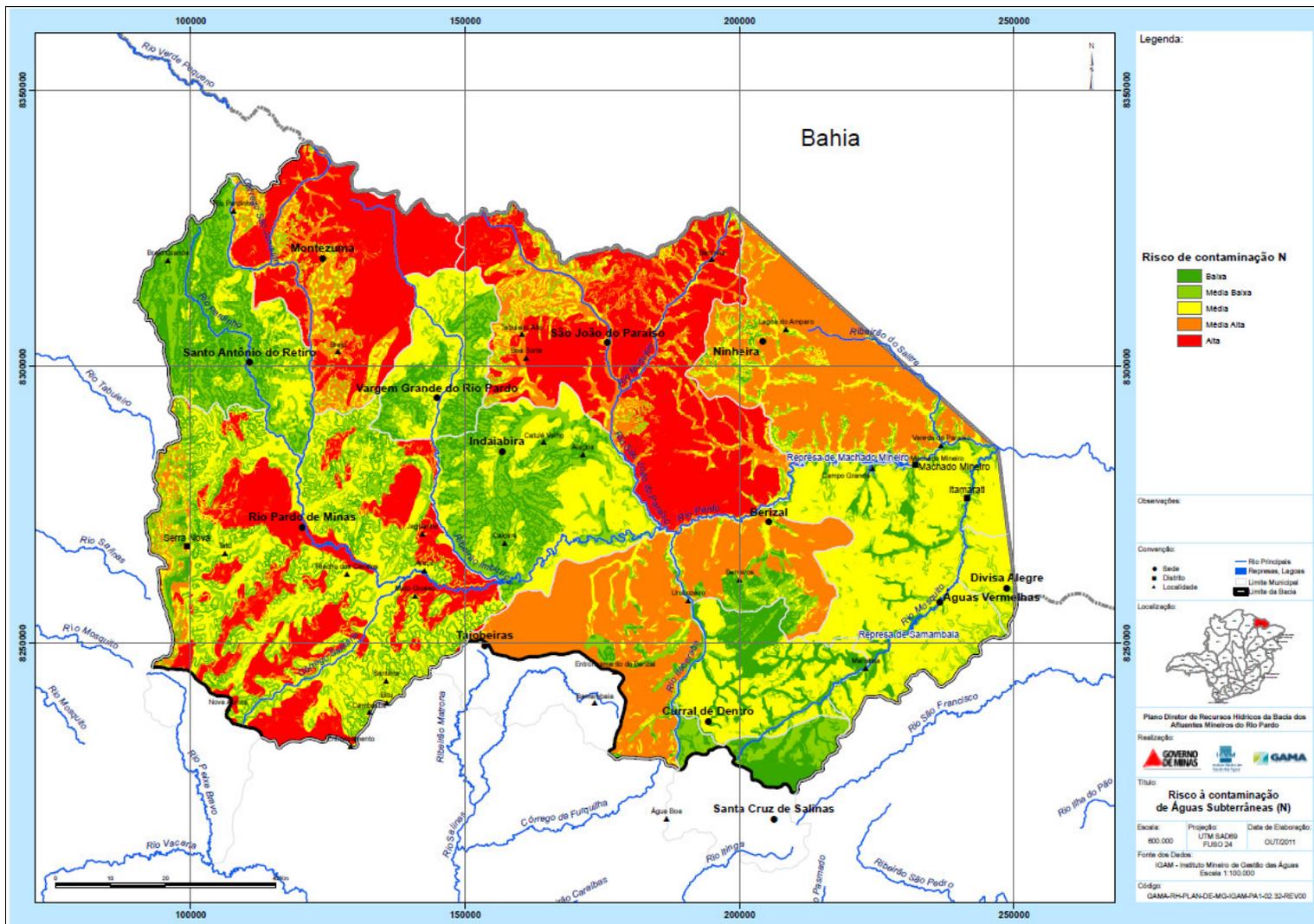


Figura 7.28 – Mapa de risco à contaminação devido ao N no PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 67
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

No que diz respeito ao risco de contaminação por DBO, o gráfico da **Figura 7.29** mostra claramente que as sub-bacias 757849, 757852 e 757854, nesta ordem, são as que apresentam a maior quantidade de áreas sob classes 4 e 5.

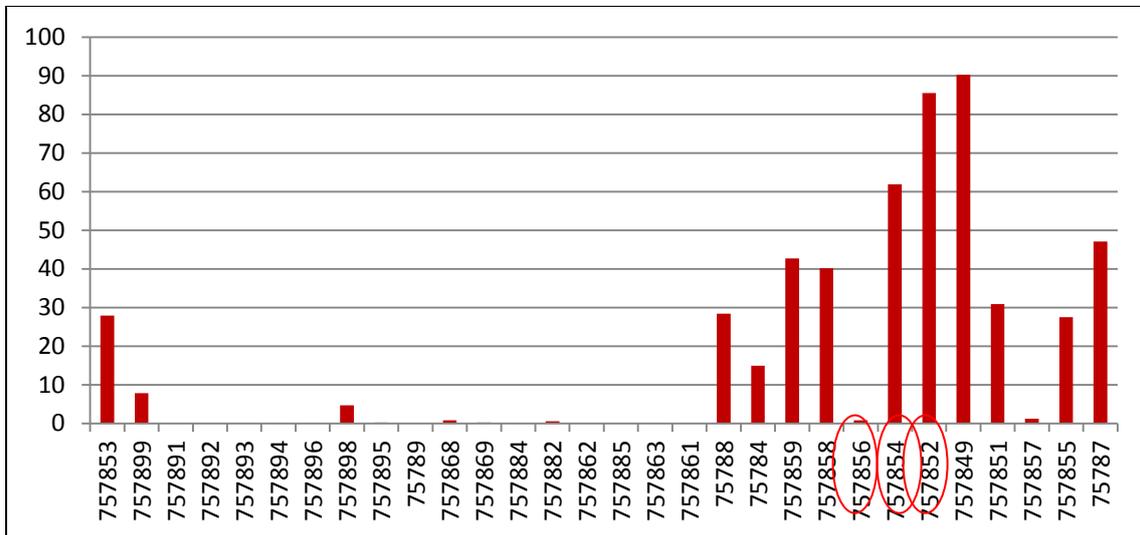


Figura 7.29 – Somatório das classes 4 e 5 de risco à contaminação por DBO

A **Figura 7.30** mostra as sub-bacias onde a simulação sugere risco maior de contaminação de Nitrogênio, respectivamente em ordem decrescente sub-bacias 757884, 757856 e 757849, coincidentes com áreas de atividade agrícola mais intensa e extensas áreas planas com cobertura sedimentar.

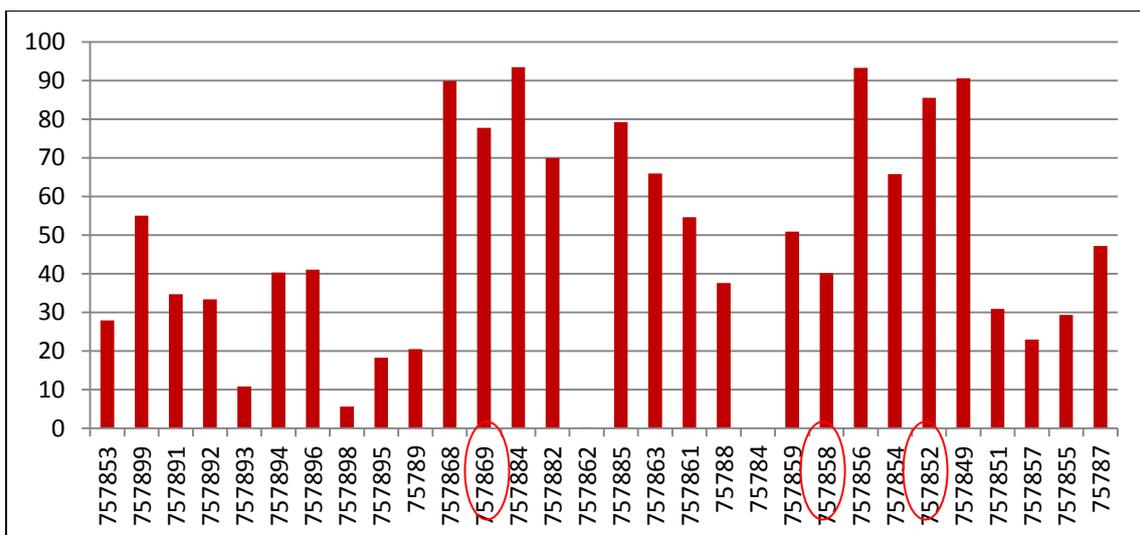


Figura 7.30 – Somatório das classes 4 e 5 de risco à contaminação por N

7.3.5 Conclusões

A bacia PA do ponto de vista hidrogeológico pode ser considerada pobre, tanto em termos de suas potencialidades subterrâneas, ou seja, quantidades, como em relação à qualidade hidroquímica das mesmas. É amplamente dominada pelas unidades aquíferas porosas de regime livre, representadas pelas coberturas detrítico-lateríticas, as quais estão sotopostas às unidades aquíferas do tipo fraturadas conformadas pelas rochas ígneas e metamórficas. A média de vazão dos poços é considerada baixa (<10m³/h); poços com vazões maiores são considerados exceção e são resultados de situações anômalas relacionadas ao condicionamento tectônico local. A qualidade das águas subterrâneas, conforme discutido, em uma porção extensa da bacia, não atende aos critérios de potabilidade (uso para consumo doméstico) e tampouco atendem as exigências de uso para a irrigação. Este fato tem a ver com a excessiva salinidade das águas, sua dureza e elevado conteúdo de sólidos totais dissolvidos. A alta permeabilidade das unidades aquíferas aflorantes, aliada às baixas declividades foram fatores preponderantes para o elevado índice de vulnerabilidade. Quanto ao risco, se destacam as áreas com maior densidade populacional (cargas de DBO) - como é o caso do entorno dos Municípios de Divisa Alegre e Vargem do Rio Pardo – e, maior número de hectares sob cultivo (cargas de N) – como é o caso dos Municípios de São João do Paraíso, Montezuma e Rio Pardo de Minas.

O **Quadro 7.20** abaixo sintetiza as informações retrabalhadas ao longo do presente diagnóstico.

Quadro 7.20 – Síntese Geral da Hidrogeologia da PA1

Sub-bacia	Área	Σ Poços	Balanco atual	Potencial	Qualidade
75783	166,85	11	normal	baixo	apta
75784	1.223,60	24	Crítico (2)	baixo	imprópria
757851	104,55	0	normal	baixo	imprópria
757852	446,86	1	normal	baixo	imprópria
757853	397,14	6	normal	baixo	imprópria
757854	374,07	16	Crítico (3)	baixo	imprópria
757855	12,36	0	normal	baixo	imprópria
757856	293,06	7	normal	baixo	imprópria
757857	93,07	0	normal	baixo	imprópria
757858	375,17	11	Crítico (4)	baixo	imprópria
757859	891,43	39	Crítico (1)	baixo	apta
75786	1.690,62	61	Favorável (1)	baixo	apta

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 69
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Sub-bacia	Área	Σ Poços	Balanco atual	Potencial	Qualidade
75787	763,02	46	normal	baixo	apta
75788	1.210,20	12	Favorável (2)	baixo	apta
757891	244,77	9	normal	baixo	apta
757892	468,09	9	normal	baixo	apta
757893	98,19	2	normal	baixo	apta
757894	287,09	4	normal	médio	apta
757895	228,36	10	normal	baixo	apta
757896	568,83	23	normal	médio	apta
757897	54,72	3	normal	baixo	apta
757898	735,45	7	Favorável (4)	médio	apta
757899	1.023,96	36	Favorável (3)	baixo	apta

OBS: Variável - balanço com hierarquia crescente (favorável / crítico). Cor laranja mostra situações críticas e cor azul com situação favorável.

As análises de balanço realizadas no âmbito deste diagnóstico devem ser analisadas com certas precauções. São estimativas, altamente dependentes do nível das informações existentes, considerado deficiente. Significa que os resultados numéricos não devem ser interpretados com rigor analítico, mas sim, como ordens de magnitude e tendências de comportamento. Sub-bacias com balanço desfavorável merecem estudos específicos e, caso oportuno, critérios mais rigorosos de outorga de uso de água subterrânea. O mesmo raciocínio vale para as estimações de risco (o qual depende da vulnerabilidade e da distribuição das cargas). Áreas com maior risco, de maneira alguma significam uma configuração de contaminação em pleno processo. Diferente disto, a análise identifica as áreas com maior suscetibilidade à contaminação, e, assim sendo, podem ou até mesmo deveriam receber tratamento especial.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 70
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

7.4 Referências Bibliográficas

ALLER, L.; BENNET, T.; LEHR, J.H.; PETTY, R. J. (1987) – DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings, U.S. EPA Report 600/2-85/018, 1987.

CAMPOS, J.N.B. 1996. Dimensionamento de reservatórios: o método triangular de regularização. Fortaleza: Edições UFC,1996.

FAN, F. M.. 2010. Manual do Programa Manejo de Dados Hidrowb. Versão 2.0. Projeto Integrado de Cooperação Amazônica de Modernização e do Monitoramento Hidrológico (FINEP, ANA, IPH). Agosto de 2010. 10 pg.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'Elia, M.; Paris, M. 2002. Groundwater Quality Protection. World Bank, Whashington. 2002.

IGAM - "Monitoramento da qualidade das águas subterrâneas de Minas Gerais – Relatórios Projeto Aquífero Guarani – 2009 e Projeto Jaíba, Varzelândia e Verdelândia – 2007 a 2009.

MORAN, P. 1954. A Probability Theory of Dams and Storage System. Australian Journal of Applied Science vol.5., Australia.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	71

APÊNDICE I – VAZÕES CALCULADAS, OTTOBACIAS NÍVEL 5
Quadro I.1 – Vazões acumuladas e incrementais para cada sub-bacia

	CÓDIGO DAS OTTOBACIAS	Q₉₀ Acum. (m³/s)	Q₉₅Acum. (m³/s)	Q_{7,10} Acum. (m³/s)	Q₉₀ Incremental (m³/s)	Q₉₅ Incremental (m³/s)	Q_{7,10} Incremental (m³/s)
75789	757891	1,113	0,782	0,160	0,037	0,011	0,004
	757892	0,072	0,008	0,022	0,072	0,022	0,008
	757893	1,003	0,770	0,127	0,015	0,006	0,002
	757894	0,044	0,005	0,013	0,044	0,013	0,005
	757895	0,945	0,763	0,11	0,035	0,011	0,004
	757896	0,217	0,181	0,024	0,217	0,181	0,024
	757897	0,692	0,577	0,075	0,021	0,017	0,002
	757898	0,281	0,234	0,030	0,281	0,234	0,030
	757899	0,391	0,326	0,042	0,391	0,326	0,042
75788	75788	0,185	0,021	0,070	0,185	0,021	0,060
75787	75787	1,414	0,817	0,252	0,117	0,013	0,035
75786	757861	0,257	0,03	0,078	0,008	0,002	0,001
	757862	0,072	0,008	0,022	0,048	0,015	0,010
	757863	0,177	0,021	0,054	0,018	0,006	0,002
	757865	0,137	0,016	0,042	0,003	0,001	0,001
	757866	0,024	0,003	0,007	0,024	0,007	0,003
	757867	0,021	0,002	0,006	0,021	0,006	0,002
	757868	0,066	0,008	0,020	0,066	0,020	0,008
	757869	0,068	0,008	0,021	0,068	0,021	0,008
75785	757851	1,962	0,975	0,527	0,008	0,005	0,004
	757852	0,034	0,015	0,023	0,034	0,023	0,015
	757853	1,826	0,915	0,435	0,030	0,020	0,013
	757854	0,029	0,013	0,019	0,029	0,019	0,013
	757855	0,052	0,023	0,035	0,001	0,001	0,000
	757856	0,022	0,01	0,015	0,022	0,015	0,010
	757857	1,775	0,892	0,400	0,007	0,005	0,003
	757858	0,029	0,012	0,019	0,029	0,019	0,013
	757859	1,739	0,876	0,376	0,068	0,046	0,031
75784	75784	0,093	0,041	0,063	0,093	0,041	0,063

APÊNDICE II – RESULTADOS DA CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE VAZÕES SET/2011

Nesta seção serão apresentados os resultados da campanha de medição de descarga líquida realizadas em setembro de 2010, pela Gama Engenharia de Recursos Hídricos LTDA. Os resultados das medições são apresentados no **Quadro II.1** abaixo localizado e na **Figura II.1**.

Quadro II.1 – Vazões medidas

Ponto	Código DasOttobacias	VazãoMedida (m ³ /s)
1	757897	0,568
3	75788	0,014
4	757869	0,068
7	75784	0,507
8	757898	0,113
9	757899	0,036

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

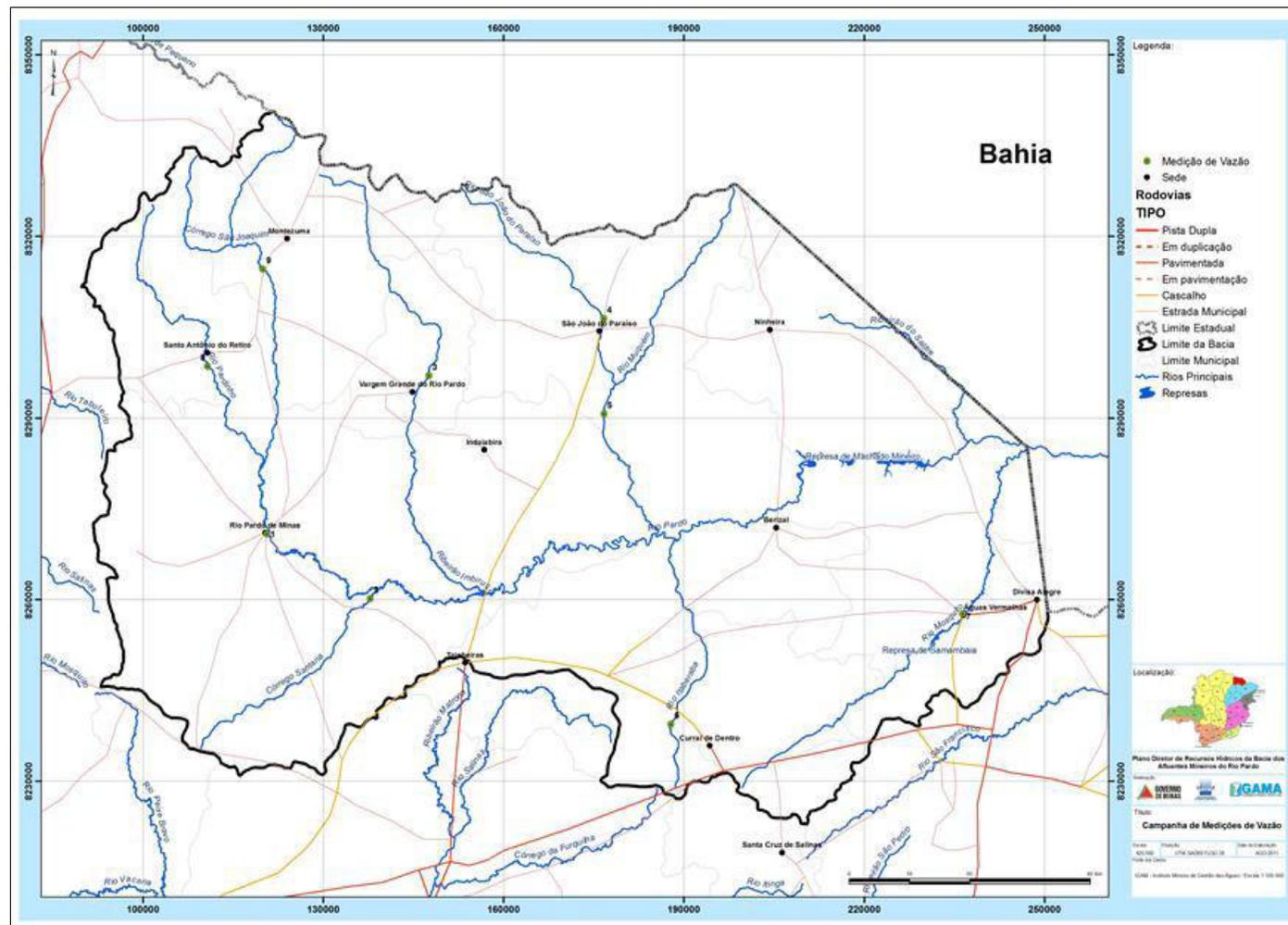
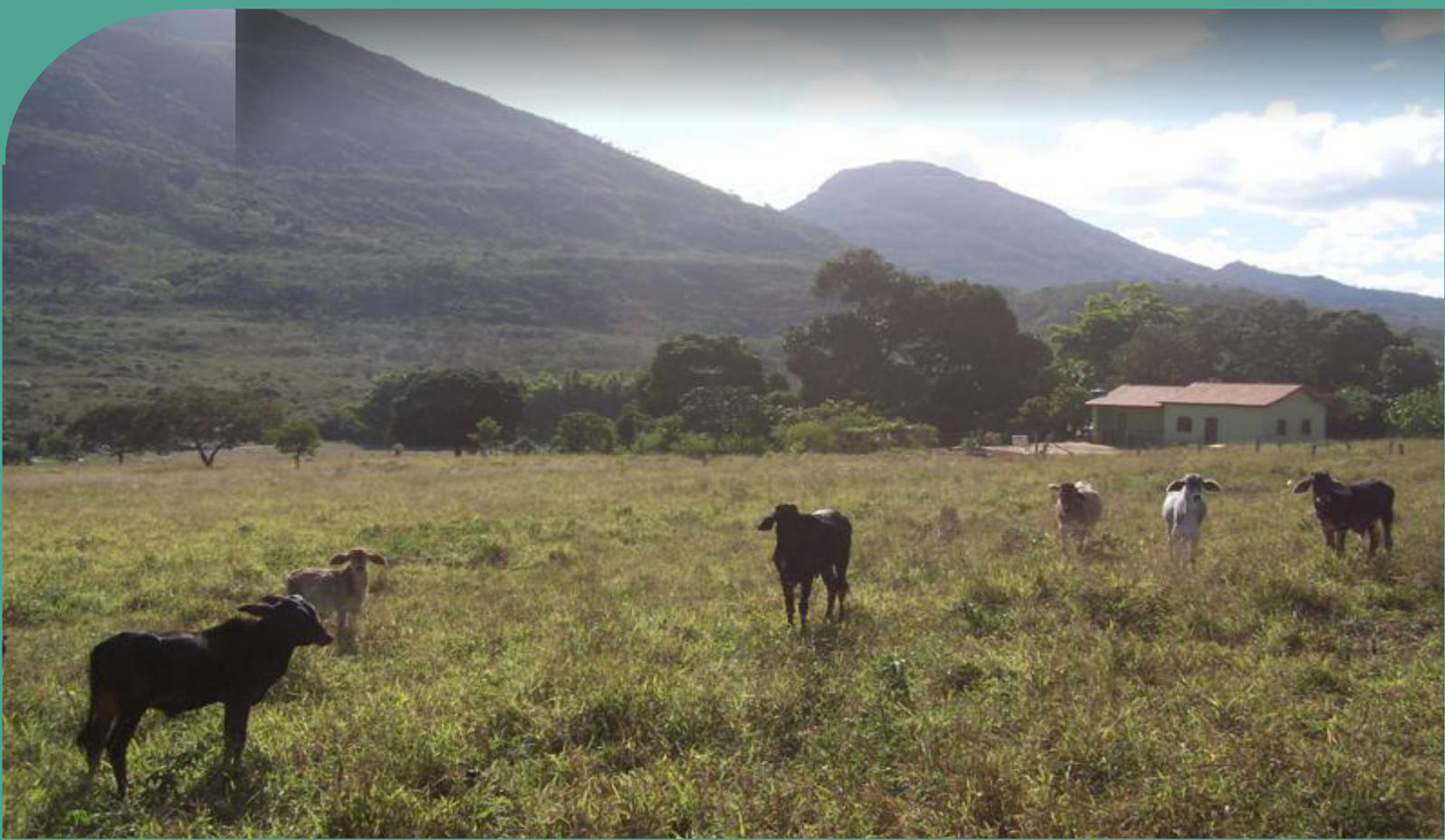


Figura II.1 – Locais de medição da descarga líquida na campanha hidrométrica de setembro/2011, rio Pardo(PA1)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 74
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Capítulo 8

Diagnóstico das Demandas Hídricas



SUMÁRIO

8	DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS.....	6
8.1	Saneamento Básico	6
8.1.1	Abastecimento público de água	7
8.1.2	Demandas de abastecimento humano	12
8.1.3	Coleta e tratamento de esgotos	16
8.1.4	Resíduos Sólidos	18
8.1.5	Drenagem de águas pluviais.....	20
8.1.6	Doenças redutíveis por ações de saneamento ambiental.....	21
8.1.7	Saneamento rural e outras situações relacionadas.....	24
8.2	Pecuária.....	24
8.2.1	Demanda animal	24
8.3	Irrigação	29
8.3.1	Parâmetros utilizados para composição dos balanços hidroagrícolas.....	31
8.3.2	Eficiência de Irrigação.....	32
8.3.3	Calendário Agrícola.....	33
8.3.4	Coeficientes de Cultivo (kc)	34
8.3.5	Coeficientes de Sombreamento (ks).....	35
8.3.6	Balanco hidroagrícola das principais culturas nos municípios da bacia do PA1 .	39
8.3.7	Estimativa do Retorno de Água aos Mananciais (Vazão de Retorno).....	47
8.3.8	Potencial de terras para Agricultura Irrigada	49
8.3.9	Estimativa da área irrigada e cálculo das demandas hidroagrícolas	61
8.4	Uso Industrial	71
8.5	Mineração	74
8.6	Geração de Energia.....	75
8.7	Uso Atual das Águas Subterrâneas	77
8.8	Pesca e Aquicultura.....	82
8.9	Turismo e Recreação.....	86
8.9.1	Circuitos turísticos	86
8.9.2	Rio Mosquito em Águas Vermelhas	86
8.9.3	Balneário de Montezuma.....	87
8.9.4	Pinturas Rupestres da Serra da Macaúba	88
8.9.5	Rio Pardo de Minas e Parque Estadual de Serra Nova.	88

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	i

8.10	Outorgas Concedidas	91
8.10.1	Usos outorgados da água superficial	91
8.11	Referências Bibliográficas	93

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página ii
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 8.1 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DEMANDA DE ABASTECIMENTO HUMANO.....	15
FIGURA 8.2 – EFETIVO DA PECUÁRIA POR MUNICÍPIO, INFORMAÇÕES DE PPM IBGE 2009	26
FIGURA 8.3 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CLASSES DE TERRAS APTAS PARA IRRIGAÇÃO NA BACIA DO RIO PARDO – PA1.....	60
FIGURA 8.4 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE IRRIGAÇÃO NA BACIA PA1.....	64
FIGURA 8.5 – MAPA DAS OUTORGAS CONCEDIDAS NA BACIA PA1.....	73
FIGURA 8.6 – LOCALIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS HIDROENERGÉTICOS EM OPERAÇÃO NA BACIA PA1....	76
FIGURA 8.7 – DISTRIBUIÇÃO DOS USOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA PA1	78
FIGURA 8.8 – EXEMPLOS DE USO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA PA1.....	80
FIGURA 8.9 – BARRAGEM DO CALHAUZINHO. FONTE: TV ARAÇUAÍ (2010)	84
FIGURA 8.10 – UNIDADE AMBIENTAL MACHADO MINEIRO.....	85
FIGURA 8.11 – MAPA DO CIRCUITO TURÍSTICO DA SERRA GERAL DO NORTE DE MINAS E LIMITES DA BACIA HIDROGRÁFICA PA1	86
FIGURA 8.12 – MARGENS DO RIO MOSQUITO EM ÁGUAS VERMELHAS. FONTE: SECRETARIA DE CULTURA DE ÁGUAS VERMELHAS	87
FIGURA 8.13 – BALNEÁRIO DE MONTEZUMA. FONTE: WWW.MONTEZUMA.MG.GOV.BR.....	88
FIGURA 8.14 – PARQUE ESTADUAL DE SERRA NOVA. FONTE: HTTP://SERRANOVA2011.BLOGSPOT.COM.....	89
FIGURA 8.15 – CACHOEIRA NO PARQUE ESTADUAL DE SERRA NOVA	90
FIGURA 8.16 – NÚMERO DE OUTORGAS SUPERFICIAIS CONCEDIDAS PELO IGAM	92
FIGURA 8.17 – PERCENTUAL DE VAZÕES OUTORGADAS POR FINALIDADE DE USO	92

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	iii

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 8.1 – PRESTADORES DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO	6
QUADRO 8.2 – LIGAÇÕES, NÚMERO DE ECONOMIAS E EXTENSÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS DA BACIA PA1.....	7
QUADRO 8.3 – POPULAÇÃO E VOLUMES DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS DA BACIA PA1	8
QUADRO 8.4 – RECEITA OPERACIONAL	9
QUADRO 8.5 – QUALIDADE DA ÁGUA - ANÁLISE DA ÁGUA NOS MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA PA1 ..	10
QUADRO 8.6 – PERFORMANCE DO PRESTADOR DE SERVIÇOS NA BACIA PA1 – ÁGUA	11
QUADRO 8.7 – DEMANDA DE ÁGUA DISTRIBUIÇÃO URBANA OU RURAL	12
QUADRO 8.8 – DEMANDA DE ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO HUMANO, 2010	13
QUADRO 8.9 – DEMANDAS DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO, POR MUNICÍPIO, NA BACIA PA1.....	14
QUADRO 8.10 – REDE DE ESGOTO.....	16
QUADRO 8.11 – PERFORMANCE DO PRESTADOR DE SERVIÇOS NOS MUNICÍPIOS DA BACIA PA1 – ESGOTAMENTO SANITÁRIO	17
QUADRO 8.12 – PANORAMA 2010 DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA BACIA PA1	19
QUADRO 8.13 – CLASSIFICAÇÃO DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ÁGUA	22
QUADRO 8.14 – ÓBITOS POR DOENÇAS INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS	23
QUADRO 8.15 – DEMANDA DIÁRIA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA POR ANIMAL	24
QUADRO 8.16 – REBANHOS POR MUNICÍPIO EM 2009 DA BACIA HIDROGRÁFICA	25
QUADRO 8.17 – NÚMERO BEDA* POR HECTARE	25
QUADRO 8.18 – NÚMERO DE CABEÇAS DE ANIMAIS POR TIPO DE REBANHO, POR MUNICÍPIO, NA BACIA PA1	27
QUADRO 8.19 – DEMANDA DE ÁGUA ESTIMADA POR TIPO DE REBANHO, POR MUNICÍPIO, NA BACIA PA1	28
QUADRO 8.20 – EFICIÊNCIA MÍNIMA A SER CONSIDERADA PARA OS MÉTODOS/SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	33
QUADRO 8.21 – COEFICIENTES DE CULTIVO - Kc	35
QUADRO 8.22 – COEFICIENTES DE CULTIVO (Kc) E COEFICIENTE DE SOMBREAMENTO (Ks)	35
QUADRO 8.23 – PARÂMETROS CLIMÁTICOS UTILIZADOS NA PA1	38
QUADRO 8.24 – ÁREA PLANTADA DA LAVOURA TEMPORÁRIA OU ANUAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO - PA1	40
QUADRO 8.25 – PLANILHA DO BALANÇO HÍDRICO PARA ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO LÍQUIDA	41
QUADRO 8.26 – PLANILHA DE CÁLCULO DA DEMANDA TOTAL.....	42
QUADRO 8.27 – ÁREA PLANTADA DA LAVOURA PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO - PA1	

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	iv

.....	44
QUADRO 8.28 – PLANILHA DO BALANÇO HÍDRICO PARA ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO LÍQUIDA	45
QUADRO 8.29 – PLANILHA DE CÁLCULO DA DEMANDA TOTAL.....	46
QUADRO 8.30 – ESTIMATIVA DE RETORNO AOS MANANCIASIS DO RIO PARDO – PA1	49
QUADRO 8.31 – ÁREA OCUPADA POR CADA CLASSE DE DECLIVIDADE.....	56
QUADRO 8.32 – CORRELAÇÃO ENTRE CLASSES DE SOLOS PARA APTIDÃO AGRÍCOLA E APTIDÃO PARA AGRICULTURA IRRIGADA NA BACIA PA1.....	57
QUADRO 8.33 – CORRELAÇÃO ENTRE CLASSES DE SOLOS PARA APTIDÃO AGRÍCOLA E CLASSE ARÁVEL NA BACIA PA1	58
QUADRO 8.34 – ÁREA DE LAVOURAS PERENES E TEMPORÁRIAS E ÁREAS IRRIGADAS POR MÉTODO	62
QUADRO 8.35 – RELAÇÃO DAS ÁREAS IDENTIFICADAS PELO GOOGLE NA BACIA DO PA1	63
QUADRO 8.36 – ÁREAS IRRIGADAS COM SUAS DEMANDAS UNITÁRIAS POR MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARDO – PA1.....	66
QUADRO 8.37 – ÁREAS IRRIGADAS COM SUAS DEMANDAS UNITÁRIAS POR MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARDO – PA1 (CONTINUAÇÃO)	67
QUADRO 8.38 – DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS SEGUNDO O TAMANHO	69
QUADRO 8.39 – DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS IRRIGADAS SEGUNDO O TAMANHO	70
QUADRO 8.40 – PORCENTAGEM DOS SETORES DE ATIVIDADES INDUSTRIAIS NA BACIA	71
QUADRO 8.41 – DEMANDA DE ÁGUA PARA USO INDUSTRIAL NA BACIA PA1	72
QUADRO 8.42 – DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS TUBULARES NA BACIA PA1 E SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	79
QUADRO 8.43 – ESTIMATIVA DAS DEMANDAS ATUAIS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA AS SUB-BACIAS DA PA1	81
QUADRO 8.44 – NÚMERO DE OUTORGAS SUPERFICIAIS CONCEDIDAS	91
QUADRO 8.45 – VAZÕES SUPERFICIAIS OUTORGADAS (M ³ /s)	92

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página v
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

8 DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

8.1 Saneamento Básico

Os aspectos fundamentais de que trata o saneamento básico, nos municípios, são: o abastecimento de água potável à população, a coleta e tratamento do esgoto sanitário e a disposição dos resíduos sólidos. Os prestadores de serviços de água e esgoto na bacia PA1 são apresentados no **Quadro 8.1**. Dos municípios da bacia, exceto Santa Cruz de Salinas, todos são atendidos nas sedes pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). A atuação da COPANOR (COPASA Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A) está prevista apenas para Santa Cruz de Salinas.

Apenas algumas localidades¹ dos municípios de Águas Vermelhas, Curral de Dentro, Indaiabira, São João do Paraíso e Taiobeiras são atendidas pela COPASA. Não há expectativa de atendimento com água e esgotamento sanitário nas demais localidades. As atividades da COPANOR, junto às localidades, ainda estão embrionárias, apenas como previsão de investimentos.

Quadro 8.1 – Prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Prestador dos Serviços de Água e Esgoto			Localidades Atendidas	
	Sede	Localidade	Serviço	Abastecimento de água	Esgotamento sanitário
Águas Vermelhas	COPASA		Água e Esgoto	13	1
Berizal	COPASA		Água	0	-
Curral de Dentro	COPASA		Água	1	-
Divisa Alagre	COPASA		Água	0	-
Indaiabira	COPASA		Água e Esgoto	1	0
Montezuma	COPASA		Água	0	-
Ninheira	COPASA		Água	0	-
Rio Pardo de Minas	COPASA		Água e Esgoto	0	0
Santa Cruz de Salinas	COPANOR	COPANOR	Água	-	-
Santo Antônio do Retiro	COPASA		Água e Esgoto	0	0
São João do Paraíso	COPASA		Água e Esgoto	1	0
Taiobeiras	COPASA		Água	1	-
Vargem Grande do Rio Pardo	COPASA		Água	0	-

Fonte: SNIS (2008)

¹ “Localidade: Aglomerado de pessoas, podendo ser vila, povoado, aglomeração urbana, exceto a sede municipal.” (SNIS, 2010)

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	6

8.1.1 Abastecimento público de água

A bacia PA1 sempre teve, em sua maioria de sedes municipais, abastecimento de água garantido pela COPASA. Recentemente o Governo do Estado criou a COPANOR, subsidiária da COPASA, para atendimento especializado à região norte e nordeste do Estado, na qual se incluem as bacias dos rios Jequitinhonha, Pardo e Mucuri. Especificamente na bacia PA1, somente Santa Cruz de Salinas tem previsto seu atendimento pela COPANOR. Basicamente o objetivo que norteou esta mudança foi a possibilidade de tarifas menores naquela região carente. O processo de transição de uma empresa para outra ainda está em andamento. Exatamente por estar em um momento de transição, tem havido dificuldades para que a COPANOR forneça informações atualizadas sobre os seus serviços, o que impossibilitou a apresentação dos dados de 2010 ou mais recentes. Assim, a base deste diagnóstico ficou sendo o Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS – de 2008.

Toda a água fornecida, dentro de um padrão COPASA, é fluoretada, mesmo quando parte dela sofre simples desinfecção com cloro, como nos municípios de Indaiabira, Santo Antônio do Retiro e Taiobeiras. Ainda no padrão COPASA, praticamente todas as ligações de água são micromedidas. A água desperdiçada para lavagem dos filtros (água de serviço) situa-se em patamar baixo.

O número de ligações e economias ativas e micromedidas nos municípios que compõem a bacia PA1, assim como a população e os volumes de água de abastecimento, estão dispostos nos **Quadro 8.2** e **Quadro 8.3**.

Quadro 8.2 – Ligações, número de economias e extensão da rede de abastecimento de água nos municípios da bacia PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Ligações		Economias		Rede de Água Extensão [km]
	Ativas	Micromedidas	Ativas	Micromedidas	
Águas Vermelhas	3.239	3.239	3.284	3.284	51
Berizal	766	766	793	793	11
Curral de Dentro	1.288	1.288	1.301	1.301	32
Divisa Alagre	1.724	1.724	1.776	1.776	20
Indaiabira	890	890	907	907	13
Montezuma	996	996	1.040	1.040	15
Ninheira	962	962	1.030	1.030	7
Rio Pardo de Minas	3.427	3.427	3.672	3.672	41
Santa Cruz de Salinas	452	452	457	457	8
Santo Antônio do Retiro	556	556	568	568	8
São João do Paraíso	3.637	3.637	3.888	3.888	37
Taiobeiras	7.423	7.423	7.828	7.828	93
Vargem Grande do Rio Pardo	752	752	766	766	15

Fonte: SNIS (2008)

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	7

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 8.3 – População e volumes de água nos municípios da bacia PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	População do Município			População atendida com abastecimento de água			Volume de água [1.000 m ³ /ano]							
	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total	Produzido	Tratado			Água de Serviço	Consumido	Micromedido	Faturado
								ETA	Simples Desinfecção	Fluoretado				
Águas Vermelhas	3.781	8.941	12.722	0	11.691	11.691	411	411	0	411	2	317	317	358
Berizal	1.885	2.485	4.370	0	2.760	2.760	101	101	0	101	1	84	84	93
Curral de Dentro	1.076	5.837	6.913	0	4.541	4.541	133	133	0	133	1	105	105	126
Divisa Alegre	191	5.693	5.884	0	6.044	6.044	252	252	0	252	1	223	223	243
Indaiabira	4.588	2.742	7.330	0	3.006	3.006	97	49	48	97	0	75	75	87
Montezuma	4.385	3.079	7.464	0	3.119	3.119	113	113	0	113	1	92	92	108
Ninheira	7.192	2.623	9.815	0	3.040	3.040	112	112	0	112	1	92	92	107
Rio Pardo de Minas	17.407	11.692	29.099	0	12.139	12.139	457	457	0	457	2	388	388	435
Santa Cruz de Salinas	3.246	1.151	4.397	0	1.502	1.502	49	49	0	49	0	39	39	48
Santo Antônio do Retiro	5.365	1.590	6.955	0	1.838	1.838	94	53	41	94	0	57	57	64
São João do Paraíso	12.084	10.235	22.319	0	11.755	11.755	532	532	0	532	3	392	392	437
Taiobeiras	5.857	25.060	30.917	0	25.962	25.962	1.028	1.001	27	1.028	5	812	812	906
Vargem Grande do Rio Pardo	2.312	2.421	4.733	0	2.885	2.885	118	118	0	118	1	118	118	78

Fonte: SNIS (2008)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Não há registro de atendimento com os serviços de água na zona rural. Na população urbana, contudo, há algumas sedes distritais incluídas.

No **Quadro 8.4** é apresentada a receita operacional de água e esgoto em 2008, consoante dados apresentados pelos prestadores de serviços em 2009, para o SNIS.

Quadro 8.4 – Receita Operacional

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Total	Água	Esgoto
Águas Vermelhas	979.607	874.438	105.168
Berizal	216.760	216.760	0
Curral de Dentro	291.670	291.670	0
Divisa Alegre	670.253	670.253	0
Indaiabira	232.172	200.500	31.673
Montezuma	254.799	254.799	0
Ninheira	245.145	245.145	0
Rio Pardo de Minas	1.099.583	1.098.120	1.463
Santa Cruz de Salinas	119.449	119.449	0
Santo Antônio do Retiro	225.673	162.409	63.264
São João do Paraíso	1.092.495	1.053.063	39.432
Taiobeiras	2.194.784	2.194.784	0
Vargem Grande do Rio Pardo	200.155	200.155	0

Fonte: SNIS (2008)

Quanto à qualidade da água servida à população, vê-se no **Quadro 8.5** que o número de amostras obrigatórias não é cumprido nas análises de cloro residual livre e turbidez. No de coliformes a exigência do Ministério da Saúde é atendida. Há um número expressivo de amostras fora do padrão no que diz respeito ao cloro residual em Taiobeiras e turbidez em Ninheira, São João do Paraíso e Taiobeiras. Em coliformes as amostras fora do padrão estão em níveis toleráveis.

No **Quadro 8.6** encontram-se algumas informações sobre a performance dos prestadores de serviços nos respectivos municípios, em termos de produtividade, tarifa, hidrometração, micromedição, consumo médio e perdas. A produtividade do prestador de serviços é analisada quanto ao número de economias por empregado (próprio+terceirizados). A tarifa média de esgotos oscila entre 50% e 90% da tarifa de água. O índice de hidrometração é bom, ou seja, o número de ligações ativas micromedidas pelo volume de água micromedido. Já o índice de micromedição, encontrado pelo número de ligações ativas sobre o volume de água consumido, é mais baixo. O **Quadro 8.6** apresenta, também, o consumo médio *per capita* de água nos municípios, que será levado em conta no cálculo das projeções de consumo na bacia hidrográfica.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 9
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 8.5 – Qualidade da água - Análise da água nos municípios da bacia hidrográfica PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Amostras obrigatórias e analisadas								
	Cloro residual livre			Turbidez			Coliformes		
	Obrigatórias	Realizadas	Fora do Padrão	Obrigatórias	Realizadas	Fora do Padrão	Obrigatórias	Analisadas	Fora do Padrão
Águas Vermelhas	9.974	4.939	15	9.969	4.613	15	480	535	6
Berizal	3.209	1.332	0	3.209	1.329	0	120	133	3
Curral de Dentro	3.229	2.786	0	3.174	2.763	0	240	259	1
Divisa Alagre	2.704	1.458	0	2.688	980	0	137	138	0
Indaiabira	3.275	1.179	2	3.220	1.046	2	240	261	2
Montezuma	2.714	2.645	1	2.714	2.472	1	120	167	0
Ninheira	7.732	5.377	127	7.732	5.060	127	120	128	2
Rio Pardo de Minas	5.790	6.106	3	5.622	5.985	3	288	330	0
Santa Cruz de Salinas	2.174	1.164	2	2.174	1.305	2	120	130	0
Santo Antônio do Retiro	1.795	835	0	1.735	406	0	120	171	0
São João do Paraíso	7.898	5.564	125	7.742	5.098	125	286	298	1
Taiobeiras	2.866	3.118	1.716	2.442	2.436	1.716	604	660	1
Vargem Grande do Rio Pardo	2.772	2.571	0	2.772	2.571	0	-	-	-

Fonte: SNIS (2008)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 10
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 8.6 – Performance do prestador de serviços na bacia PA1 – Água

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Índice de produtividade [econ./empreg.]	Tarifa média praticada [R\$/m ³]	Tarifa média de água [R\$/m ³]	Tarifa média de esgoto [R\$/m ³]	Índice de hidrometração água	Índice de micromedição água	Consumo médio per capita de água [l/hab./dia]	Volume de água disponibilizado por economia [m ³ /mês/econ.]	Índice bruto de perdas lineares [m ³ /dia/Km]
Águas Vermelhas	518,2	2,22	2,43	1,28	100,0	77,4	78,9	10,6	5,1
Berizal	390,5	2,34	2,34		100,0	84,1	84,7	10,8	4,0
Curral de Dentro	424,66	2,32	2,32		100,0	79,7	77,2	8,7	2,3
Divisa Alegre	583,66	2,75	2,75		100,0	89,0	102,4	12,0	3,7
Indaiabira	473,8	1,97	2,29	1,06	100,0	78,1	70,6	9,1	4,5
Montezuma	341	2,35	2,35		100,0	82,0	82,3	9,2	3,8
Ninheira	998,5	2,28	2,28		100,0	83,2	86,1	9,3	6,9
Rio Pardo de Minas	658,54	2,52	2,52	3,75	100,0	85,4	88,9	10,6	4,5
Santa Cruz de Salinas	457	2,50	2,50		100,0	80,8	72,1	8,9	3,2
Santo Antônio do Retiro	302,28	1,91	2,54	1,17	100,0	60,8	86,8	14,1	12,8
São João do Paraíso	965,8	2,32	2,40	1,23	100,0	74,0	93,3	11,7	10,4
Taiobeiras	705	2,42	2,42		100,0	79,4	86,5	11,0	6,2
Vargem Grande do Rio Pardo	338	2,58	2,58		100,0	100,5	128,5	14,5	-0,1

Fonte: SNIS (2008)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 11
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.1.2 Demandas de abastecimento humano

A demanda de água para abastecimento humano foi estimada tomando-se por base a população rural e urbana de cada município inserido na bacia, determinada a partir de informações do Atlas Brasil 2010 e contagem da população do censo Para a demanda de abastecimento da população foram tomados como referência os valores de consumo do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, de acordo com o **Quadro 8.7**.

Quadro 8.7 – Demanda de água distribuição urbana ou rural

Município	Demanda Urbana	Demanda Rural
	l/hab/dia	l/hab/dia
Águas Vermelhas	96	90
Berizal	100	90
Curral de Dentro	80	90
Divisa Alegre	114	90
Indaiabira	88	90
Montezuma	99	90
Ninheira	101	90
Rio Pardo de Minas	103	90
Santa Cruz de Salinas	89	90
Santo Antônio do Retiro	140	90
São João do Paraíso	124	90
Taiobeiras	108	90
Vargem Grande do Rio Pardo	112	90

Para a demanda de abastecimento da população urbana o cálculo foi realizado multiplicando-se os valores das demandas per capita pela população de cada município como pode ser observado nos **Quadro 8.8** e **Quadro 8.9**. A demanda total para abastecimento humano dos municípios foi calculada através da demanda da população urbana acrescida da demanda da população rural

A bacia PA1 possui treze municípios, sendo um com sede municipal não localizada dentro da bacia: Santa Cruz de Salinas. O município de Taiobeiras encontra-se na divisa entre a bacia do PA1 e a Bacia Hidrográfica do Médio e Baixo Jequitinhonha (JQ3).

Os resultados obtidos estão apresentados nos **Quadro 8.8** e **Quadro 8.9** e no mapa da **Figura 8.1**.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 12
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 8.8 – Demanda de água para o abastecimento humano, 2010

Município	População 2010			Demanda da População		
	Urbana	Rural	Total	Urbana (m³/h)	Rural (m³/h)	TOTAL
Águas Vermelhas	10.376	3.781	14.157	41,67	14,18	55,85
Berizal	3.049	1.885	4.934	12,73	7,07	19,79
Curral de Dentro	5.115	1.076	6.191	17,06	4,04	21,10
Divisa Alegre	5.519	191	5.710	26,24	0,72	26,95
Indaiabira	3.350	4.588	7.938	12,31	17,21	29,51
Montezuma	3.150	4.385	7.535	13,06	16,44	29,50
Ninheira	4.236	7.192	11.428	17,76	26,97	44,73
Rio Pardo de Minas	14.610	16.144	30.754	62,75	60,54	123,29
Santa Cruz de Salinas	2.159	1.663	3.822	8,01	6,24	14,25
Santo Antônio do Retiro	3.091	5.365	8.456	18,03	20,12	38,15
São João do Paraíso	11.307	12.084	23.391	58,46	45,32	103,78
Taiobeiras	27.295	2.771	30.066	123,39	10,39	133,79
Vargem Grande do Rio Pardo	3.064	2.312	5.376	14,25	8,67	22,92
Total geral	96.320	63.437	159.757	425,71	237,89	663,60

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 8.9 – Demandas de água para abastecimento público, por município, na bacia PA1

Município	Sede na bacia	Sede fora da bacia	Percentual do município na bacia	População 2010 na bacia			Demanda População (m ³ /h)		
				Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Águas Vermelhas	X		100	10.376	3.781	14.157	41,67	14,18	55,85
Berizal	X		100	3.049	1.885	4.934	12,73	7,07	19,79
Curral de Dentro	X		100	5.115	1.076	6.191	17,06	4,04	21,10
Divisa Alegre	X		100	5.519	191	5.710	26,24	0,72	26,95
Indaiabira	X		100	3.350	4.588	7.938	12,31	17,21	29,51
Montezuma	X		100	3.150	4.385	7.535	13,06	16,44	29,50
Ninheira	X		100	4.236	7.192	11.428	17,76	26,97	44,73
Rio Pardo de Minas	X		89	14.610	16.144	30.754	62,75	60,54	123,29
Santa Cruz de Salinas		X	36	2.159	1.663	3.822	8,01	6,24	14,25
Santo Antônio do Retiro	X		100	3.091	5.365	8.456	18,03	20,12	38,15
São João do Paraíso	X		100	11.307	12.084	23.391	58,46	45,32	103,78
Taiobeiras	X*		68	27.295	2.771	30.066	123,39	10,39	133,79
Vargem Grande do Rio Pardo	X		100	3.064	2.312	5.376	14,25	8,67	22,92

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

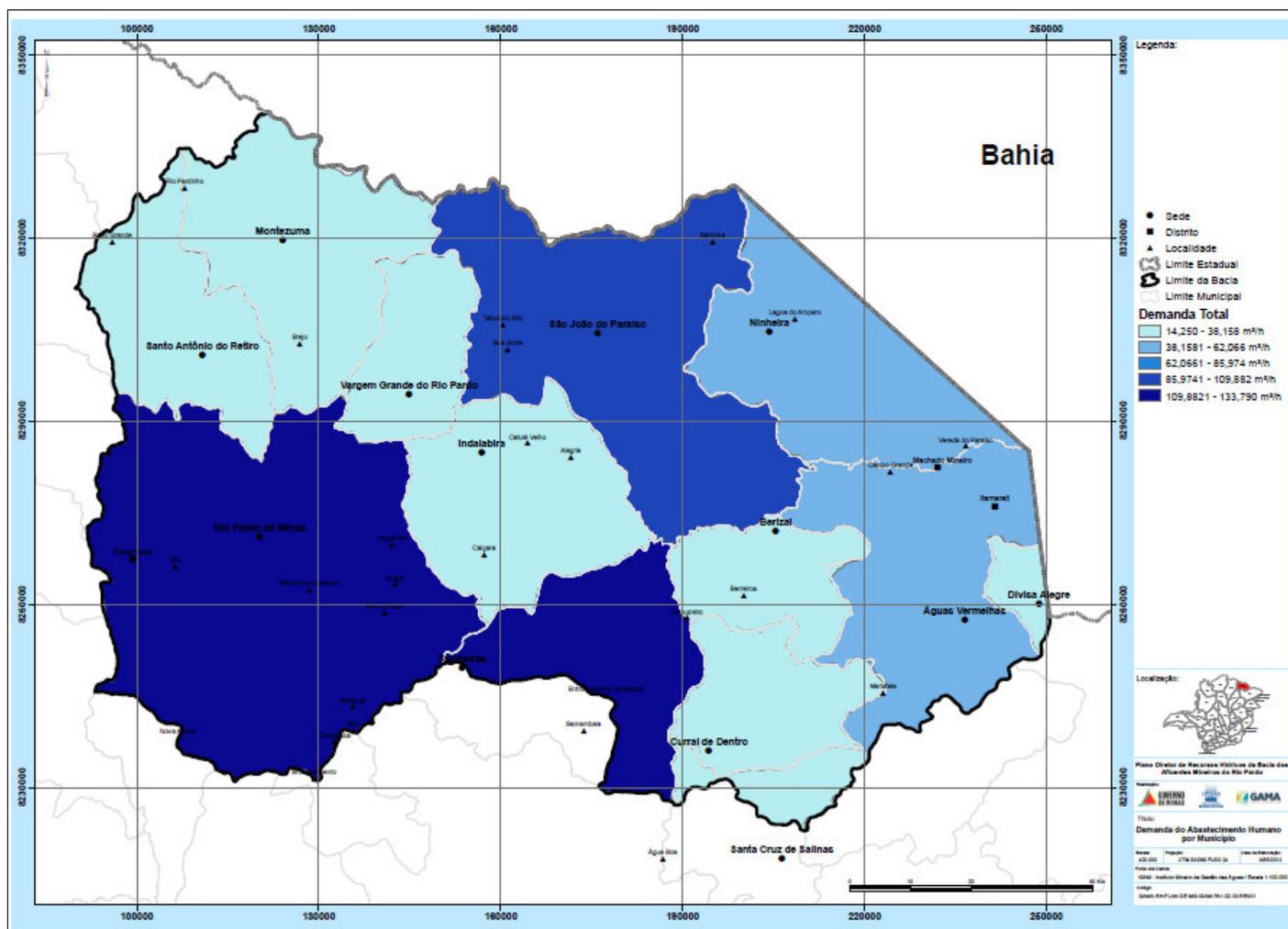


Figura 8.1 – Distribuição espacial da demanda de abastecimento humano

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 15
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.1.3 Coleta e tratamento de esgotos

O **Quadro 8.10** apresenta os dados de esgotamento sanitário, tais como: volume de esgoto coletado, tratado, faturado e a quantidade de extravasamento de esgotos ocorridos. Apenas quatro cidades têm coleta e tratamento de esgoto informadas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, em 2008: Águas Vermelhas, Indaiabira, Santo Antônio do Retiro e São João do Paraíso, embora aquém do necessário. A rede de esgotos, nestes municípios, era pequena. De 2008 para hoje, conforme informações genéricas da COPASA, houve grande avanço no número de municípios onde foi implantado sistema de esgotamento sanitário. Porém, não foram apresentadas informações sobre a cobertura desses serviços.

Quadro 8.10 – Rede de Esgoto

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Existe esgotamento sanitário?	Operador	Ligações	Economias	Extensão da rede de esgoto [km]	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos [1000 kWh/ano]
	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)
Águas Vermelhas/Sede	SIM	COPASA	654	672	22	0
Águas Vermelhas/Machado Mineiro	SIM	COPASA	-	-	-	-
Berizal	Não	-	-	-	-	2
Curral de Dentro	SIM	Prefeitura	-	-	-	-
Divisa Alegre	Não	-	-	-	-	0
Indaiabira	SIM	COPASA	303	310	4	0
Montezuma	SIM	Prefeitura	-	-	-	0
Ninheira	Não	-	-	-	-	-
Rio Pardo de Minas	SIM	COPASA	14	18	37	0
Santa Cruz de Salinas	SIM	COPANOR	-	-	-	-
Santo Antônio do Retiro	SIM	COPASA	540	550	4	-
São João do Paraíso	SIM	COPASA	927	1.205	22	-
Taiobeiras	SIM	COPASA	-	-	-	-
Vargem Grande do Rio Pardo	NÃO	-	-	-	-	-

Fonte: as informações numéricas são do SNIS 2008; quando não houver informação numérica, são dados mais recentes, de 2007 para 2011, mostrando os sistemas implantados, mas que ainda não entraram no SNIS.

Quanto à performance dos prestadores de serviços de coleta e tratamento de esgotos nota-se que não é adequada, como mostra o **Quadro 8.11**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	16

Quadro 8.11 – Performance do prestador de serviços nos municípios da bacia PA1 – Esgotamento Sanitário

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Índice de produtividade [econ./empreg]	Tarifa média praticada [R\$/m³]	Tarifa média de água [R\$/m³]	Tarifa média de esgoto [R\$/m³]	Índice de coleta de esgoto	Índice de tratamento de esgoto
Águas Vermelhas	518,2	2,22	2,43	1,28	15,7	100,0
Berizal	390,5	2,34	2,34			
Curral de Dentro	424,66	2,32	2,32			
Divisa Alegre	583,66	2,75	2,75			
Indaiabira	473,8	1,97	2,29	1,06	27,6	89,5
Montezuma	341	2,35	2,35			
Ninheira	998,5	2,28	2,28			
Rio Pardo de Minas	658,54	2,52	2,52	3,75	0,0	100,0
Santa Cruz de Salinas	457	2,50	2,50			
Santo Antônio do Retiro	302,28	1,91	2,54	1,17	67,3	8,5
São João do Paraíso	965,8	2,32	2,40	1,23	5,3	85,7
Taiobeiras	705	2,42	2,42			
Vargem Grande do Rio Pardo	338	2,58	2,58			

Fonte: SNIS (2008)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 17
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.1.4 Resíduos Sólidos

A atenção aos resíduos sólidos em Minas Gerais pode ser considerada a partir de 2003, quando o Governo de Minas realizou um esforço para a adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado. Foi criado, naquele ano, pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o programa Minas sem Lixões, uma ferramenta de apoio aos municípios mineiros para o alcance da qualidade ambiental. Em 2007, o governo deu outro passo decisivo para o alcance da sustentabilidade, incorporando o Programa Minas sem Lixões ao Projeto Estruturador Resíduos Sólidos. O Projeto em 2007 investiu aproximadamente R\$ 5 milhões para promover e fomentar a não geração, o reaproveitamento, a reciclagem e a disposição adequada de resíduos sólidos com vistas à melhoria da saúde ambiental. A meta era a de que em 2011, 60% da população fosse atendida por sistemas adequados de disposição final de resíduos sólidos urbanos.

O Projeto Estruturador Resíduos Sólidos é baseado em ações de desenvolvimento de instrumentos de incentivo à implantação adequada de sistemas de disposição final abrangendo municípios e empreendimentos geradores de resíduos sólidos, educação e extensão ambiental e apoio à implantação da coleta seletiva, reaproveitamento e reciclagem. O Projeto AmbientAção, outro programa incorporado ao Estruturador, foi implantado em 33 instituições públicas estaduais, conta com mais de 5 mil colaboradores e destina cerca de 70% dos resíduos das instituições participantes para a reciclagem, gerando trabalho e renda para a população.

Em 27/6/2008 a Deliberação Normativa COPAM nº 118 estabeleceu novas diretrizes para adequação de disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, inclusive a proibição de instalação de sistemas de destinação final de lixo em bacias cujas águas sejam classificadas na Classe Especial e na Classe 1. Desta forma, buscou-se adequar a prática ao estabelecido na Lei Estadual nº. 10.793, de 2 de julho de 1992, tendo em vista, notadamente, a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público e cujos critérios de enquadramento estão definidos na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, e na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008.

A Deliberação Normativa COPAM nº 119, de 27 de junho de 2008 reitera a convocação aos municípios com população urbana acima de 30.000 habitantes, que não cumpriram os prazos estabelecidos na DN 105/2006, a formalizarem processo de licenciamento ambiental para sistema de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	18

O Estado de Minas Gerais formalizou legalmente a sua atuação em resíduos sólidos com a promulgação de Lei 18.031 de 12 de janeiro de 2009 que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos, com o estabelecimento de definições, diretrizes, obrigações e responsabilidades, instrumentos e penalidades. O texto previu a participação da sociedade na elaboração e acompanhamento de políticas públicas de gestão de resíduos sólidos e a responsabilidade compartilhada entre cidadãos, poder público, comerciantes e grandes poluidores (como indústrias e mineradoras).

A coleta do lixo urbano deve se dar preferencialmente de forma seletiva, e o Estado e as prefeituras deverão incentivar a parceria com as associações de catadores. A prestação dos serviços de limpeza urbana poderá ser feita pelos municípios, empresas privadas contratadas ou consórcios, sob o regime de concessão, permissão ou terceirização. Também está estabelecida a recuperação de áreas degradadas pela deposição inadequada de resíduos, a cobrança progressiva pela coleta de lixo e a adoção de incentivos fiscais para unidades recicladoras. Com a Lei ficou proibido lançar lixo *in natura* a céu aberto, assim como catar materiais nas áreas de destinação final de resíduos. Cada município deveria, então, elaborar um plano de gestão integrada de resíduos sólidos.

Segundo um levantamento da FEAM, intitulado Classificação e Panorama da Disposição Final de Resíduos Sólidos em Minas Gerais em 2010, a situação na bacia PA1 é apresentada no **Quadro 8.12**.

Quadro 8.12 – Panorama 2010 de Disposição dos Resíduos Sólidos na bacia PA1

Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Tipologia	Local e Disposição
Águas Vermelhas	Aterro Controlado	No Município
Berizal	Lixão	No Município
Curral de Dentro	Aterro Controlado	No Município
Divisa Alegre	Aterro Controlado	No Município
Indaiabira	Aterro Controlado	No Município
Montezuma	Lixão	No Município
Ninheira	Aterro Controlado	No Município
Rio Pardo de Minas	Lixão	No Município
Santa Cruz de Salinas	Lixão	No Município
Santo Antônio do Retiro	Usina de Triagem e Compostagem regularizada	No Município
São João do Paraíso	Lixão	No Município
Taiobeiras	Aterro Controlado	No Município
Vargem Grande do Rio Pardo	Aterro Controlado	No Município

Fonte: FEAM

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 19
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Outro indicador da qualidade ambiental nos municípios é o ICMS Ecológico, instituído pela Lei apelidada de Robin Hood. O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Ecológico é um instrumento para beneficiar os municípios que priorizam Saneamento Básico e Unidades de Conservação. A Lei nº 12.040, de 28 de dezembro de 1995, também conhecida como Lei Robin Hood, estabeleceu os critérios da distribuição do ICMS aos municípios. A Lei tinha como objetivo reduzir as diferenças econômicas e sociais entre os municípios; incentivar a aplicação de recursos em áreas de prioridade social e utilizar as receitas próprias e descentralizar a distribuição do ICMS. Em 2000, foi alterada pela Lei nº 13.803.

A divisão de todo ICMS arrecadado pelo Estado é feita da seguinte forma: 75% do montante são destinados para a União e os outros 25% são distribuídos entre os municípios em vários critérios como determina a Lei 13.803. Dentre os critérios estabelecidos pela Lei, está o critério Meio Ambiente que fica com a quantia de 1% dos 25%. O critério está dividido em 2 (dois) subcritérios, o Índice de Conservação (IC), referente às Unidades de Conservação e outras áreas protegidas e o subcritério Índice de Saneamento Ambiental (ISA), referente a Aterros Sanitários, Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) e Usinas de Compostagem. Cada subcritério, IC e ISA ficam com a quantia de 0,5% cada um.

O cálculo do Índice de Conservação é de responsabilidade do Instituto Estadual de Florestas (IEF) e o Índice de Saneamento Ambiental é de responsabilidade da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) e leva em conta para o seu cálculo o número total de sistemas habilitados, tipo de empreendimento e porcentagem da população atendida.

No site da Fundação João Pinheiro, nas transferências relativas ao ICMS, verifica-se que apenas um município da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo está recebendo o ICMS Ecológico em saneamento: Águas Vermelhas.

O SNIS 2008 não registra serviço público de coleta e destinação final dos resíduos sólidos (lixo) em qualquer município da bacia hidrográfica. Os dados do Censo 2010, desta área, ainda não foram disponibilizados.

8.1.5 Drenagem de águas pluviais

A drenagem de águas pluviais é incipiente na maioria dos municípios e direcionada para os córregos ou rios mais próximos, de acordo com a declividade do terreno. Não há registro de

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	20

qualquer sistema de represamento para decantação destas águas, com o objetivo de não contaminação das áreas, não carreamento de materiais ou outros.

8.1.6 Doenças redutíveis por ações de saneamento ambiental

A água pode afetar a saúde do homem de várias maneiras: por meio da ingestão direta, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer. As doenças veiculadas pela água estão de algum modo relacionadas à própria água ou às impurezas nela presentes. É necessário distinguir as doenças infecciosas veiculadas pela água daquelas relacionadas com algumas propriedades químicas presentes na água. Assim, os fatores de riscos para a saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias:

- Fatores de riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitos), através de contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico;
- Fatores de riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais.

O **Quadro 8.13** mostra a classificação ambiental das infecções relacionadas com a água. Essa classificação auxilia no entendimento dos possíveis efeitos sobre as relações de várias soluções de engenharia para o problema da disposição dos esgotos.

As doenças infecciosas são aquelas transmitidas de uma pessoa para outra ou, algumas vezes, de um animal para uma pessoa. Todas as doenças infecciosas da categoria feco-oral, assim como várias outras doenças, são causadas por organismos vivos. Elas são transmitidas por excretas humanas, normalmente as fezes, e são provocadas pela passagem desses organismos do corpo de uma pessoa para outra. A qualidade microbiológica da água é geralmente expressa em termos da concentração e frequência de ocorrência de espécies particulares de bactérias.

Os principais agentes biológicos encontrados nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus, os protozoários e os ovos de helmintos. As bactérias patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de morbidade e mortalidade em nosso meio - são responsáveis por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a cólera e a febre tifóide), que podem resultar em casos letais. A detecção e contagem desses patógenos na rotina de controle é muito complexa e,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	21

frequentemente, muitos deles são detectados em baixíssimo número. Entretanto, é comum, na prática, detectar e enumerar somente aquelas denominadas bactérias indicadoras. A presença da bactéria indicadora na água é, portanto, indicativo de contaminação fecal, e sugere uma potencial ocorrência de patógenos e conseqüente risco à saúde.

Quadro 8.13 – Classificação das infecções relacionadas à água

Classificação ambiental das infecções relacionadas com a água	
CATEGORIA	INFECÇÃO
1. Feco-oral (transmissão hídrica ou relacionada com a higiene)	Diarréias e disenterias
	Disenteria amebiana
	Balantídiase
	Enterite campylobacteriana
	Cólera
	Diarréia por Escherichia coli
	Giardíase
	Diarréia por rotavírus
	Salmonelose
	Disenteria bacilar
	Febres entéricas
	Febre tifóide
	Febre paratifóide
	Poliomielite
Hepatite A	
Leptospirose	
Ascariíase	
Tricuríase	
2. Relacionada com a higiene	
(a) Infecções da pele e dos olhos	Doenças infecciosas da pele Doenças infecciosas dos olhos
(b) Outras	Tifo transmitido por pulgas Febre recorrente transmitida por pulgas
3. Baseada na água	
(a) Por penetração na pele	Esquistossomose
(b) Por ingestão	Difilobotríase e outras infecções por helmintos
4. Transmissão através de inseto vetor	
(a) Picadura próximo à água	Doença do sono Filariose Malária
(b) Procriam na água	Arboviroses Febre amarela Dengue Leishmaniose

Fonte: Cairncross e Feachem (1990) apud Heller (1997a)

As substâncias químicas presentes na água também podem levar a doenças, caso não esteja presente um constituinte necessário ou, mais comumente, se existir um excesso de elemento químico prejudicial orgânico ou inorgânico. Essas doenças não são infecciosas e podem ser

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	22

prevenidas simplesmente pela adição daqueles constituintes deficitários, ou mesmo pela remoção daqueles que são prejudiciais.

As melhorias na disponibilidade do acesso à água são provavelmente mais importantes do que a qualidade da água e, assim, as intervenções referentes à água, esgoto e higiene, tal como as suas combinações, são efetivas na redução da morbidade das doenças diarreicas.

O ser humano bebe 80% de suas doenças, diz o ditado. De acordo com a OMS (WHO, 2004), milhões de pessoas morrem a cada ano de doenças diarreicas (incluindo a cólera) e, desses, 90% são crianças menores de um ano, principalmente em países em desenvolvimento. As doenças diarreicas possuem 88% das causas atribuídas ao suprimento de água de fontes inseguras, esgotamento sanitário e higiene inadequada. A melhoria do abastecimento de água reduz a morbidade entre 6% e 25%. A melhoria do esgotamento sanitário reduz a morbidade por diarreia em 32%. As intervenções de higiene, incluindo a educação e promoção da prática de lavagem de mãos, podem levar a uma redução de casos de diarreia em 45%. E ainda, melhorias na qualidade da água de consumo por meio de tratamento doméstico, tais como a cloração no ponto de uso, podem levar à redução de episódios de diarreia entre 35% e 39%.

O **Quadro 8.14** apresenta os óbitos ocorridos na bacia hidrográfica, não sem antes ressaltar que determinados números em alguns municípios podem ter sido inflacionados por epidemias localizadas no tempo e espaço, e não por condições de saúde geral.

Quadro 8.14 – Óbitos por doenças infecciosas e parasitárias

Municípios da Bacia Hidrográfica	Óbitos por Doenças Infecciosas e Parasitárias		
	2007	2008	2009
Águas Vermelhas	1	1	2
Berizal	1	1	-
Curral de Dentro	1	3	-
Divisa Alegre	4	3	2
Indaiabira	-	2	-
Montezuma	-	2	-
Ninheira	-	-	-
Rio Pardo de Minas	10	5	7
Santa Cruz de Salinas	-	-	1
Santo Antônio do Retiro	2	1	-
São João do Paraíso	3	7	2
Taiobeiras	1	5	6
Vargem Grande do Rio Pardo	-	-	1

Fonte: MS/SVS/DASIS – Sistema de Informações sobre Mortalidade

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	23

8.1.7 Saneamento rural e outras situações relacionadas

Não há registro de qualquer sistema de tratamento de esgotos na área rural. Em algumas raras localidades há a coleta de esgotos em trechos de ruas, unicamente para direcioná-lo a algum córrego ou rio que esteja mais próximo em função da declividade. O destino do esgoto sanitário normalmente é feito por fossas, sépticas ou não, de pouco impacto junto aos recursos hídricos.

8.2 Pecuária

8.2.1 Demanda animal

Nesse estudo, as demandas hídricas foram estimadas a partir do efetivo de rebanhos existentes em cada município (PPM IBGE, 2009) e dos consumos padronizados por cabeça, extraídos da RESOLUÇÃO Nº 707, DE 21 DE DEZEMBRO DE 2004 da Agência Nacional de águas – ANA (**Quadro 8.15**).

Para o cálculo da demanda de dessedentação animal foram considerados os seguintes tipos de animais: bovino, bubalino, eqüino, muar, asinino, ovino, caprino, suíno, aves e coelhos, onde foi calculada a demanda diária de captação de água por animal de acordo com o **Quadro 8.15**.

Quadro 8.15 – Demanda diária de captação de água por animal

Animal	Demanda hídrica por animal c_{cap}^A (l/dia)
Bovinos e bubalinos	50 a 70
Equinos, muares e asininos	40 a 56
Suínos	10 a 30, podendo chegar a 100 caso seja considerada a água de limpeza, no caso de animais confinados.
Ovinos e caprinos	8 a 12
Coelhos	0,2 a 0,3
Aves	0,15 a 0,25

Fonte: TELLES e DOMINGUES (2006) e outras informações

O levantamento do número de animais na bacia foi obtido por meio da pesquisa de Produção da Pecuária Municipal (PPM), realizada pelo IBGE em 2009. No **Quadro 8.16** são apresentados os totais de animais por município da bacia e porcentagem de áreas rurais do município. Estas porcentagens de área foram utilizadas para o cálculo das cabeças de animais em cada município na porção da bacia.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	24

Quadro 8.16 – Rebanhos por município em 2009 da bacia hidrográfica

Município	Total de Animais (cabeça)	% área rural na bacia
Águas Vermelhas	20.691	1,00
Berizal	17.873	1,00
Curral de Dentro	18.560	1,00
Divisa Alegre	3.960	0,97
Indaiabira	37.075	1,00
Montezuma	33.073	1,00
Ninheira	35.788	1,00
Rio Pardo de Minas	99.766	0,89
São João do Paraíso	33.624	0,36
Santa Cruz de Salinas	20.787	1,00
Santo Antônio do Retiro	73.207	1,00
Taiobeiras	58.139	0,69
Vargem Grande do Rio Pardo	17.188	0,99

Fonte: Efetivo da pecuária em 2009, PPM IBGE.

Foi aplicada a BEDA - Bovinos Equivalentes para Demanda de Água quantificando os animais por município e porções internas na bacia do rio Pardo pela soma dos seguintes animais:

$$BEDA *=$$

Bovinos + Bubalinos + Equinos + Muares + Asininos + Ovinos + Caprinos + Suínos

Equação 8.1

A quantidade de animais calculada pela equação estão apresentadas no **Quadro 8.17**. Observa-se que o número de cabeças por rebanho (unidade BEDA*) variou de 0,042 BEDA*/ha a 0,262 BEDA*/ha, tendo uma média de 0,137 BEDA*/ha.

Quadro 8.17 – Número BEDA* por hectare

Município	Área (km ²)	BEDA*	BEDA*/ha
Águas Vermelhas	1.260,81	19.556	0,155
Berizal	489,90	12.209	0,249
Curral de Dentro	571,35	14.947	0,262
Divisa Alegre	121,09	1.768	0,146
Indaiabira	1.008,50	7.957	0,079
Montezuma	1.132,79	10.373	0,092
Ninheira	1.110,58	13.808	0,124
Rio Pardo de Minas	3.125,02	12.995	0,042
São João do Paraíso	1.923,94	15.311	0,080
Santa Cruz de Salinas	592,91	3.663	0,062
Santo Antônio do Retiro	796,62	15.207	0,191
Taiobeiras	1.192,71	26.139	0,219
Vargem Grande do Rio Pardo	495,34	4.272	0,086

Fonte: Efetivo da pecuária em 2009, PPM IBGE.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	25

A **Figura 8.2** apresenta o número de cabeças total dos rebanhos bovinos, eqüinos, bubalinos, muares, asininos, ovinos, caprinos e suínos (BEDA*) para todos os municípios inseridos na bacia do rio Pardo.

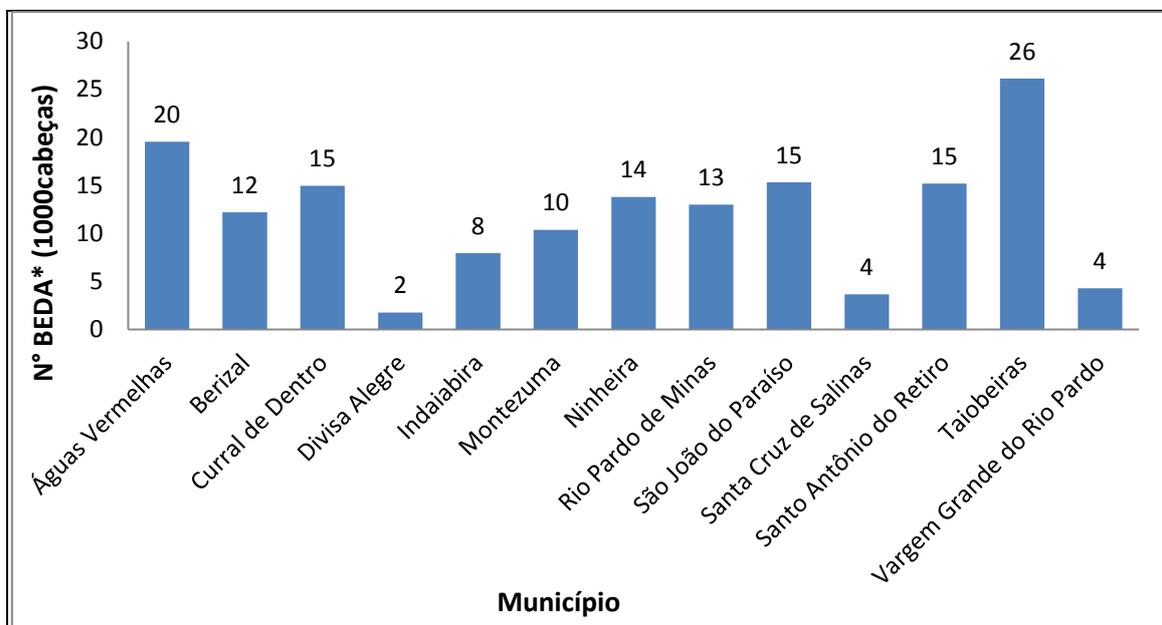


Figura 8.2 – Efetivo da Pecuária por município, informações de PPM IBGE 2009

A quantidade de cabeças de animais na bacia foi calculada por proporção de área multiplicando-se o total de cada tipo de animal (bovino, bubalino, eqüino, muar, asinino, ovino, caprino, suíno, aves e coelhos) pela porcentagem de área rural do município que se encontra dentro da bacia. Os valores de cada tipo de animal por município na bacia encontram-se no **Quadro 8.18**. A demanda (**Quadro 8.19**) foi calculada utilizando-se os valores da demanda de captação de água por animal, **Quadro 8.15**, multiplicada pela quantidade de animais.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	26

Quadro 8.18 – Número de cabeças de animais por tipo de rebanho, por município, na bacia PA1

Município	Bovino	Bubalino	Equino	Asinino	Muar	Suíno	Caprino	Ovinos	Rebanhos	Aves	Coelho
Águas Vermelhas	17.438	0	593	168	232	403	418	304	19.556	1.135	0
Berizal	10.352	0	396	12	30	725	474	220	12.209	5.664	0
Curral de Dentro	12.846	0	396	178	236	562	32	697	14.947	3.613	0
Divisa Alegre	932	0	412	76	154	148	46	0	1.768	2.192	0
Indaiabira	5.562	0	451	12	15	1.804	84	29	7.957	29.118	0
Montezuma	8.151	0	458	15	28	1.634	38	49	10.373	22.700	0
Ninheira	11.327	0	488	36	35	1.552	199	171	13.808	21.980	0
Rio Pardo de Minas	8.525	0	951	93	164	2.952	120	190	12.995	86.771	0
São João do Paraíso	12.415	0	691	45	56	1.850	176	78	15.311	18.313	0
Santa Cruz de Salinas	2.465	0	286	2	38	811	61	0	3.663	17.124	0
Santo Antônio do Retiro	9.071	0	896	18	126	4.412	390	294	15.207	58.000	0
Taiobeiras	20.745	0	856	51	138	3.887	98	364	26.139	32.000	0
Vargem Grande do Rio Pardo	2.459	0	348	8	19	1.413	25	0	4.272	12.916	0

Fonte: Efetivo da pecuária em 2009, PPM IBGE.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 27
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 8.19 – Demanda de água estimada por tipo de rebanho, por município, na bacia PA1

Município	Bovino	Bubalino	Equino	Asinino	Muar	Suíno	Caprino	Ovinos	Rebanhos	Aves	Coelho	Demanda Animal / Município	Demanda Animal na porção do município na bacia
Águas Vermelhas	0,0101	0,0000	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0108	0,0000	0,0000	0,0108	0,0108
Berizal	0,0060	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0064	0,0000	0,0000	0,0064	0,0064
Curral de Dentro	0,0074	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0081	0,0000	0,0000	0,0081	0,0081
Divisa Alegre	0,0005	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0009	0,0009
Indaiabira	0,0032	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0038	0,0001	0,0000	0,0039	0,0038
Montezuma	0,0047	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0053	0,0001	0,0000	0,0053	0,0053
Ninheira	0,0066	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0071	0,0001	0,0000	0,0072	0,0072
Rio Pardo de Minas	0,0049	0,0000	0,0006	0,0001	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0061	0,0003	0,0000	0,0063	0,0057
São João do Paraíso	0,0072	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0079	0,0001	0,0000	0,0080	0,0029
Santa Cruz de Salinas	0,0014	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0017	0,0000	0,0000	0,0018	0,0018
Santo Antônio do Retiro	0,0052	0,0000	0,0005	0,0000	0,0001	0,0006	0,0000	0,0000	0,0066	0,0002	0,0000	0,0067	0,0067
Taiobeiras	0,0120	0,0000	0,0005	0,0000	0,0001	0,0006	0,0000	0,0000	0,0132	0,0001	0,0000	0,0133	0,0091
Vargem Grande do Rio Pardo	0,0014	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0018	0,0000	0,0000	0,0019	0,0019

8.3 Irrigação

A área irrigada de uma bacia hidrográfica varia em função da aptidão agrícola da região, dos incentivos e subsídios ao setor agrícola e do mercado de produção de alimentos, entre outros fatores. Portanto, a sua estimativa ou previsão somente é viável a partir de seu monitoramento contínuo via aferição em campo, como pesquisas censitárias, ou via sensoriamento remoto.

A determinação dos volumes de água consumidos pela irrigação na bacia PA1 foi realizada a partir do conhecimento dos seguintes aspectos:

- Identificação das áreas irrigadas e dos métodos de irrigação utilizados, bem como dos tipos de lavoura cultivadas (temporárias ou permanentes) e estabelecimento de um calendário agrícola para essas lavouras em cada método de irrigação;
- Determinação dos coeficientes de cultivo para as culturas utilizadas;
- Definição das eficiências de aplicação da água para irrigação;
- Estimativa da chuva efetiva para os citados postos climatológicos, utilizando o método do U.S. Soil Conservation Service e processada pelo Programa CropWat da FAO.

A quantidade de água evapotranspirada depende do tipo de cultura, das características do solo e do clima, sendo este último fator predominante sobre os demais. Para a sua quantificação é necessária a determinação de alguns parâmetros como a evapotranspiração potencial, a evapotranspiração real da cultura, o coeficiente da cultura e o coeficiente de sombreamento. A estimativa da evapotranspiração potencial (ET_o) é feita segundo a equação de Penman-Monteith para os diversos postos climatológicos, conforme apresentado nas estações meteorológicas existente na bacia ou próximas dela, pelo Programa FAOCLIM. De posse destas informações, foram determinadas as vazões mensais a serem aplicadas nas lavouras e a serem retiradas dos mananciais.

A identificação das áreas irrigadas e dos métodos de irrigação tiveram como base principalmente os pivôs-centrais, identificáveis nas imagens por sua forma circular, em imagens do Google Earth. Para apoio ao levantamento executado foram consultados, ainda, os dados obtidos no Cadastro de Usuários Outorgados fornecido pelo órgão gestor de recursos hídrico, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, atualizado até 2011.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	29

Desta forma, as informações básicas que permitiram a estimativa das áreas irrigadas na bacia do Rio Pardo (PA1) foram:

- Cadastro de outorgas de uso da água do Estado de Minas Gerais, realizado pelo IGAM, contendo informações sobre o usuário, tipo de uso, manancial, em alguns casos área irrigada e vazão captada, além dos dados dos processos de outorga;
- Censo Agropecuário do IBGE 2010, que contém as áreas irrigadas por município e número de estabelecimentos com irrigação;

Com relação aos métodos de irrigação, foram inicialmente identificados aqueles mais utilizados na Região Hidrográfica e que foram considerados para a determinação das demandas hídricas, podendo ser assim agrupados:

- Irrigação por inundação: método tradicionalmente utilizado nas várzeas inundáveis onde se cultiva usualmente o arroz e outras culturas de subsistência;
- Irrigação por aspersão: método largamente utilizado por toda área da bacia, cultivado normalmente com grão e cana-de-açúcar;
- Irrigação localizada (microaspersão ou gotejamento): métodos de irrigação de melhor eficiência de aplicação ocorrem em pequena escala na região; são utilizados principalmente com frutas e cafeicultura;
- Irrigação por pivot-central são identificáveis por sua forma geométrica regular e extensão reduzida, quando comparados aos demais métodos, são utilizado principalmente para produção de grãos e cafeicultura.

Como será observado no **Quadro 8.34**, adiante neste relatório, a irrigação por inundação concentra-se no trecho alto da bacia, mais especificamente nos municípios de Montezuma (35 ha), Santo Antonio do Retiro (34 ha) e Vargem Grande do Rio Pardo (22 ha), totalizando 91 ha, utilizado principalmente na produção de culturas de subsistência.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	30

8.3.1 Parâmetros utilizados para composição dos balanços hidroagrícolas

Os valores dos parâmetros meteorológicos necessários para o preenchimento da planilha para os municípios brasileiros são: precipitação provável e efetiva, e evapotranspiração de referência. Esta estimativa foi feita a partir de interpolações dos dados das estações meteorológicas da base FAOCLIM. Com isso foi possível uma uniformização tanto da metodologia quanto dos dados a serem considerados nas estimativas.

Evapotranspiração de referência (Eto)

A evapotranspiração de referência é um parâmetro usado para definir a água que é evapotranspirada em uma superfície de solo coberta por vegetação com características específicas, quais seja, vegetação rasteira (gramíneas) cobrindo uniformemente todo o solo, com altura entre 8 e 15 cm, em fase de crescimento ativo e sem restrição hídrica. Conceitualmente, os únicos parâmetros que afetam a Eto são os parâmetros climáticos, consequentemente a Eto é um parâmetro que pode ser calculado a partir de dados de clima obtidos em estações (Doorembos J. & Prutt W.O. 1977).

A evapotranspiração potencial corresponde a um valor referência de vapotranspiração, obtido em condições padronizadas de cultivo. Diversos métodos são disponíveis para a determinação da evapotranspiração de referência a partir de dados climatológicos, o método utilizado para simulação das demandas foi Penman/Montheith/FAO. A Evapotranspiração real da cultura refere-se a condições ótimas de umidade e nutrientes no solo, de modo a permitir a produção potencial desta cultura nas condições de campo, e pode ser estimada segundo a **Equação 8.2**.

$$ET_{rc} = E_{To} \times K_c \times K_s (x)$$

Equação 8.2

Onde,

ET_{rc} = Evapotranspiração real da cultura (mm/mês);

E_{To} = Evapotranspiração potencial (mm/mês);

K_c = Coeficiente da cultura;

K_s = Coeficiente de molhamento.

Precipitação provável ou dependente

A precipitação provável é a que apresenta uma probabilidade específica de ocorrência. Para a sua determinação são necessárias séries históricas de dados. No caso de ser considerada

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	31

apenas a precipitação média, como frequentemente ocorre em projetos de irrigação, o risco de falhas no suprimento aumenta consideravelmente. Em agricultura irrigada normalmente usam-se valores de precipitação provável com 75% ou 80% de probabilidade de ocorrência.

Precipitação efetiva

Em agricultura, a precipitação efetiva é definida como a parte da precipitação que fica armazenada no solo até a profundidade das raízes e que fica disponível para os cultivos. É a diferença entre a precipitação total e as diferentes perdas como escoamento superficial, percolação além da zona radicular do solo e evaporação da água interceptada pela vegetação. A precipitação efetiva é um parâmetro de difícil determinação. É principalmente influenciado pela intensidade da chuva, declividade do terreno, tipo, textura, estrutura e umidade do solo, sistema de cultivo, práticas culturais e conservacionistas, profundidade do sistema radicular e demais características das culturas.

8.3.2 Eficiência de Irrigação

Os métodos de irrigação podem apresentar diferentes níveis de eficiência a depender da: uniformidade de distribuição das lâminas que cada método de irrigação pode gerar, da condição de localização de aplicação das lâminas de irrigação, diferenciada nos diferentes sistemas, das características dos emissores, da interferência das condições climáticas em cada método de irrigação, perdas por interceptação, etc. Dessa forma, a demanda total de água para irrigação é maior do que a realmente aplicada nas culturas.

Por definição, a eficiência de irrigação é a relação, expressa em percentual, entre os volumes de água de irrigação aplicados (para atender a transpiração das plantas e a evaporação direta do solo, regular a concentração de sais no solo e elaboração dos tecidos vegetais) e o volume de água derivado ou bombeado.

A eficiência, em percentagem, deverá ser compatível com sistema de irrigação. A Resolução ANA nº 707, de 21 de Dezembro DE 2004, considera como racional os usos para irrigação associados às eficiências mínimas relacionadas no **Quadro 8.20**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	32

Quadro 8.20 – Eficiência mínima a ser considerada para os métodos/sistemas de irrigação

Método	Eficiência (%)
Sulcos	60
Inundação	50
Aspersão convencional	75
Autopropelido / montagem direta	75
Pivô central	85
Microaspersão	90
Gotejamento	95
Tubos perfurados (tripas)	85

A estimativa dos volumes mensais de irrigação normalmente é feita a partir de parâmetros meteorológicos, das características das culturas, do método de irrigação e da eficiência de uso da água. A partir dos volumes mensais necessários, são determinadas as vazões de captação e a operação mensal da captação.

8.3.3 Calendário Agrícola

Para a definição das culturas e áreas efetivamente irrigadas foi selecionado, para cada um dos métodos de irrigação, um determinado número de cultivos que ocorrem com maior frequência na região.

Para tal buscou-se informações do censo 2010 do IBGE, bem como informações das outorgas concedidas, estabelecendo-se assim um modelo de exploração agrícola representativo para as condições médias da região.

Considerou-se que as lavouras temporárias serão cultivadas num período específico, igual para toda a região, desconsiderando pequenas variações regionais. Para as lavouras permanentes irrigadas admitiu-se, para efeito de cálculo da demanda hídrica, que os cultivos estão em fase de produção máxima, desconsiderando-se a idade dos pomares que poderia afetar a cobertura do solo e, conseqüentemente, utilizou um único valor dos coeficientes de cultivo (kc) para todo ciclo da cultura.

Levando-se em conta que as áreas irrigadas, segundo o método de irrigação, estão espacialmente distribuídas em regiões com características edafoclimáticas semelhantes, considerou-se um plano agrícola único, que representa as culturas mais expressivas em termos de área irrigada.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 33
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Para o caso da irrigação por pivô-central e aspersão, por se tratar de cultivos anuais, há uma grande rotatividade de culturas no mesmo ano e também de um ano para outro, não sendo possível, portanto, definir um elenco de culturas específico para cada propriedade ou mesmo região.

As culturas do milho e feijão, apesar de uma expressiva área cultivada na região, foram observadas que nas áreas cadastradas, são predominante utilizadas na rotação de cultura, não devendo para tanto somar estas áreas para determinação da área total irrigada na bacia.

A Mandioca é cultivada apenas no período chuvoso e, normalmente, não há necessidade de irrigação, dependendo simplesmente da pluviometria, ficando vulnerável sua produção no caso de ocorrência de veranicos.

Para o caso das áreas irrigadas por inundação por ter uma área apenas de 36 ha, onde o arroz é cultivado entre novembro e fevereiro, para efeito de cálculo das demandas, foram somadas as áreas com aspersão para estimar suas necessidades hídricas.

Nas áreas de irrigação localizada selecionou-se o café, que é a cultura perene de maior expressão na bacia, confirmado pelas informações constantes do cadastro e das visitas de campo.

8.3.4 Coeficientes de Cultivo (kc)

A determinação dos coeficientes culturais seguiu a metodologia preconizada pela FAO no Boletim 24 “Crop Water Requirements”, Doorembos & Pruitt, Roma, 1976, com exceção da cana-de-açúcar, para a qual foram considerados os valores de kc adotados na Agrovale, que é a principal produtora de cana irrigada no Vale do Rio São Francisco, com excelentes níveis de produtividade e eficiência do sistema de irrigação

Os cultivos temporários foram distribuídos em uma única época de plantio, dentro do período mais indicado para cada caso. Os coeficientes para os cultivos permanentes foram determinados para o desenvolvimento pleno da lavoura e, na sua maioria, foram adotados como constantes ao longo do ano. Os valores adotados estão mostrados no **Quadro 8.21**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	34

Quadro 8.21 – Coeficientes de Cultivo - Kc

Culturas Temporárias	Kc	Culturas Temporárias	Kc
Tomate	1,25	Mamona	0,75
Pimentão	1,10	Algodão	1,10
Milho	1,20	Batata	1,20
Melancia	1,10	Couve-flor	1,10
Feijão	1,10	Acelga	1,10
Quiabo	1,00	Morango	1,00
Feijão de corda	1,00	Vargem	1,00
Batata doce	1,10	Abobrinha	1,05
Capim de corte	1,00	Batatinha	1,10
Abóbora	1,05	Beterraba	1,15
Hortaliças	1,15	Brócolis	1,10
Coentro	1,15	Cenoura	1,15
Alface	1,15	Ervilha	1,15
Acerola	0,70	Mangalô	0,80
Cebola	1,10	Maxixe	0,85
Cebolinha	1,05	Melão	1,05
Pepino	1,05	Palma	0,75
Sorgo	1,15	Pimenta	1,10
Aimpim	0,75	Repolho	1,10
Arroz inundado	1,10	Soja	1,10

Os valores de Kc variam de 0,2 a 1,25 de acordo com o tipo de cultura, estágio de desenvolvimento, comprimento do ciclo vegetativo da cultura e as condições climáticas (Bernardo, 1995). Quando não se conhece o valor de Kc, é normalmente utilizado um valor igual a 1.

8.3.5 Coeficientes de Sombreamento (ks)

Os métodos de determinação do Ks baseados em interações entre o espaçamento e sombreamento da cultura com a área umedecida pelos emissores, devem ser mais estudados, dando condições para aplicações mais seguras. Os valores adotados estão mostrados no **Quadro 8.22**.

Quadro 8.22 – Coeficientes de Cultivo (Kc) e Coeficiente de Sombreamento (Ks)

Culturas Permanentes	Kc	Ks
Coco	0,80	0,60
Laranja	0,75	0,53
Goiaba	0,75	0,53
Mamão	0,75	0,78
Cana de açúcar	1,20	1,00
Manga	0,75	0,52
Maracujá	0,80	0,78
Graviola	0,76	0,53
Limão	0,75	0,53
Mangaba	0,75	0,60

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 35
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Culturas Permanentes	Kc	Ks
Cacau	1,10	0,80
Banana	1,10	0,8
Café	1,00	0,75
Pinha	0,70	0,55
Maracujina	0,80	0,75

Para o caso específico da lavoura do arroz, além da água consumida na irrigação por inundação, ou seja, a Evapotranspiração Real, segundo Beltrame e Louzada (1991), devem ser aplicadas também as seguintes lâminas adicionais, necessárias para manter o sistema de irrigação em perfeitas condições técnicas de operação:

S: Lâmina de água necessária para a saturação do perfil do solo; a quantidade de água para saturar o solo é função da profundidade do lençol freático e/ou camada impermeável, do teor de umidade do solo no momento da inundação e do espaço poroso do solo. Considerando-se as condições médias dos solos onde predomina o cultivo do arroz na região (principalmente Gleissolos e em menor escala Lateritas Hidromórficas com características muito semelhantes), são necessários 130 mm ou 1.300 m³/ha, para saturar o solo.

L: Lâmina de água formada sobre a superfície do solo; a lâmina de água tem como finalidade controlar as invasoras e regular a temperatura, estando a sua altura na dependência do fator topográfico e da cultivar utilizada. A adoção da sistematização do terreno e a utilização de cultivares modernas possibilitam o uso de lâminas de 5 a 10 cm, para o sistema proposto. Adotando-se uma lâmina de 10 cm, para a sua formação são necessários 1.000 m³/ha.

Pp: Percolação profunda representa a água perdida por percolação, além da zona radicular, que usualmente move-se para o lençol freático considerada como 8,6 mm/dia;

Fl: Fluxo de água através dos limites da lavoura; representa a água perdida por infiltração, que flui sob a superfície do solo para canais e rios, considerada como 1,8 mm/dia.

Essas lâminas adicionais representam mais de 60% da demanda total do cultivo do arroz irrigado, cabendo destacar que as perdas por percolação e fluxo lateral em solo saturado se dão ao longo de todo o ciclo de 120 dias de irrigação, enquanto que uma outra parte significativa da demanda hídrica que visa atender a saturação do solo e a formação da lâmina de irrigação (inundação) é necessária apenas no início do período de irrigação, em um curto período de tempo, oportunidade na qual a vazão unitária atinge valores mais elevados.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	36

Os valores das variáveis climatológicas utilizadas, da evapotranspiração potencial (ET0) e da chuva efetiva resultante para cada posto climatológico estão no **Quadro 8.23**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	37

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 8.23 – Parâmetros Climáticos utilizados na PA1

Estação		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MONTE AZUL	PM	135	97	110	54	6	0	0	1	12	65	173	171
	Pef	72,71	49,00	57,45	21,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,65	93,46	92,44
	Eto	139	122	124	100	84	73	75	98	117	134	123	129
RIO PARDO DE MINAS	PM	180	96	102	39	11	0	10	1	31	79	162	205
	Pef	96,96	48,34	52,29	13,11	0,00	0,00	0,00	0,00	8,48	36,74	87,76	108,64
	Eto	205,79	180,3	177,09	151,44	133,2	114,76	122,06	153,05	165,9	186,99	177,09	183,76
PEDRA AZUL	PM	143	69	83	58	31	12	11	10	34	98	138	189
	Pef	77,32	29,82	39,52	23,82	8,48	0,00	0,00	0,00	10,23	49,67	74,46	101,31
	Eto	132	121	118	91	74	63	65	86	99	120	116	122

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 38
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.3.6 Balanço hidroagrícola das principais culturas nos municípios da bacia do PA1

A partir da estimativa da necessidade líquida de irrigação para os diferentes meses do ano e com base na eficiência adotada do sistema de irrigação, é possível determinar a lâmina bruta de irrigação a ser aplicada.

Conhecendo-se a área a ser irrigada, a cultura, método de irrigação e município, foi selecionada a estação mais próxima que melhor representasse as condições climáticas e se procedeu o cálculo do balanço hidroagrícola para cada município. Os resultados obtidos através dos balanços para necessidade hídrica das culturas permanentes e temporárias utilizados no cálculo da lâmina de irrigação são apresentados em **Anexo**.

Através das simulações dos balanços hidroagrícolas podem identificar o mês mais crítico, e a respectiva Lâmina de irrigação Bruta (LIB) que será utilizada nas simulações de balanço entre disponibilidades e demandas hídricas em cada cenário deste plano diretor, subsidiando desta forma a expansão da área irrigada quando possível.

Ainda convém saber que a estimativa das demandas hídricas mensais de irrigação (volumes líquidos e brutos necessários) para cada cultivo, considerou um turno de irrigação de 15h/dia para os métodos de pivô central e irrigação localizada. Todos os métodos de irrigação consideraram a irrigação durante 30 dias/mês no período crítico. Para efeito desse estudo o coeficiente de umidade do solo foi considerado como sendo igual a 1 (um).

Culturas Anuais

Para a estimativa das demandas as culturas temporárias ou anuais, da mesma forma das perenes foram considerados os municípios que compõem a bacia, após seleção da cultura foi selecionados os valores de Coeficiente de Cultivo (Kc), para realizar o balanço hidroagrícolas e estimar a demanda da cultura.

As principais culturas anuais na bacia são: Arroz, Tomate, Mandioca em destaque temos o Feijão (9.640 ha), Milho (7.690 ha) e cana-de-açúcar (6.855 ha) que juntos responde por 79% da área cultivada, a Mandioca (5.090 ha) apesar de ter uma área plantada significativa, é predominantemente de uma agricultura de sequeiro, não devendo ser incluída na agricultura irrigada. Os valores da área plantada da lavoura temporária ou anuais são apresentados no

Quadro 8.24.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	39

Quadro 8.24 – Área plantada da lavoura temporária ou anuais na bacia hidrográfica do rio Pardo - PA1

Área plantada da lavoura temporária (Em hectares - acima de 100 hectares)									
Minas Gerais e Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Total		Arroz	Cana-de-açúcar	Feijão	Mamona	Mandioca	Milho	Tomate
	1999	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009
Minas Gerais	3.015.838	3.673.694	57.693	715.628	420.538	8.336	56.841	1.288.434	7.326
Águas Vermelhas	3.071	1.757	4	20	500	-	900	300	20
Berizal	611	475	-	5	260	-	40	170	-
Curral de Dentro	1.177	1.165	4	120	430	-	360	250	-
Divisa Alegre	533	466	-	80	180	-	130	60	-
Indaiabira	1.991	3.137	130	1.300	750	-	150	800	-
Montezuma	1.632	2.755	30	660	1.250	85	80	650	-
Ninheira	2.290	1.400	-	100	400	-	500	400	-
Rio Pardo de Minas	8.714	9.476	500	2.950	2.100	-	1.900	2.000	20
Santa Cruz de Salinas	677	830	20	90	330	-	130	260	-
Santo Antônio do Retiro	1.341	1.565	225	250	340	-	350	400	-
São João do Paraíso	2.300	3.854	50	900	1.700	-	200	1.000	-
Taiobeiras	1.795	2.163	-	260	750	15	250	800	61
Vargem Grande do Rio Pardo	1.882	1.580	50	120	650	60	100	600	-
Totais da bacia hidrográfica	28.014	30.623	1.013	6.855	9.640	160	5.090	7.690	101

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 40
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Segue abaixo o exemplo da caracterização do município de Taiobeiras. Para realizar o balanço hidroagrícola foi selecionada a estação de Rio Pardo de Minas, para cultura do feijão irrigado por aspersão numa área de 1.056 ha, demonstrado abaixo no **Quadro 8.25** e **Quadro 8.26**.

1- Identificação do Município

- 1.1-Município do Balanço: TAIOBEIRAS
 1.2-Estação Utilizada: RIO PARDO DE MINAS
 1.3-Código da Estação: BR52RPRD
 1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO

2 - Dados do Projeto

- 2.1 - Cultivo(s): Feijão
 2.2 - Sistema : Aspersão
 2.3 - Eficiência: 75%
 2.4 - Jornada diária: 15 horas
 2.5 - Frequência de rega: 1 dia
 2.6 - Área irrigável: 1.056,0 ha
 2.7 - Jornada mensal: 30 dias
 2.8 - Vazão da bomba: 5.500,00 m³ / h

Quadro 8.25 – Planilha do Balanço hídrico para estimativa da necessidade de irrigação líquida

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	205,79	1,10	226,37	180,00	96,96	-129,41	-1.294,09
Fev	180,30	1,10	198,33	96,00	48,34	-149,99	-1.499,91
Mar	177,09	1,10	194,80	102,00	52,29	-142,51	-1.425,07
Abr	151,44	1,10	166,58	39,00	13,11	-153,47	-1.534,71
Mai	133,23	1,10	146,55	11,00	0,00	-146,55	-1.465,53
Jun	114,76	1,10	126,24	0,00	0,00	-126,24	-1.262,36
Jul	122,06	1,10	134,27	10,00	0,00	-134,27	-1.342,66
Ago	153,05	1,10	168,36	1,00	0,00	-168,36	-1.683,55
Set	165,90	1,10	182,49	31,00	8,48	-174,01	-1.740,08
Out	186,99	1,10	205,69	79,00	36,74	-168,95	-1.689,48
Nov	177,09	1,10	194,80	162,00	87,76	-107,04	-1.070,41
Dez	183,76	1,10	202,14	205,00	108,64	-93,50	-934,96
Total	1.951,46		2.146,61	916,00	452,32	-141,19	-16942,81

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
 Kc - Coeficiente de cultivo
 ETc - Evapotranspiração da Cultura

PM - Precipitação média
 PEc - Precipitação efetiva corrigida
 NIL - Necessidade de irrigação líquida
 DML - Demanda mensal líquida

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 41
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 8.26 – Planilha de cálculo da demanda total

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-4,31	1,00	-172,55	-1.725,45	-1,07	-5,75	-60.735,96	-1.822.078,72	7,64
Fev	-5,00	1,00	-199,99	-1.999,87	-1,23	-6,67	-70.395,56	-2.111.866,86	8,85
Mar	-4,75	1,00	-190,01	-1.900,10	-1,17	-6,33	-66.883,48	-2.006.504,42	8,41
Abr	-5,12	1,00	-204,63	-2.046,28	-1,26	-6,82	-72.029,19	-2.160.875,85	9,06
Mai	-4,89	1,00	-195,40	-1.954,04	-1,21	-6,51	-68.782,21	-2.063.466,24	8,65
Jun	-4,21	1,00	-168,31	-1.683,15	-1,04	-5,61	-59.246,76	-1.777.402,88	7,45
Jul	-4,48	1,00	-179,02	-1.790,21	-1,11	-5,97	-63.015,51	-1.890.465,28	7,92
Ago	-5,61	1,00	-224,47	-2.244,73	-1,39	-7,48	-79.014,61	-2.370.438,40	9,94
Set	-5,80	1,00	-232,01	-2.320,11	-1,43	-7,73	-81.667,91	-2.450.037,37	10,27
Out	-5,63	1,00	-225,26	-2.252,63	-1,39	-7,51	-79.292,75	-2.378.782,55	9,97
Nov	-3,57	1,00	-142,72	-1.427,22	-0,88	-4,76	-50.237,99	-1.507.139,76	6,32
Dez	-3,12	1,00	-124,66	-1.246,61	-0,77	-4,16	-43.880,79	-1.316.423,68	5,52
Total	-56,48		-2.259,04	-22.590,42			-795.182,73	-23.855.482,00	100

Simbologia:

LIL - Lâmina de irrigação líquida

Ks - Coeficiente de sombreamento

NIB - Necessidade de irrigação bruta

DMB - Demanda mensal bruta

QU - Vazão unitária

LIB - Lâmina de irrigação bruta

Qo - Volume a ser outorgado

Q - Volume mensal

% - Percentual Mensal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 42
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Culturas Perenes

As estimativas das demandas para as culturas perenes foram geradas considerando a cultura de maior consumo e predominância nos municípios, apresentado um valor mensal mais crítico considerando a maior demanda nos balanços hidroagrícolas.

As culturas perenes exploradas na bacia são manga, banana, laranja, maracujá, urucum e café. A cultura do café foi selecionada como cultura-tipo representativa das culturas perenes para realização do balanço hidroagrícola e simulação das demanda, por representar 74% da área irrigada nos municípios da bacia PA1 (**Quadro 8.27**).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	43

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 8.27 – Área plantada da lavoura permanente na bacia hidrográfica do Rio Pardo - PA1

Área plantada da lavoura permanente

(Em hectares - acima de 10 hectares)

Minas Gerais e Municípios da bacia hidrográfica PA1	Total		Banana	Café	Goiaba	Laranja	Limão	Mamão	Manga	Maracujá	Marmelo	Tangerina	Urucum
	1999	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009	2009
Minas Gerais	1.058.348	1.115.484	39.194	1.011.356	847	30.549	2.990	729	8.343	2.425	116	6.911	1.067
Águas Vermelhas	199	405	124	170	-	31	2	-	6	30	-	7	33
Berizal	58	42	12	3	-	8	1	-	9	-	-	1	8
Curral de Dentro	108	137	15	50	-	15	2	-	2	15	-	2	34
Divisa Alegre	63	65	10	30	-	7	-	-	2	15	-	1	-
Indaiabira	176	175	10	148	-	10	1	-	4	-	-	2	-
Montezuma	15	83	8	65	-	3	1	-	5	-	-	1	-
Ninheira	181	609	6	590	-	7	-	-	4	-	1	1	-
Rio Pardo de Minas	422	1.218	35	1.134	-	36	2	-	7	-	-	4	-
Santa Cruz de Salinas	49	33	5	11	-	10	-	-	5	-	-	2	-
Santo Antônio do Retiro	44	102	50	40	-	8	1	-	2	-	-	1	-
São João do Paraíso	246	273	21	180	-	23	-	-	30	2	14	3	-
Taiobeiras	622	925	32	637	33	123	5	10	30	25	-	25	3
Vargem Grande do Rio Pardo	346	208	13	90	2	10	1	-	90	-	-	2	-
Totais da bacia hidrográfica	2.529	4.275	341	3.148	35	291	16	10	196	87	15	52	78

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 44
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

A título de exemplificação, apresenta-se a seguir no **Quadro 8.28** e

Quadro 8.29, o balanço hídrico para o município de Taiobeiras, utilizando a estação de Rio Pardo de Minas, para cultura do café irrigado por microaspersão numa área de 74 ha.

1- Identificação do Município

- 1.1-Município do Balanço: TAIOBEIRAS
- 1.2-Estação Utilizada: RIO PARDO DE MINAS
- 1.3-Código da Estação: BR52RPRD
- 1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO

2 - Dados do Projeto

- 2.1 - Cultivo(s): Café
- 2.2 - Sistema: Microaspersão
- 2.3 - Eficiência: 95%
- 2.4 - Jornada diária: 12 horas
- 2.5 - Frequência de rega: 1 dia
- 2.6 - Área irrigável: 74,0 ha
- 2.7 - Jornada mensal: 30 dias
- 2.8 - Vazão da bomba: 300,00 m³/h

Quadro 8.28 – Planilha do Balanço hídrico para estimativa da necessidade de irrigação líquida

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	205,79	1,10	226,37	180,00	96,96	-129,41	-1.294,09
Fev	180,30	1,10	198,33	96,00	48,34	-149,99	-1.499,91
Mar	177,09	1,10	194,80	102,00	52,29	-142,51	-1.425,07
Abr	151,44	1,10	166,58	39,00	13,11	-153,47	-1.534,71
Mai	133,23	1,10	146,55	11,00	0,00	-146,55	-1.465,53
Jun	114,76	1,10	126,24	0,00	0,00	-126,24	-1.262,36
Jul	122,06	1,10	134,27	10,00	0,00	-134,27	-1.342,66
Ago	153,05	1,10	168,36	1,00	0,00	-168,36	-1.683,55
Set	165,90	1,10	182,49	31,00	8,48	-174,01	-1.740,08
Out	186,99	1,10	205,69	79,00	36,74	-168,95	-1.689,48
Nov	177,09	1,10	194,80	162,00	87,76	-107,04	-1.070,41
Dez	183,76	1,10	202,14	205,00	108,64	-93,50	-934,96
Total	1.951,46		2.146,61	916,00	452,32	-141,19	-16.942,81

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
 Kc - Coeficiente de cultivo
 ETc - Evapotranspiração da Cultura

PM - Precipitação média
 PEc - Precipitação efetiva corrigida
 NIL - Necessidade de irrigação líquida
 DML - Demanda mensal líquida

Quadro 8.29 – Planilha de cálculo da demanda total

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-4,31	0,77	-104,89	-1.048,89	-0,81	-3,50	-2.587,27	-77.618,16	7,64
Fev	-5,00	0,77	-121,57	-1.215,71	-0,94	-4,05	-2.998,76	-89.962,75	8,85
Mar	-4,75	0,77	-115,51	-1.155,06	-0,89	-3,85	-2.849,15	-85.474,45	8,41
Abr	-5,12	0,77	-124,39	-1.243,93	-0,96	-4,15	-3.068,35	-92.050,47	9,06
Mai	-4,89	0,77	-118,79	-1.187,85	-0,92	-3,96	-2.930,03	-87.900,95	8,65
Jun	-4,21	0,77	-102,32	-1.023,18	-0,79	-3,41	-2.523,83	-75.715,02	7,45
Jul	-4,48	0,77	-108,83	-1.088,26	-0,84	-3,63	-2.684,38	-80.531,33	7,92
Ago	-5,61	0,77	-136,46	-1.364,56	-1,05	-4,55	-3.365,92	-100.977,56	9,94
Set	-5,80	0,77	-141,04	-1.410,38	-1,09	-4,70	-3.478,95	-104.368,37	10,27
Out	-5,63	0,77	-136,94	-1.369,36	-1,06	-4,56	-3.377,77	-101.333,01	9,97
Nov	-3,57	0,77	-86,76	-867,60	-0,67	-2,89	-2.140,07	-64.202,17	6,32
Dez	-3,12	0,77	-75,78	-757,81	-0,58	-2,53	-1.869,26	-56.077,92	5,52
Total	-56,48		-1373,26	-13.732,60			-33873,74	-1.016.212,14	100

Simbologia:

LIL - Lâmina de irrigação líquida
 Ks - Coeficiente de sombreamento
 NIB - Necessidade de irrigação bruta
 DMB - Demanda mensal bruta

QU - Vazão unitária
 LIB - Lâmina de irrigação bruta
 Qo - Volume a ser outorgado
 Q - Volume mensal
 % - Percentual Mensal

Onde:

$$NIL = PE - ETr \quad \text{Equação 8.3}$$

$$DML = NIL \times 10 \quad \text{Equação 8.4}$$

$$LIL = \frac{NIL}{DTM} \quad \text{Equação 8.5}$$

$$NIB = \frac{NIL}{Ef} \quad \text{Equação 8.6}$$

$$DMB = NIB \times 10 \quad \text{Equação 8.7}$$

$$Qu = \frac{DMB}{DTM \times HTD \times 3,6} \quad \text{Equação 8.8}$$

$$LIB = \frac{LIL \times Ks}{Ef} \quad \text{Equação 8.9}$$

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 46
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

$$Q = LIB \times 10 \times AI$$

Equação 8.10

$$Qo = Q \times DTM$$

Equação 8.11

8.3.7 Estimativa do Retorno de Água aos Mananciais (Vazão de Retorno)

A água captada dos mananciais para uso em irrigação é conduzida através de canais e/ou tubulações até seu destino final, que é sua utilização pelas plantas. Neste percurso, ocorrem perdas de diversos tipos, responsáveis pela redução da eficiência de irrigação. As perdas responsáveis pela redução da eficiência de irrigação podem ser provocadas por:

- Infiltrações e vazamentos no sistema de condução;
- Operação inadequada do sistema; e,
- Desuniformidade na aplicação de água para as culturas, fazendo com que parte dela não seja absorvida pelas plantas.

Estes volumes de água perdidos podem ter os destinos descritos em sequência: uma parte escoar superficialmente, em direção aos drenos naturais ou construídos, retornando ao manancial de origem. Neste percurso, parte infiltra no solo, em áreas não cultivadas, ocorrendo perdas por evapotranspiração através da vegetação nativa; outra parte percola para abaixo da zona radicular das plantas cultivadas, movimentando-se subsuperficialmente por zonas mais baixas, até surgência nos drenos e exutórios naturais. No percurso há perdas por evapotranspiração da vegetação nativa; uma terceira parte se infiltra mais profundamente, contribuindo para a recarga dos aquíferos.

A estimativa destas perdas considera os aspectos descritos adiante, cada qual responsável pelo destino final de uma parcela de água, variável para cada condição pedológica, topográfica e geológica.

Perdas por evapotranspiração

São função da distância entre o manancial e as áreas irrigadas e, ainda, da concentração ou dispersão das áreas irrigadas por uma determinada captação.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	47

Recargas do aquífero

São determinadas por analogia com as recargas dos aquíferos pelas águas pluviais e de acordo com a permeabilidade das rochas. A taxa de recarga, através de infiltração das águas de chuva é, todavia, descontínua, o que não ocorre com os excedentes da irrigação. A composição geológica do subsolo e a sua distribuição espacial produzem diferentes taxas de recarga.

Retorno ao manancial

São os volumes de água resultantes dos excedentes de irrigação e que escoam pela superfície dos solos até os drenos naturais ou construídos, ou que se movimentam pela subsuperfície até alcançarem os exutórios, retornando ao manancial de origem. Este retorno corresponde às perdas totais da irrigação menos as perdas por evapotranspiração e as recargas do aquífero.

Face à deficiência de informações confiáveis sobre as perdas de água (infiltração e escoamento superficial), bem como de dados hidrogeológicos detalhados para as áreas sob irrigação (situadas em diferentes domínios pedológicos, geológicos e topográficos) e distribuídas por uma vasta região, adotaram-se valores percentuais médios, adotados nos estudos do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia – PERH-BA e correntemente aceitos em estudos da mesma natureza que o presente, representativos das perdas de água que resultam na recarga dos mananciais.

Para a determinação desses valores foram admitidos alguns critérios, conforme relacionado a seguir:

- Inundação: 50% da ineficiência do sistema de irrigação e 90% das lâminas adicionais aplicadas na irrigação do arroz;
- Pivô central: 50% da ineficiência do sistema de irrigação;
- Localizada: 100% da ineficiência do sistema de irrigação.

Da aplicação desses critérios resultaram as seguintes taxas de retorno de água aos mananciais segundo o método de irrigação.

- Inundação: 22,5% dos volumes aplicados somados a 90% das lâminas adicionais aplicadas na irrigação do arroz;
- Pivô central: 12,5% dos volumes aplicados;
- Localizada: 15% dos volumes aplicados.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	48

O **Quadro 8.30** a seguir, apresenta a estimativa de retorno médio de água para os mananciais, segundo os métodos de irrigação, distribuídos pelos municípios da bacia hidrográfica.

Quadro 8.30 – Estimativa de retorno aos mananciais do rio Pardo – PA1

Município	Anual			Perene		
	Área irrigada (ha)	Retorno corrigido (m ³ /d)	Retorno unitário (l/s/ha)	Área irrigada (ha)	Retorno corrigido (m ³ /d)	Retorno unitário (l/s/ha)
Águas vermelhas	204	1.858,375	0,10	38	152,1	0,07
Berizal	562	175	0,11	42	174,6	0,08
Curral de Dentro	25	137,125	0,10	6	24	0,07
Divisa Alegre	280	285,125	0,10			
Indaiabira	95	830,875	0,16	79	557,25	0,13
Montezuma	162	1.566,125	0,18	10	70,65	0,13
Ninheira	17	93,25	0,10	212	847,8	0,07
Rio Pardo de Minas	716	1.740,125	0,18	16	112,95	0,13
Santa Cruz de Salinas	3	16,5	0,10			
Santo Antônio do Retiro	73	705,75	0,18	93	655,95	0,13
São João do Paraíso	867	1058	0,10	13	52,05	0,07
Taiobeiras	1524	10.208,5	0,18	74	521,85	0,13
Vargem Grande do Rio Pardo	60	580,125	0,18	116	818,1	0,13

A análise das tabelas acima mostra que apesar de exigir grandes volumes de retirada de água dos mananciais, uma vez que boa parte dessa retirada corresponde as laminas de saturação do solo e enchimento dos tabuleiros e, portanto, resulta no retorno de uma parcela significativas da vazão de retirada. Dessa maneira, quando analisado sob a ótica da Vazão de Consumo, os valores obtidos nesta simulação, que mostram um retorno para culturas anuais utilizando o método de aspersão montam a um total de 0,36 m³/s e para culturas perenes utilizando microaspersão montam a um total de 0,07 m³/s, vazões essas que deverão ser consideradas dos cálculos ofertas e demandas dos mananciais da bacia hidrográfica.

8.3.8 Potencial de terras para Agricultura Irrigada

A classificação de terras é feita primordialmente para obter informações necessárias à delimitação das terras em áreas de classes aptas para irrigação, eliminando as áreas inaptas nas condições econômicas prevalentes.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 49
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Os resultados da classificação são utilizados em estudos econômicos e na análise dos benefícios do projeto, a fim de se determinar a justificativa econômica para a sua implantação. Portanto, uma classificação de terras é fundamental para o sucesso técnico e econômico de qualquer projeto de irrigação.

O tipo da classificação das terras, o grau de detalhe e a precisão requerida devem ser coerentes com o propósito da investigação. Isto é subordinado à relação entre as unidades de mapeamento (classes e subclasses das terras) e aos aspectos significantes e úteis usados na formulação do plano do projeto. Somente normas generalizadas podem ser apresentadas quanto às exigências mínimas de cada tipo de levantamento. Enquanto o objetivo do levantamento é geralmente o mesmo para toda a área da bacia, a intensidade do estudo poderá se alterar segundo a variação das características das terras na área do levantamento. Padrões muito complexos de solos, topografia ou drenagem normalmente requerem uma gama substancialmente maior de informações na separação de classes de terras, ou na solução de quaisquer outros problemas de classificação; porém, o método de irrigação poderá render também algumas complexidades, apesar de menos significantes (isto é, irrigação por aspersão em condições de topografia movimentada).

Os dados de uma classificação a nível de reconhecimento são úteis nos estudos de grandes áreas e na obtenção de informações generalizadas para determinar quais áreas se apresentam com melhores aptidões para aproveitar os recursos hídricos disponíveis. São elaborados relatórios básicos preparados para mostrar dados generalizados dos recursos das terras para vastas áreas frequentemente utilizam informações do levantamento de reconhecimento para classificação das terras.

O sistema de classificação de terras para irrigação mais utilizado é o do Escritório de Recuperação de Terras dos Estados Unidos (*U.S. Bureau of Reclamation*) publicado em 1953. Este toma por base a economia de produção e possui 6 classes, quatro consideradas aráveis, que possuem aptidão para a agricultura irrigada, uma classe provisória (que necessita de estudos especiais para torná-la apta) e duas classes de terras não-aráveis (não apta).

Divisões dentro de cada classe (subclasses), para classificação de aptidão agrícola, são indicadas por símbolos que representam a limitação ou limitações dominantes em relação a deficiências de solo (s), topografia (t) e drenagem (d). Além do enquadramento das terras nas classes e subclasses, também são incluídos fatores informativos (econômicos) referentes ao uso

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	50

da terra, produtividade e custo de desenvolvimento das terras, necessidade de água (características do solo, condições de drenagem, método de irrigação, etc) e drenabilidade das terras. Estas avaliações são representadas através de classes de manejo. À fórmula são acrescentados ainda símbolos adicionais que detalham as principais deficiências, indicando graus diferentes para cada tipo e a dominância entre classes.

Considerações sobre a metodologia utilizada

A metodologia original do *U.S. Bureau of Reclamation* necessita da avaliação detalhada de uma grande quantidade de dados com características ambientais (externas) e intrínsecas (internas) de solo, bem como de uma análise econômica das terras para o enquadramento dessas em classes para irrigação, o que foge do escopo desse estudo. Sendo assim, optou-se por uma classificação de terras para irrigação mais simplificada, que não se baseia em aspectos econômicos. Para tal, foi utilizada uma adaptação da classificação sugerida por AGRI-FACTS (2000), que tem por base a classificação do *U.S. Bureau of Reclamation*.

As classes indicam a capacidade geral das terras para irrigação no seu estado presente e são baseadas tanto em feições de solo como em feições topográficas que afetam a adequação da terra para irrigação.

As classes e subclasses de Capacidade de Uso foram relacionadas às classes de irrigação do *Bureau of Reclamation*, que identificam:

- as terras aráveis, conforme a aptidão para irrigação;
- terras não aráveis, isto é, não aptas à irrigação; e
- terras que merecem um detalhamento de estudo (classe provisória) ou de uso especial.

No *Bureau of Reclamation* seis classes (1 a 6) são utilizadas para representar terras aptas à irrigação.

a) Classe 1 - arável

São as mais aptas para irrigação na área específica do estudo. As terras de classe 1 são mapeadas, exceto quando somente uma designação entre classes arável e não arável for designada. Em geral, estas terras são bastante adequadas para agricultura irrigada, sendo capazes (em padrão de cultivos diversificados: grãos, forrageiras, olericulturas, fruticultura) de

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 51
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

fornecer e sustentar produções relativamente altas de ampla faixa de culturas climaticamente adaptadas, a um custo razoável; ou em áreas de culturas específicas, manter altas produções de cultura específica adaptada. Estas terras podem ser pronta e eficientemente irrigadas tanto por aspersão como por irrigação localizada, não se recomenda a irrigação superficial em função do processo de sistematização do terreno. O solo deve ser física e quimicamente corrigido para adequar-se à produção das culturas do projeto. A capacidade de retenção de água do solo é adequada. O solo está livre de sais solúveis ou, havendo sais presentes, poderão ser facilmente lixiviados. Os efeitos da erosão devem ser minimizados adotando-se um manejo racional da irrigação, e o desenvolvimento da terra pode ser realizado a um custo relativamente baixo. Estas terras devem fornecer altas rendas líquidas para cada hectare irrigado.

b) Classe 2 - arável

São terras com aptidão moderada para irrigação, sendo inferiores às da classe 1 em capacidade produtiva e/ou exigindo custos mais altos para preparo, irrigação e cultivo. Estas terras geralmente são tão requisitadas ou valiosas quanto as de classe 1. Geralmente, as terras desta classe quando comparadas com as terras da classe 1, têm solos com menor capacidade de retenção água, ou menor permeabilidade ao ar, água e raízes, podendo ser moderadamente salino sob irrigação, o que pode limitar a produtividade e envolver custos maiores de lavagem. Limitações topográficas podem incluir superfície irregular, que exija custos maiores para evitar processos de erosão laminar. Assim sendo, as terras desta classe devem ser preferencialmente irrigados por métodos de irrigação de alta eficiência de aplicação de água (microaspersão e gotejamento), e ser cultivados com fruticultura ou cafeicultura, a irrigação por aspersão mecanizada adequada e projetada também pode ser utilizada. São terras com necessidades simples de correção do solo, a fim de manter a alta fertilidade do solo. Apresenta capacidade de pagamento intermediária.

c) Classe 3 - arável

São consideradas terras aráveis de baixa categoria. As terras desta categoria são aptas ao desenvolvimento sob irrigação, porém possuem apenas os requerimentos mínimos, pois podem apresentar deficiências graves de solo, topografia ou drenagem. As terras dessa classe apresentam menor capacidade produtiva, maiores custos de produção e de desenvolvimento, ou qualquer combinação desses fatores em relação a classe anterior. Embora maiores riscos envolvam a sua utilização em agricultura irrigada, quando comparadas às classes de terras

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	52

anteriores (1 e 2), estima-se que estas terras possuam adequada capacidade de pagamento para atender os custos para o estabelecimento de projetos de irrigação baseada em sistema localizada (microaspersão e gotejamento) e em fruticultura ou cafeicultura.

d) Classe 4 - arável

As terras desta classe podem ter certas deficiências excessivas, que resultam numa utilização restrita para agricultura irrigada. Podem ser similares às terras de outras classes aráveis, mas apresentam deficiências mais severas ou em maior número de restrições. Tais características proporcionam menor rendimento, custo de produção e de desenvolvimento mais elevado ou combinações destes, tornando-as mais restritivas para irrigação que as terras de classe 3. Recomenda-se que essa classe seja utilizada na classificação em raras situações, em que uma quarta classe de terra arável for necessária para identificar e caracterizar adequadamente terras com arabilidade marginal. Normalmente, nestas terras são irrigados cultivos especiais ou com alto retorno econômico.

e) Classe 5 – não arável

A arabilidade das terras incluídas nesta classe não pode ser determinada pelos métodos de classificação de rotina; porém estas terras aparentam possuir valor potencial suficiente para serem separadas para estudos especiais. A designação em classe 5 é provisória, e normalmente muda para uma classe arável apropriada ou para classe 6, após completada a classificação. Se algum problema relacionado com estas terras não for resolvido, deve-se assumir que elas são não aráveis. Essas terras possuem deficiências específicas ou seja, podem ter excessiva salinidade, topografia desfavorável, drenagem inadequada, excessiva cobertura arbórea ou de rochas; ou outras deficiências severas que exijam estudos especiais de agronomia, economia ou engenharia para determinar a sua arabilidade. As terras da classe 5 são separadas somente quando as condições existentes na área exigem considerações de tais terras para a competente avaliação das possibilidades de estabelecimento de projetos de irrigação.

f) Classe 6 – não arável

Inclui as terras que não atingem os requisitos mínimos para pagar os custos para o estabelecimento de projetos de irrigação. Em geral, compreende terras com alto declive, acidentadas e irregulares, ou gravemente erodidas; com solos de textura muito grossa ou fina,

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	53

de pouca profundidade sobre cascalheira, camada barrenta, duripan ou rocha; terras com perfil de drenagem inadequada, e ou alta concentração de sais solúveis e sódio. As terras classificadas como de classe 6 em uma área podem ser aráveis sob condições climáticas mais favoráveis.

g) Classe de uso especial

A classe de uso especial para irrigação pode ser apta para um uso específico sob irrigação. Uso especial portanto, implica na utilização de um método de irrigação específico para culturas específicas, como o arroz inundado, ou várzea drenada com cultivo de olerícolas irrigado por microaspersão ou gotejamento, por exemplo.

Classes de declive

A declividade das encostas é o principal fator do relevo condicionante da erosão. Sua variação determina formas e feições da paisagem, ditando também potencialidades de uso e restrição ao aproveitamento das terras. As classes de declividade foram determinadas por processo manual, utilizando-se de ábaco de declividades, complementados por trabalhos de aerofotointerpretação de fotos na escala 1:25.000. Foram discretizadas as classes de A (0-3%), B (3-6%), C (6-12%), D (12-20%), E (maior que 20%) e hidromórfico (<3%).

A cada classe de declive cabem características particulares quanto ao escoamento das águas superficiais e também procedimentos específicos quanto a usos, manejos e práticas conservacionistas, conforme apresentados sinteticamente a seguir.

Classe A (0-3%) - Compreende áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial (deflúvio) é lento ou muito lento. Esta classe não oferece dificuldade ao uso de máquinas agrícolas. A erosão hídrica não é significativa, exceto em vertentes muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão.

Classe B (3-6%) - Os terrenos desta classe têm declives suaves, onde geralmente o deflúvio é lento ou médio. Nessa classe o trabalho mecanizado usual é de fácil operação. Geralmente práticas simples de conservação do solo são suficientes (cultivo em nível ou plantio direto), exceto em solos erodíveis (arenosos) com comprimento de rampa muito longo.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	54

Classe C (6-12%) - A classe C engloba terrenos inclinados, em relevo geralmente ondulado. O deflúvio é médio ou rápido. O declive normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Em alguns casos a erosão hídrica pode ser controlada com práticas simples.

Porém, normalmente são necessárias práticas complexas de conservação do solo (terraceamento, plantio direto), para que seja cultivado intensamente.

Classe D (12-20%) - Compreende terrenos inclinados em relevo ondulado. Geralmente o escoamento superficial é rápido para a grande maioria dos solos. O uso de máquinas agrícolas é parcialmente prejudicado. A erosão hídrica compromete o cultivo intenso.

Classe E (>20%) - A classe E constitui terrenos muito inclinados a fortemente inclinados onde o escoamento superficial é muito rápido. Nessa classe, a grande maioria dos solos, é extremamente suscetível à erosão, e os terrenos devem ser utilizados somente para cultivos perenes, pastagens ou reflorestamentos.

A maior parte das máquinas agrícolas pode ser usada, mas com dificuldades. Há sérios impedimentos ao uso, exigindo práticas muito complexas (projetos de drenagem), e devem ser mantidos preferencialmente como áreas de preservação ambiental.

Hidromórfico (<3%) - As áreas com predomínio de solos hidromórficos tornaram-se objeto de identificação específica no mapa de Classes de declive, pois representam áreas encharcadas planas ou quase planas (declividade menor que 3%) e constituem unidade específica de capacidade de uso da terra.

No **Quadro 8.31** é apresentado o total de área de cada classe de declive e sua respectiva porcentagem em relação à área total estudada.

A declividade tem influência na produtividade e nos custos de desenvolvimento. Considerando que a classe de terra é determinada pela produtividade (incluindo os custos de produção) e pelos custos de desenvolvimento, é provável que a produtividade seja mais influenciada pela declividade do que os custos de desenvolvimento, particularmente no caso de irrigação por gravidade. Os fatores que influenciam a produtividade incluem maiores requerimentos de mão-de-obra, menor necessidade de água, maior erodibilidade e a necessidade de um uso especial para terras com excessiva declividade. Os fatores que influenciam os custos de desenvolvimento são a necessidade de mais estruturas e/ou equipamentos de irrigação. Com o

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 55
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

incremento da declividade, o efeito de estruturas adicionais pode tornar-se de extrema importância.

Quadro 8.31 – Área ocupada por cada classe de declividade

Classes de Declive	Área	
	km ²	%
A (0-3%)	5.902,88	46,54
B (3-6%)	2.171,30	17,12
C (6-12%)	2.499,09	19,70
D (12-20%)	1.218,25	9,61
E (>20%)	891,39	7,03
Total	12.682,91	100,00

Aptidão dos solos da bacia do rio Pardo para agricultura irrigada

O levantamento de solos e o estudo da declividade permitem o enquadramento de classes de capacidade de uso dos solos (Lepsch, 1991) que, por sua vez, correlaciona-se com a aptidão de terras para irrigação. Baseado no conhecimento técnico do responsável pelo estudo, das características de aptidão agrícola e declividade dos solos da bacia, procurou-se estabelecer um parâmetro de reconhecimento mínimo das aptidões dos solos para a agricultura irrigada.

As categorias de solo são baseadas em diversas características necessárias para manter uma alta produção das culturas, tais como: (a) adequadas capacidade de reter e de disponibilizar água; (b) boa drenagem interna (para aeração, restabelecimento da reserva de água e lixiviação dos sais solúveis); (c) taxas de infiltração de água adequadas (para restabelecer a umidade perdida pela evapotranspiração e para minimizar as perdas por erosão); (d) profundidade de solo suficiente (para permitir o pleno desenvolvimento radicular e prover um adequado estoque de água e nutrientes); (e) textura, estrutura e consistência que permitam o trabalho mecanizado, e (f) ausência de sais, sódio e elementos tóxicos.

Dessa forma, com base nessas características, os solos são enquadrados em quatro classes conforme a aptidão para irrigação: (1) solos com Alta aptidão; (2) solos com Média aptidão; (3) solos com Baixa aptidão; (4) solos inaptos para irrigação.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 56
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Para topografia são levadas em conta feições como: relevo, tamanho e forma das superfícies, necessidade de movimento de terra, pedregosidade, necessidade de drenagem superficial. As categorias são as seguintes: (A) incluem todas as terras adequadas para irrigação por gravidade ou outro método qualquer; (B) terras adequadas para sistemas convencionais de irrigação por aspersão; (C) terrenos ondulados a forte ondulados que são irrigáveis somente com sistemas de aspersão adaptados para operar de forma a minimizar o escoamento superficial e perda por erosão hídrica, bem como o empoçamento prolongado; (D,E) não adequado à irrigação devido a um ou a uma combinação de fatores desfavoráveis, tais como declividade acentuada, superfície irregular, banhados, rochosidade, etc.

Os resultados da classificação são utilizados em estudos econômicos e na análise dos benefícios do projeto, a fim de se determinar a justificativa econômica para a sua implantação. Portanto, uma classificação de terras é fundamental para o sucesso técnico e econômico de qualquer projeto de irrigação. O **Quadro 8.32** apresenta o resultado da classificação de terras para irrigação segundo as unidades de mapeamento de solos identificados na região e sua aptidão agrícola.

Quadro 8.32 – Correlação entre classes de solos para aptidão agrícola e aptidão para agricultura irrigada na bacia PA1

Unidade de Mapeamento	Aptidão Agrícola	Aptidão de terras à irrigação
AR3	4(p)	6
CXbd14	2abc - / F1 M2	1
CXbd2	2ab(c) - / F2 M3	3
CXbd2	2abc - / F1 M2	1
CXbd23	2ab(c) - / F2 M3	3
CXbd5	3(bc) - / F3 M3	3
CXbd5	3(bc) + / F3 M3	3
CXbd5	2(a)bc - / F3 M1	1
CXbd5	2ab(c) - / F3 M4	3
CXbd7	2(a)bc - / F2 M3	2
CXbe4	2ab(c) - / F2 M3	3
CXbe4	3(bc) + / F3 M3	3
CXbe4	2abc - / F1 M2	1
LAd1	2(a)bc + / F3 M1	2
LAd1	2abc - / F1 M2	1
LAd1	2(b)c + / F3 M1	1
LAd1	2(a)bc + / F3 M1	1

Unidade de Mapeamento	Aptidão Agrícola	Aptidão de terras à irrigação
LVA _d 1	2(a)bc + / F1 M2	1
LVA _d 1	2(b)c + / F3 M1	1
LVA _d 1	2(a)bc + / F3 M1	1
LVA _d 1	2(b)c + / F3 M1	1
LVA _d 1	2(a)bc + / F3 M1	1
LVA _d 1	2(a)bc - / F3 M1	1
LVA _d 1	2(a)bc + / F3 M1	1
LVA _d 8	2(a)bc + / F3 M1	1
PVA _e 12	2abc - / F2 M2	1
PVA _e 16	2ab(c) - / F2 M3	3
PVA _e 18	2ab(c) - / F2 M3	3
PVA _e 2	2ab(c) - / F2 M3	3
RU _b d1	1abC - / F1 M2	1

Observa-se pelo apresentado no **Quadro 8.32**, a fragilidade dos solos da bacia no contexto geral. As áreas de Latossolos Vermelho-Amarelos (Classe 1 e 2 de irrigação) são as únicas potencialmente irrigáveis, isto sem considerar a cobertura do solo (uso atual), pois áreas com mata, ocupação urbana e principalmente as de silvicultura ocupadas com eucalipto não são recomendadas para implantar projetos de irrigação, tem viabilidade econômica inferior, e baixa disponibilidade hídrica para atender as demandas da irrigação.

Os solos das classes 5, 6 e de uso especial, também se enquadrariam em áreas não potenciais ao estabelecimento desses projetos. Um estudo detalhado e o cruzamento de dados de capacidade de uso e ocupação dos solos da bacia dariam uma maior segurança na prescrição de áreas potencialmente irrigáveis.

Na bacia os solos classificados com média e alta aptidão ocupam 7.841,88 Km² correspondendo a 62% da área total, onde 38% da área da bacia é classificada de baixa aptidão a inaptas à prática da agricultura irrigada (**Quadro 8.33**). Neste caso, apenas 28% da bacia podem estar, à primeira vista, classificados com alta aptidão ao cultivo de agricultura irrigada, localizado predominantemente na parte final da bacia e pequenas áreas isoladas na parte alta. Os solos de média aptidão representam 33,8% da área da bacia, conforme apresentado na **Figura 8.3**.

Quadro 8.33 – Correlação entre classes de solos para aptidão agrícola e Classe Arável na bacia PA1

Classes de Aptidão à Irrigação	Classe Arável	Área	
		km ²	%

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 58
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Inapto	5 e 6	2.541,31	20,04
Baixa	4	2.299,72	18,13
Média	3	4.294,34	33,86
Alta	1 e 2	3.547,54	27,97
Total		12.682,91	100,00

Então, aliado aos fatores como disponibilidade hídrica, retorno econômico, logística de transporte e mercado consumidor, entre outros, e analisando a aptidão agrícola da bacia, podemos afirmar inicialmente que a bacia do Rio Pardo (PA1) apresenta Alta aptidão à agricultura irrigada.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 59
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

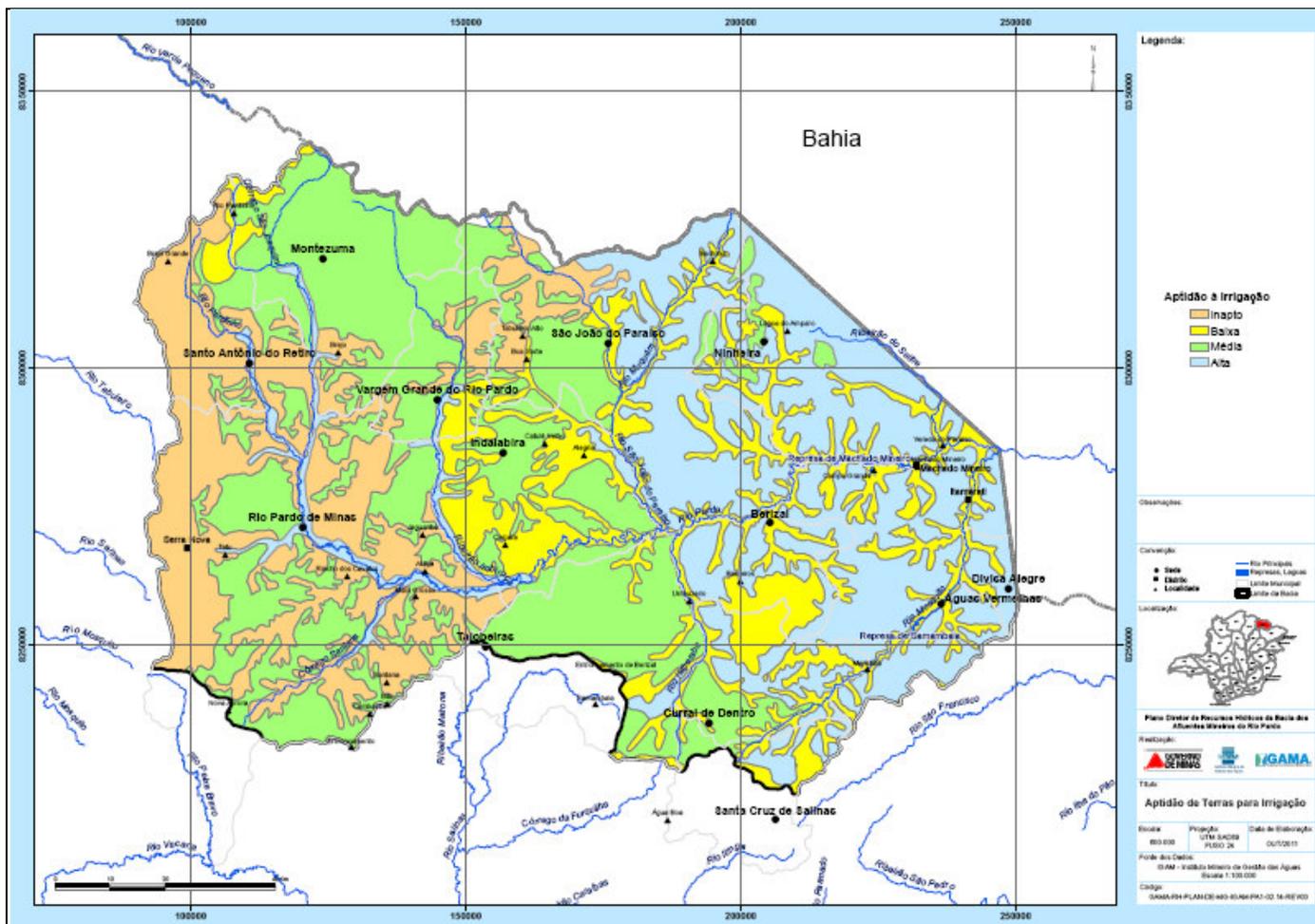


Figura 8.3 – Distribuição espacial das classes de terras aptas para irrigação na Bacia do Rio Pardo – PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 60
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.3.9 Estimativa da área irrigada e cálculo das demandas hidroagrícolas

A fim de subsidiar os estudos sobre as demandas de água para a irrigação faz-se necessário, inicialmente, uma apreciação geral sobre a situação da agricultura irrigada na bacia Hidrográfica.

Conforme explicado no início deste capítulo, as áreas irrigadas foram estimadas a partir das seguintes fontes secundárias: Censo Agropecuário e fotointerpretação de áreas a partir de imagens Google.

No **Quadro 8.34** são apresentadas as áreas ocupadas por lavouras temporárias e perenes e as áreas irrigadas por métodos de irrigação, onde aproximadamente 76% são representadas por culturas temporárias do total de áreas cultivadas.

A agricultura irrigada no Município de Taiobeiras, corresponde a 38% das áreas irrigadas na bacia do Rio Pardo, seguida por Águas Vermelhas que possui 13% da área irrigada na bacia.

Juntos, Taiobeiras, Águas Vermelhas, Ninheira, Rio Pardo de Minas e São João do Paraíso, ultrapassam 70% de toda a área irrigada na bacia.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-04.00-REV05	26/09/2013	61

Quadro 8.34 – Área de lavouras perenes e temporárias e áreas irrigadas por método

Municípios da bacia PA1		Lavouras (ha) 2009			Área Irrigada (ha)						
		Temp.	Perman	Total	Inund.	Sulcos	Pivôt.	Asper.	Local.	Outros	Total
1	Águas Vermelhas	1.744	403	2.147	-	-	-	253	38	86	377
2	Berizal	475	42	517	-	-	-	27	42	2	71
3	Curral de Dentro	1.164	135	1.299	-	-	-	12	6	13	31
4	Divisa Alegre	450	65	515	-	-	-	-	-	52	52
5	Indaiabira	3.130	175	3.305	-	-	-	83	79	12	174
6	Montezuma	2.755	83	2.838	35	11	-	9	10	107	172
7	Ninheira	1.400	609	2.009	-	-	-	4	212	13	229
8	Rio Pardo de Minas	9.470	1218	10.688	-	19	-	155	16	6	196
9	Santa Cruz de Salinas	830	33	863	-	-	-	-	-	3	3
10	Santo Antônio do Retiro	1.565	102	1.667	34	11	-	19	93	9	166
11	São João do Paraíso	3.850	273	4.123	-	3	-	177	13	13	206
12	Taiobeiras	2.136	923	3.059	-	46	700	185	74	125	1130
13	Vargem Grande do Rio Pardo	1.580	208	1.788	22	-	-	33	116	5	176

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 62
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

A irrigação na PA1 é principalmente desenvolvida pela iniciativa privada, com pequenos projetos utilizados principalmente para irrigação de subsistência.

O levantamento através das imagens do Satélite Google de 24/6/2011, na bacia do PA1, revela a existência das áreas irrigadas de aproximadamente 4.152 ha. Nos municípios de Taiobeiras, Ninheira e Rio Pardo de Minas existe uma área irrigada de 2.735 ha o que corresponde a 66% da área total irrigada, apesar dos municípios fazerem parte da bacia, como demonstrado no **Quadro 8.35**.

Quadro 8.35 – Relação das áreas identificadas pelo Google na bacia do PA1

Áreas Irrigadas Identificadas no Google na Bacia PA1				
Número	Município	Coordenadas		Área (ha)
		Latitude	Longitude	
1	Taiobeiras	15°48'0.46"S	42°11'43.85"O	739,21
2	Taiobeiras	15°44'57.79"S	42°10'58.28"O	585,77
3	Indaiabira	15°41'40.58"S	42°11'6.69"O	39,52
4	Indaiabira	15°38'41.21"S	42° 7'6.25"O	159,27
5	Taiobeiras	15°37'59.39"S	41°55'34.01"O	92,55
6	Berizal	15°38'20.86"S	41°53'18.66"O	197
7	Divisa Alegre	15°42'20.60"S	41°25'3.18"O	280
8	Águas Vermelhas	15°44'11.07"S	41°27'27.12"O	32,17
9	Ninheira	15°30'43.64"S	41°33'56.54"O	211,1
10	Ninheira	15°31'29.93"S	41°30'30.32"O	217
11	Ninheira	15°30'24.04"S	41°28'11.45"O	174
12	Águas Vermelhas	15°50'16.70"S	41°34'17.62"O	28,27
13	Águas Vermelhas	15°34'25.99"S	41°41'39.26"O	231,55
14	Rio Pardo de Minas	15°43'9.81"S	42°25'18.99"O	480,38
15	Rio Pardo de Minas	15°47'13.00"S	42°26'32.57"O	91,6
16	Rio Pardo de Minas	15°49'12.72"S	42°44'19.94"O	143,55
17	Curral de Dentro	15°52'14.03"S	41°37'54.06"O	102
18	Curral de Dentro	15°57'25.91"S	41°47'49.55"O	32,17
19	Curral de Dentro	15°46'5.37"S	41°50'20.40"O	40,71
20	Águas Vermelhas	15°31'29.93"S	15°31'29.93"S	9,39
21	Vargem Grande do rio Pardo	15°19'50.40"S	42°21'58.47"O	264,74
TOTAL				4.151,95

A distribuição das áreas atualmente irrigadas na Bacia Hidrográfica, assim como, suas localizações podem ser visualizadas na **Figura 8.4**.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 63
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Mesclando-se os dados de censo agropecuário acerca das áreas irrigadas juntamente com as áreas irrigadas identificadas nas imagens de satélite, com os devidos cuidados para evitar a superposição de áreas, chega-se aos valores totais de áreas apresentados no : 4.587 hectares de cultura anual (ou temporária) e 699 hectares de culturas permanentes, **totalizando 5.286 hectares irrigados na bacia.**

O **Quadro 8.36** apresenta também, o resumo das demandas hídricas unitárias, para as culturas anuais e perenes, bem como as demandas totais da irrigação em cada município da bacia, segundo os métodos de irrigação considerados.

Pode-se observar a grande variação da demanda unitária quando se varia os métodos de aspersão e microaspersão, sendo a demanda desse último em média 17% menor que a do primeiro. Este fato explica em parte a diferença encontrada nos valores totais de demandas de água para irrigação, encontrada para métodos de irrigação com maiores eficiência utilização deste insumo.

Verifica-se também que a demanda hídrica média mensal calculada com uma lâmina rebatimento de 40 % na máxima obtida no balanço hidroagrícola para o mês mais crítico, para atender a irrigação ininterrupta das culturas anuais é de 0,67 L/s/ha para culturas anuais, gerando um comprometimento de 2,23 m³/s para a bacia. Enquanto que a demanda hídrica média mensal para atender as culturas perenes é da ordem de 0,43 L/s/ha, totaliza uma demanda da 0,20 m³/s para a bacia, apresentada abaixo no **Quadro 8.36**.

Os valores das demandas utilizadas para o planejamento e concepção dos senários futuros, foi usado uma média ponderada das culturas anuais e perenes, com suas respectivas áreas, o valor médio da demanda, o valor encontrado é de 0,61 L/s/ha e uma demanda total de 4,43 m³/s para a bacia, apresentada no **Quadro 8.36**.

Na estimativa da área irrigada utilizou a base de dados do IBGE e identificação das áreas pela imagem de satélite da ferramenta do Google Earth, identificando a irrigação por pivot-central pela sua forma geométrica circular, onde foi identificado e estimadas irrigadas por município da bacia, irrigadas a utilização desta ferramenta foi muito importante pois o último censo agropecuário foi realizado em 2006.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	65

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO JEQUITINHONHA – PDRH-JQ1

Quadro 8.36 – Áreas irrigadas com suas demandas unitárias por municípios da bacia hidrográfica do Pardo – PA1

Município	Estação do balanço	Anual						
		Culturas	Lâmina Máxima (mm/dia)	Lâmina Média (mm/dia)	Lâmina -40% (mm/dia)	Área irrigada (ha)	Demanda corrigida (m³/d)	Demanda unitária (l/s/ha)
Águas vermelhas	Pedra Azul	Feijão	4,59	3,38	2,75	204	5.618,16	0,51
Berizal	Pedra Azul	Feijão	4,59	3,38	2,75	562	15.472,25	0,51
Curral de Dentro	Pedra Azul	Feijão	4,59	3,38	2,75	25	688,50	0,51
Divisa Alegre	Pedra Azul	Feijão	4,59	3,38	2,75	280	7.711,20	0,51
Indaiabira	Rio Pardo de Minas	Feijão	7,73	6,28	4,64	95	4.406,10	0,86
Montezuma	Rio Pardo de Minas	Feijão	7,73	6,28	4,64	162	7.513,56	0,86
Ninheira	Pedra Azul	Feijão	4,59	3,38	2,75	17	468,18	0,51
Rio Pardo de Minas	Rio Pardo de Minas	Feijão	7,73	6,28	4,64	716	33.186,28	0,86
Santa Cruz de Salinas	Pedra Azul	Feijão	4,59	3,38	2,75	3	82,62	0,51
Santo Antônio do Retiro	Rio Pardo de Minas	Feijão	7,73	6,28	4,64	73	3.385,74	0,86
São João do Paraíso	Pedra Azul	Feijão	4,59	3,38	2,75	867	23.872,77	0,51
Taiobeiras	Rio Pardo de Minas	Feijão	7,73	6,28	4,64	1524	70.672,45	0,86
Vargem Grande do Rio Pardo	Rio Pardo de Minas	Feijão	7,73	6,28	4,64	60	2.782,80	0,86
TOTAL/MÉDIA			6,04	4,72	3,62	4.586,95	175.860,62	0,67

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 66
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO JEQUITINHONHA – PDRH-JQ1

Quadro 8.37 – Áreas irrigadas com suas demandas unitárias por municípios da bacia hidrográfica do Pardo – PA1 (continuação)

Município	Perenes							Demanda Total	
	Culturas	Lâmina Máxima (mm/dia)	Lâmina Média (mm/dia)	Lâmina -40% (mm/dia)	Área irrigada (ha)	Demanda corrigida (m³/d)	Demanda unitária (l/s/ha)	Total (m³/d)	Média ponderada
Águas vermelhas	Café	2,95	2,17	1,77	38	672,60	0,33	6.290,76	0,48
Berizal	Café	2,95	2,17	1,77	42	743,40	0,33	16.215,65	0,50
Curral de Dentro	Banana	3,06	2,25	1,84	6	110,16	0,34	798,66	0,48
Divisa Alegre								7.711,20	0,51
Indaiabira	Café	4,96	4,03	2,98	79	2.351,04	0,55	6.757,14	0,72
Montezuma	Café	2,95	2,17	1,77	10	177,00	0,33	7.690,56	0,83
Ninheira	Café	2,95	2,17	1,77	212	3.752,40	0,33	4.220,58	0,34
Rio Pardo de Minas	Café	4,96	4,03	2,98	16	476,16	0,55	33.662,44	0,85
Santa Cruz de Salinas								82,62	0,51
Santo Antônio do Retiro	Café	4,96	4,03	2,98	93	2.767,68	0,55	6.153,42	0,69
São João do Paraíso	Café	2,95	2,17	1,77	13	230,10	0,33	24.102,87	0,51
Taiobeiras	Café	4,96	4,03	2,98	74	2.202,24	0,55	72.874,69	0,84
Vargem Grande do Rio Pardo	Café	4,96	4,03	2,98	116	3.452,16	0,55	6.234,96	0,66
Total					699				

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 67
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Aproximadamente 90% da área irrigada na bacia, utilizam aspersão, pivô-central e outros métodos, o restante é irrigado com localizada com Microaspersão e Gotejamento. O município de Jequitinhonha, por exemplo, possui uma área irrigada de 244 ha, correspondendo a 60,54% do total, utilizando irrigação localizada na bacia.

No **Quadro 8.38** são apresentadas as áreas irrigadas em cada município, classificado por tamanho das áreas, onde revela que na bacia aproximadamente 36% da área irrigada são áreas com no máximo 50 ha, constatando a predominância de pequenos irrigantes, utilizadas principalmente para lavoura de subsistência, para os produtores assentado sem titulação definitiva, arrendatário, parceiro, ocupante e produtor sem área.

O **Quadro 8.39**, revela que para os produtores proprietários das terras, aproximadamente 35% da área irrigada na bacia são de pequenos produtores com áreas com no máximo 50 ha.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 68
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 8.38 – Distribuição das Áreas Irrigadas segundo o tamanho

Número e área (hectares) dos estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação (Proprietário, assentado sem titulação definitiva, arrendatário, parceiro, ocupante e produtor sem área) 2006												
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Grupos de área de lavoura											
	Total	Maior de 0 a menos de 1 ha	De 1 a menos de 2 ha	De 2 a menos de 5 ha	De 5 a menos de 10 ha	De 10 a menos de 20 ha	De 20 a menos de 50 ha	De 50 a menos de 100 ha	De 100 a menos de 200 ha	De 200 a menos de 500 ha	De 500 ha a mais	Sem declaração
Águas Vermelhas	390	1	5	25	24	37	47	97	-	X	-	X
Berizal	422	2	8	31	12	X	X	-	-	X	-	-
Curral de Dentro	30	0	2	14	X	X	X	-	-	-	-	-
Divisa Alegre	52	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X
Indaiabira	324	X	6	43	49	25	45	X	X	-	-	-
Montezuma	171	4	12	58	64	13	X	X	-	-	-	X
Ninheira	228	X	3	X	X	X	X	-	X	-	-	-
Rio Pardo de Minas	567	1	8	41	37	72	42	-	X	X	-	-
Santa Cruz de Salinas	3	X	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio do Retiro	165	-	3	28	64	31	39	-	-	-	-	-
São João do Paraíso	205	3	18	140	31	13	-	-	-	-	-	-
Taiobeiras	1.133	13	27	78	46	17	76	X	359	X	-	97
Vargem Grande do Rio Pardo	182	X	3	26	X	X	X	X	X	-	-	-

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário

Nota: Os dados das Unidades Territoriais com menos de 3 (três) informantes estão desidentificados com o caractere X.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 69
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Quadro 8.39 – Distribuição das Áreas Irrigadas segundo o tamanho

Número e área (hectares) dos estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação												
(Proprietário)												
2006												
Municípios da Bacia Hidrográfica PA1	Grupos de área de lavoura											
	Total	Maior de 0 a menos de 1 ha	De 1 a menos de 2 ha	De 2 a menos de 5 ha	De 5 a menos de 10 ha	De 10 a menos de 20 ha	De 20 a menos de 50 ha	De 50 a menos de 100 ha	De 100 a menos de 200 ha	De 200 a menos de 500 ha	De 500 ha a mais	Sem declaração
Águas Vermelhas	388	X	5	23	24	37	47	97	-	X	-	X
Berizal	413	1	7	24	12	X	X	-	-	X	-	-
Curral de Dentro	25	X	X	9	X	X	X	-	-	-	-	-
Divisa Alegre	52	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X
Indaiabira	319	-	6	40	48	25	45	X	X	-	-	-
Montezuma	169	4	11	58	63	13	X	X	-	-	-	-
Ninheira	228	X	3	X	X	X	X	-	X	-	-	-
Rio Pardo de Minas	557	X	8	32	37	72	41	-	X	X	-	-
Santa Cruz de Salinas	2	X	1	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Santo Antônio do Retiro	164	-	X	28	64	31	39	-	-	-	-	-
São João do Paraíso	185	3	14	124	31	13	-	-	-	-	-	-
Taiobeiras	1.088	11	22	70	46	17	76	-	359	X	-	97
Vargem Grande do Rio Pardo	181	X	3	26	X	X	X	X	X	-	-	-

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário

Nota: Os dados das Unidades Territoriais com menos de 3 (três) informantes estão desidentificados com o caractere X.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 70
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.4 Uso Industrial

Os setores das atividades industriais e suas porcentagens praticadas na bacia foram obtidos a partir do Cadastro de Indústrias de Minas Gerais (CIEMG e FIEMG, 2011), apresentados no **Quadro 8.40**.

Quadro 8.40 – Porcentagem dos setores de atividades industriais na bacia

SETOR DE ATIVIDADE	Porcentagem do setor na bacia
Agricultura	4%
Extração de carvão mineral	4%
Extração de minerais não-metálicos	17%
Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	9%
Fabricação de equipamentos e acessórios para segurança e proteção pessoal e profissional	4%
Fabricação de móveis	4%
Fabricação de produtos alimentícios	22%
Fabricação de produtos de madeira	4%
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	4%
Fabricação de produtos químicos	4%
Impressão e reprodução de gravações	4%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	4%
Produção florestal	4%
Reparação de veículos automotores e motocicletas	9%

Como base para o levantamento da demanda de água dos setores e de sua distribuição na bacia PA1 foi utilizado o banco de dados de outorga do IGAM referente ao período de 1999 a 2011. Embora seja reconhecido que o cadastro de outorgas do IGAM possa estar defasado em relação à realidade, devido a não solicitação de outorga de direito de uso de água por parte do usuário, apresentamos no **Quadro 8.41** os resultados obtidos.

Conforme o mapa de outorgas apresentado na **Figura 8.5**, consegue-se visualizar a pouca expressão das atividades industriais desenvolvidas na região, o que corresponde a 2% do volume total outorgado das águas superficiais e a 3,9% das águas subterrâneas da bacia.

Destacam-se os setores de transformação e construção: fabricação de produtos alimentícios (hortaliças e legumes, laticínios, óleo, açúcar, café, produtos de panificação), bebidas alcoólicas (água ardente), bebidas não alcoólicas (sucos de fruta), químicos (higiene, limpeza,

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 71
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

veterinários), medicamentos, móveis e artefatos de concreto e cimento; obras de engenharia e construção civil, urbanização, rodovias e para geração e distribuição de energia elétrica.

Quadro 8.41 – Demanda de água para uso Industrial na bacia PA1

Município	Demanda para uso industrial (m³/s)
Águas Vermelhas	0,004
Berizal	0
Curral de Dentro	0
Divisa Alegre	0,001
Indaiabira	0
Montezuma	0
Ninheira	0
Rio Pardo de Minas	0,0006
São João do Paraíso	0,0013
Santa Cruz de Salinas	0
Santo Antônio do Retiro	0
Taiobeiras	0
Vargem Grande do Rio Pardo	0

8.5 Mineração

Para a atividade de mineração, a existência da água subterrânea acaba sendo um obstáculo técnico e financeiro, capaz de inclusive inviabilizar o aproveitamento econômico de uma determinada ocorrência mineral. Fundamental, neste caso é proceder com o rebaixamento do nível da água, principal intervenção da atividade nas águas subterrâneas. Trata-se de uma retirada do aquífero com posterior devolução. A grande questão reside em saber qual o impacto da retirada em um primeiro momento e, em um segundo momento, entender como é realizada esta recarga e com que qualidade. Com tradição nesta atividade econômica, Minas Gerais já possui portarias de outorga para pesquisa hidrogeológica e portarias de outorga para rebaixamento de nível d'água (NA). A mineração é uma atividade que interfere de forma dinâmica nos recursos hídricos, novos usos e intervenções ocorrem ao longo de toda vida útil da mina, diferentemente de outros tipos de empreendimento. A rigidez locacional da atividade dificulta a busca de alternativas. De acordo com o IGAM, os principais usos de recursos hídricos na mineração sujeitos à outorga são: a derivação ou captação direta em curso de água; captação em barramento com regularização de vazão (vazão captada > 30% $Q_{7,10}$); poços tubulares e demais estruturas de captação de água subterrânea; captação de água subterrânea com a finalidade de rebaixamento de nível de água; desvio, retificação e canalização de cursos de água necessários às atividades de pesquisa e lavra.

O bombeamento de água tem por objetivo manter o nível d'água em uma determinada cota que permita a continuidade das atividades de lavra. Na mineração, o rebaixamento ocorre ao longo de todo o tempo em que a lavra se desenvolve, abaixo do nível d'água. Em geral, pratica-se o pré-rebaixamento a fim de atender o avanço da lavra. Dessa forma, o rebaixamento se inicia um ou dois anos antes da lavra atingir o nível d'água e prossegue até o final da vida útil da mina. O conhecimento apropriado das práticas envolvidas, em cada uma das fases de desenvolvimento da mina (Planejamento, Implantação, Operação e Descomissionamento), auxilia na indicação dos principais cuidados a serem mantidos visando evitar acidentes que ponham em risco os aquíferos, tais como: vazamentos de combustíveis ou de redes de esgotamento sanitário, depósito de materiais perigosos, disposição de resíduos, etc.

A operação de rebaixamento requer conhecimento pleno do sistema aquífero afetado, parâmetros hidrodinâmicos, linhas de fluxo, conexões hidráulicas entre aquíferos vizinhos, áreas de recarga e descarga (mapeamento detalhado de nascentes); rede de monitoramento piezométrico, fluviométrico e pluviométrico, avaliada e atualizada constantemente; agilidade no

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	74

controle operacional da produção do sistema de rebaixamento em harmonia com o projeto de lavra.

Os principais métodos utilizados no rebaixamento são a instalação de poços tubulares profundos equipados com bombas submersas e/ou slumps acompanhados de bombas de superfície flutuantes para esgotamento de fundo de cavas, além de galerias e drenos horizontais e verticais.

Impactos ambientais ocorrem quando o rebaixamento altera a qualidade das águas subterrâneas ou a estrutura do terreno, por exemplo, na geração de drenagem ácida, pois, ao colocar em contato com o oxigênio sulfetos que estavam imersos em água, estes oxidam e solubilizam metais pesados; no bombeamento de águas salgadas ou naturalmente fora dos padrões ambientais, que não podem ser disponibilizadas ao ambiente; ou quando provocam recalques no terreno, que danificam edificações ou submergem a fauna e a flora. O excesso de bombeamento pode causar zonas de depressão e afundamento no solo, onde o rebaixamento do nível d'água promove o desaparecimento de lagoas, a extinção de nascentes e o comprometimento do abastecimento de água potável de cidades, como também causar depressões, semelhantes a crateras, fenômenos conhecidos por dolinas (formadas devido a colapsos que envolvem a dissolução do material cárstico pela presença de água).

Os impactos sobre a disponibilidade dos recursos hídricos são mais fáceis de administrar, à medida que se bombeie o mínimo possível, somente o necessário, e se monitorem áreas impactadas. O monitoramento indica onde a água deve ser repostada, ainda assim, sobra água para ser aproveitada, como ocorre hoje em inúmeras minas de ferro. Atualmente algumas lavras ocorrem abaixo do nível d'água, permitindo o aproveitamento da água do desaguamento inclusive para abastecer comunidades, como medida compensatória.

8.6 Geração de Energia

Na bacia PA1, foi identificada em operação a PCH de Machado Mineiro com uma potência instalada de 1,72 MW, de propriedade da Horizontes Energia S.A.. A represa da barragem tem com volume máximo operacional de 204,4 hm³, capacidade útil de 142,6 hm³, um espelho d'água que ocupa uma área de 21,3 km² e o reservatório regulariza aproximadamente 9,82 m³/s a jusante do seu eixo. A localização da PCH pode ser vista na **Figura 8.6**, apresentada a seguir.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	75

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

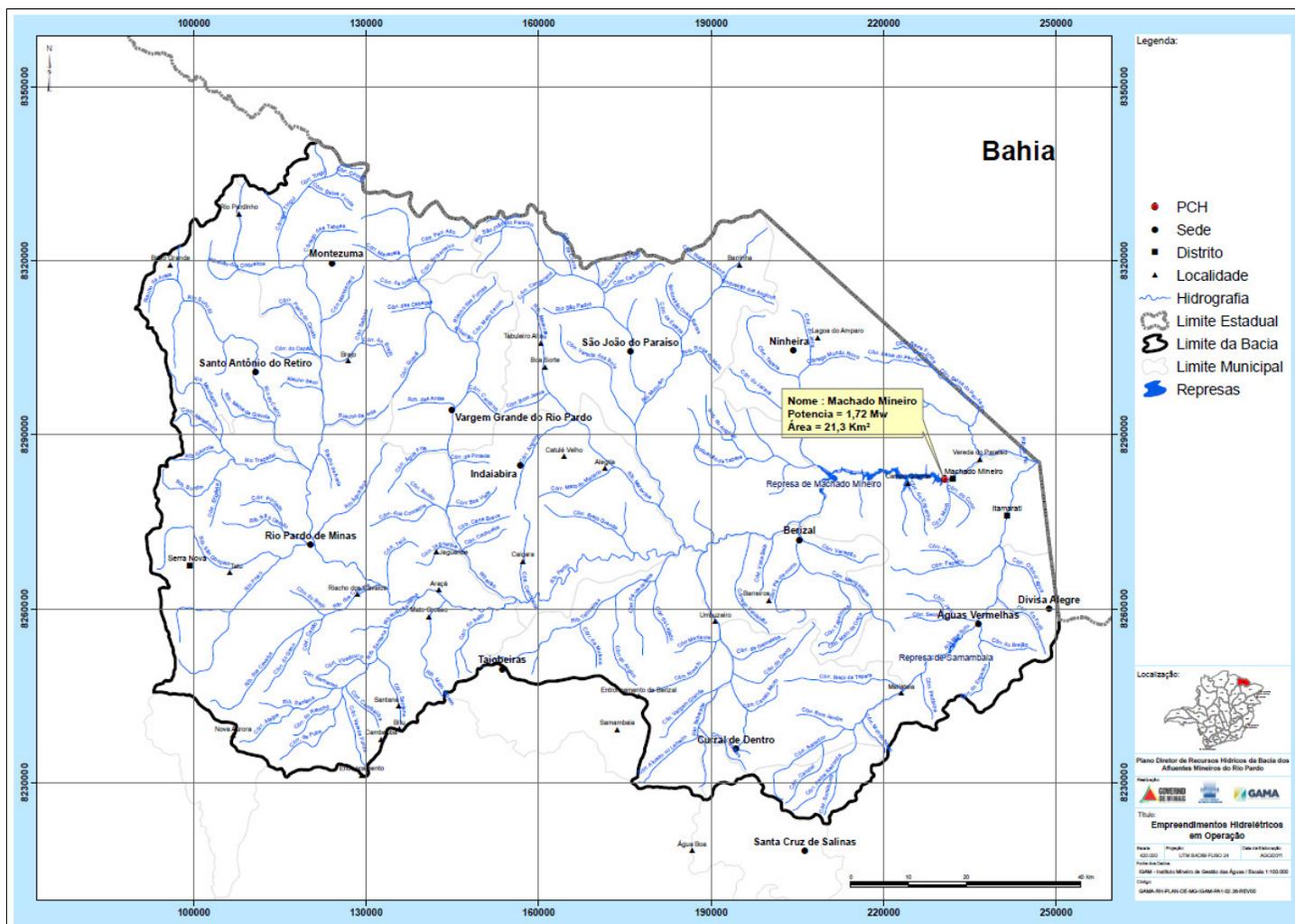


Figura 8.6 – Localização dos empreendimentos hidroenergéticos em operação na bacia PA1

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 76
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.7 Uso Atual das Águas Subterrâneas

A caracterização do uso atual de água subterrânea na bacia PA1 depende fundamentalmente da existência de registros de poços em bancos de dados, os quais, na maioria das vezes, não contemplam todo o universo de captações de uma determinada região. Recentemente a CPRM vem operando e expandindo o SIAGAS (Sistema de Informações em Água Subterrânea) transformando-o no principal banco de dados de poços para todo o território nacional. Para a bacia PA1, foram utilizados os registros do SIAGAS, aos quais foram adicionados poços extraídos do excelente estudo denominado Diagnóstico dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Estado de Minas Gerais, Hidrosistemas/COPASA.

As principais demandas de água subterrânea na bacia PA1 estão relacionadas a poços tubulares utilizados para o abastecimento doméstico, seja nas sedes urbanas das principais cidades ou junto das principais benfeitorias rurais. O abastecimento a pequenas e médias indústrias e estabelecimentos comerciais também vêm sendo realizado através de poços tubulares de uma forma cada vez mais intensa, apesar do baixo potencial hidrogeológico da região como um todo.

As extrações acontecem por intermédio de poços tubulares, ou seja, são intervenções de caráter pontual de pequeno porte, que, na maioria das vezes, não geram registro formal de nenhum tipo. Esta informação faz falta no momento de pensar e implementar a gestão das águas subterrâneas. Esta carência implica em uma subestimação do verdadeiro cenário atual de demanda por parte dos registros oficiais. Em outras palavras, significa que para cada poço conhecido, existem outros “n” poços, dos quais mal se conhecem as coordenadas. O SIAGAS, mantido e operado pela CPRM, constitui-se no principal instrumento de análise, sendo praticamente o único banco de dados disponível com abrangência nacional/regional incluindo poços tubulares públicos e privados. Vale salientar que o SIAGAS já contém a maior parte dos poços tubulares perfurados e operados pela COPASA e RURALMINAS, assim como as extrações que contam com outorga concedida pelo órgão gestor Estadual (IGAM), além de conter um grande número de poços privados cedidos por empresas perfuradoras. Da análise dos dados existentes para a Bacia PA1 algumas conclusões importantes podem ser traçadas:

- O banco de dados analisado possui 337 poços tubulares para a bacia PA1;
- Apesar de sua abrangência, enquanto cadastro, são várias as lacunas de informação, ou seja, sub-bacias nas quais não se possui registro de poços existentes. Além deste fato, uma

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	77

expressiva proporção dos poços registrados encontra-se sem informação de vazão, muito embora seja esta uma informação fundamental na composição dos balanços de disponibilidade e demanda;

- Existe um razoável número de poços perfurados que não estão operando, consequência de uma série de razões, desde inadequados arranjos de implementação das políticas públicas de saneamento, até insucessos na perfuração (gerada por falta de sistematização hidrogeológica prévias, entre outras razões);
- A grande maioria dos poços tubulares é utilizada para suprir demandas de abastecimento de água potável em meio urbano e rural, sendo comum o aspecto multiuso das fontes subterrâneas. O uso da água subterrânea para fins industriais é uma realidade bastante comum e encontra-se em franco crescimento, devido aos fatores comentados na introdução deste capítulo;
- Outra informação omissa em muitos dos poços da bacia diz respeito ao reconhecimento e anotação de qual aquífero está sendo explotado, lacuna importante para a eficiente gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

A **Figura 8.7** apresenta a síntese das principais informações obtidas no SIAGAS quanto ao uso dos poços tubulares.

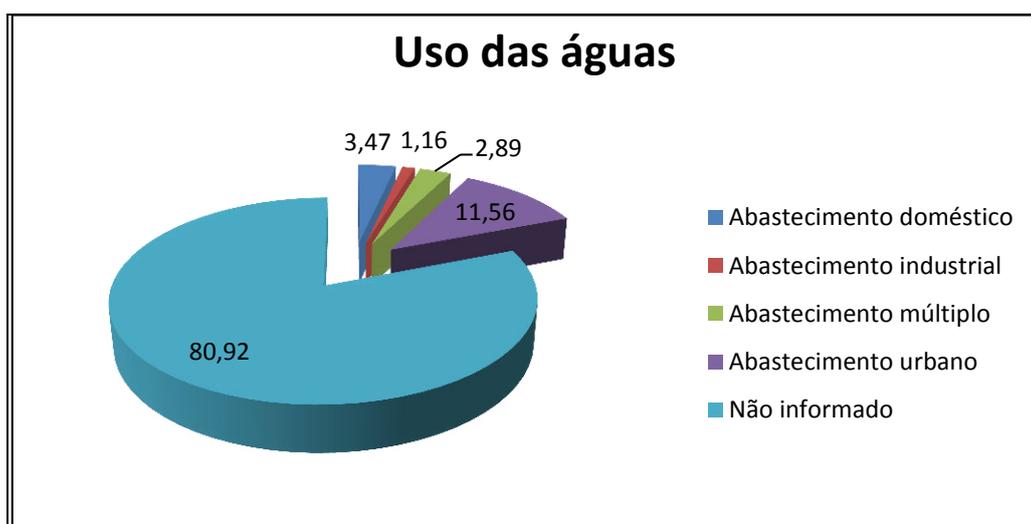


Figura 8.7 – Distribuição dos usos de água subterrânea na PA1

Nota-se que 81% dos registros não possuem informação de uso. No entanto, dentre o universo de poços com informação, cerca de 94% dos usos referem-se ao abastecimento público (no gráfico subentendido por abastecimento doméstico + abastecimento múltiplo + abastecimento

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 78
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

urbano). Estes dados estão coerentes com o que foi estimado no estudo denominado Inventário Hidrelétrico dos Rios Jequitinhonha e Araçuaí (2007), estimada em 87,7%, assim como nos diagnósticos das bacias JQ1 e JQ3.

A distribuição espacial destes poços e suas principais características construtivas podem ser visualizadas no **Quadro 8.42**.

Quadro 8.42 – Distribuição dos poços tubulares na bacia PA1 e suas principais características

Sub-Bacia	Num. Poços Tubulares	Prof. média (m)	Prof. máxima (m)	NE médio (m)	Vazão Mínima (m3/h)	Vazão Máxima (m3/h)	Vazão Média (m3/h)
75783	11	100,43	120	55	0,94	9,2	5,02
75784	24	76,37	119	5,14	0,54	45	9,87
757851	-	-	-	-	-	-	-
757852	1	-	-	-	6,8	6,8	6,8
757853	6	90,61	143	5,77	0,61	7,94	3,13
757854	16	109,76	150	8,7	0,4	12,85	4,92
757855	-	-	-	-	-	-	-
757856	7	117,83	145	12,24	0,79	7,94	3,35
757857	-	-	-	-	-	-	-
757858	11	79,76	120	14,47	0,72	15,34	6,27
757859	39	88,4	129	9,34	0	36	8,1
75786	61	103,11	150	6,56	0	93,6	8,84
75787	46	98,77	200	15,27	0,54	32,68	6,58
75788	12	88,27	120	6,59	1,08	8,89	3,19
757891	9	92,13	120	7,2	0,4	16,48	4,97
757892	9	84	84	12,25	2,56	23,22	7,11
757893	2	-	-	-	1,9	7,94	4,92
757894	4	33,25	90	37,55	1,91	5,68	4,74
757895	10	13,06	17	10,5	2,23	5,68	5,2
757896	23	47,5	150	5,19	0,68	9,83	5,08
757897	3	13,5	15	-	4,07	5,68	5,15
757898	7	60,87	87,6	2,49	1,62	23,4	7,81
757899	36	80,5	129	12,2	0,39	10,87	6,19

Do **Quadro 8.42** se conclui que as profundidades médias variam conforme as unidades aquíferas explotadas. Aquíferos Cenozóicos superficiais tendem a ter poços mais rasos, como é o exemplo daqueles situados na Sub-bacia 757895. Os níveis estáticos, embora variáveis, tendem a ser mais profundos em sub-bacias com amplo predomínio de rochas duras e tende a ser mais superficial nas sub-bacias controladas pelos sedimentos de cobertura recentes. A

ordem de magnitude das vazões é a mesma em todas as sub-bacias, existindo casos isolados de poços anormalmente produtivos, provavelmente devido a condicionamentos tectônicos especiais. Na maioria dos casos, as vazões médias são baixas a muito baixas, invariavelmente inferiores a 10m³/h. As maiores vazões médias são obtidas nas Sub-bacias com maior número de poços, respectivamente 75784, 75786 e 757859. Para os poços operantes, esperam-se grandes rebaixamentos, ou seja, níveis dinâmicos consideráveis, em função das pequenas transmissividades das unidades aquíferas na PA1. Esta expectativa é corroborada pelos resultados obtidos no estudo do Inventário Hidrelétrico, já mencionado.

As fotos da **Figura 8.8** ilustram o tipo de poços utilizados na PA1.

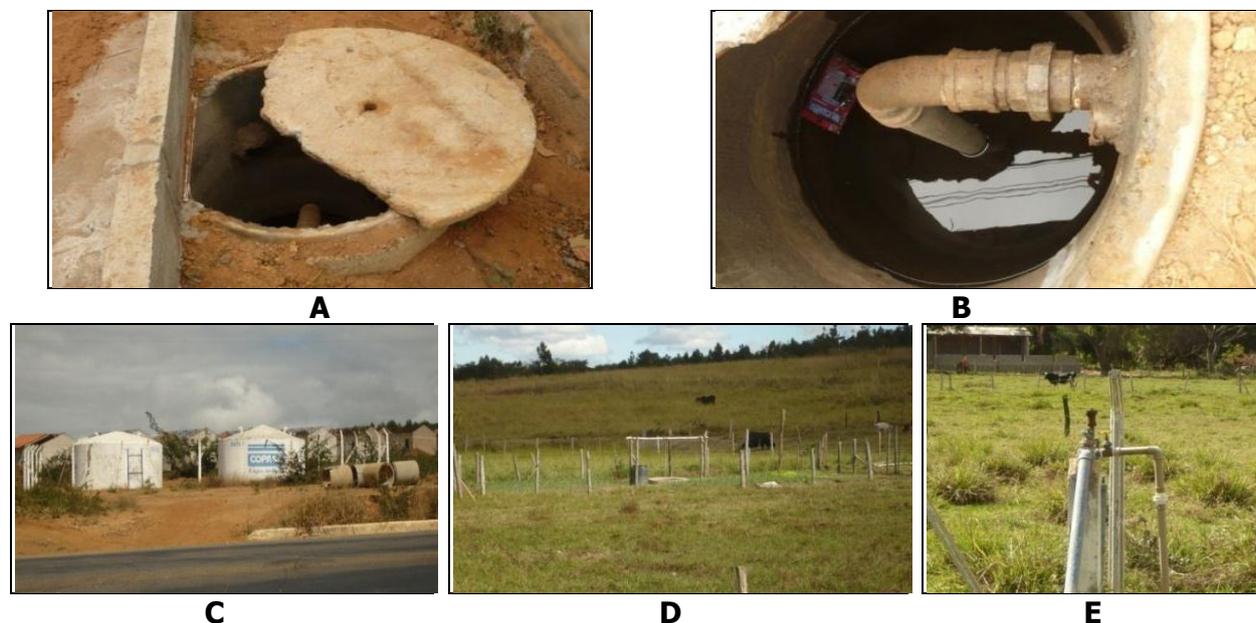


Figura 8.8 – Exemplos de uso de água subterrânea na bacia PA1

A e B: Poço de água termal do Município de Montezuma. (-15°10'13"; -42°29'47");
 C: Reservatórios da COPASA para abastecimento de uma futura comunidade em um loteamento no Município de Indiabira. (-15°29'58"; -42°03'53");
 D: Cacimba localizada no Município de São João do Paraíso. (-15°18'41"; -41°56'59");
 E: Poço tubular localizado na Sede do Município de São João do Paraíso. (-15°49'03"; -42°00'51").

O **Quadro 8.43** estima as extrações totais e por sub-bacia para a PA1. Ressalta-se que os poços considerados operantes, porém sem informação original de vazão, foram preenchidos com as médias das vazões de similar unidade hidrogeológica nas imediações. O regime de operação médio de bombeamento dos poços foi estimado como sendo de 10h/dia.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	80

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Quadro 8.43 – Estimativa das demandas atuais de água subterrânea para as sub-bacias da PA1

Sub-Bacia	Num. Poços Tubulares	Vazão Total (m ³ /h)	Vazão Total (hm ³ /ano)	Fator de clandestinidade	Num. Poços Tubulares final	Extração Total (m ³ /h)	Extração Total (hm ³ /ano)	Fator de clandestinidade	Num. Poços Tubulares final	Extração Total (m ³ /h)	Extração Total (hm ³ /ano)
75783	11	55,19	0,20	5x	55	275,95	1,00	10x	110	551,90	2,00
75784	24	236,95	0,86	5x	120	1184,75	4,30	10x	240	2.369,50	8,60
757851	0	-	-	5x	0	-	-	10x	0	-	-
757852	1	6,80	0,02	5x	5	34,00	0,10	10x	10	68,00	0,20
757853	6	18,78	0,07	5x	30	93,90	0,35	10x	60	187,80	0,70
757854	16	78,73	0,29	5x	80	393,65	1,45	10x	160	787,30	2,90
757855	0	-	-	5x	0	-	-	10x	0	-	-
757856	7	23,48	0,09	5x	35	117,40	0,45	10x	70	234,80	0,90
757857	0	-	-	5x	0	-	-	10x	0	-	-
757858	11	68,92	0,25	5x	55	344,60	1,25	10x	110	689,20	2,50
757859	39	316,00	1,15	5x	195	1.580,00	5,75	10x	390	3.160,00	11,50
75786	61	539,48	1,97	5x	305	2.697,40	9,85	10x	610	5.394,80	19,70
75787	46	302,46	1,10	5x	230	1.512,30	5,50	10x	460	3.024,60	11,00
75788	12	38,26	0,14	5x	60	191,30	0,70	10x	120	382,60	1,40
757891	9	44,73	0,16	5x	45	223,65	0,80	10x	90	447,30	1,60
757892	9	63,99	0,23	5x	45	319,95	1,15	10x	90	639,90	2,30
757893	2	9,84	0,04	5x	10	49,20	0,18	10x	20	98,40	0,36
757894	4	18,96	0,07	5x	20	94,80	0,35	10x	40	189,60	0,70
757895	10	51,95	0,19	5x	50	259,75	0,95	10x	100	519,50	1,90
757896	23	116,87	0,43	5x	115	584,35	2,15	10x	230	1.168,70	4,30
757897	3	15,44	0,06	5x	15	77,20	0,30	10x	30	154,40	0,60
757898	7	54,64	0,20	5x	35	273,20	1,00	10x	70	546,40	2,00
757899	36	222,95	0,81	5x	180	1.114,75	4,05	10x	360	2.229,50	8,10

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 81
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Na obtenção dos volumes totais anuais de água subterrânea extraída, sugere-se o uso de um fator de clandestinidade, o qual varia conforme o grau de descontrolo em relação às perfurações. Neste caso adotaram-se os valores de 5 e de 10, ou seja, o número de poços e as respectivas demandas aumentam de forma proporcional a este fator. Trata-se de um artifício válido para evitar com que estas extrações sejam subestimadas no balanço final da bacia. Obviamente, por outro lado, corre-se o risco de uma superestimação das mesmas, o que, em última análise, para efeitos de balanço e proteção, acaba sendo benéfico e traz segurança hídrica.

Da análise do **Quadro 8.43** observa-se que existem sub-bacias sem registros de poço algum, muito embora, é certo que no mínimo as demandas difusas do meio rural são atendidas por água subterrânea. Por outro lado, existem sub-bacias, como por exemplo, 75859, 75786 e 7587, com elevado número de poços, quando comparado às demais.

8.8 Pesca e Aquicultura

Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura, “a aquicultura é o cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático. Assim como o homem aprendeu a criar aves, suínos e bovinos, bem como a plantar milho e trigo, também aprendeu a cultivar pescado. Desta forma, assegurou produtos para o consumo com mais controle e regularidade. A aquicultura é praticada pelo ser humano há milhares de anos. Existem registros de que os chineses já tinham conhecimentos sobre estas técnicas há muitos séculos e de que os egípcios criavam a tilápia há cerca de quatro mil anos. A aquicultura pode ser tanto continental (água doce) como marinha (água salgada), esta chamada de maricultura. A atividade abrange as seguintes especialidades:

- *Piscicultura (criação de peixes, em água doce e marinha);*
- *Malacocultura (produção de moluscos como ostras, mexilhões, caramujos e vieiras). A criação de ostras é conhecida por Ostreicultura e a criação de mexilhão por Mitilicultura;*
- *Carcinicultura (criação de camarão em viveiros, ou ainda de caranguejo, siri);*
- *Algicultura (Cultivo macro ou microalgas);*
- *Ranicultura (Criação de rãs); e*
- *Criação de Jacarés.”*

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	82

Segundo documento do SEBRAE e Ministério da Pesca e Aquicultura, intitulado Licenciamento Ambiental da Aquicultura, “a aquicultura pode ser compreendida, então, como a produção de pescados (peixes, moluscos, algas, camarões e outros) em cativeiro, ou seja, o estoque é privado, diferentemente da pesca, cuja produção não depende de cuidados do homem e a propriedade só ocorre com a captura. Dessa forma, o cultivo e a criação de organismos aquáticos ocorrem em verdadeiras fazendas cujo meio de produção é a água, e não a terra, como nas atividades análogas da agricultura e da pecuária.”

A piscicultura é o ramo da aquicultura que apresenta maiores potencialidades, tanto do ponto de vista da sustentabilidade ecológica como nutricional e econômica. Ela, quanto ao processo, pode ser extensiva, semi-intensiva e intensiva. A piscicultura extensiva é simples, basicamente familiar, com pouco controle sobre o meio ambiente e desenvolvimento dos peixes que crescem em forma natural, em açudes, não sendo necessário alimentá-los. A produção, conseqüentemente, é baixa. A piscicultura semi-intensiva é onde há maior controle sobre o meio ambiente. A produção utiliza a alevinagem e engorda com manejo dos peixes, adubação para aumentar a produtividade natural do açude, alimentação suplementar e pode-se secar o açude à vontade, para colheita e manejo. Estima-se a produção entre 3.000 e 7.000 Kg de peixes por hectare/ano. A piscicultura intensiva busca produzir o máximo de peixes por unidade de volume de água, através do manejo de alevinos, filhotes e peixes de engorda. É feita em tanques, necessita de água de boa qualidade e em quantidade suficiente e acompanhamento de especialista em piscicultura. A Piscicultura Intensiva permite produzir entre 6.000 e 10.000 kg/ha/ano.

Em toda a bacia PA1 o que ocorre é basicamente a piscicultura extensiva, em pequenos açudes particulares, sem licenciamento ou controle, e que é utilizada apenas para consumo doméstico e ocasionalmente para a pesca de lazer. Projetos de piscicultura semi-intensiva e intensiva têm ocorrência esporádica, na maioria dos casos como laboratório de pesquisa. Alguns exemplos serão a seguir mencionados, mesmo em bacias vizinhas, que poderão induzir a atividade na bacia PA1, futuramente.

Há estudos de projetos da Emater, para incentivo à piscicultura, apenas nos parques aquícolas nas represas de Furnas e Três Marias, fora de nossa área de estudo.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	83

A Epamig tem um programa de pesquisa em aquícultura que procura desenvolver e adaptar tecnologias para o cultivo de espécies aquáticas. O Programa Aquícultura da EPAMIG, entretanto, está concentrado nas Fazendas Experimentais de Felixlândia, na região Centro-Oeste, e de Leopoldina, na Zona da Mata, fora da bacia em estudo.

A Codevasf tem incentivado programas de piscicultura no rio São Francisco, especialmente nos canais do Projeto Jaíba, igualmente fora da área deste estudo.

Informações de junho de 2010, baseadas em notícias da TV Araçuaí (2010), dão conta de que o projeto desenvolvido pelo Governo Federal em parceria com a Ruralminas e Codevasf, dentro do Programa de Fortalecimento da Piscicultura, na Barragem do Calhauzinho, foi abandonado. Pela notícia, o projeto de piscicultura da Barragem do Calhauzinho, em tanques-rede, que era uma promessa de geração de emprego e renda para o homem do campo está paralisado e, segundo a Associação dos Pescadores daquela comunidade, os motivos principais foram as irregularidades na construção da unidade de processamento de peixe, que impede seu funcionamento e com isso inviabiliza a produção do pescado, trazendo prejuízos aos associados. O potencial da Barragem do Calhauzinho que ficou décadas desperdiçado começou a ser utilizado para a criação de tilápias tailandesas. A Associação dos Pescadores da Barragem do Calhauzinho e da Barra do Narciso chegaram a produzir peixe, mas agora estão paralisados. O prédio onde a unidade de processamento de peixe foi construída está praticamente abandonado e depredado. A barragem do Calhauzinho pode ser observada na **Figura 8.9**.



Figura 8.9 – Barragem do Calhauzinho. Fonte: TV Araçuaí (2010)

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 84
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Informações disponibilizadas pela CEMIG dão conta de que a mesma, em sua unidade ambiental localizada nas margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Machado Mineiro (ver **Figura 8.10**), no município de Águas Vermelhas, Norte de Minas, desenvolve trabalhos de pesquisa e produção de alevinos nas bacias dos rios Pardo e Jequitinhonha, em parcerias com os produtores rurais interessados e universidades, para fins de pesquisa. As atividades são realizadas em parceria com a Fundação de Apoio e Desenvolvimento de Ensino Tecnológico (Fadetec) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas.

A produção de alevinos objetiva o fomento da piscicultura na região, por meio do cultivo de espécies nativas (piauí, piapara, curimatá e piabanha) para a manutenção dos estoques da natureza. As pós-larvas são mantidas em tanques até atingir a condição de alevinos, quando são transferidos para os reservatórios para a preservação da biodiversidade e a manutenção da pesca.



Figura 8.10 – Unidade Ambiental Machado Mineiro

Em notícia de agosto de 2005, a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais anuncia, durante reunião da Câmara Técnica de Aqüicultura do Conselho Estadual de Política Agrícola (Cepa), que dá início ao Zoneamento da Piscicultura em Minas Gerais. Segundo a nota, até o ano de 2015 serão definidas as áreas e as condições propícias para exploração com a piscicultura e outras atividades aquíferas nos principais reservatórios de águas de Minas Gerais.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 85
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.9 Turismo e Recreação

Na bacia PA1 existe o Circuito Turístico da Serra Geral do Norte de Minas e alguns outros atrativos turísticos que serão a seguir apresentados.

8.9.1 Circuitos turísticos

A área da bacia PA1 abrange parte do circuito turístico da Serra Geral do Norte de Minas, conforme mostra o mapa da **Figura 8.11**.



Figura 8.11 – Mapa do Circuito Turístico da Serra Geral do Norte de Minas e limites da bacia hidrográfica PA1

Os Circuitos Turísticos caracterizam a política pública de Regionalização do Turismo de Minas Gerais. Abrigam um conjunto de municípios de uma mesma região, com afinidades culturais, sociais e econômicas que se unem para organizar e desenvolver a atividade turística regional de forma sustentável, consolidando uma identidade regional. As Associações de Circuitos Turísticos certificados pela Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais, são contemplados com sinalização turística rodoviária, cursos de capacitação e de melhoria do serviço turístico. As ações da Secretaria de Estado de Turismo, dentro da política de fortalecimento destas associações, também incluem sensibilização, mobilização, elaboração de plano estratégico de desenvolvimento, roteirização, indo até a promoção do destino turístico.

8.9.2 Rio Mosquito em Águas Vermelhas

Em Águas Vermelhas, as margens do Rio Mosquito, depois de reabilitadas dentro das ações do projeto Pro-Água, se tornaram um atrativo recreacional, como atesta a fotografia da **Figura 8.12**, disponibilizada pela Secretaria de Cultura do município.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	86



Figura 8.12 – Margens do Rio Mosquito em Águas Vermelhas. Fonte: Secretaria de Cultura de Águas Vermelhas

8.9.3 Balneário de Montezuma

O balneário, apresentado na fotografia da **Figura 8.13**, é abastecido por fontes de água termais e possui 5 (cinco) piscinas externas e 6 (seis) piscinas em ambiente fechado, com uma vazão de aproximadamente 70.000 l/hora e temperatura que varia entre 37 °C a 41 °C. O clube oferece atendimento 24 horas com estrutura para hospedagem e lazer, um restaurante que serve comida tipicamente mineira, lanchonetes, quadra poli esportiva, quadra de areia e área de camping. Próximo ao balneário existe também hotel de padrão superior permitindo hospedagem confortável para segmentos turísticos de alto poder aquisitivo, algo de certa forma inédito na bacia.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 87
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------



Figura 8.13 – Balneário de Montezuma. Fonte: www.montezuma.mg.gov.br

8.9.4 Pinturas Rupestres da Serra da Macaúba

A Serra das Macaúbas, que faz parte de um conjunto maior denominada de Serra Geral, apresenta pinturas rupestres, tratando-se de um passeio interessante e singular, uma vez que as pinturas estão bem nítidas e o local possui um conjunto de formações rochosas, que propicia ao visitante um belo cenário natural. Além das serras e dos painéis, toda esta área é dotada de grande beleza paisagística, composta pela vegetação de cerrado e pastagens naturais. Fica localizada 22 km do centro do povoado do Brejinho, é de fácil acesso.

8.9.5 Rio Pardo de Minas e Parque Estadual de Serra Nova.

Rio Pardo possui atrativos turísticos belíssimos, como o Parque Estadual de Serra Nova, situado no distrito de mesmo nome no município de Rio Pardo, tendo aptidão para o ecoturismo e o turismo de aventura. A **Figura 8.14** ilustra uma das belezas cênicas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	88



Figura 8.14 – Parque Estadual de Serra Nova. Fonte:
<http://serranova2011.blogspot.com>

A vegetação predominante no Parque Estadual de Serra Nova são os campos rupestres, possuindo algumas árvores nativas como Jataipeba, Aroeira e Sucupira. Possui alguns pontos de mata fechada e a topografia bastante irregular, composta da Serra Geral e da Serra do Espinhaço, com regiões de grotas, morros e nascentes. O Parque abriga diversas nascentes, entre elas a do Ribeirão São Gonçalo e dos rios Ventania, Suçuarana, Bomba, Ladim e do Córrego da Velha.

A fotografia da **Figura 8.15** mostra uma cachoeira no Parque Estadual de Serra Nova, outro ponto de atração cênica.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	89

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

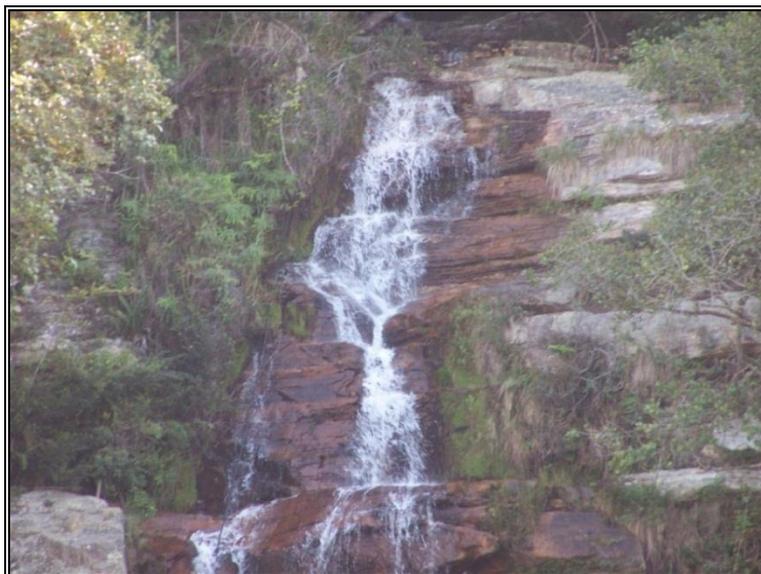


Figura 8.15 – Cachoeira no Parque Estadual de Serra Nova

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 90
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

8.10 Outorgas Concedidas

8.10.1 Usos outorgados da água superficial

Os usos outorgados na bacia PA1 se destinam ao abastecimento público, ao consumo humano, consumo industrial, irrigação, e a outros usos diversos, dentre os quais se incluem a lavagem de veículos e a transposição de corpos d'água. Na **Figura 8.5** é possível verificar a distribuição espacial das outorgas de direito de uso das águas concedidas na bacia, segundo os diversos usos a que se destinam, podendo-se verificar áreas de adensamento de usuários e de eventuais conflitos pelo uso da água.

No exame do banco de outorgas de direito de uso de recursos hídricos concedidas pelo IGAM, verifica-se a existência de somente 40 outorgas para utilização de águas superficiais (**Quadro 8.44**). Os maiores números se destinam ao abastecimento público (16) e à irrigação (11). Na **Figura 8.16**, são apresentados os percentuais relativos ao total dos usos preponderantes outorgados na bacia. Os outros usos outorgados apresentados se referem a transposição de água (6) e lavagem de veículos (1).

Quadro 8.44 – Número de outorgas superficiais concedidas

Finalidade de Uso	até 2008	2009 a 2011	Total
Abastecimento público	13	3	16
Consumo humano	1		1
Consumo industrial	3		3
Irrigação	8	3	11
mais de um uso	2		2
outros	6	1	7
Total geral	33	7	40

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 91
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

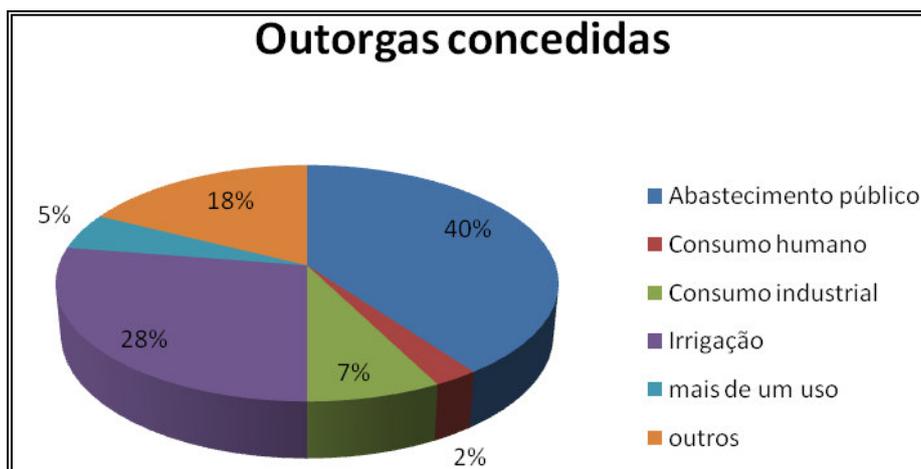


Figura 8.16 – Número de outorgas superficiais concedidas pelo IGAM

Ao analisar os dados das outorgas referentes às respectivas vazões (**Quadro 8.45** e **Figura 8.17**), verifica-se que os maiores valores relativos às outorgas de águas superficiais se destinam à irrigação seguida do abastecimento público.

Quadro 8.45 – Vazões superficiais outorgadas (m³/s)

Finalidade de Uso	até 2008	2009 a 2011	Total
Abastecimento público	0,111	0,020	0,131
Consumo humano	0,001		0,001
Consumo industrial	0,006		0,006
Irrigação	0,200	0,079	0,279
Mais de um uso	0,001		0,001
Outros	0,001	0,000	0,001
Total geral	0,319	0,099	0,418

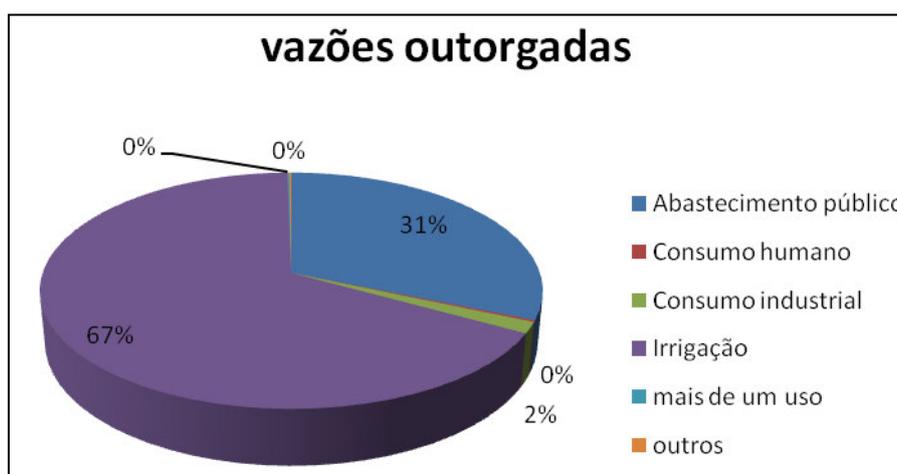


Figura 8.17 – Percentual de vazões outorgadas por finalidade de uso

8.11 Referências Bibliográficas

BELTRAME, L.S.; LOUZADA, J.A. Water use rationalization in rice irrigation by flooding. In: International Seminar on Efficient Water Use, 1., 1991, Cidade do México. Anais... Cidade do México: IWRA, 1991. p.337-345.

BERNARDO S. 1995., Manual de Irrigação. 6 ed. Viçosa: UFV, Impre.Univ., 657p.

Centro Industrial e Empresarial de Minas Gerais (CIEMG), Federação das Indústrias de Minas Gerais (FIEMG). *Cadastro industrial 2011*. Minas Gerais: Disponível em: <<http://www.cadastroindustrialmg.com.br>>. Data de acesso: novembro/2011

CREDER, Hélio. *Instalações Hidráulicas e Sanitárias*. LTC. 5ª edição. 1999.

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais; Hidrosistemas – Engenharia de Recursos Hídricos Ltda. 2006. Diagnóstico dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Estado de Minas Gerais.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. Coletânea de Legislação Ambiental*. Vol V, 663p, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: < <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Data de acesso: novembro/2011

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Produção da Pecuária Municipal (PPM) 2009*. Data de acesso: novembro/2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2009>>.

RESOLUÇÃO Nº 707, DE 21 DE DEZEMBRO DE 2004 da Agencia Nacional de águas - ANA.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Glossário de Informações - Informações Gerais de Água e Esgoto – Coleta 2010*. Diagnóstico de Serviços de Água e Esgotos – 2010, Emitido em: 31/01/2012. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/arquivos_snis/5_DIAGNOSTICOS/5.1_Agua&Esgotos/5.1.15_Diagnostico2009/Anexos/AED15_Anexos.zip>. Data de acesso: 27/02/2012.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	93

TELLES, D. D.; DOMINGUES, A. F. (2006) *Água na agricultura e pecuária*. In. REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas Doces no Brasil*, 3ª edição revisada e ampliada. São Paulo: Editora Escrituras, 2006.

TV ARAÇUAÍ. *Araçuaí: Projeto da Barragem do Calhauzinho é abandonado*. 2010. In: MACHADO, A. S. Vale do Jequitinhonha. Blog do Banu. Disponível em: <<http://blogdobanu.blogspot.com/2010/06/aracuai-projeto-da-barragem-do.html>>.

Acessado em: novembro de 2011

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	94

Capítulo 9

Balanço Hídrico Quali-Quantitativo



SUMÁRIO

9	BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO DA BACIA PA1	3
9.1	Sistema Georreferenciado de Apoio ao Gerenciamento da bacia PA1 – SGAG-PA14	
9.1.1	Pré-processamento e dados de entrada.....	6
9.1.2	Módulo de quantidade de água.....	7
9.1.3	Módulo de qualidade da água.....	8
9.2	Aplicação do SGAG-PA1: Diagnóstico quantitativo	10
9.3	Aplicação do SGAG-PA1: Diagnóstico qualitativo	14
9.3.1	Calibração do modelo	14
9.4	Referências Bibliográficas	26

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 9.1 - BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO PARA O CENÁRIO 2012 (ATUAL), NA BACIA DO PARDO (PA1), CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA $Q_{7,10}$	12
FIGURA 9.2 - BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO PARA O CENÁRIO 2012 (ATUAL), NA BACIA DO RIO PARDO (PA1), CONSIDERANDO A VAZÃO DE REFERÊNCIA 90.....	13
FIGURA 9.3– COMPARAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL ESTIMADAS PELO MODELO COM OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO PARDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE), OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT	15
FIGURA 9.4 – COMPARAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL ESTIMADAS PELO MODELO COM OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO PARDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE), OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT	16
FIGURA 9.5 – COMPARAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO5 ESTIMADAS PELO MODELO COM OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO PARDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE), OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT	16
FIGURA 9.6 – COMPARAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES ESTIMADAS PELO MODELO COM OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO PARDO (DE MONTANTE PARA JUSANTE), OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT	17
FIGURA 9.7 – COMPARAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE FÓSFORO TOTAL ESTIMADAS PELO MODELO COM OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO MOSQUITO (DE MONTANTE PARA JUSANTE), OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT	17
FIGURA 9.8 – COMPARAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO TOTAL ESTIMADAS PELO MODELO COM OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO MOSQUITO (DE MONTANTE PARA JUSANTE), OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT	18
FIGURA 9.9 – COMPARAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE DBO5 ESTIMADAS PELO MODELO COM OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO MOSQUITO (DE MONTANTE PARA JUSANTE), OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT	18
FIGURA 9.10 – COMPARAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES ESTIMADAS PELO MODELO COM OS DADOS OBSERVADOS NO PERÍODO DE ESTIAGEM AO LONGO DA CALHA DO RIO MOSQUITO (DE MONTANTE PARA JUSANTE), OS DADOS OBSERVADOS SÃO APRESENTADOS COMO BOXPLOT	19
FIGURA 9.11 - PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS POR USO CONSULTIVO NO RIO PARDO	20
FIGURA 9.12 - PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS POR USO CONSULTIVO NO RIBEIRÃO DO SALITRE	21
FIGURA 9.13 - PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS POR USO CONSULTIVO NO RIO SÃO JOÃO DO PARAÍSO.....	22
FIGURA 9.14 - PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS POR USO CONSULTIVO NO CÓRREGO SANTANA	23
FIGURA 9.15 - PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS POR USO CONSULTIVO NO RIO ÍTABERABA	24
FIGURA 9.16 - PERFIL LONGITUDINAL DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ E $Q_{7,10}$) E DAS DEMANDAS POR USO CONSULTIVO NO RIO MOSQUITO	25

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	ii

9 BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO DA BACIA PA1

O balanço hídrico tem por objetivo confrontar as disponibilidades com as demandas hídricas e, como decorrência, identificar os atendimentos dessas últimas, em quantidade e qualidade. É realizado mediante os chamados modelos matemáticos que representam por equações matemáticas os fenômenos envolvidos. Dentre a variedade existente de modelos destacam-se os desenvolvimentos mais recentes que buscam utilizar um ambiente automatizado e um sistema de informações inteligente, tal como um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esta tecnologia permite reunir informações espacialmente fragmentadas e, principalmente, auxiliar gestores no processo de tomada de decisão, uma vez que admite:

- maior facilidade no compartilhamento de informações;
- análise mais objetiva e um maior entendimento dos resultados;
- menor custo para elaboração de saídas gráficas;
- maior facilidade na identificação de padrões.

A proposta de um modelo hidrológico quali-quantitativo com estas características para apoio à decisão no âmbito do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica PA1 visa a:

- representar a dinâmica hidrológica da bacia em termos de seus regimes de vazão e de qualidade de água resultantes da integração entre:
 - **fenômenos naturais:** transformação de precipitações pluviais em vazões fluviais, dentro do ciclo hidrológico, autodepuração dos corpos hídricos, etc.;
 - **intervenções antrópicas:** retiradas de água e lançamentos de poluentes, com a conseqüente alteração do regime hídrico natural, em termos de qualidade e de quantidade; face aos lançamentos de poluentes.
- facilitar as análises técnicas prévias necessárias para tomada de decisões, visando ao enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia PA1 considerando:
 - **as forças motrizes geradas pelos anseios sociais:** quais sejam, os usos antrópicos das águas, bem como o uso de compartimentos ambientais associados aos recursos hídricos, como parte do processo de desenvolvimento da bacia;
 - **as pressões resultantes da ocupação da bacia:** que alteram o regime hídrico em qualidade e quantidade;

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 3
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

- **o estado das águas da bacia:** reflete a situação hídrica corrente e em cenários futuros, em termos quali-quantitativos, que são resultado dos fenômenos naturais e antrópicos acima comentados.
- **impactos:** no meio ambiente hídrico, decorrentes de condições quali-quantitativas mais ou menos propícias à manutenção da integridade ecológica da bacia hidrográfica.
- **respostas:** voltadas a mitigar os impactos de forma que se promova o uso sustentável das águas da bacia hidrográfica, de acordo com as restrições ambientais e os anseios sociais, sistematizadas no enquadramento dos corpos de água em classes, de acordo com os usos preponderantes.

9.1 Sistema Georreferenciado de Apoio ao Gerenciamento da bacia PA1 – SGAG-PA1

Propõe-se a utilização de um modelo matemático hidrológico de simulação quali-quantitativa, qual seja, que avalie o balanço hídrico em qualidade e quantidade por trecho fluvial, como parte de um Sistema de Apoio à Decisão – SAD para gerenciamento da Bacia PA1. O termo Sistema de Apoio à Decisão tem significado esclarecido na **Caixa 1**.

Caixa 1 – Sistema de Apoio à Decisão

Um Sistema de Apoio à Decisão é simplesmente um Sistema de Informação - ou seja, um sistema que permita a coleta, o armazenamento, o processamento, a recuperação e a disseminação de informações - que auxilia a tomada de decisão. Dele deve fazer parte:

- **Banco de Dados (BD)** - formado por informações internas e externas à organização, por conhecimentos e experiências de especialistas e por informações históricas acerca das decisões tomadas.
- **Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD)** - após os dados estarem instalados no BD, o SGDB deve possibilitar o acesso às informações e a sua atualização, garantindo a segurança e a integridade do BD.
- **Ferramentas de Apoio à Decisão (FAD)** - softwares que auxiliam na simulação de situações, na representação gráfica das informações, etc.
- **Ambiente Aplicativo (AA)** - sistemas aplicativos ou funções acrescidas aos

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 4
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

sistemas existentes que fazem análise de alternativas e fornecem soluções de problemas.

- **Ambiente Operacional (AO)** - composto por hardwares e softwares que permitem que todos os componentes do ambiente sejam integrados.

Todos estes componentes são disponibilizados ou em softwares comerciais ou de livre acesso.

O SGAG/PA1 inclui em suas rotinas algoritmos matemáticos de simulação dos regimes hídricos em termos quantitativos e qualitativos que observam o princípio de conservação de massa¹. Todas as ferramentas de análise são programadas utilizando a linguagem *Visual Basic for Application* (VBA) dentro de um Sistema de Informações Geográficas - SIG de livre acesso², denominado MapWindow. Os componentes de programação são os pilares do software MapWindow, de maneira a otimizar e automatizar trabalhos e tarefas organizacionais de modo personalizado (Fragoso *et al.*, 2008).

Este modelo é baseado no modelo denominado IPH-SISDEC (Pessoa, 2010) que utilizou como entrada as vazões de referências espacialmente distribuídas geradas pelo modelo IPH-MGB, modelo de grandes bacias (Collischonn, 2002), ambos desenvolvidos no Instituto de Pesquisas Hidráulicas. O principal avanço do SGAG/PA1 em relação ao IPH-SISDEC é o seu módulo qualitativo construído dentro de um ambiente de processamento georreferenciado, que permite a utilização do Banco de Dados Georreferenciado a ser desenvolvido neste mesmo plano, e as ferramentas de geoprocessamento disponíveis.

¹ Algoritmos mais sofisticados, ditos hidrodinâmicos, observam igualmente a conservação de energia e permitem a avaliação do regime hidrológico em intervalos curtos de tempo, como horário; para planejamento de recursos hídricos em um Plano de Bacia Hidrográfica, intervalos maiores, como o mensal ou semanal, podem ser adotados, e simulados usando-se simplesmente a conservação de massa. Isto resulta na simplificação dos modelos e, mais importante, da necessidade de dados para as suas calibrações.

² Um SIG de livre acesso significa que não será necessário o pagamento de taxas para a sua utilização.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	5

9.1.1 Pré-processamento e dados de entrada

A primeira etapa para utilização do modelo consiste na discretização do domínio, qual seja, das sub-bacias e respectiva rede de drenagem fluvial por *minibacias*³. Em cada trecho fluvial, para o qual são drenadas as águas de uma sub-bacia, são caracterizadas as informações fisiográficas e a conectividade dos trechos, as quais são fundamentais para a modelagem. Dentre as informações podem ser citadas:

- (a) comprimento do trecho de rio;
- (b) área acumulada à montante do trecho;
- (c) área de contribuição ao trecho;
- (d) código do trecho;
- (e) código do trecho imediatamente a jusante.

A próxima etapa consiste em definir as vazões em cada trecho de rio que são características de um período que se deseja simular. Neste caso, é admitida uma vazão de referência como sendo a representativa de um período de estiagem⁴. Vazões específicas de referência (L.s-1.km⁻²) foram estabelecidas para cada unidade de análise (ottobacias) com uso de técnicas de regionalização, conforme apresentado no Capítulo 7. Desta forma, para cada trecho de rio a disponibilidade hídrica foi calculada multiplicando-se a área de drenagem da bacia à montante do trecho pela vazão específica de cada ottobacia. A área de drenagem máxima de cada trecho de rio foi considerada como sendo 50 km², totalizando 137 trechos de rios para a bacia.

Os poluentes a serem simulados serão selecionados tendo por base os dados de monitoramento de qualidade de água, considerando aqueles com concentrações mais críticas

³ A minibacia (em inglês *catchment*) é uma unidade de análise hidrológica usada para subdividir as unidades de planejamento (no caso do PA1, as ottobacias). Desta forma, pode-se explorar melhor a heterogeneidade de entradas (demandas e disponibilidades) e saídas do modelo (comprometimentos hídricos, concentrações de poluentes, etc.).

⁴ Nesse caso, se pode adotar, entre outras, a vazão de estiagem em 7 dias sucessivos com 10 anos de recorrência (Q7,10) ou a vazão com 95% de permanência (Q95%).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 6
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

nas bacias. Para cada minibacia serão estimadas os efluentes de esgoto de todas as fontes e as respectivas concentrações para cada poluente considerado, que serão utilizados como dados de entrada no modelo.

9.1.2 Módulo de quantidade de água

Este módulo é executado tendo por base a equação de continuidade hídrica, ou de conservação de massa, que pode ser notada como:

$$Q_i = Q_{b_i} + \sum_{j=1}^J Q_j - \sum_{k=1}^K C_k + \sum_{k=1}^K R_k \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Q_i é a vazão defluente da seção fluvial i , que concentra as vazões das bacia hidrográfica à montante,

Q_{b_i} é a vazão gerada na sub-bacia que drena para a seção fluvial i ,

Q_j , $j=1, \dots, J$ são as vazões que drenam para as seções fluviais imediatamente a montante da seção fluvial i ,

C_k , $k=1, \dots, K$ são as captações de água na sub-bacia que drena para a seção fluvial i ,

R_k , $k=1, \dots, K$ são os retornos de água originados pelos usuários que captam água na mesma sub-bacia.

A disponibilidade hídrica adotada para a realização dos balanços, em trechos de rios sem regularização, foi corresponde à vazão de estiagem (vazão com 90% de permanência - $Q_{90\%}$, vazão com 95% de permanência - $Q_{95\%}$ e a vazão mínima com de sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos - $Q_{7,10}$). Em trechos regularizados, a disponibilidade hídrica corresponde à vazão regularizada somada à incremental da vazão de estiagem. Na bacia de PA1 existem duas Usinas Hidrelétricas que regularizam a vazão no período de estiagem, são elas: (a) a UHE de Machado Mineiro, localizada no rio Pardo no município de Ninheira com uma vazão regularizada de, aproximadamente, $10 \text{ m}^3/\text{s}$ e (b) a UHE do rio Mosquito, localizada na zona rural do município Campos Belos onde a vazão regularizada é de, aproximadamente, $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Além dos reservatórios reguladores de vazão no período de

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 7
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

estiagem, também foram considerados a disponibilidade de água de pequenos reservatórios utilizados para suprir demandas locais principalmente do setor agrícola.

As demandas por setor usuário de água - abastecimento urbano, abastecimento rural, pecuária, irrigação e industrial - foram atribuídas considerando sua posição na rede de drenagem. As demandas por abastecimento urbano, abastecimento rural e pecuária foram distribuídas no espaço de acordo com o levantamento censitário. As áreas irrigadas foram levantadas utilizando técnicas de geoprocessamento e as demandas por irrigação foram estimadas em função da área irrigada e do consumo de água de cada cultura.

Para a realização do balanço hídrico quantitativo, foi utilizado o índice de comprometimento hídrico (ICH), que representa a razão entre soma das demandas consuntivas e a disponibilidade hídrica em um determinado trecho de rio. Foram utilizadas 5 faixas de classificação deste índice, a saber:

- Comprometimento muito baixo: ICH variando de 0,00 a 0,25;
- Comprometimento baixo: ICH variando de 0,25 a 0,50;
- Comprometimento médio: ICH variando de 0,50 a 0,75;
- Comprometimento elevado: ICH variando de 0,75 a 1,00;
- Comprometimento crítico: ICH acima de 1 (ou seja o somatório das demandas superou a disponibilidade naquele trecho).

9.1.3 Módulo de qualidade da água

O módulo de qualidade da água é baseado no modelo QUAL-2 E⁵ que estabelece que a variação da concentração do poluente remanescente (P) em um infinitésimo de tempo (dt) é igual à concentração do poluente multiplicada por uma constante de decaimento (K), podendo ser escrita como:

⁵ Este modelo é distribuído pelo U. S. *Geological Survey* na página-web http://smig.usgs.gov/cgi-bin/SMIC/model_home_pages/model_home?selection=qual2e

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

$$\frac{dP}{dt} = -K \cdot P$$

Equação 2

A equação diferencial tem solução analítica, considerando a variação da concentração do espaço e regime permanente, dada por:

$$P_{i+1} = P_i \cdot \exp\left(\frac{-K \cdot L_i}{U_i}\right)$$

Equação 3

Onde

P_i e P_{i+1} são as concentrações do poluente nas seções fluviais i (montante) e $i+1$ (jusante), respectivamente;

L_i é o comprimento em metros do trecho de rio entre as seções fluviais i e $i+1$

U_i é a velocidade média, em $m \cdot s^{-1}$, no trecho entre as seções i e $i+1$.

A velocidade média é estimada pela seguinte relação:

$$U_{i+1} = \frac{Q_i}{A_i}$$

Equação 4

Onde:

Q_i é a vazão em $m^3 \cdot s^{-1}$;

A_i é a área da seção transversal em m^2 .

A área da seção transversal em cada trecho é estimada por meio de uma relação potencial com a área de drenagem. Esta relação pode ser construída a partir dos dados de área da seção transversal encontrados nas estações fluviométricas disponíveis. Para a simulação da qualidade de água em reservatórios o SGAG/PA1 considera uma condição de mistura completa, adequada para o nível de planejamento, e quando os volumes acumulados são de pequeno porte, como ocorre na bacia.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 9
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

O módulo qualitativo do modelo hidrológico será utilizado na fase de prognóstico uma vez que o diagnóstico da qualidade da água da bacia PA1 foi realizado utilizando os dados de monitoramento de qualidade da água. O módulo de qualidade da água do SGAG/PA1 será calibrado considerando o cenário atual de disponibilidade hídrica (regime permanente), produção de efluentes e de tratamento de esgoto no período de estiagem. Para a calibração do modelo serão selecionadas as estações de monitoramento de qualidade de água existentes.

9.2 Aplicação do SGAG-PA1: Diagnóstico quantitativo

O SGAG/PA1 foi alimentado com as informações sobre disponibilidade – avaliadas alternativamente pelas vazões $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ - e de demandas hídricas na situação corrente, estimadas respectivamente nos Capítulos 7 e 8.

Os Índices de Comprometimento Hídrico (ICH) calculados para o cenário 2012, considerando as vazões de referência $Q_{7,10}$ e $Q_{90\%}$ são apresentados nas **Figura 9.1** e **Figura 9.2**, onde é possível fazer algumas constatações importantes sobre o cenário atual das ofertas e demandas na bacia do Rio Pardo.

De modo geral observa-se que alguns afluentes, tais como o Riacho Preto, Ribeirão Imbiruçu e Rio Taiobeiras, se encontram com elevado grau de comprometimento das suas disponibilidades hídricas naturais.

No Ribeirão Imbiruçu a pressão ocorre em decorrência de demandas irrigadas e pela captação de Vargem Grande do Rio Pardo. No Ribeirão Taiobeiras a pressão das demandas se dá pela forte presença dos Pivôs de irrigação dos cafezais.

Observa-se que presença de obras hídricas, tais como a Barragem de Peão (ribeirão São João), Samambaia (Rio Mosquito) e Machado Mineiro (Calha do Rio Pardo), aliviam significativamente o efeito das demandas sobre as disponibilidades, sendo indicativo que a solução de incremento das disponibilidades hídricas através da construção de obras hidráulicas de acumulação e regularização são viáveis e aplicáveis aos demais afluentes com problemas semelhantes.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 10
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O trecho da calha principal do Rio Pardo, entre Rio Pardo de Minas e Berizal, onde inicia-se o lago de inundação de Machado Mineiro, trata-se de um trecho crítico em termos de níveis de comprometimento, merecendo atenção na etapa de avaliação prospectiva, tendo em vista que se trata de uma trecho onde está prevista uma grande obra de regularização de vazões (Barragem do Berizal) e também o trecho onde se encontra instalada a captação para abastecimento de Taiobeiras, não raro sujeita a intermitências sazonais.

Observa-se também uma melhoria do grau de comprometimento das disponibilidades quando se passa a outorgar os usos da água tendo como base a Q_{90} como vazão de referência. Os trechos que melhoram seu nível de comprometimento são: calha do rio Pardo, Ribeirão Itaberaba e alguns afluentes do rio Mosquito.

As **Figura 9.11** a **Figura 9.16** apresentam os perfis longitudinais das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas totais por uso consultivo no rio Pardo, Ribeirão Salitre, rio São João do Paraíso e córrego Santana, respectivamente. Percebe-se que a vazão de estiagem $Q_{7,10}$ não atende a demanda para os principais rios afluentes da bacia, com exceção do rio Mosquito onde existe uma barragem que permite regulação das vazões.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 11
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

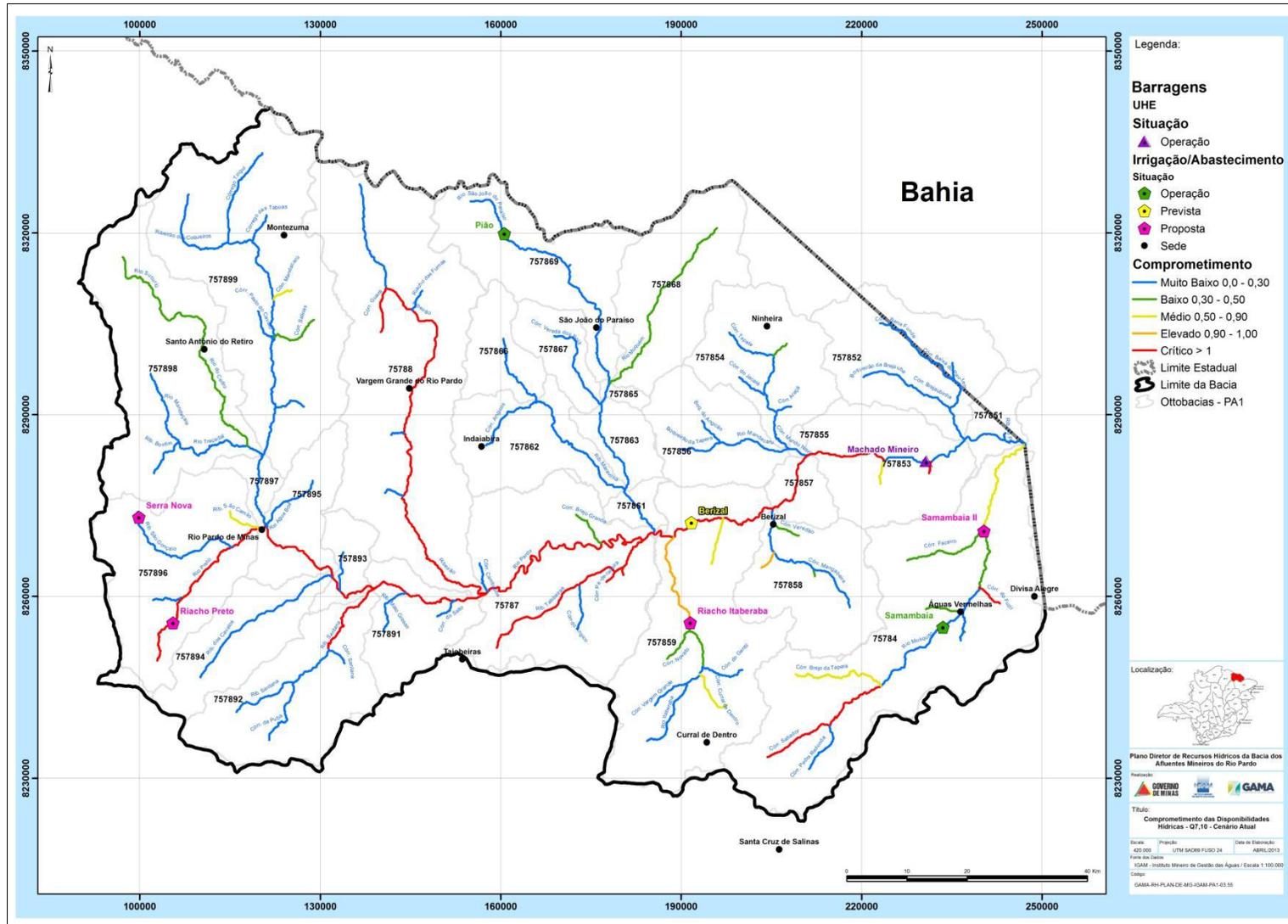


Figura 9.1 - Balanço hídrico quantitativo para o cenário 2012 (atual), na bacia do Pardo (PA1), considerando a vazão de referência Q7,10.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 12
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

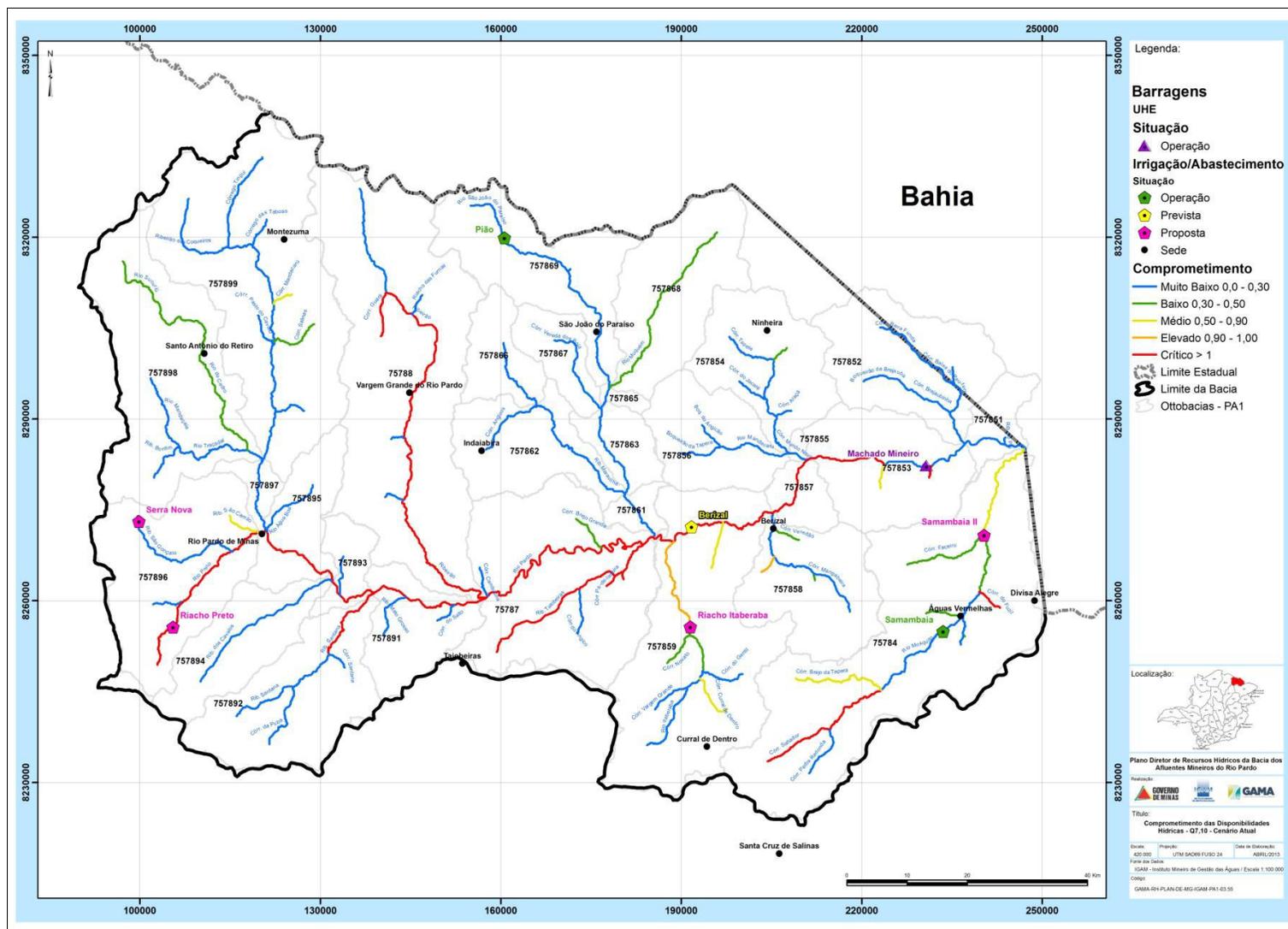


Figura 9.2 - Balanço hídrico quantitativo para o cenário 2012 (atual), na bacia do rio Pardo (PA1), considerando a vazão de referência 90.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 13
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

9.3 Aplicação do SGAG-PA1: Diagnóstico qualitativo

9.3.1 Calibração do modelo

O módulo de qualidade da água do SGAG foi calibrado considerando o cenário atual de disponibilidade hídrica (regime permanente), produção de efluentes e de tratamento de esgoto no período de estiagem. Para a calibração do modelo foram selecionadas as estações de monitoramento de qualidade de água existentes. Para isto foram consideradas apenas as informações no período de estiagem, uma vez que o modelo simula a qualidade da água para uma condição de estiagem de referência e em condição de regime permanente.

Os valores observados são apresentados como *boxplot* e posicionados no gráfico de acordo com a sua localização na rede de drenagem. O *boxplot* é um elemento gráfico que possibilita representar a distribuição de um conjunto de dados com base em alguns de seus parâmetros descritivos, quais sejam: a mediana, o quartil inferior, o quartil superior e do intervalo interquartil.

Os valores dos parâmetros do modelo (coeficientes K de decaimento, coeficiente de reaeração, etc) são predefinidos de acordo com a faixa de variação estabelecida na literatura. Um coeficiente de abatimento foi adotado para cada variável considerando a autodepuração antes de atingir os corpos hídricos. Subsequentemente, os parâmetros do modelo foram manualmente e gradualmente alterados até que se atingisse a uma correspondência satisfatória entre a saída do modelo e os boxplots, que representam uma síntese dos dados observados em cada seção fluvial. Os dados de monitoramento permitiram a calibração do modelo ao longo da calha do Rio Pardo e na foz do Rio Mosquito.

Os resultados da calibração do modelo para os parâmetros Fósforo Total, Nitrogênio Total, DBO₅ e Coliformes termotolerantes para o Rio Pardo e o Rio Mosquito estão apresentados da **Figura 9.3** a **Figura 9.10**. Os valores dos coeficientes de decaimento (K) encontrados após o processo de calibração para os aplicados para parâmetros Fósforo Total, Nitrogênio Total, DBO₅ e Coliformes termotolerantes foram, respectivamente, 0,06 dia⁻¹; 0,02 dia⁻¹; 0,1 dia⁻¹ e 0,90 dia⁻¹.

Observa-se uma boa aproximação, em termos médios, dos valores estimados pelo modelo e os boxplots, que resumem os dados observados. Claramente o modelo representou o

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	14

decaimento e diluição das concentrações das variáveis de qualidade da água ao longo da calha do rio Pardo. O modelo representou razoavelmente as concentrações dos poluentes na foz do Rio Mosquito, o qual apresenta um padrão de decaimento das concentrações, da nascente a foz. No perfil longitudinal de concentrações do Rio Pardo, o pico mais a montante é referente ao lançamento de efluentes do município de Montezuma e o segundo pico é referente ao município Rio Pardo de Minas. Uma suave elevação das concentrações na parte final do trecho é devido as contribuições dos rios Rio São João do Paraíso e do Rio Itaberaba. Uma limitação se refere ao tamanho da série de dados observados de DBO5. Observou-se uma uniformidade dos valores em torno de 2 mg/L. Isso também dificultou a comparação com valores de DBO5 calculados pelo modelo.

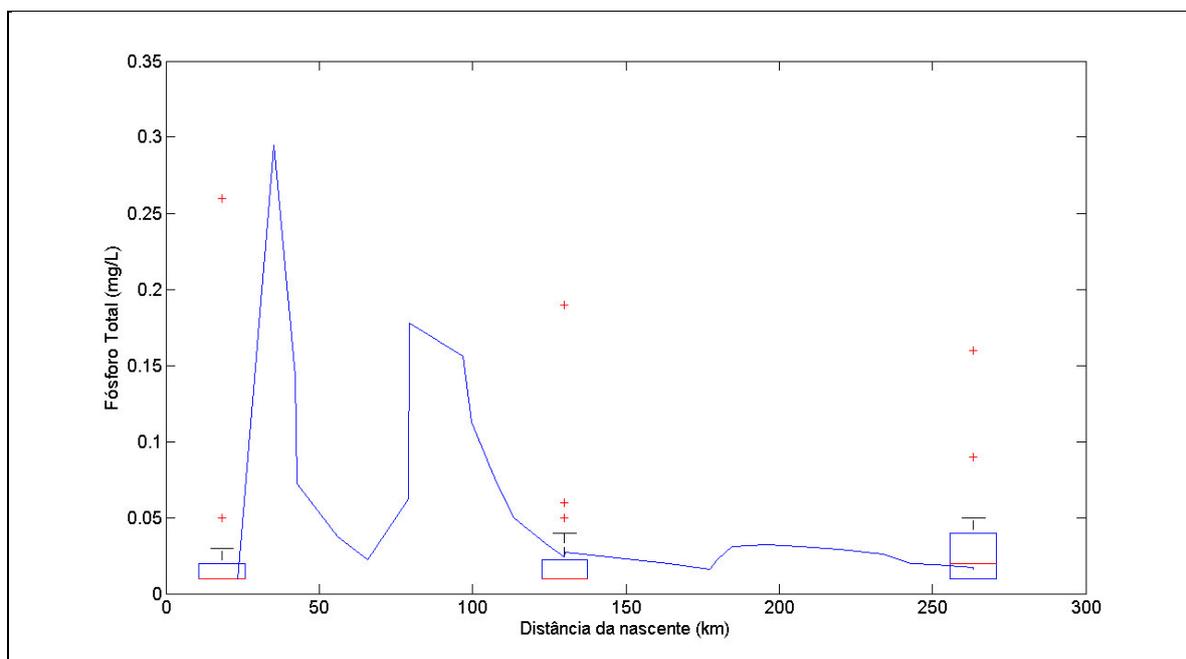


Figura 9.3– Comparação das concentrações de Fósforo Total estimadas pelo modelo com os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Pardo (de montante para jusante), os dados observados são apresentados como boxplot

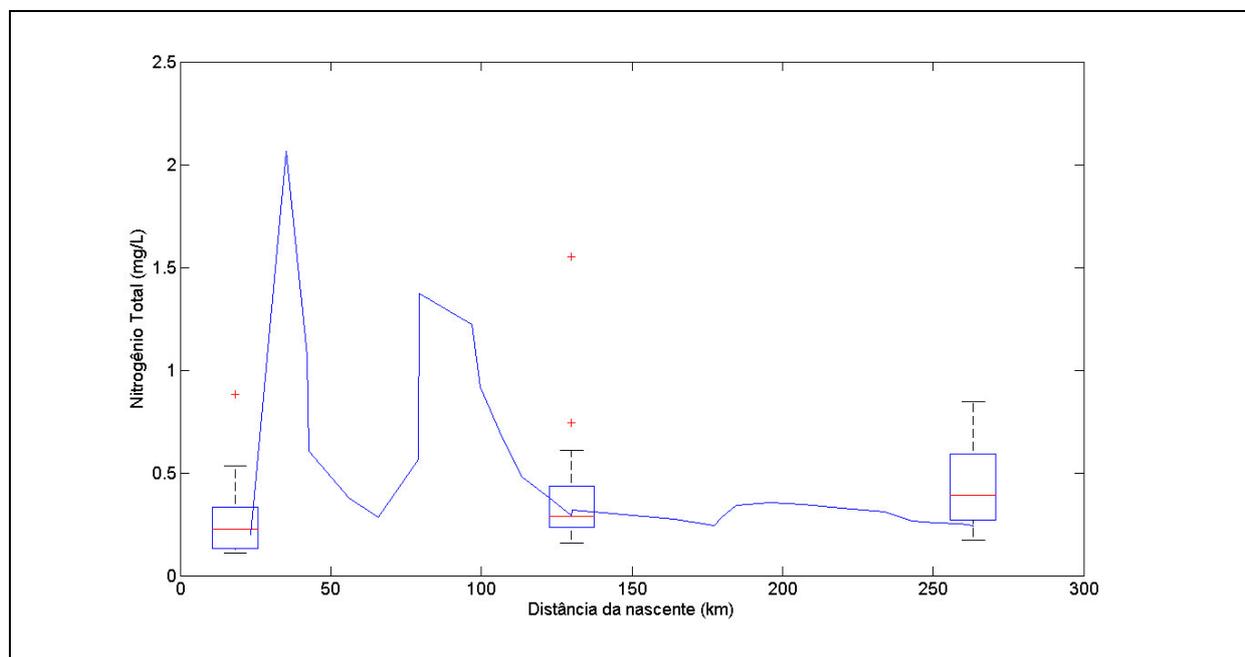


Figura 9.4 – Comparação das concentrações de Nitrogênio Total estimadas pelo modelo com os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Pardo (de montante para jusante), os dados observados são apresentados como boxplot

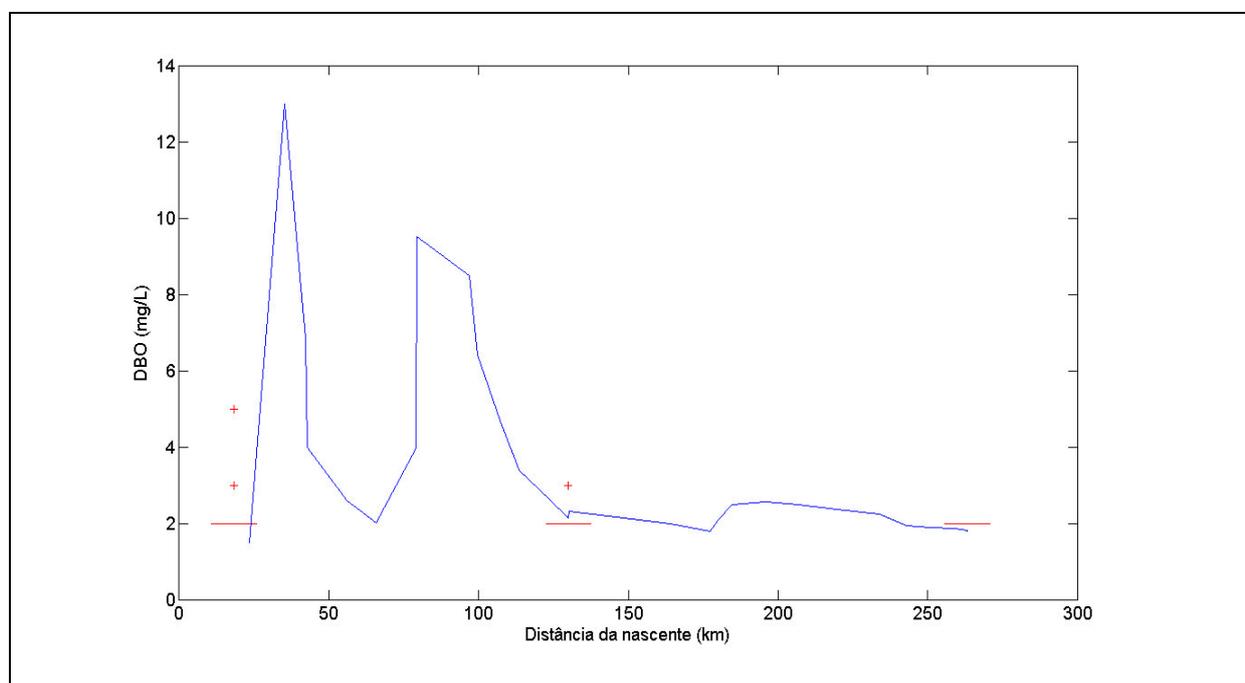


Figura 9.5 – Comparação das concentrações de DBO5 estimadas pelo modelo com os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Pardo (de montante para jusante), os dados observados são apresentados como boxplot

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 16
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

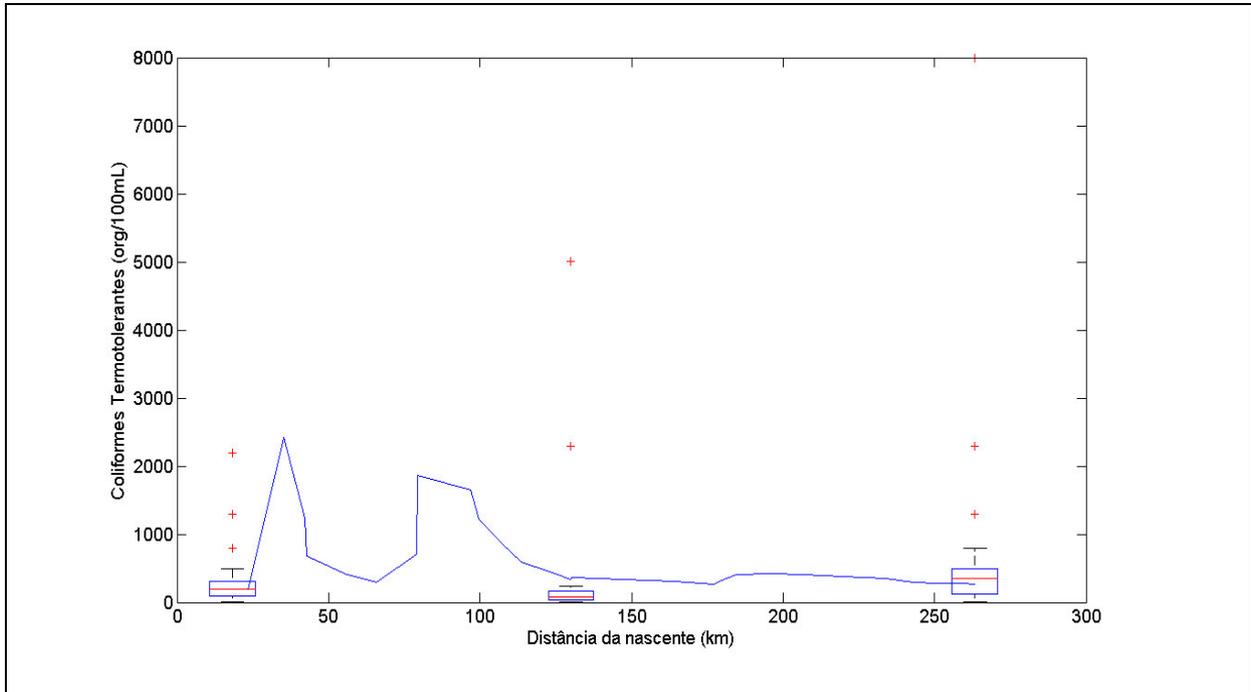


Figura 9.6 – Comparação das concentrações de Coliformes Termotolerantes estimadas pelo modelo com os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Pardo (de montante para jusante), os dados observados são apresentados como boxplot

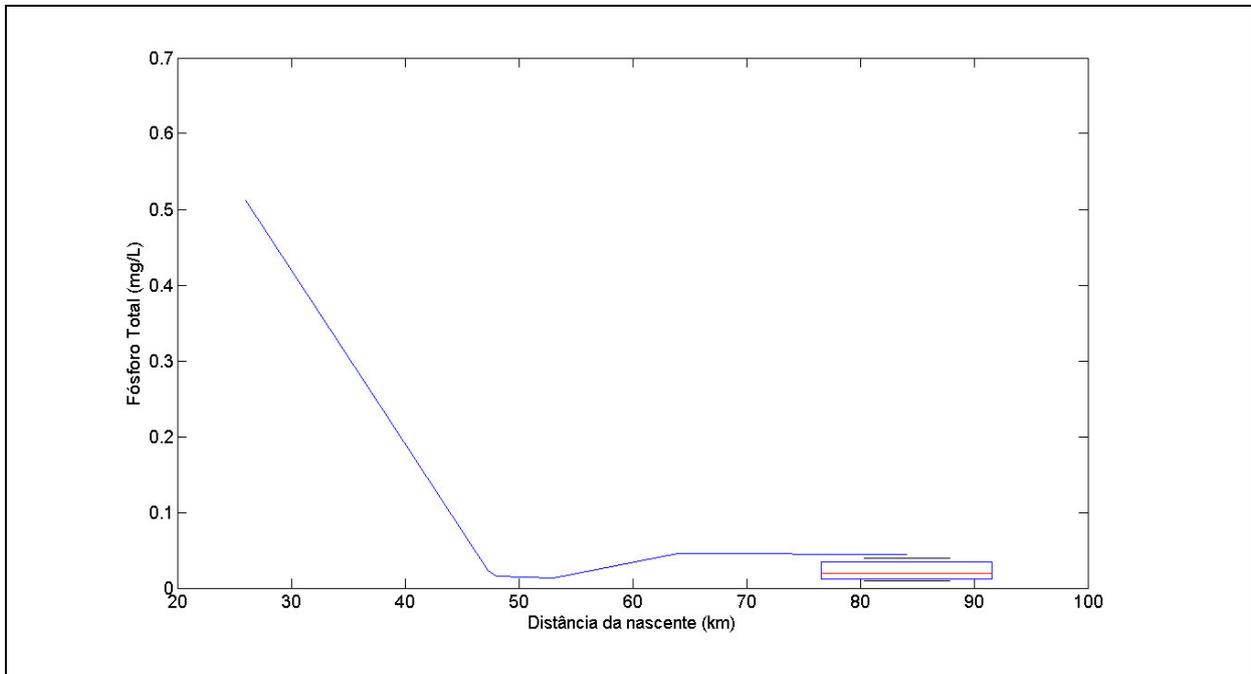


Figura 9.7 – Comparação das concentrações de Fósforo Total estimadas pelo modelo com os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Mosquito (de montante para jusante), os dados observados são apresentados como boxplot

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	17

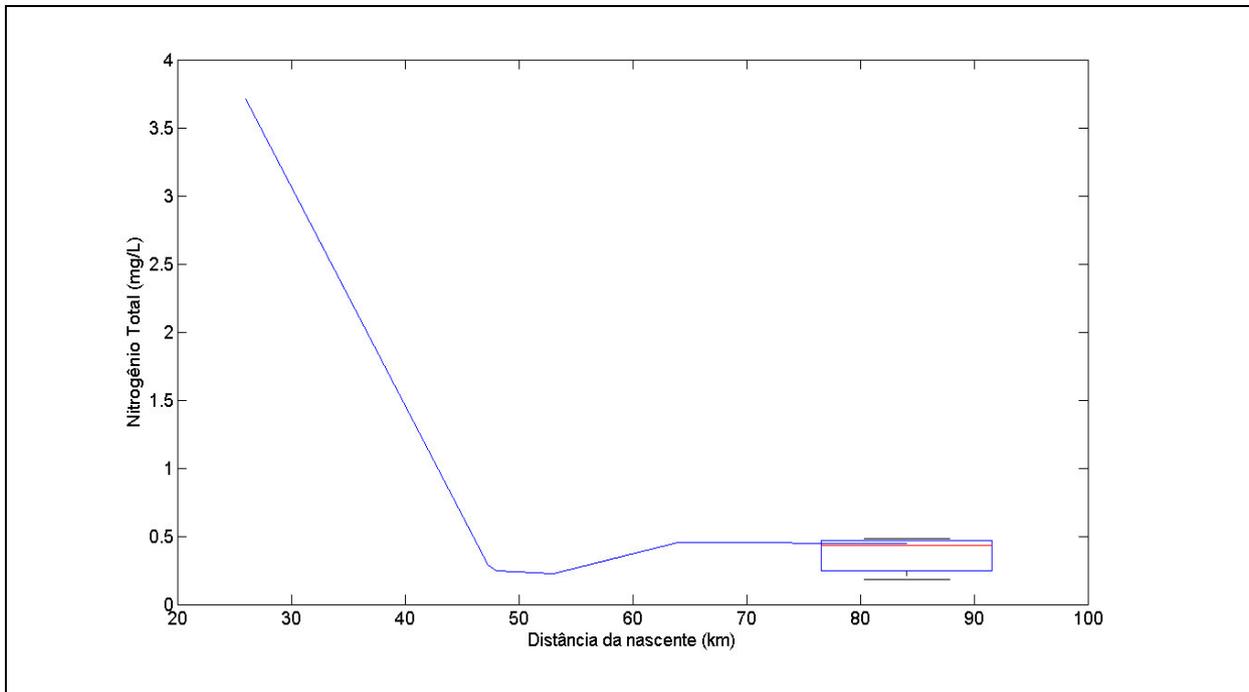


Figura 9.8 – Comparação das concentrações de Nitrogênio Total estimadas pelo modelo com os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Mosquito (de montante para jusante), os dados observados são apresentados como boxplot

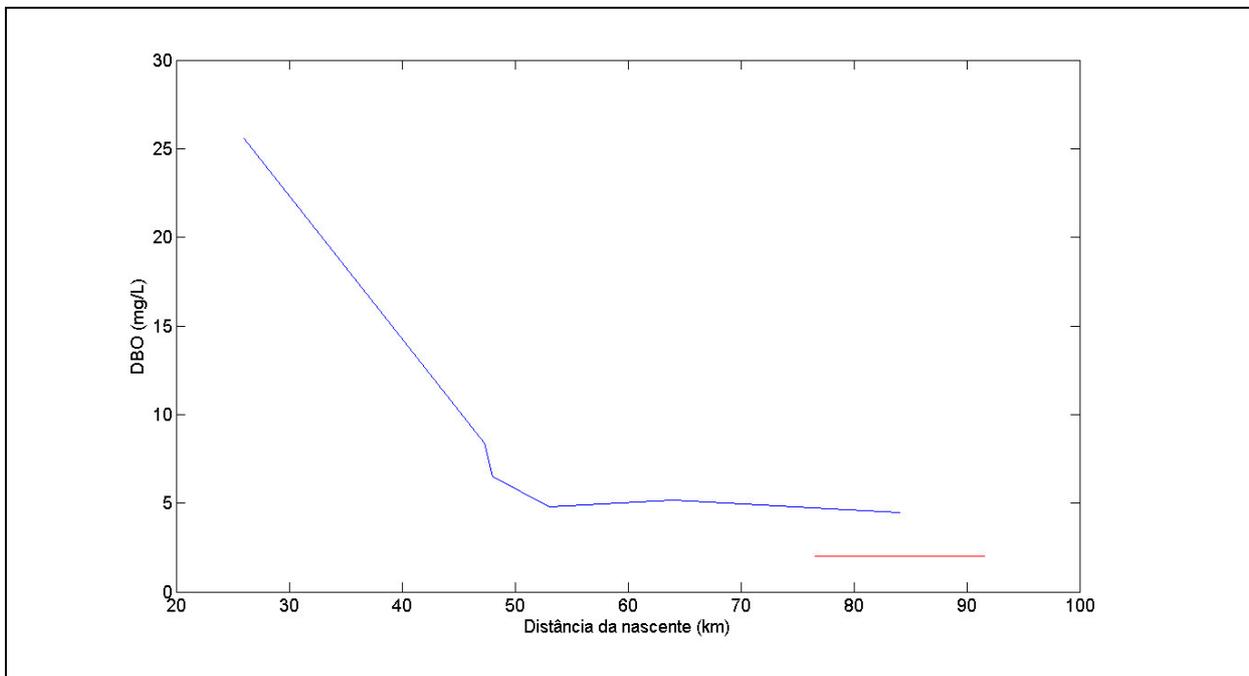


Figura 9.9 – Comparação das concentrações de DBO5 estimadas pelo modelo com os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Mosquito (de montante para jusante), os dados observados são apresentados como boxplot

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	18

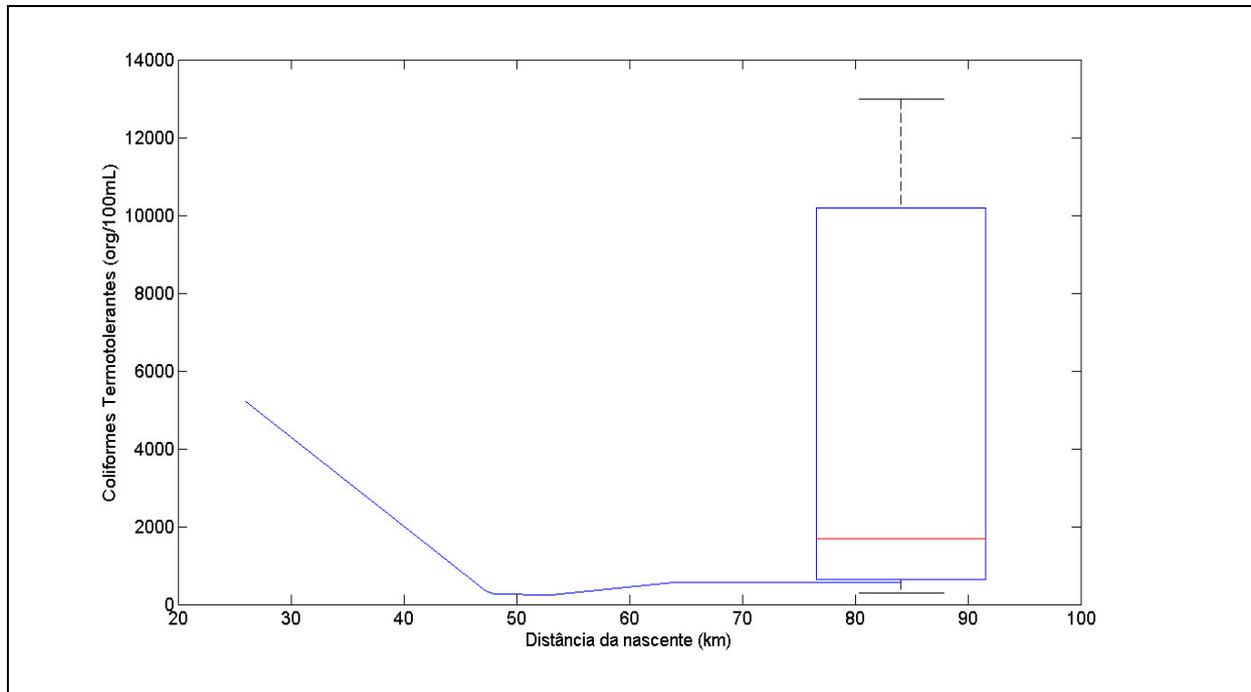


Figura 9.10 – Comparação das concentrações de Coliformes Termotolerantes estimadas pelo modelo com os dados observados no período de estiagem ao longo da calha do rio Mosquito (de montante para jusante), os dados observados são apresentados como boxplot

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

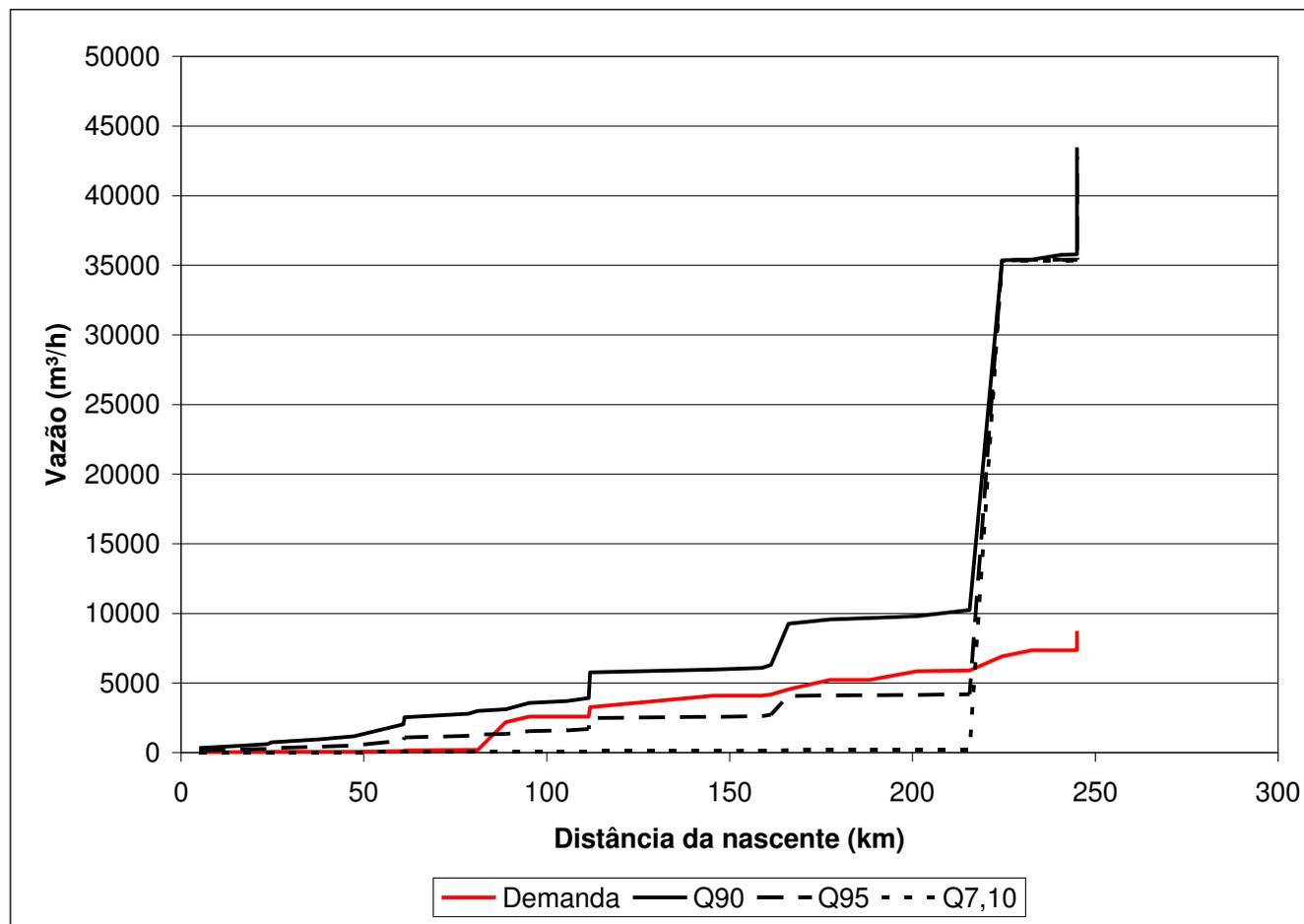


Figura 9.11 - Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas por uso consultivo no rio Pardo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 20
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

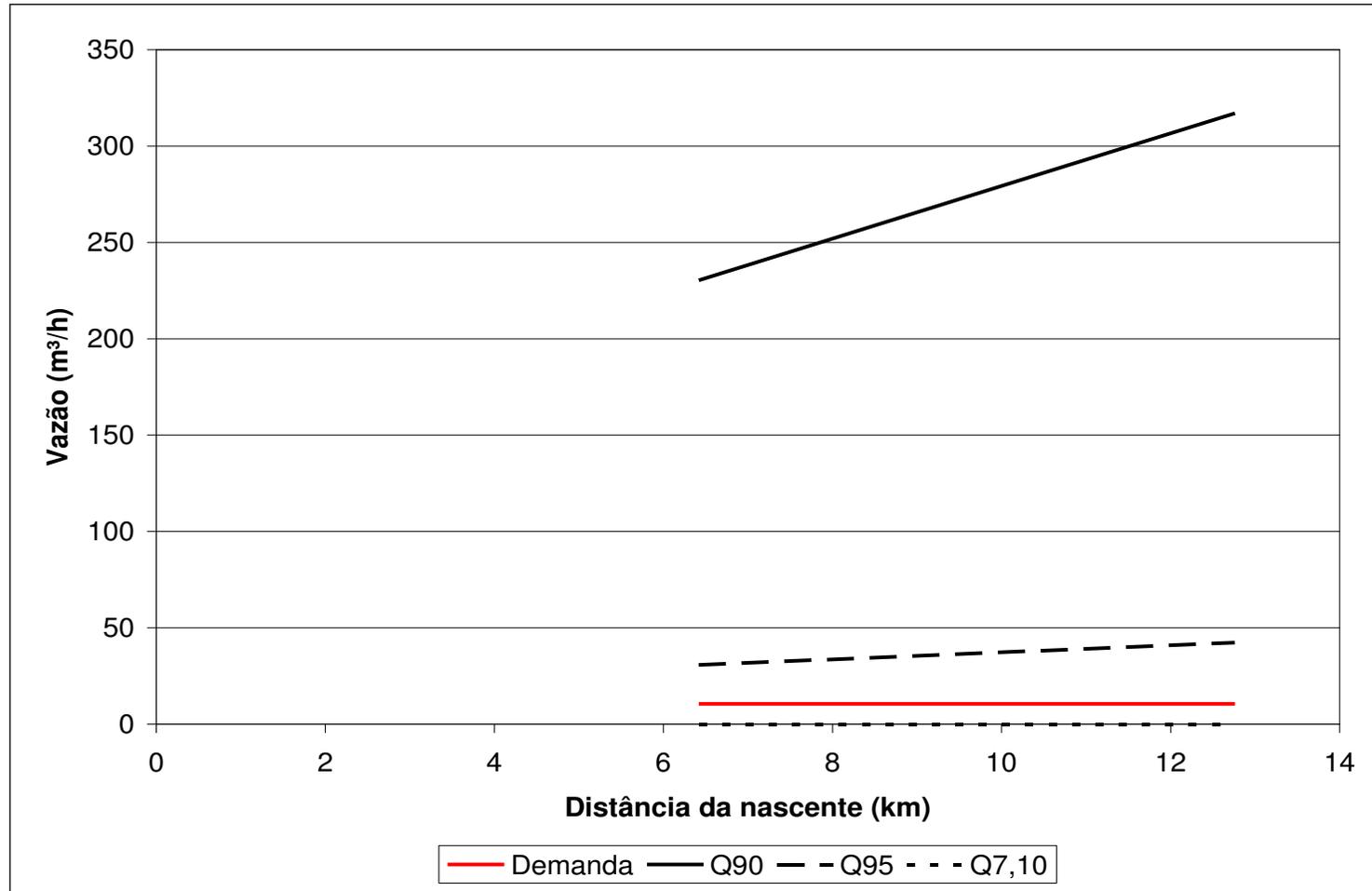


Figura 9.12 - Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas por uso consultivo no Ribeirão do Salitre

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 21
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

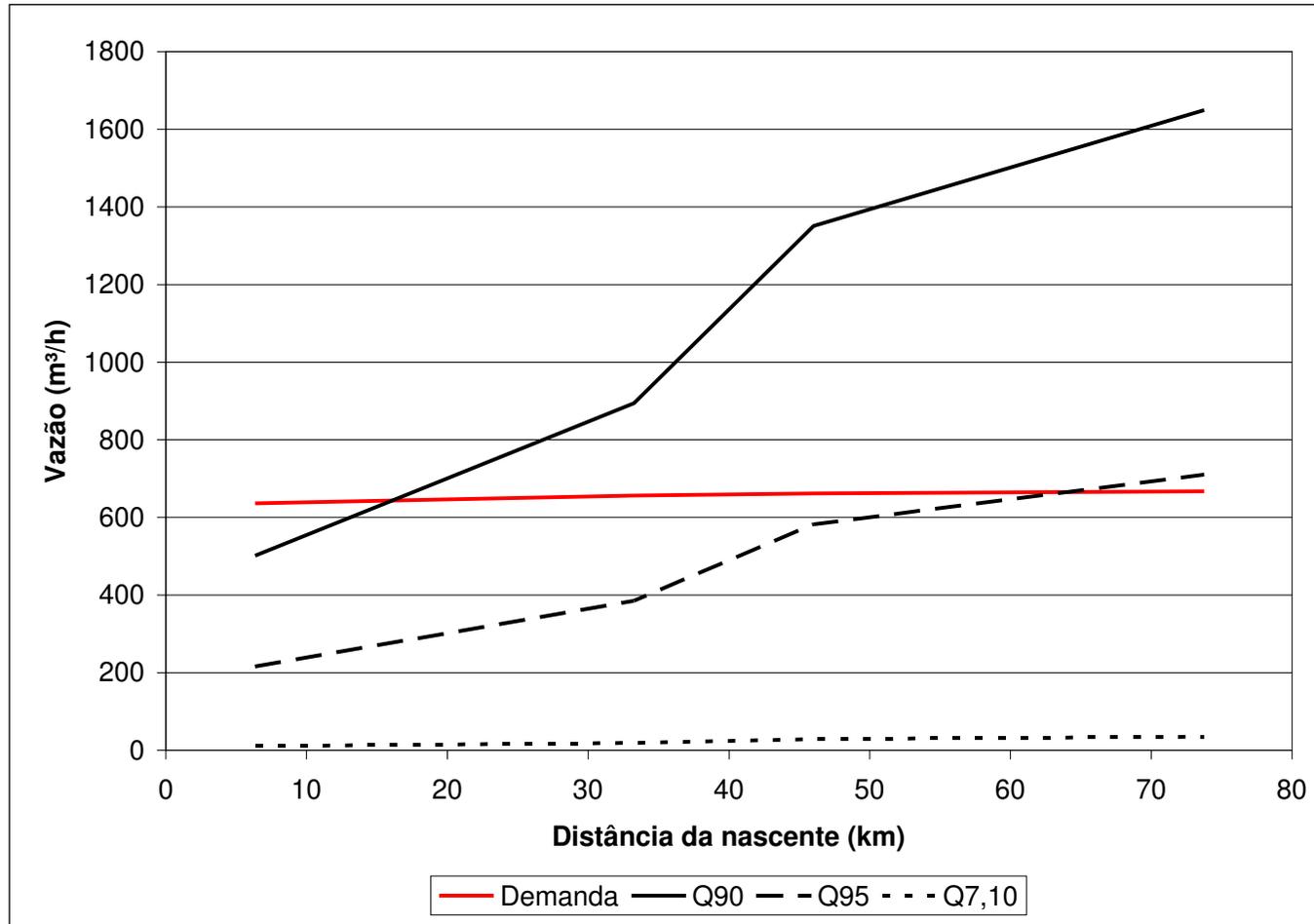


Figura 9.13 - Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas por uso consultivo no rio São João do Paraíso

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 22
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

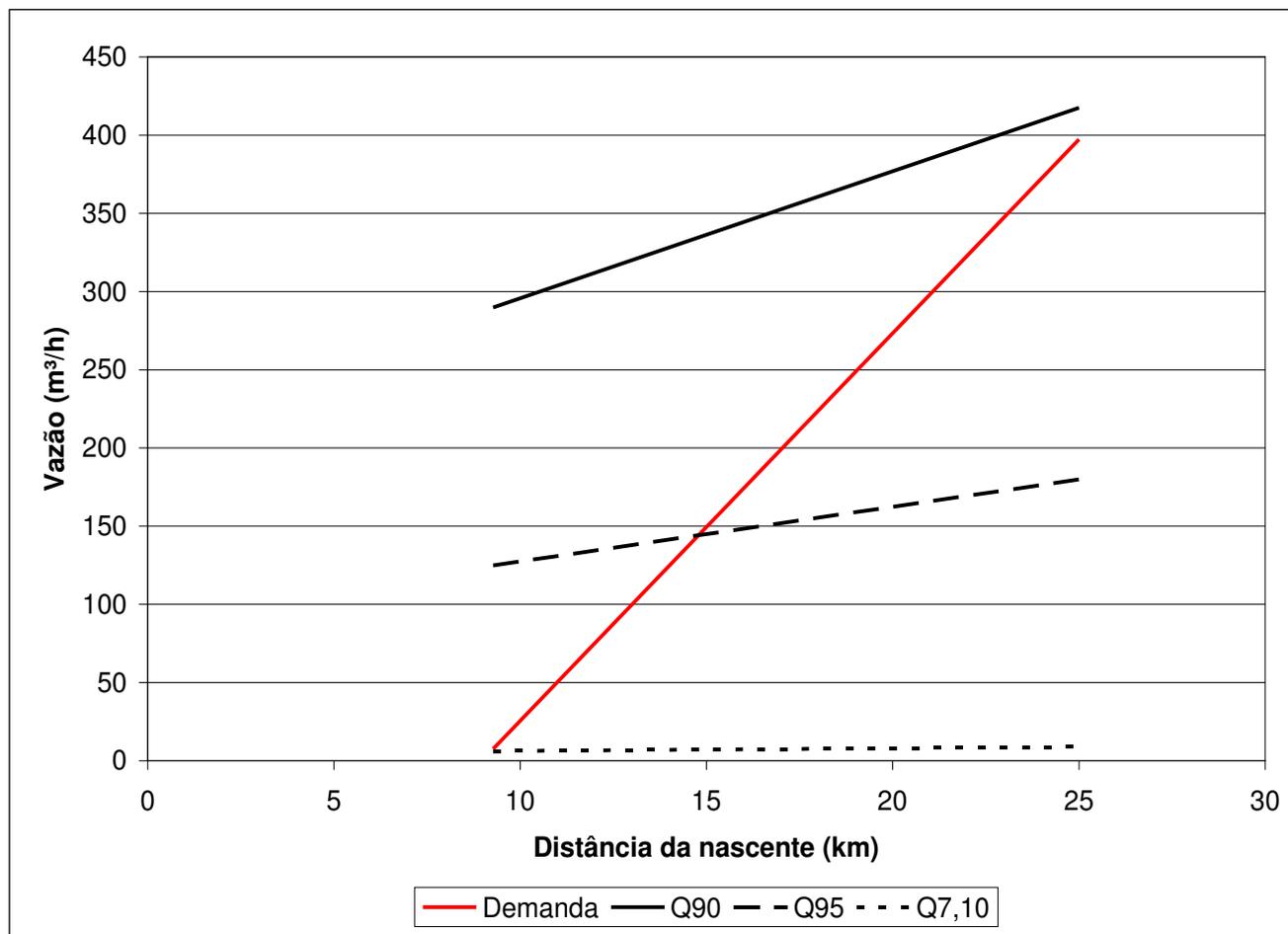


Figura 9.14 - Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas por uso consultivo no córrego Santana

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 23
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

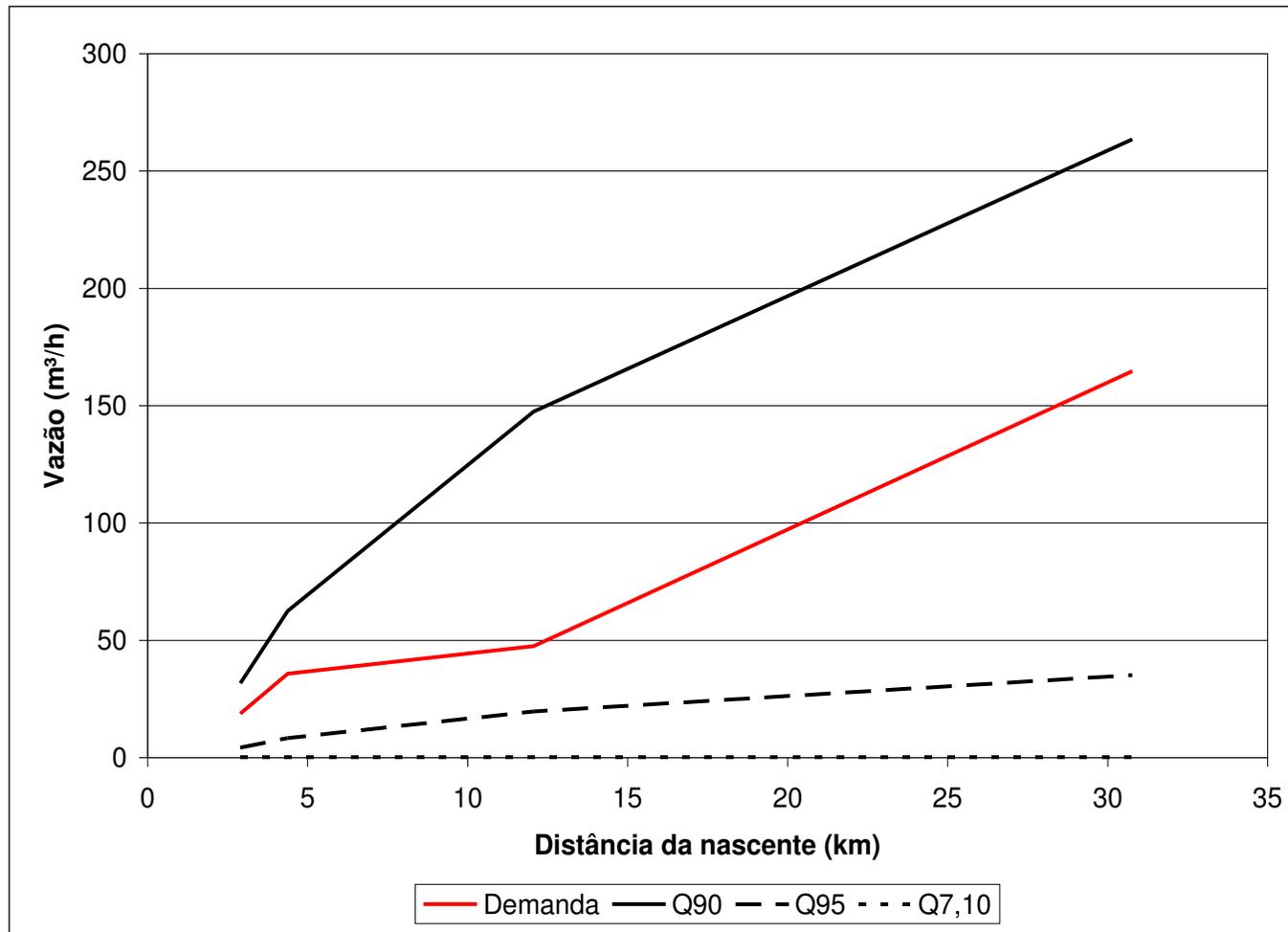


Figura 9.15 - Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas por uso consultivo no rio Itaberaba

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 24
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

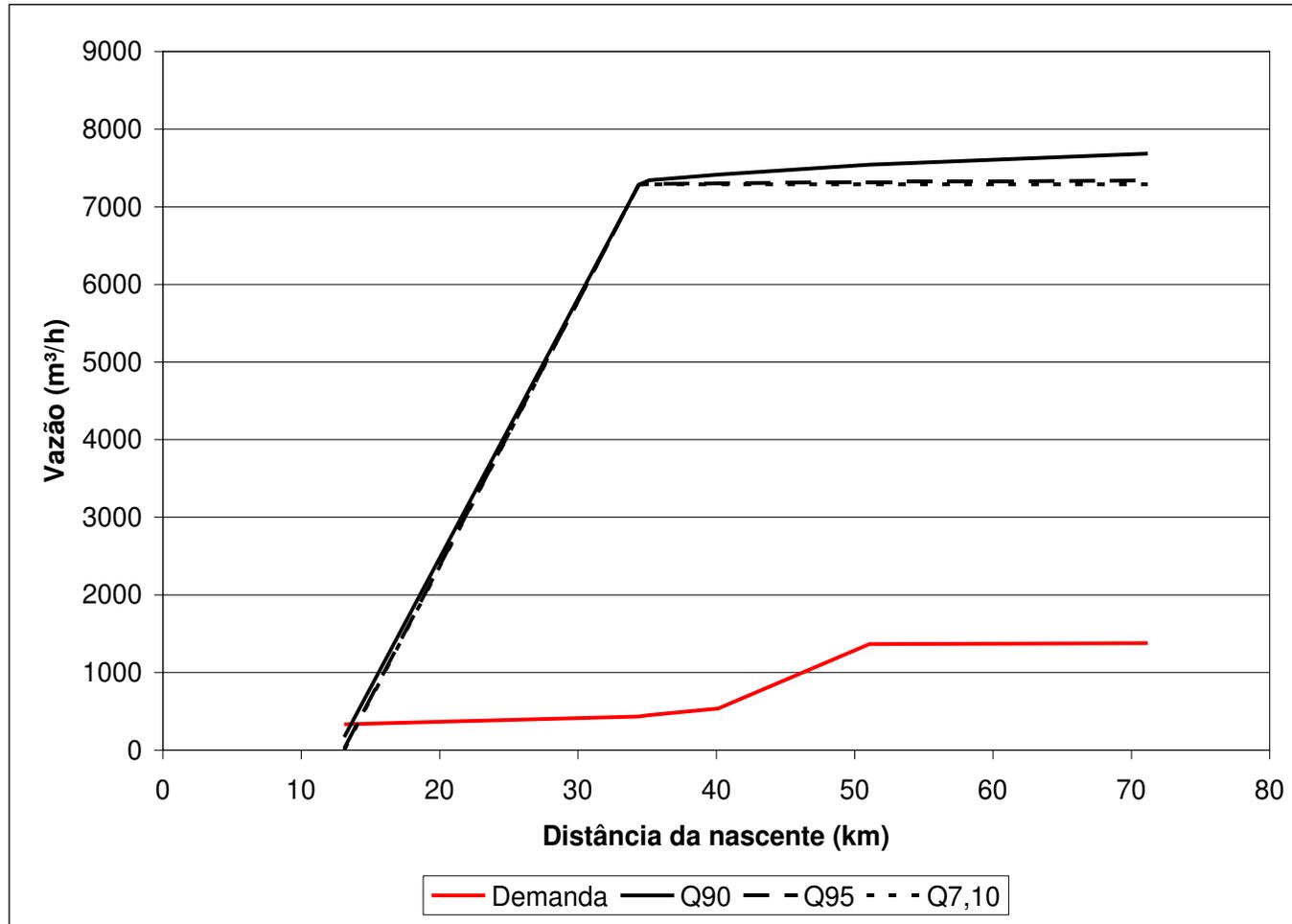


Figura 9.16 - Perfil longitudinal das vazões de referência ($Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e das demandas por uso consultivo no rio Mosquito

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 25
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

9.4 Referências Bibliográficas

Sistema georreferenciado de apoio ao gerenciamento

COLLISCHONN, Walter. (2002). Simulação hidrológica de grandes bacias. Tese de Doutorado. IPH-UFRGS.

FRAGOSO JR., C. R.; KAYSER, R. H. B.; COLLISCHONN, B.; COLLISCHONN, W. (2008). Protótipo de sistema de controle de balanço hídrico para apoio à outorga integrado a um sistema de informações geográficas. Anais do II Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste. Rio de Janeiro.

PESSOA, M.M.E.P. (2010). Integração de Modelos Hidrológicos e Sistemas de Informação Geográfica na análise de processos de Outorga Quantitativa de uso da água: Aplicação na Bacia do Rio dos Sinos - RS. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, Porto Alegre, 90p.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 26
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Capítulo 10

Avaliação Preliminar de Alternativas de Enquadramento dos Corpos Hídricos



SUMÁRIO

10	DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE ÁGUA E PROPOSTA PRELIMINAR DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS EM CLASSES DE QUALIDADE, DE ACORDO COM OS USOS DE ÁGUA PREPONDERANTES	5
10.1	Descrição das fontes de poluição.....	5
10.2	Monitoramento da qualidade das águas da Bacia rio Pardo	6
10.3	Resultados - Análise dos parâmetros de qualidade das águas nos pontos da rede básica operados pelo IGAM.....	9
10.4	Resultados - Índices de qualidade das águas.....	22
10.4.1	Índice de Qualidade das Águas – IQA	22
10.4.2	Índice de Estado Trófico – IET.....	25
10.4.3	Contaminação por Tóxicos – CT.....	30
10.5	Considerações com respeito aos problemas de qualidade das águas da bacia....	35
10.6	Proposta preliminar de Enquadramento dos Corpos de Água na Bacia do rio Pardo	36
10.7	Referências Bibliográficas	41
	ANEXO – PARÂMETROS AMBIENTAIS, ÍNDICES DE QUALIDADE AMBIENTAL E SEUS SIGNIFICADOS.....	42

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 10.1 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO OPERADAS PELO IGAM	7
FIGURA 10.2 – DESCONFORMIDADES COM OS LIMITES LEGAIS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE NA BACIA DO RIO PARDO NO PERÍODO DE 1997 A 2009, E NO ANO DE 2010	10
FIGURA 10.3 – DESCONFORMIDADES COM OS LIMITES LEGAIS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE NA BACIA DO RIO PARDO.....	11
FIGURA 10.4 – NÚMERO DE VIOLAÇÕES DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE NAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA BACIA DO RIO PARDO DE 1997 A 2010.....	12
FIGURA 10.5 – BOX-PLOT DOS VALORES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010.....	13
FIGURA 10.6 – BOX-PLOT DOS VALORES DE FÓSFORO TOTAL REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010	14
FIGURA 10.7 – BOX-PLOT DOS VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010.....	15
FIGURA 10.8 – BOX-PLOT DOS VALORES DE COR VERDADEIRA REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010	16
FIGURA 10.9 – BOX-PLOT DOS VALORES DE PH REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010	17
FIGURA 10.10 – BOX-PLOT DOS VALORES DE TURBIDEZ REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010.....	18
FIGURA 10.11 – BOX-PLOT DOS VALORES DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO TOTAIS REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010	19
FIGURA 10.12 – BOX-PLOT DOS VALORES DE MANGANÊS TOTAL REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010	20
FIGURA 10.13 – BOX-PLOT DOS VALORES DE FERRO DISSOLVIDO REGISTRADOS NAS ESTAÇÕES LOCALIZADAS NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS PERÍODOS DE 1997 A 2010.....	21
FIGURA 10.14 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DO IQA NO RIO PARDO	23
FIGURA 10.15 – FREQUÊNCIA DE IQA (POR ESTAÇÃO) NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS ANOS DE 1997 E 2010.....	24
FIGURA 10.16 – FREQUÊNCIA DE IQA (POR ESTAÇÃO) NO TRECHO DO RIO PARDO NO PERÍODO CHUVOSO E SECO ENTRE OS ANOS DE 1997 E 2010	26
FIGURA 10.17 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DO IET NO TRECHO DO RIO PARDO	27

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página ii
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FIGURA 10.18 – FREQUÊNCIA DE IET (POR ESTAÇÃO) NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS ANOS DE 1997 E 2010	28
FIGURA 10.19 – FREQUÊNCIA DE IET (POR ESTAÇÃO) NO TRECHO DO RIO PARDO NO PERÍODO CHUVOSO E SECO ENTRE OS ANOS DE 1997 E 2010	29
FIGURA 10.20 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DE CT NO TRECHO DO RIO PARDO	31
FIGURA 10.21 – FREQUÊNCIA DE CT (POR ESTAÇÃO) NO TRECHO DO RIO PARDO ENTRE OS ANOS DE 1997 E 2010	32
FIGURA 10.22 – PORCENTAGEM DE DESCONFORMIDADE DOS PARÂMETROS MONITORADOS NO RIO PARDO NOS PERÍODOS DE CHUVA E SECA ENTRE 1997 A 2010: PD001 E PD002.....	33
FIGURA 10.23 – PORCENTAGEM DE DESCONFORMIDADE DOS PARÂMETROS MONITORADOS NO RIO PARDO NOS PERÍODOS DE CHUVA E SECA ENTRE 1997 A 2010: PD003, PD004 E PD005.....	34
FIGURA 10.24 – MAPA DE QUALIDADE ANUAL 2010 - IGAM.....	35
FIGURA 10.25 - MAPA COM A PROPOSTA PRELIMINAR DE ENQUADRAMENTO DOS TRECHOS PROPOSTOS NA BACIA DO RIO PARDO	40

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	iii

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 10.1 – ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM MONITORADAS PELO IGAM NA BACIA DO RIO PARDO	6
QUADRO 10.2 – RELAÇÃO DOS PARÂMETROS ANALISADOS NAS CAMPANHAS COMPLETAS.....	8
QUADRO 10.3 – RELAÇÃO DOS PARÂMETROS COMUNS A TODAS AS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGENS ANALISADOS NAS CAMPANHAS INTERMEDIÁRIAS	9
QUADRO 10.4 – TRECHOS PROPOSTOS PARA ENQUADRAMENTO NA BACIA DO RIO PARDO	37

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página iv
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

10 DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE ÁGUA E PROPOSTA PRELIMINAR DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS EM CLASSES DE QUALIDADE, DE ACORDO COM OS USOS DE ÁGUA PREPONDERANTES

Neste capítulo é apresentada uma proposta preliminar de enquadramento dos corpos de água superficiais da bacia PA1 buscando iniciar uma discussão junto ao seu comitê. Para tanto, foram analisadas as fontes de poluição, considerados os resultados do monitoramento de qualidade de água, e realizadas breves considerações com respeito aos problemas de qualidade de água da bacia. Finalmente, são propostos os trechos de rios a serem enquadrados e, antecipando-se à próxima fase, propostas as classes de enquadramento destes trechos, em caráter preliminar.

10.1 Descrição das fontes de poluição

A principal fonte de informação sobre os problemas de poluição da bacia do rio Pardo são os relatórios de monitoramento do IGAM, 2009. As principais fontes de poluição detectadas na bacia PA1 decorrem dos esgotos domésticos sem tratamento, provenientes dos aglomerados urbanos, e dos efluentes da mineração, da indústria, da agropecuária e da silvicultura.

A rede de aglomerações urbanas na bacia é relativamente esparsa, com pequenas cidades que mesmo não tratando seus esgotos domésticos, as vazões dos rios que os recebem e as condições de reaeração propícias, devido às declividades dos seus leitos, permitem reduzir o impacto deste tipo de poluição às imediações dos lançamentos. Isto, obviamente, não deve ser considerado um atenuante, pois é exatamente nestas imediações onde ocorre a maior parte das atividades humanas que são impedidas ou prejudicadas face à poluição localizada. Porém, o que pode ser constatado é que este tipo de poluição não se propaga por toda a bacia, de forma cumulativa. Ao contrário, ela surge nos corpos de água que passam nas imediações dos núcleos urbanos e são depuradas gradualmente, retornando as águas a condições de melhor qualidade, até que passem outra vez próximas a outro núcleo urbano.

A poluição proveniente da mineração pode ser mais significativa tanto em função de ser espalhada pela bacia, quanto pela considerável quantidade de material revolido na atividade de extração de areia, quartzo e outros minerais e pedras preciosas. Em termos futuros poderá ser agravada com a exploração de minério de ferro, caso não sejam demandadas salvaguardas efetivas.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 5
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Em relação às atividades industriais, destacam-se as dos setores de transformação e construção: fabricação de produtos alimentícios (hortaliças e legumes, laticínios, óleo, açúcar, café, produtos de panificação), bebidas alcoólicas (água ardente), bebidas não alcoólicas (sucos de fruta), químicos (higiene, limpeza, veterinários), medicamentos, móveis e artefatos de concreto e cimento; obras de engenharia e construção civil, urbanização, rodovias e para geração e distribuição de energia elétrica. Há, ainda, presença do setor de extração de minerais não metálicos, minério de metais preciosos e pedras, além da metalurgia e da produção de relaminados de aço e esquadrias de metal. Como estas atividades, via de regra, são exercidas junto às aglomerações urbanas, seus efluentes fazem parte dos efluentes urbanos, misturados aos domésticos. Desta forma, podem ser considerados como uma única fonte, com poluição de natureza notadamente orgânica.

A poluição agropecuária e da silvicultura é esparsa. Decorre especialmente dos fertilizantes (adubos) e dos defensivos agrícolas (agrotóxicos). Como a atividade pecuária na bacia é extensiva, não havendo confinamentos notáveis, o seu poder poluente é reduzido, uma vez que a capacidade de assimilação do meio natural a atenua.

10.2 Monitoramento da qualidade das águas da Bacia rio Pardo

O monitoramento das águas do Estado de Minas Gerais é realizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, por meio do Projeto "Águas de Minas". Em execução há quatorze anos, este monitoramento vem permitindo identificar alterações na qualidade das águas, refletidas em tendências observadas. A bacia do rio Pardo atualmente é contemplada com 5 (cinco) estações de monitoramento operadas pelo IGAM, identificadas de acordo com a descrição do **Quadro 10.1** e localizadas na **Figura 10.1**. Observa-se que três delas acham-se na calha principal do rio Pardo e na terceira campanha do ano de 2009, foram implantadas 2 (duas) novas estações em corpos de água afluentes, sendo que o monitoramento nestas estações foi iniciado a partir de então.

Quadro 10.1 – Estações de amostragem monitoradas pelo IGAM na bacia do Rio Pardo

UPGRH	Estação	Descrição	Coordenadas	
			Latitude	Longitude
PA1	PD001	rio Pardo a montante da cidade de Montezuma	15°11'36,2"	42°32'12"
	*PD002	rio do Cedro a jusante da cidade de Santo Antônio do Retiro	15°21'20,1"	42°37'31,1"

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 6
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

UPGRH	Estação	Descrição	Coordenadas	
			Latitude	Longitude
	PD003	rio Pardo a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas	15°42'10,5"	42°10'19,7"
	*PD004	rio Mosquito na cidade de Águas Vermelhas	15°44'37,1"	41°27'31,0"
	PD005	rio Pardo na cidade de Cândido Sales/BA	15°30'41"	41°14'7"

Nota: (*) Estação inserida na terceira campanha de 2009

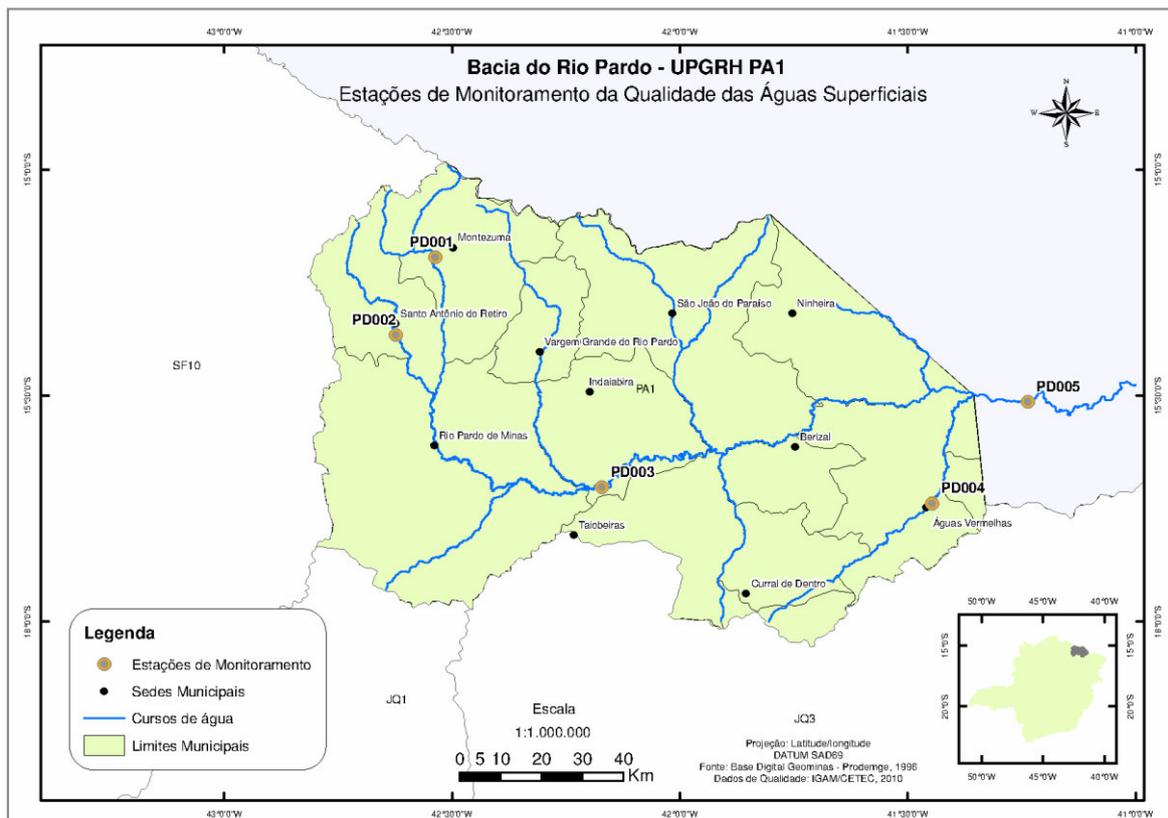


Figura 10.1 – Localização das estações de monitoramento operadas pelo IGAM

Para avaliação da qualidade das águas o IGAM utiliza os limites referenciais estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta do COPAM e CERH Nº 01 em 05 de maio de 2008, que é a legislação estadual mais recente. Conforme o Artigo 37º desta legislação aqueles corpos de água que ainda não possuírem enquadramento, serão considerados Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

O IGAM realiza amostragens e análises a cada trimestre, com um total anual de 4 campanhas de amostragem por estação. As amostras coletadas são do tipo simples, de superfície, tomadas preferencialmente na calha principal do corpo de água, tendo em vista

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	7

que a grande maioria dos pontos de coleta localiza-se sobre pontes. São realizados dois tipos de campanhas de amostragem: completas e intermediárias. As campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março e em julho/agosto/setembro, caracterizam respectivamente os períodos de chuva e estiagem, enquanto que as intermediárias, realizadas nos meses abril/maio/junho e outubro/novembro/dezembro, caracterizam os demais períodos climáticos do ano.

Nas campanhas completas é realizada uma extensa série de análises, englobando, em média, 50 parâmetros, comuns ao conjunto de pontos de amostragem, conforme pode ser observado no **Quadro 10.2**.

Quadro 10.2 – Relação dos parâmetros analisados nas campanhas completas

Parâmetros comuns a todos os pontos nas campanhas completas	
Alcalinidade Bicarbonato	Fósforo Total
Alcalinidade Total	Magnésio
Alumínio Dissolvido	Manganês Total
Arsênio Total	Mercúrio Total
Bário Total	Níquel Total
Boro Total	Nitrato
Cádmio Total	Nitrito
Cálcio	Nitrogênio Amoniacal Total
Chumbo Total	Nitrogênio Orgânico
Cianeto Livre	Óleos e Graxas
Cloreto Total	Oxigênio Dissolvido - OD
Clorofila- <i>a</i>	pH "in loco"
Cobre Dissolvido	Potássio
Coliformes Termotolerantes	Selênio Total
Coliformes Totais	Sódio
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos Dissolvidos
Cor Verdadeira	Sólidos em Suspensão Totais
Cromo Total	Sólidos Totais
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Substâncias Tensoativas
Demanda Química de Oxigênio – DQO	Sulfatos
Dureza (Cálcio)	Sulfetos
Dureza (Magnésio)	Temperatura da Água
Estreptococos Fecais	Temperatura do Ar
Fenóis Totais	Turbidez
Feofitina	Zinco
Ferro Dissolvido	

Nas campanhas intermediárias são analisados 18 parâmetros genéricos em todos os locais listados no **Quadro 10.3**. Para cada região também são incluídos parâmetros característicos das fontes poluidoras locais que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta (IGAM, 2009).

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	8

Quadro 10.3 – Relação dos parâmetros comuns a todas as estações de amostragens analisados nas campanhas intermediárias

Parâmetros comuns a todos os pontos nas campanhas intermediárias	
Cloreto Total	Nitrato
Clorofila -a	Nitrogênio Amoniacal Total
Coliformes Termotolerantes	Oxigênio Dissolvido
Coliformes Totais	pH "in loco"
Condutividade Elétrica "in loco"	Sólidos em Suspensão Totais
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Sólidos Totais
Demanda Química de Oxigênio	Temperatura da Água
Feofitina	Temperatura do Ar
Fósforo Total	Turbidez

O significado de cada parâmetro analisado é especificado no Anexo deste relatório.

Os resultados das análises destes parâmetros físico-químico-biológicos são sintetizados por indicadores ambientais, o IQA – Índice de Qualidade de Água, o IET – Índice de Estado Trófico e a CT – Contaminação por Tóxicos, que são também descritos no Anexo.

10.3 Resultados - Análise dos parâmetros de qualidade das águas nos pontos da rede básica operados pelo IGAM

Para análise dos resultados, considerou-se a série obtida no período de 1997 a 2010, para as 5 (cinco) estações de amostragem, avaliando-se os parâmetros monitorados com relação ao percentual de amostras cujos valores ultrapassaram os limites legais da DN Conjunta COPAM e CERH Nº 01/08. A **Figura 10.2** apresenta estes percentuais para cada parâmetro na UPGRH PA1, de forma geral. Pode-se observar que os parâmetros que apresentaram os maiores percentuais em desconformidades com os limites estabelecidos pela legislação estão associados principalmente à contaminação por matéria orgânica e também ao mau uso do solo relacionado, sobretudo, às atividades agrícolas e minerárias desenvolvidas na região da bacia do rio Pardo.

Os principais parâmetros violadores na UPGRH PA1 foram coliformes termotolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, oxigênio dissolvido, alumínio dissolvido e óleos e graxas. Ressalta-se que alguns parâmetros apresentaram violação apenas em um dos períodos, não sendo representado, portanto, na figura.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	9

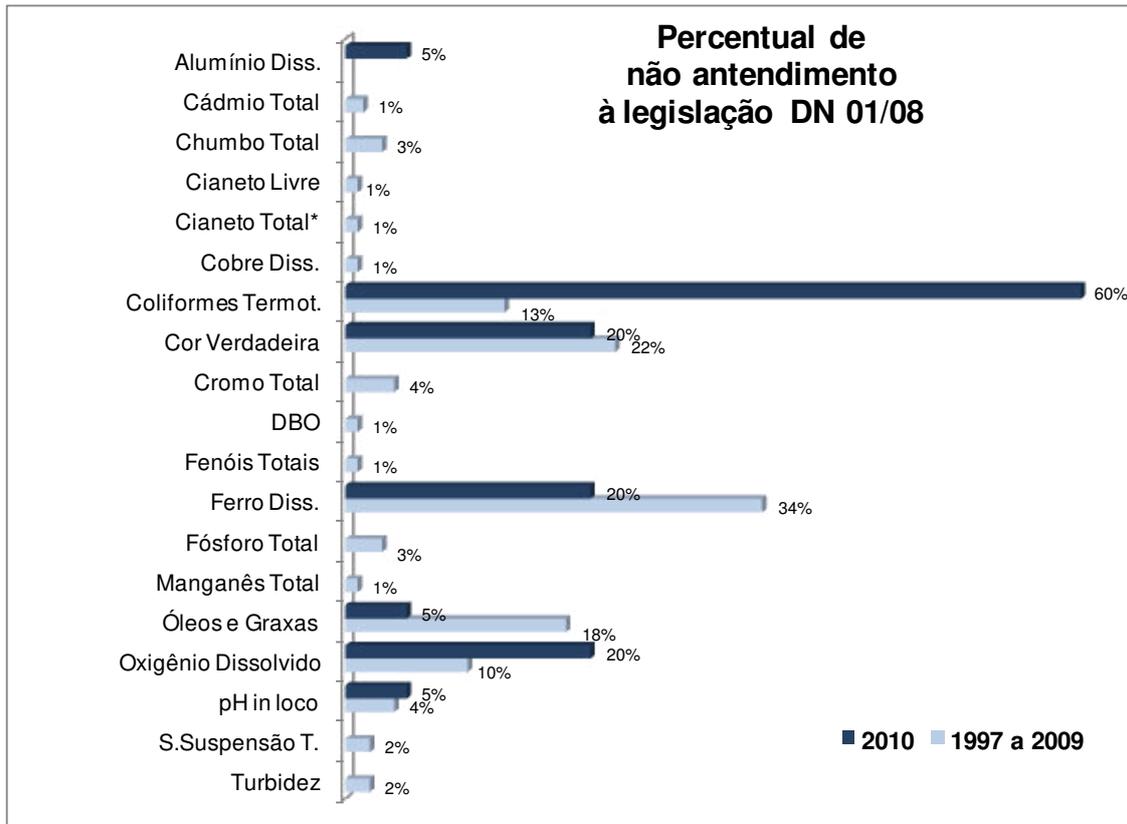


Figura 10.2 – Desconformidades com os limites legais dos parâmetros de qualidade na bacia do rio Pardo no período de 1997 a 2009, e no ano de 2010

É durante o período chuvoso que ocorre o aporte de poluentes de origem difusa, em virtude do carreamento superficial de material do solo para dentro do corpo de água. Em virtude deste processo, observa-se a piora da qualidade das águas dos trechos monitorados no rio Pardo. Neste período, os principais parâmetros em desconformidade ao limite DN Conjunta COPAM e CERH Nº 01/08 foram cor verdadeira e coliformes termotolerantes. No período seco, por outro lado, observou-se o predomínio de violações dos parâmetros ferro dissolvido e óleos e graxas. A **Figura 10.3** apresenta os percentuais de resultados em desconformidade para cada parâmetro nas estações monitoradas da UPGRH PA1 no período entre 1997 e 2010, nos diferentes regimes hídricos, período chuvoso e período seco. Ressalta-se que até a terceira campanha de 2009, o cianeto total era analisado no monitoramento do IGAM. Para analisar este parâmetro ao longo da série histórica, utilizou-se o limite de cianeto livre preconizado na DN 01/08, 0,005 mg/L.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	10

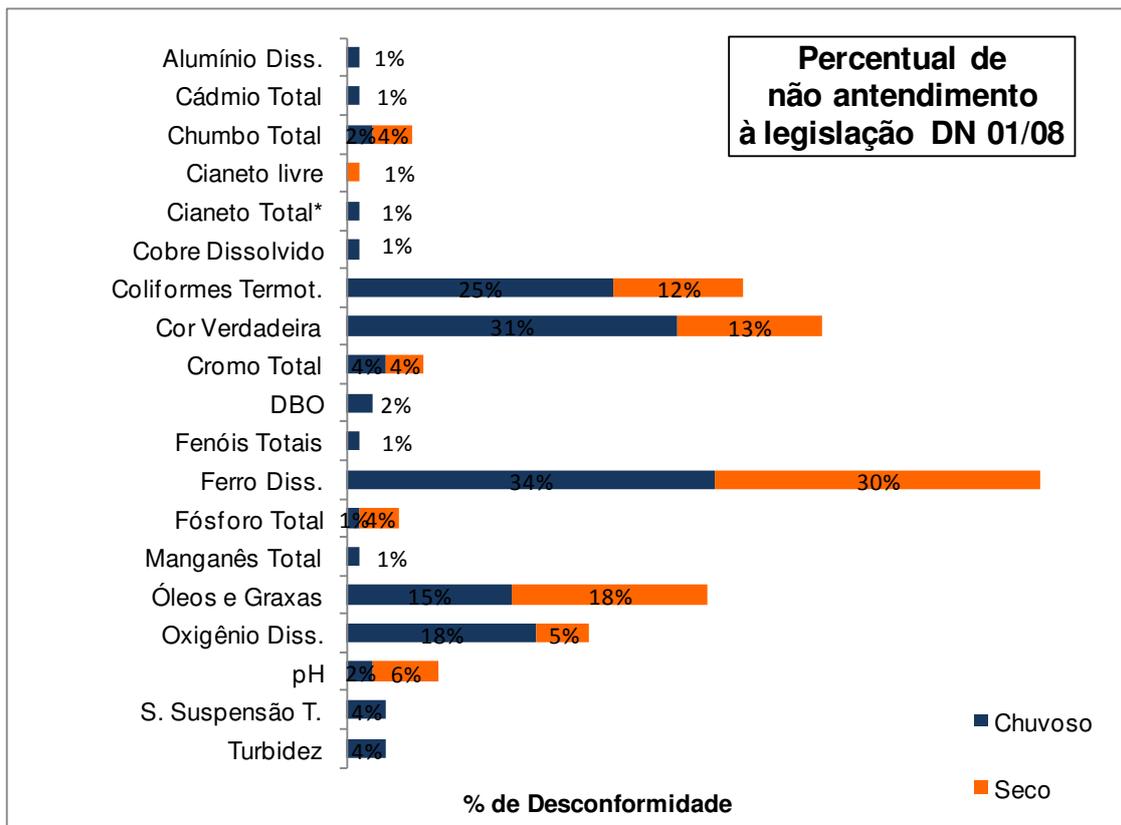


Figura 10.3 – Desconformidades com os limites legais dos parâmetros de qualidade na bacia do rio Pardo

Com o intuito de verificar a ocorrência destes parâmetros nas diferentes estações monitoradas nos afluentes mineiros do rio Pardo, a **Figura 10.4** mostra o número de amostragens em desconformidade de cada estação. De acordo com os resultados, destacam-se as ocorrências do metal ferro, cor e de coliformes termotolerantes no ponto monitorado no rio Pardo a montante da cidade de Cândido Sales na Bahia (P005) e as desconformidades de oxigênio dissolvido no rio Pardo a montante da cidade de Montezuma (PD001).

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 11
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

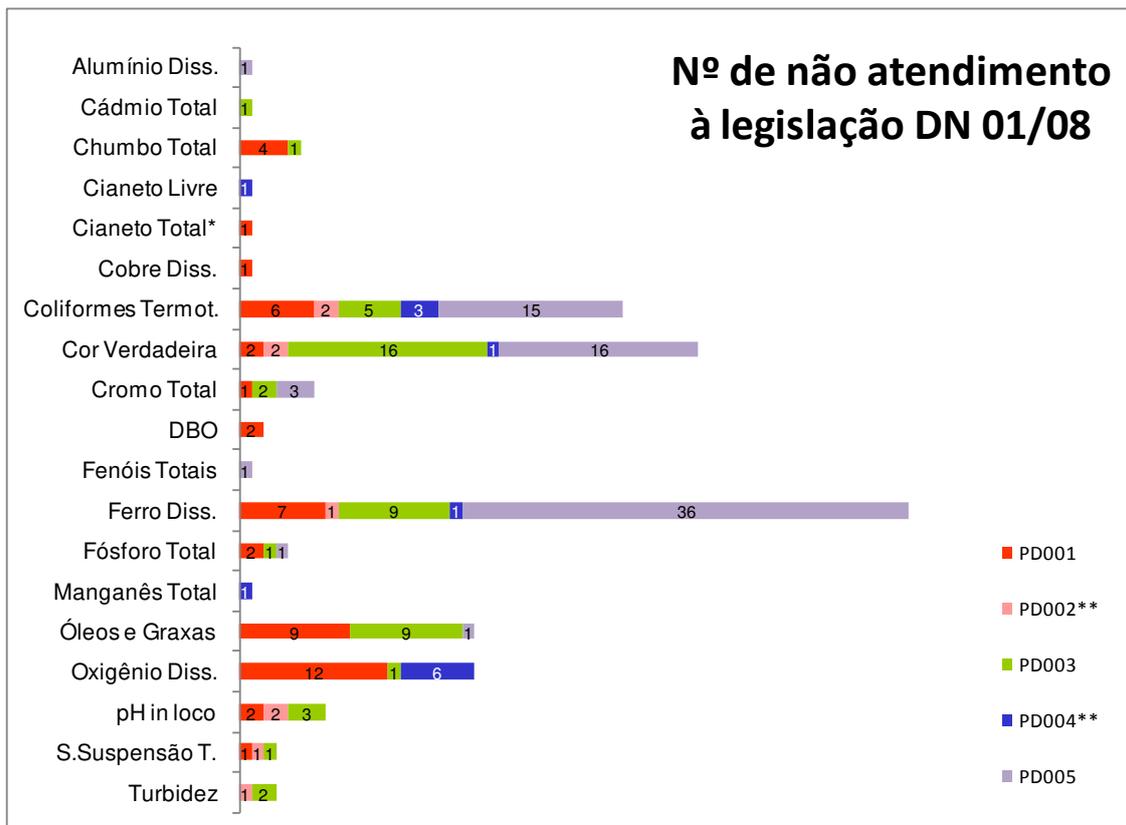


Figura 10.4 – Número de violações dos parâmetros de qualidade nas estações de monitoramento da bacia do rio Pardo de 1997 a 2010

Tendo por referência os parâmetros de qualidade de água que apresentaram maior número de violações, serão analisados seus comportamentos ao longo do espaço compreendido pelas 5 estações de monitoramento.

Coliformes termotolerantes: a **Figura 10.5** apresenta os resultados. No período monitorado, verificou-se através dos gráficos *box-plots* um comportamento distinto entre os trechos monitorados. Nas estações monitoradas a partir do terceiro trimestre de 2009, rio do Cedro a jusante da cidade de Santo Antônio do Retiro (PD002) e rio Mosquito na cidade de Águas Vermelhas (PD004), assim como no trecho do rio Pardo na cidade de Cândido Sales/BA (PD005), pelo menos 50% das amostragens foram superiores ao limite preconizado pelo COPAM/CERH na Deliberação Normativa Conjunta Nº 01/08. A ocorrência deste parâmetro nestes trechos da bacia pode estar associada aos poluentes de origem difusa provenientes das atividades pecuaristas, bem como aos lançamentos de esgotos sanitários originados de pequenas localidades rurais.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 12
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Por outro lado, os melhores resultados observados nesta UPGRH ocorreram no rio Pardo nos trechos a montante da cidade de Montezuma (PD001) e a jusante da cidade de rio Pardo de Minas (PD003). Nestas estações, apesar da contagem máxima observada ter ultrapassado o limite legal (1.000 NMP/100 mL), observou-se que mais de 75% do total das amostragens não apresentaram violação quando comparadas ao limite preconizado pelo COPAM/CERH. Este cenário observado no alto trecho do rio Pardo reflete a preservação do corpo de água em seu alto curso, em relação ao aporte de matéria orgânica.

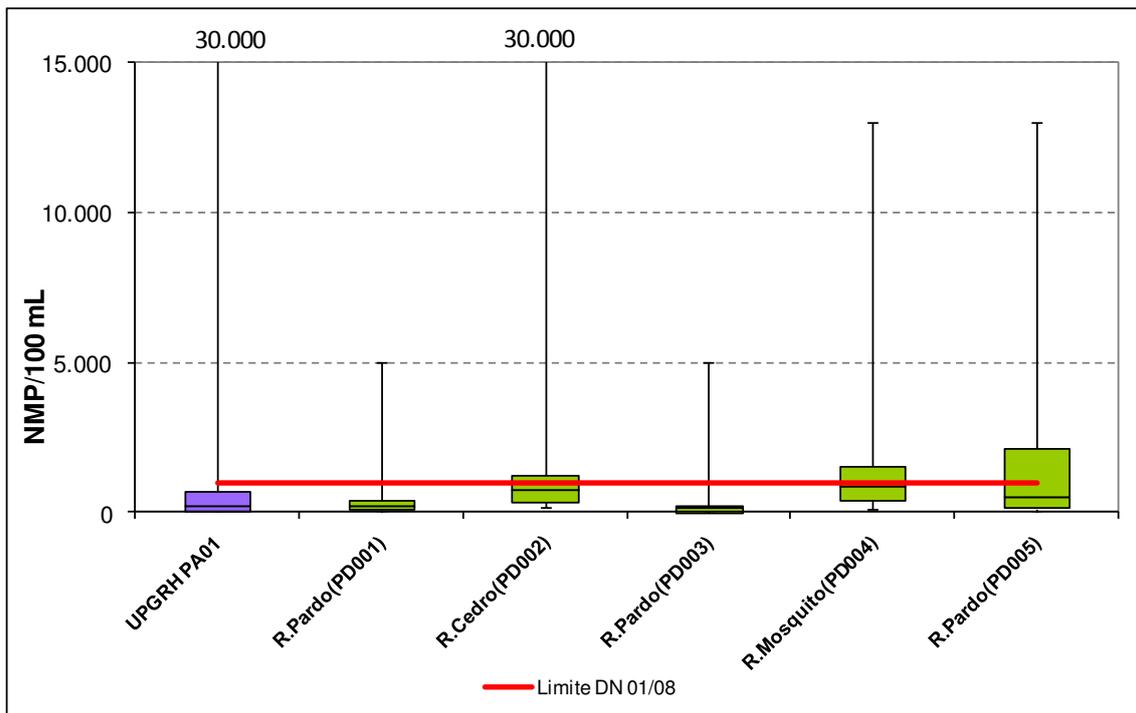


Figura 10.5 – Box-Plot dos valores de coliformes termotolerantes registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

Fósforo total: os teores de fósforo total observados nas estações monitoradas apresentaram comportamento distinto, como mostra a **Figura 10.6**. Pelo menos 50% dos dados não ultrapassaram o limite preconizado na legislação para corpos de água de Classe 2, (0,1 mg/L). No entanto, foram registrados valores superiores nos trechos do rio Pardo a montante da cidade de Montezuma (PD001), a jusante da cidade de rio Pardo de Minas (PD003), e na cidade de Cândido Sales/BA (PD005). A presença de fósforo nas águas está relacionada tanto às contribuições de origem orgânica pelo aporte de material vegetal, quanto pelo aporte de matéria orgânica proveniente, sobretudo, dos esgotos domésticos.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 13
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

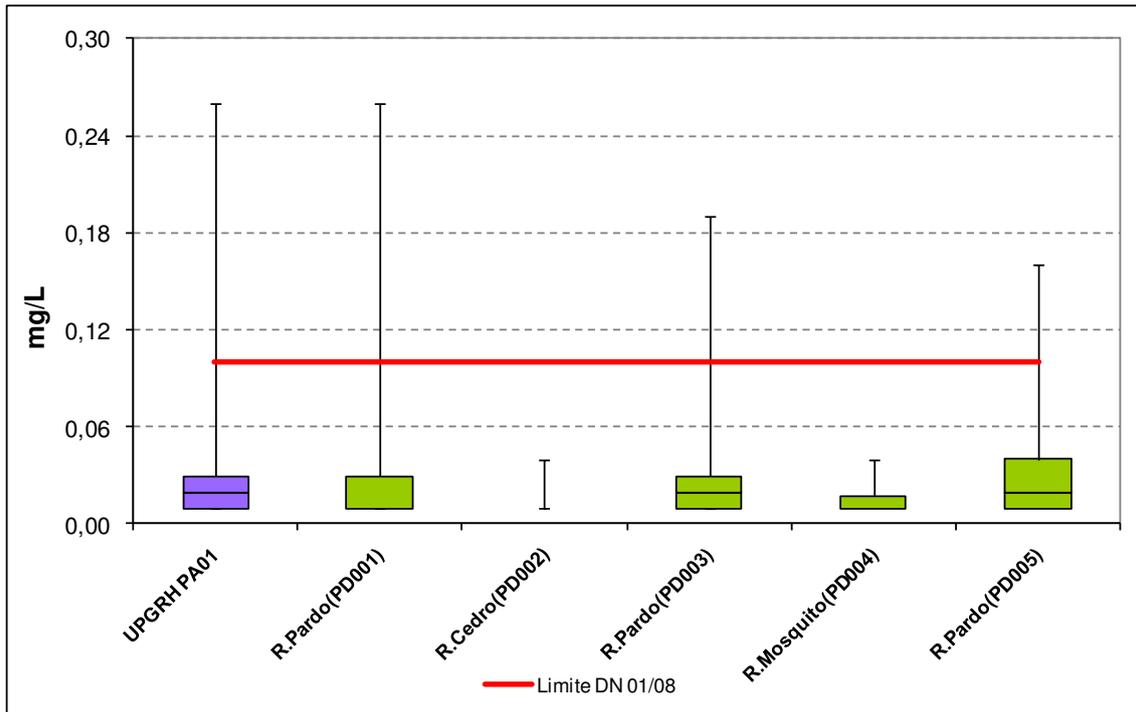


Figura 10.6 – Box-Plot dos valores de fósforo total registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

Oxigênio dissolvido: o COPAM juntamente com CERH, através da Deliberação Normativa Nº 01/08, estabelece que os valores de oxigênio dissolvido sejam superiores ao limite de 5,0 mg/L. O nível de oxigenação dos trechos monitorados mostrou-se favorável à preservação da vida aquática, como mostra a **Figura 10.7**. Ressalta-se, porém, valores inferiores ao limite mínimo nos trechos dos rios Pardo a montante da cidade de Montezuma (PD001) e a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003), além do trecho do rio Mosquito na cidade de Águas Vermelhas (PD004). Nesta última estação, as seis amostragens realizadas estiveram abaixo do limite permitido com destaque para a ocorrência de menor valor observado (1,7 mg/L). Neste trecho, a oxidação da matéria orgânica, proveniente do lançamento de esgoto doméstico da cidade de Águas Vermelhas e das atividades agropecuárias do município, contribui para a diminuição dos níveis de oxigênio nas águas do rio Mosquito.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 14
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

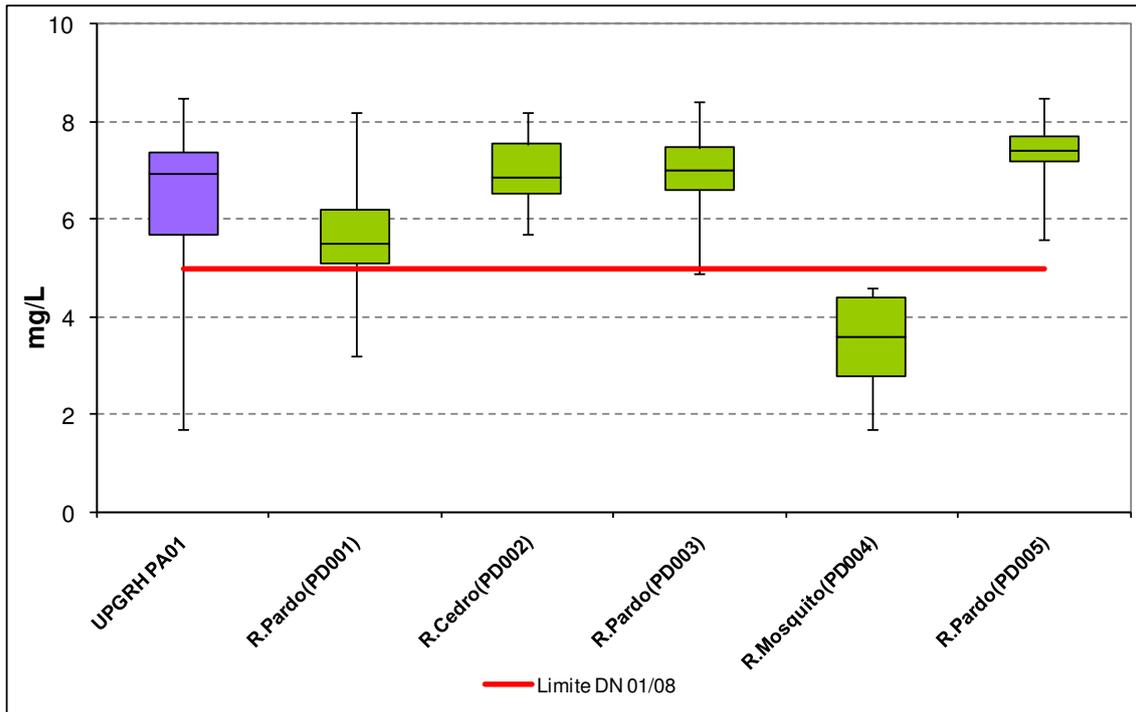


Figura 10.7 – Box-Plot dos valores de oxigênio dissolvido registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

Cor verdadeira: os resultados nos trechos monitorados podem ser observados na **Figura 10.8**. O comportamento deste parâmetro foi distinto nos diferentes trechos monitorados da bacia do rio Pardo. Em todas as estações, no entanto, o valor máximo ultrapassou o limite preconizado pelo COPAM/CERH na DN 01/08, igual a 75 mg Pt/L. Os piores resultados foram observados no trecho do rio do Cedro a jusante da cidade de Santo Antônio do Retiro (PD002), visto que 50% do total das amostragens estiveram próximas ao limite máximo permitido. Vale ressaltar que nesta estação houve registro de cor com um valor dez vezes maior do que é permitido em lei (776 mg Pt/L). Estes resultados elevados são atribuídos à alteração da cor natural dos corpos de água em consequência do carreamento de material particulado para o leito do rio no período chuvoso. As alterações de cor são ocasionadas pelos processos erosivos das margens, aporte de esgoto doméstico proveniente da cidade de Santo Antônio do Retiro e pelo uso e manejo inadequado do solo.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 15
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

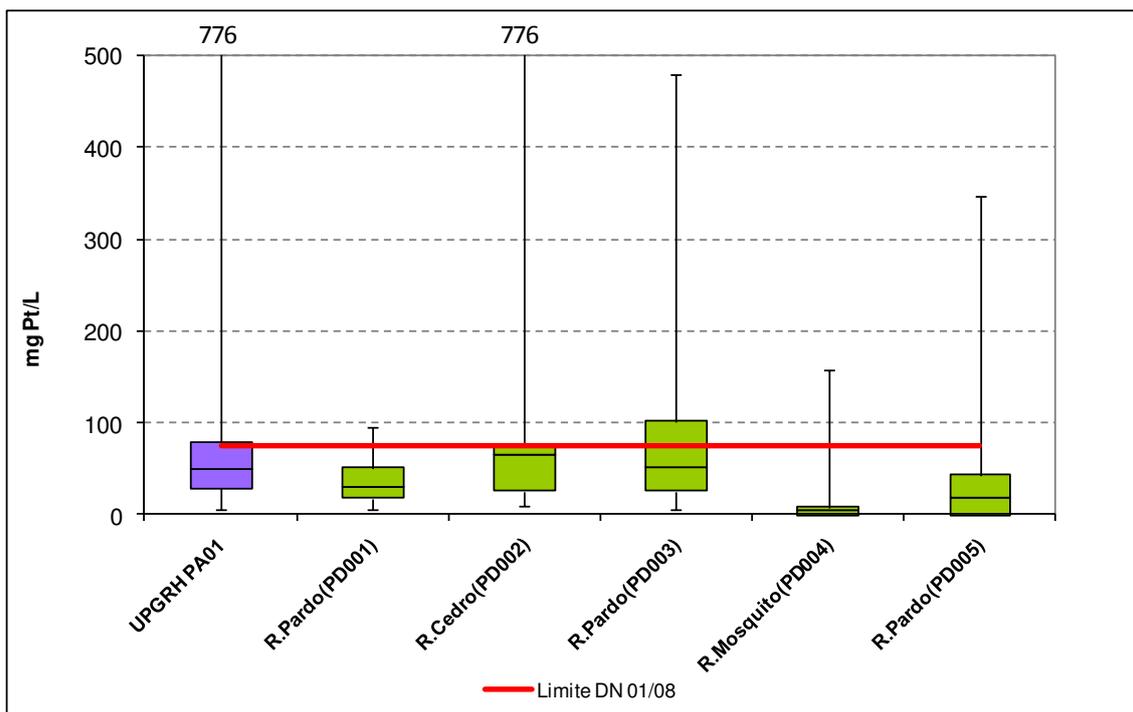


Figura 10.8 – Box-Plot dos valores de cor verdadeira registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

pH: os valores registrados podem ser observados na **Figura 10.9**. Foram observados comportamentos semelhantes entre os trechos monitorados. Com exceção dos trechos do rio Pardo a montante de Montezuma (PD001) e rio do Cedro a jusante da cidade de Santo Antônio do Retiro (PD002), não houve registro de violação de pH na bacia do rio Pardo.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 16
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

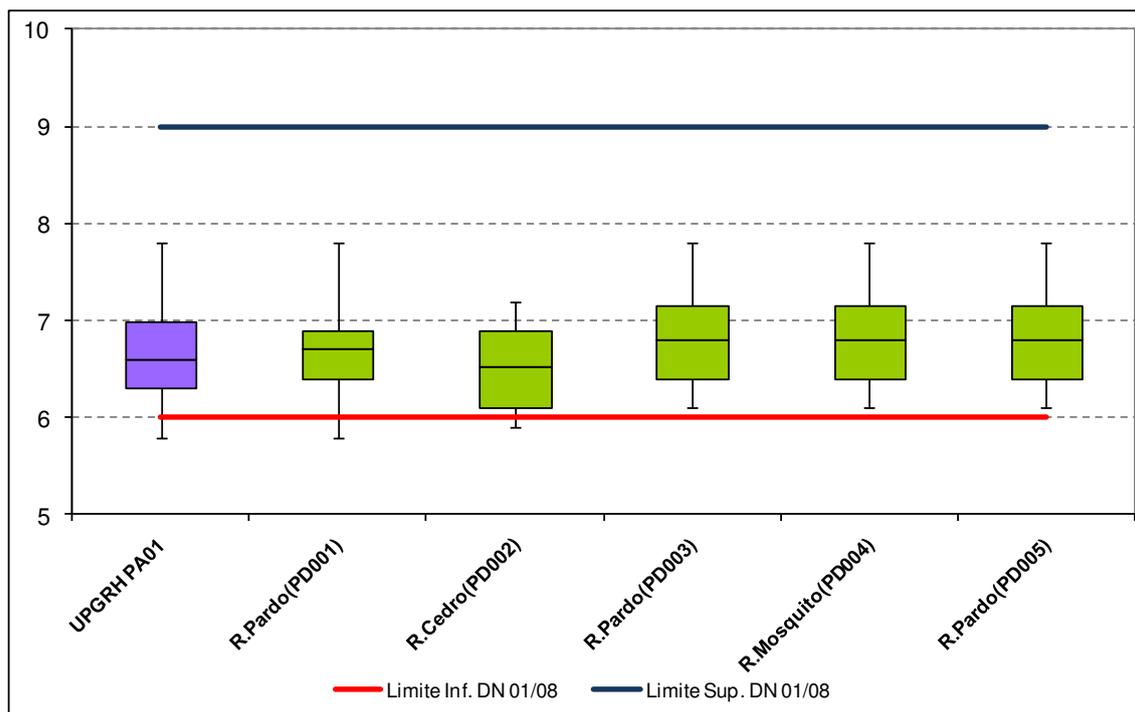


Figura 10.9 – Box-Plot dos valores de pH registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

Turbidez: os dados podem ser observados na **Figura 10.10**. Apenas o trecho do rio do Cedro a jusante da cidade de Santo Antônio do Retiro (PD002) apresentou resultados superiores ao limite máximo preconizado na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH Nº 01/08 (100 UNT), com valor máximo observado igual a 419 UNT. Ressalta-se que como este resultado ocorreu no período chuvoso, a ação das chuvas pode ter contribuído para o carreamento de material particulado do solo desprotegido. As atividades minerárias, somadas aos processos erosivos que ocorrem às margens do rio e o aporte de esgoto doméstico da cidade de Santo Antônio do Retiro podem ter corroborado para estes valores desconformes.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 17
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

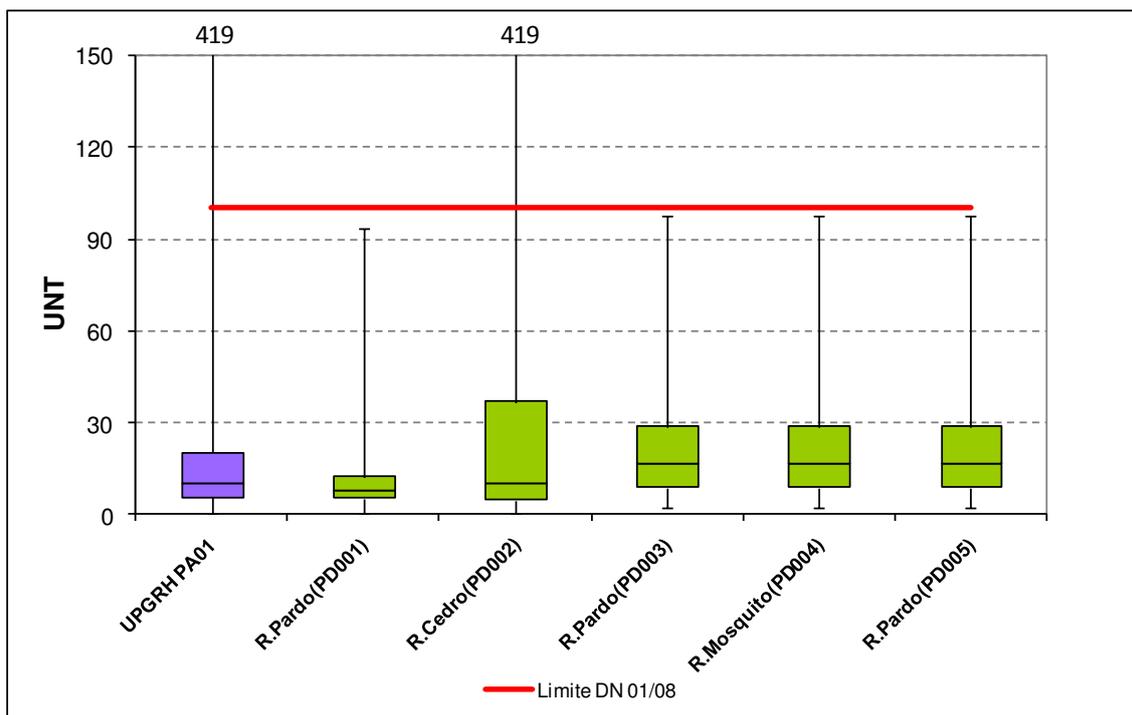


Figura 10.10 – Box-Plot dos valores de turbidez registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

Sólidos em suspensão totais: verificou-se que até 75% dos valores monitorados na UPGRH PA1 estiveram abaixo do limite preconizado pelo COPAM/CERH na Deliberação Normativa Conjunta Nº 01/08 de 100 mg/L, conforme, conforme mostra a **Figura 10.11**. No entanto, foram observados valores superiores ao limite nos trechos do rio Pardo a montante de Montezuma (PD001) e a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003), cujo maior valor observado foi 157 mg/L. O trecho monitorado no rio do Cedro a jusante da cidade de Santo Antônio do Retiro (PD002) também apresentou ocorrências de sólidos em suspensão.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 18
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

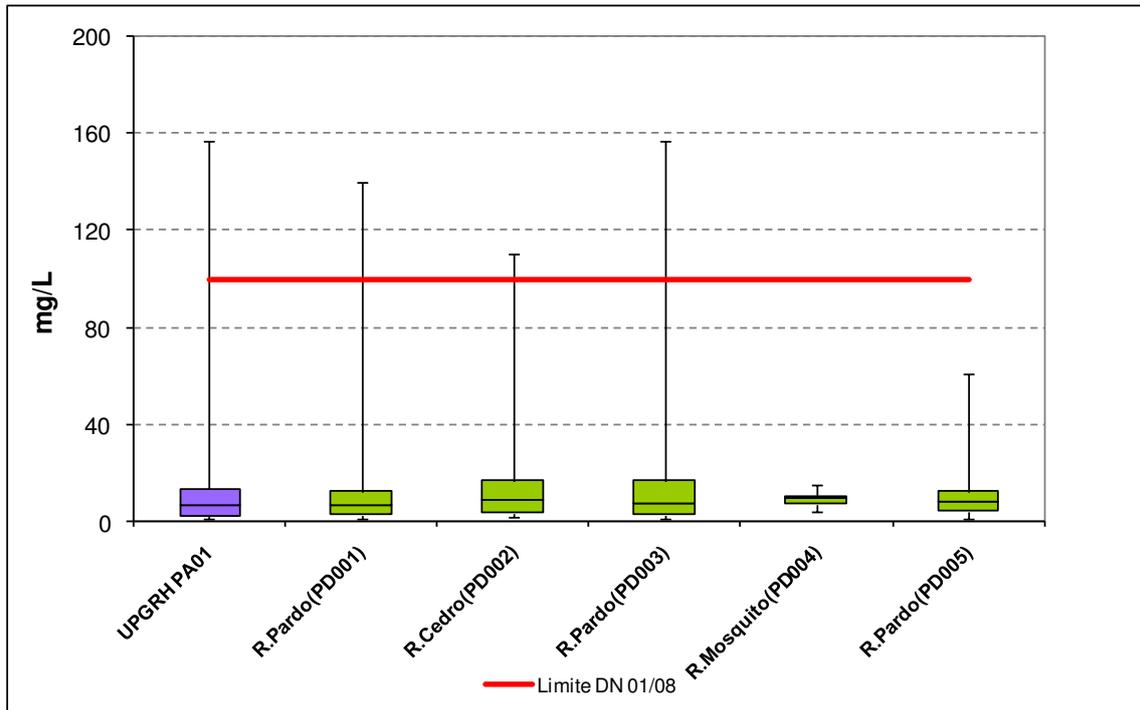


Figura 10.11 – Box-Plot dos valores de sólidos em suspensão totais registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

Manganês total: os resultados ao longo das estações de monitoramento podem ser observados nos *boxes-plots* da **Figura 10.12**. Apesar da variabilidade observada nos resultados deste parâmetro, apenas o trecho monitorado do rio Mosquito na cidade de Águas Vermelhas (PD004) apresentou amostragens em desconformidade ao limite preconizado na DN COPAM e CERH Nº 01/08 de 0,1 mg/L. Nesta estação, o valor máximo de manganês total observado foi igual a 0,12 mg/L, 20% superior ao limite. Como metal constituinte do solo, a expansão urbana da cidade de Águas Vermelhas, além do carreamento de material particulado proveniente do solo desprotegido da bacia, contribui para estes resultados.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 19
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

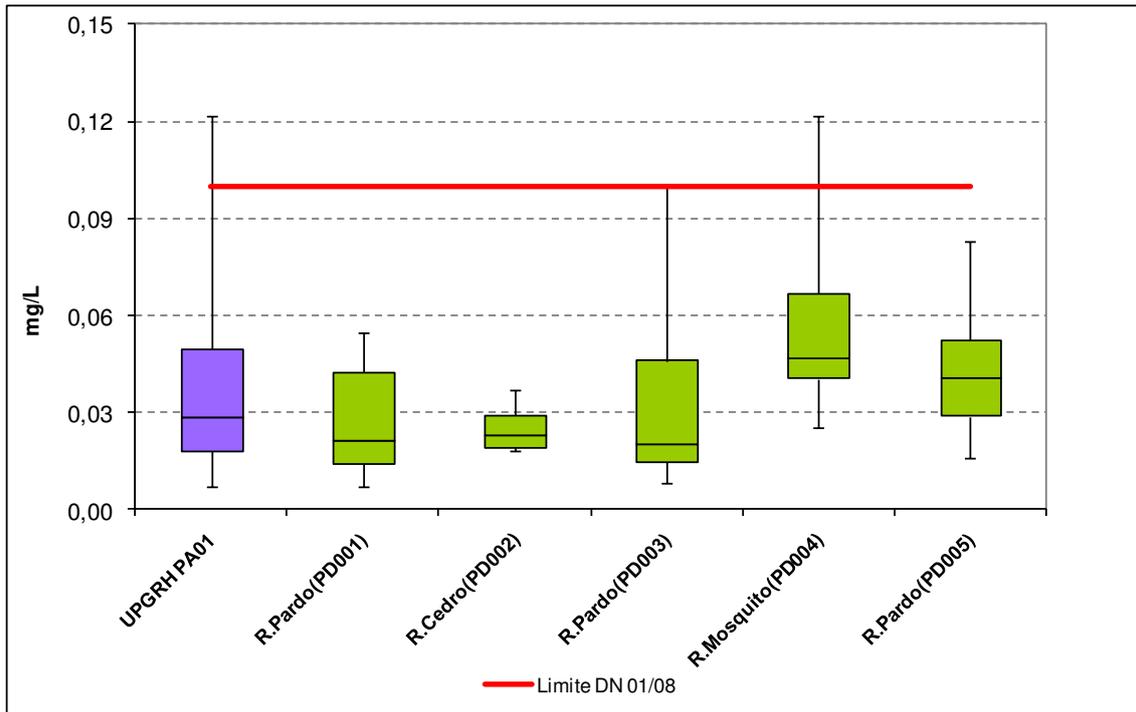


Figura 10.12 – Box-Plot dos valores de manganês total registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

Ferro dissolvido: a **Figura 10.13** apresenta os resultados, cujo limite estabelecido na DN Conjunta COPAM/CERH Nº 01/08 é 0,3 mg/L. O trecho do rio Pardo na cidade de Cândido Sales (PD005) apresentou os piores resultados, visto que 75% dos dados amostrados estiveram acima do limite permitido pela DN Conjunta COPAM/CERH Nº 01/08 (0,3 mg/L). Nesta estação, o valor máximo observado foi igual a 2,03 mg/L. Nas demais estações, no entanto, observou-se que até 75% dos resultados de ferro dissolvido estiveram abaixo do limite. Como metal constituinte do solo, os resultados desconformes observados no trecho do rio Pardo na cidade de Cândido Sales/BA (PD005) podem ser atribuídos ao aporte de material particulado ocasionado pelas chuvas. A expansão urbana da cidade, os processos erosivos, assim como ao uso e manejo inadequado do solo constituem fatores responsáveis por estes resultados.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 20
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

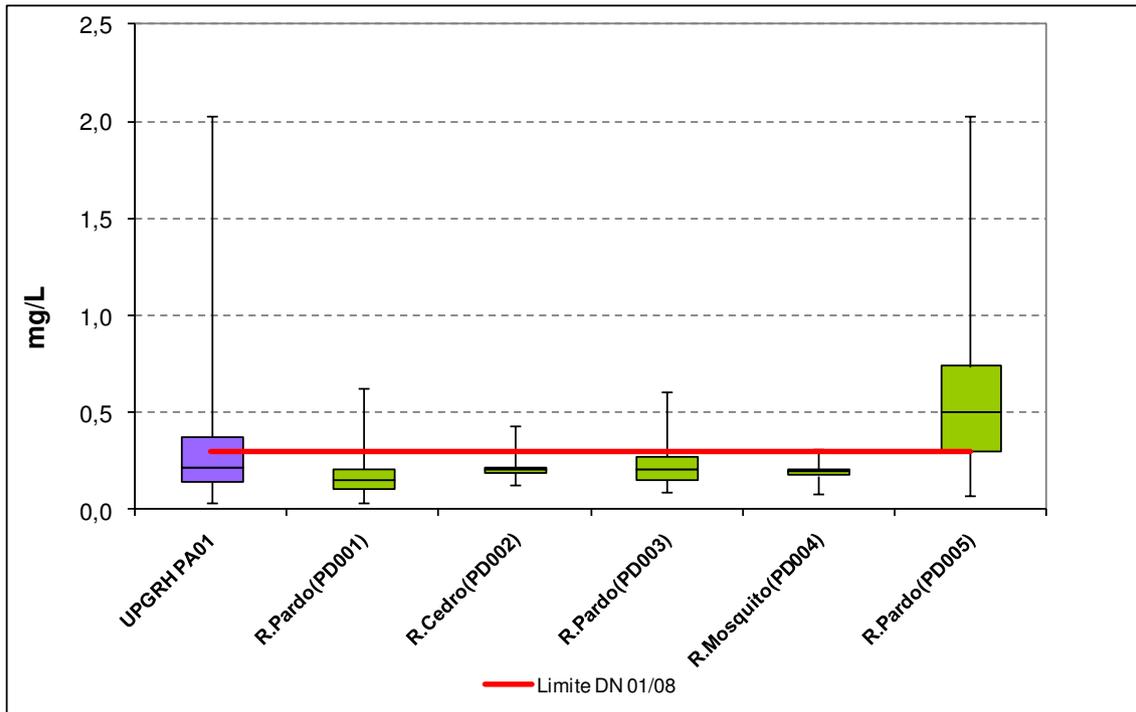


Figura 10.13 – Box-Plot dos valores de ferro dissolvido registrados nas estações localizadas no trecho do rio Pardo entre os períodos de 1997 a 2010

Toxicidez: no período entre 1997 e 2010 foi verificada a ocorrência de metais tóxicos em desconformidade com os padrões legais, no que se refere a: cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais e cianeto (livre e total).

No alto curso do rio Pardo, a montante da cidade de Montezuma (PD001), observou-se os piores resultados, com registros de chumbo total, cobre dissolvido, cianeto total e cromo total, decorrentes do uso de insumos e agroquímicos utilizados nas atividades agrícolas.

Nos demais pontos, foram registradas ocorrências de cádmio e cromo totais no trecho do rio Pardo a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003); cádmio total na estação localizada no rio Mosquito na cidade de Águas Vermelhas (PD004); cromo total e fenóis totais no trecho do rio Pardo na cidade de Cândido Sales/BA (PD005). Esses resultados estão associados ao uso indiscriminado de agroquímicos na agricultura e aos despejos de esgotos do município de Cândido Sales. Vale ressaltar que na estação localizada no rio do Cedro a jusante da cidade de Santo Antônio do Retiro (PD002), não houve registro de metais tóxicos em desconformidade à legislação.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 21
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

10.4 Resultados - Índices de qualidade das águas

10.4.1 Índice de Qualidade das Águas – IQA

A evolução temporal do Índice de Qualidade das Águas para a UPGRH PA1 pode ser observada na **Figura 10.14**. Ao longo da série histórica, houve predomínio de IQA Bom, com registro de IQA Excelente em 2004 com 8% de freqüência. O único registro de ocorrência de IQA Ruim ocorreu em 1998 em 14% das análises. Em 2009 foram implantados dois novos pontos de amostragem nessa bacia, correspondendo a aproximadamente 66% de aumento da rede. Ressaltam-se as campanhas realizadas em 2010, visto que houve predomínio da freqüência de resultados de IQA Médio. Os parâmetros que mais influenciaram os resultados de IQA foram coliformes termotolerantes e turbidez, os quais são provenientes dos esgotos domésticos não tratados e do uso e manejo inadequado do solo nas atividades agropecuárias e minerárias.

A comparação dos resultados de IQA nas diferentes estações monitoradas no rio Pardo pode ser observada na **Figura 10.15**. Apesar da freqüência de 100% de resultados de IQA Médio no rio Mosquito (PD002), o trecho do rio Pardo a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003) apresentou os piores resultados, visto que se observou a ocorrência de 2% de resultados de IQA Ruim. Os melhores níveis de qualidade, no entanto, foram observados nos demais trechos do rio Pardo, que apresentaram ocorrência de 60% de resultados de IQA Bom. Este cenário no trecho do rio Pardo a montante de Montezuma (PD001) reflete de certa maneira a preservação do corpo de água em seu alto curso, uma vez que os poluentes de origem orgânica e fecal nessa região são considerados mais baixos em relação ao restante da bacia. Em contrapartida, o oxigênio dissolvido foi o parâmetro que mais influenciou nos resultados de IQA Médio obtidos no rio Mosquito. Ao longo da série histórica, os coliformes termotolerantes, o percentual de saturação de OD e a turbidez influenciaram na ocorrência de IQA Médio e Ruim nas demais estações. O incremento de poluentes de origem orgânica e fecal oriundos das atividades pecuaristas, da foz de tributários e de lançamentos de esgotos sanitários, pode ser considerado como responsável por estes resultados.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	22

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

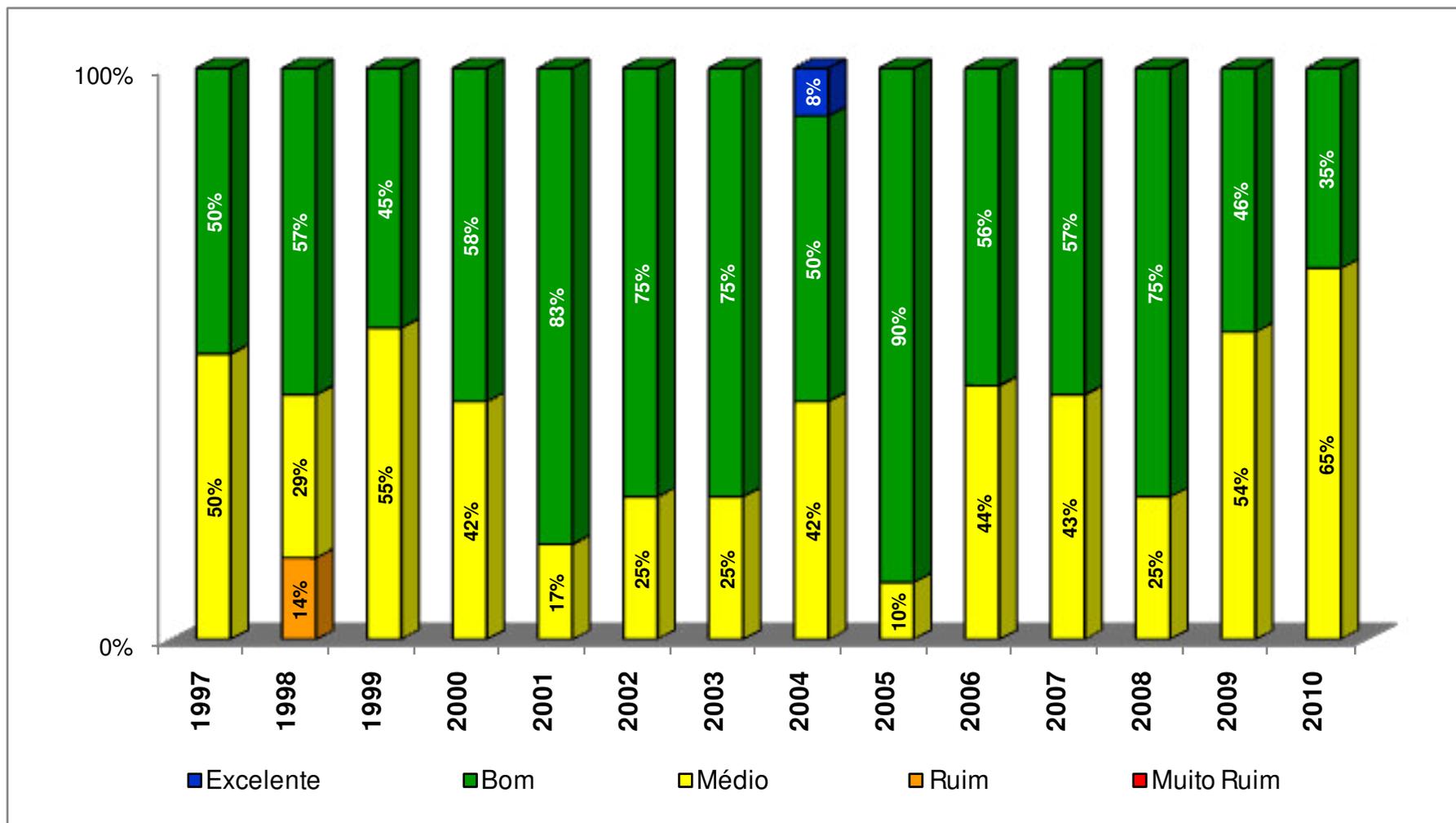


Figura 10.14 – Evolução Temporal do IQA no rio Pardo

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

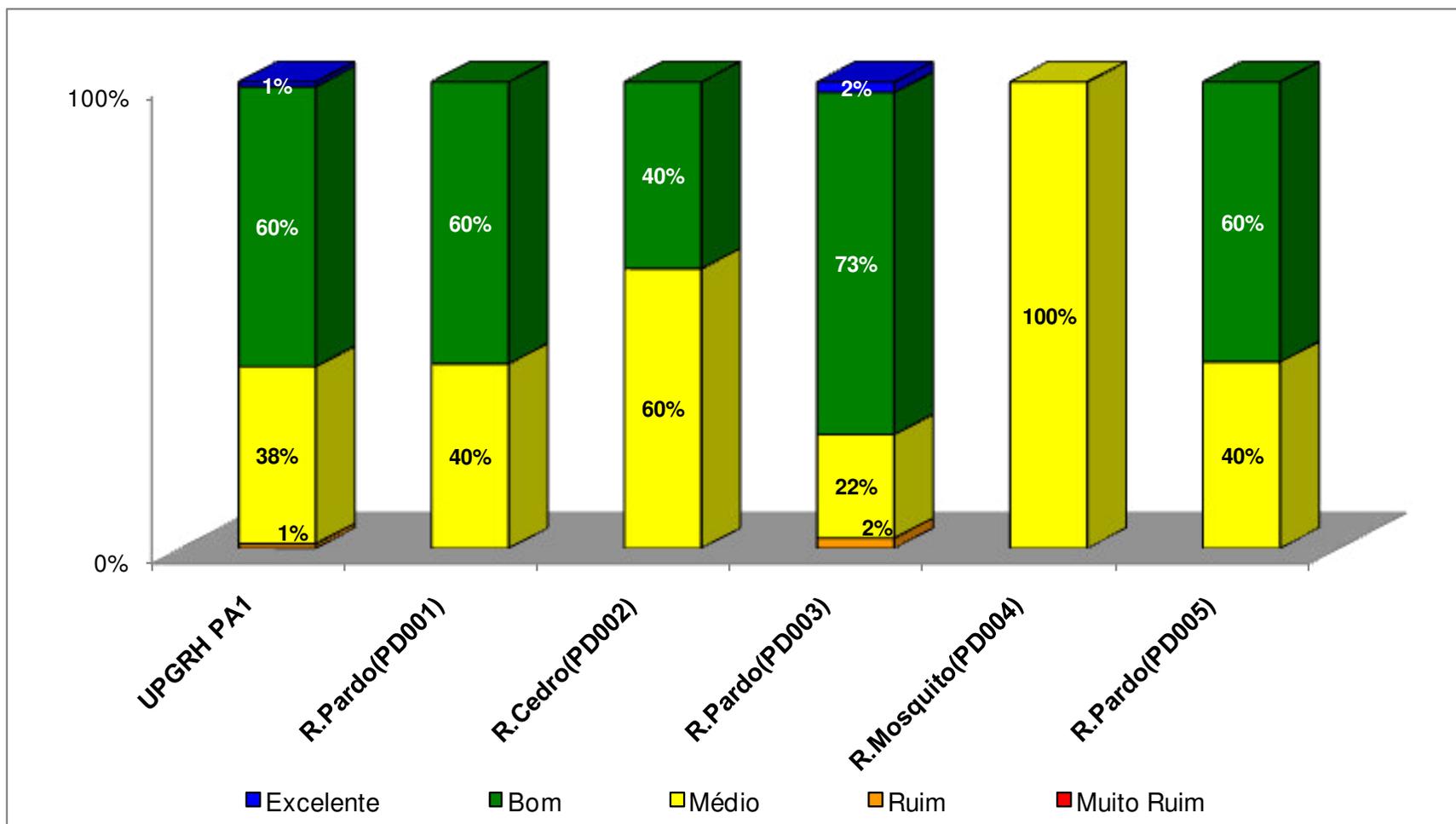


Figura 10.15 – Frequência de IQA (por estação) no trecho do rio Pardo entre os anos de 1997 e 2010

Para verificar a influência da poluição difusa nas estações monitoradas no alto curso dos afluentes mineiros do rio Pardo compararam-se os resultados nos períodos secos e chuvosos, na **Figura 10.16**. Com exceção dos resultados de IQA dos rios do Cedro e Mosquito, nas demais estações monitoradas no rio Pardo, o resultado de IQA no período seco foi superior ao período chuvoso. Este fato confirma a influência da poluição difusa na qualidade das águas da bacia do rio Pardo, sobretudo do aporte de coliformes termotolerantes, com conseqüente alteração da turbidez natural dos corpos de água. Estes parâmetros podem ser provenientes dos esgotos domésticos não tratados e do uso e manejo inadequado do solo nas atividades pecuaristas.

10.4.2 Índice de Estado Trófico – IET

Os resultados de IET entre os anos de 2007 a 2010 podem ser observados na **Figura 10.17**. Ao longo do período monitorado, observou-se o predomínio de resultados de IET Mesotróficos. No entanto, no ano de 2008, foram registrados os piores níveis de trofia desta bacia, Eutrófico e Mesotrófico, ambos com 8% de ocorrência. Por outro lado, observou-se em 2010 a melhora em relação ao ano anterior, haja vista o aumento de resultados de IET Oligotróficos e a diminuição de IET Eutróficos.

Os resultados de IET entre os anos de 2007 a 2010 podem ser observados a **Figura 10.18**. Em relação à frequência de IET nas estações, verificou-se que as piores condições de trofia registradas na UPGRH PA1 (IET Eutrófico) ocorreram no rio Mosquito na cidade de Águas Vermelhas (PD004) e no rio Pardo na cidade de Cândido Sales (PD005), com ocorrência de 50% de IET Eutrófico e 8% de IET Supereutrófico, respectivamente. Nos demais trechos monitorados, além da ocorrência de IET Oligotrófico, houve predomínio de IET Mesotrófico.

Na comparação do IET dos afluentes mineiros do rio Pardo nas diferentes estações pode ser observada na **Figura 10.19**. Observa-se que os piores resultados de IET ocorreram no período chuvoso. Apesar da ausência de chuvas favorecer o crescimento da biomassa algal, o aporte de matéria orgânica ocasionado pelo carreamento superficial é fundamental. Destaca-se o rio Pardo na cidade de Cândido Sales (PD005), com 8% de ocorrência de IET Supereutrófico.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	25

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

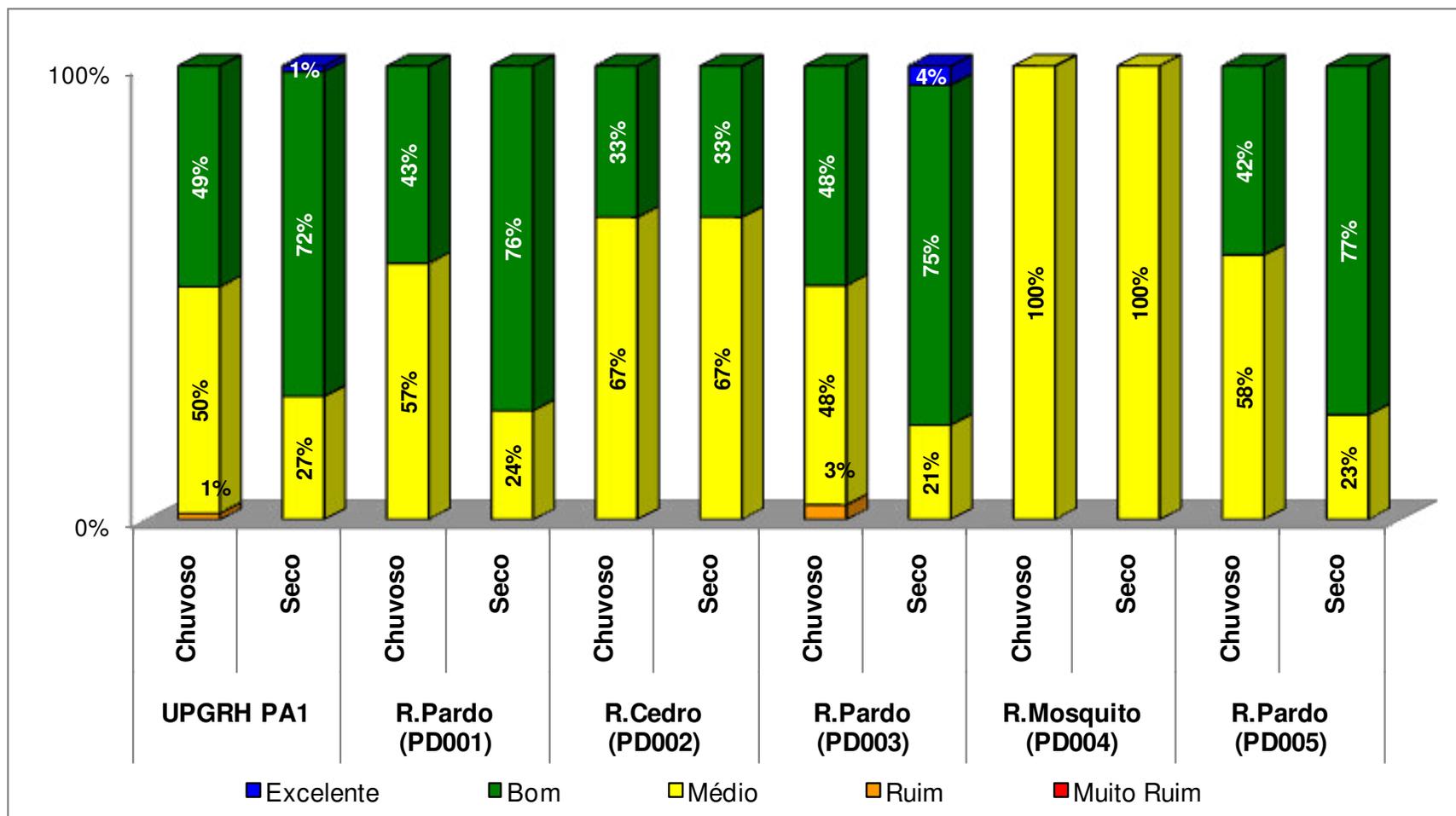


Figura 10.16 – Frequência de IQA (por estação) no trecho do rio Pardo no período chuvoso e seco entre os anos de 1997 e 2010

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

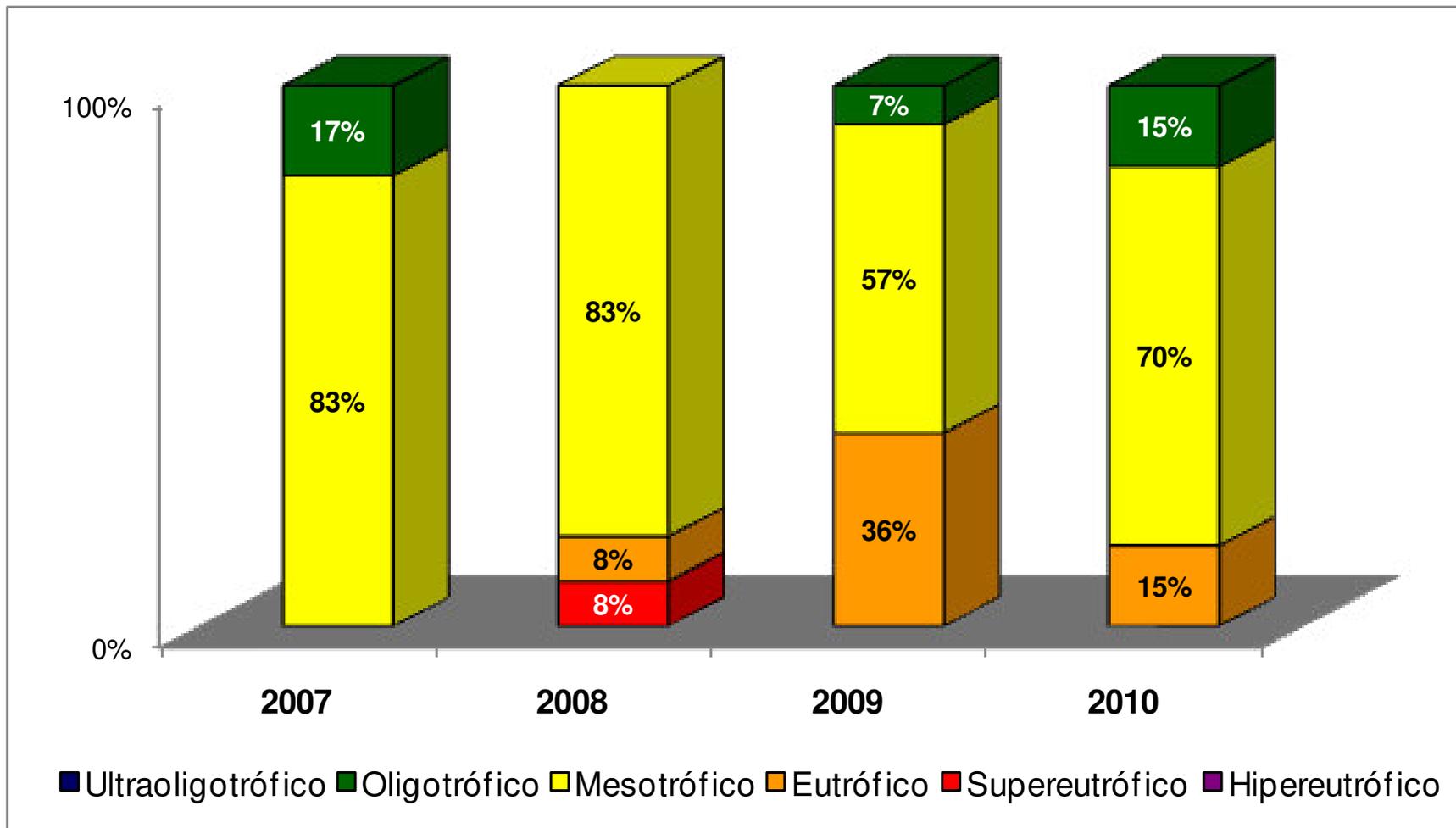


Figura 10.17 – Evolução Temporal do IET no trecho do rio Pardo

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

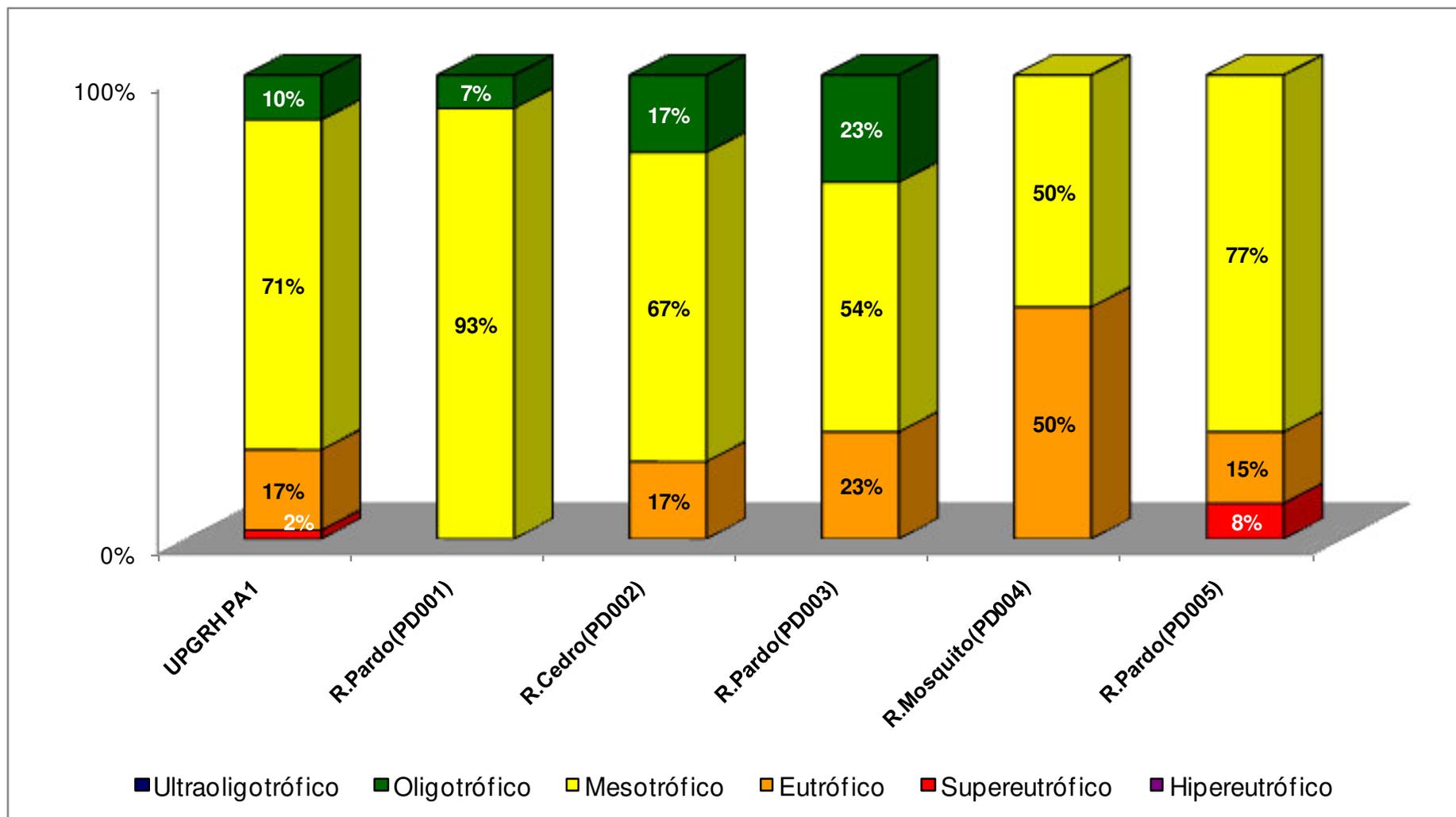


Figura 10.18 – Frequência de IET (por estação) no trecho do rio Pardo entre os anos de 1997 e 2010

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

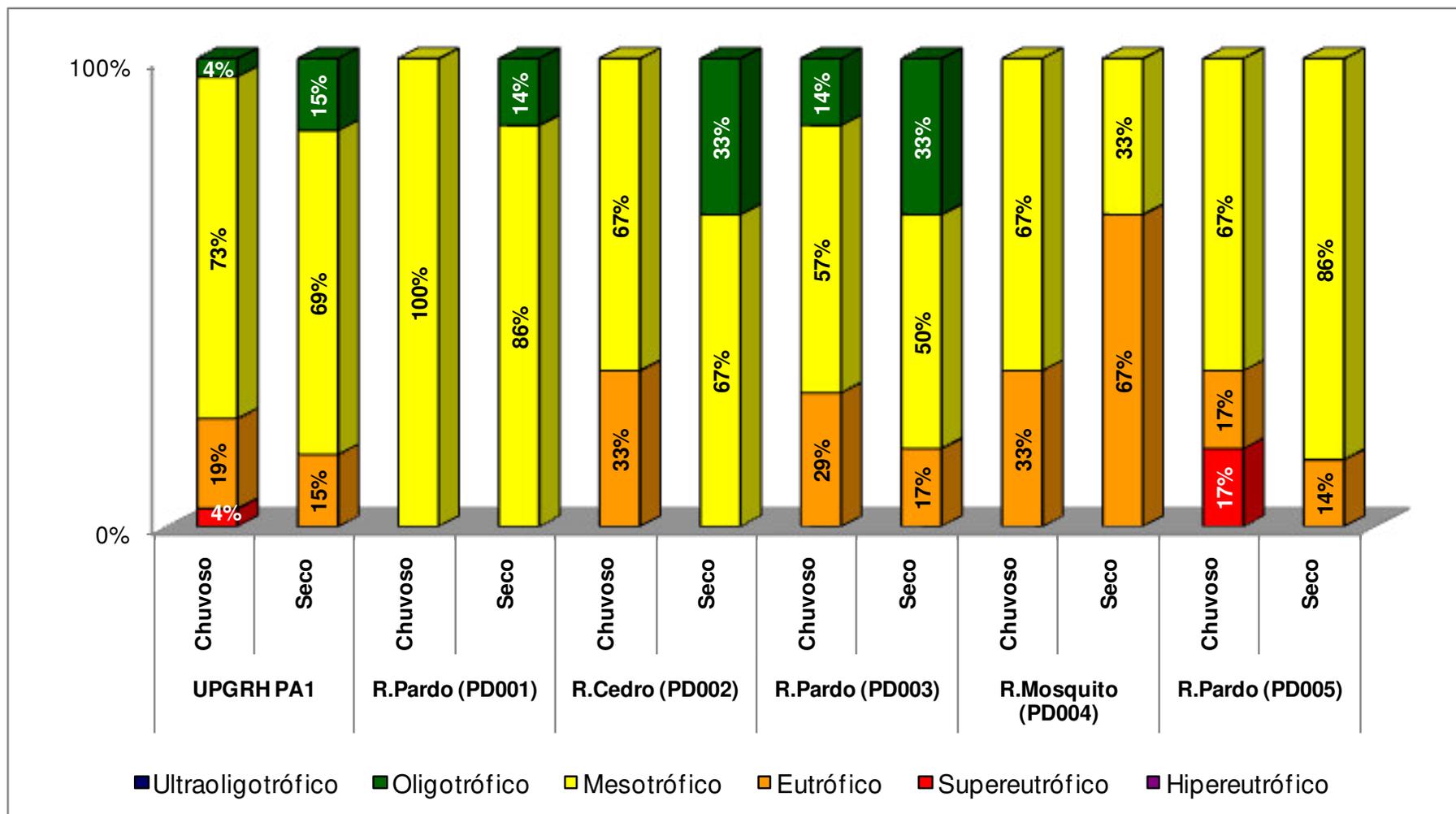


Figura 10.19 – Frequência de IET (por estação) no trecho do rio Pardo no período chuvoso e seco entre os anos de 1997 e 2010

10.4.3 Contaminação por Tóxicos – CT

Em complementação ao Índice de Qualidade das Águas que não considera a contaminação por metais pesados e outras substâncias tóxicas, adota-se o indicador Contaminação por Tóxicos (CT), que leva em conta um conjunto de 13 parâmetros para se avaliar também a qualidade das águas. Em relação aos resultados de CT dos trechos monitorados no Rio Pardo verificou-se o predomínio absoluto de resultados de CT Baixa, como mostra a **Figura 10.20**. Ressalta-se ainda que não há registro de CT Média ou Alta nesta bacia desde 2007.

Nas diferentes estações monitoradas no Rio Pardo verificou-se que os melhores resultados foram observados nas estações novas, localizadas no rio do Cedro e Mosquito, sem ocorrência de CT Média e/ou Alta, conforme **Figura 10.21**.

Dos registros de CT Média e/ou Alta nas estações localizadas no rio Pardo, o parâmetro fenóis totais foi predominante. Ressalta-se ainda, a ocorrência de cobre dissolvido e chumbo total nos trechos do rio Pardo a montante de Montezuma (PD001), e a ocorrência de cádmio total a jusante da cidade de Rio Pardo de Minas (PD003).

Nas **Figura 10.22 e Figura 10.23** estão representados os percentuais de desconformidade dos parâmetros monitorados nas estações da bacia do rio Pardo nos diferentes regimes pluviométricos, período chuvoso e período seco. De maneira geral, observa-se que a ocorrência das chuvas contribui para piora da qualidade das águas da UPGRH PA1. Em virtude do comprometimento da cobertura vegetal, causada pelo desmatamento de vegetação nativa para implementação de áreas de pastagens e comercialização de carvão vegetal, o solo desprotegido fica susceptível à ação eólica e hídrica (chuva). A lavagem do solo e o material carregado para dentro do corpo de água determinam a diferença de violação destes parâmetros nos diferentes regimes pluviométricos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	30

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

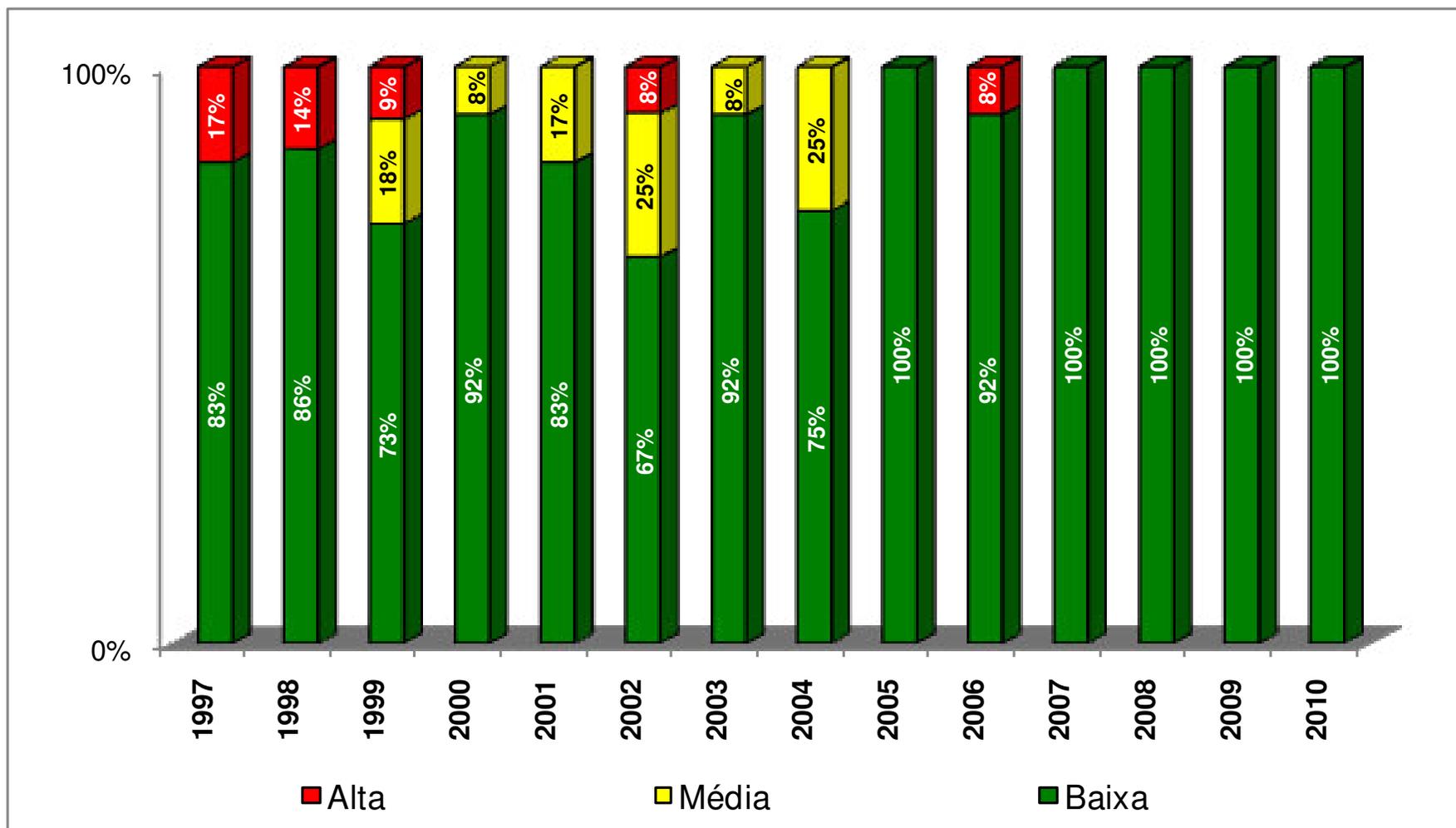


Figura 10.20 – Evolução Temporal de CT no trecho do rio Pardo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 31
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

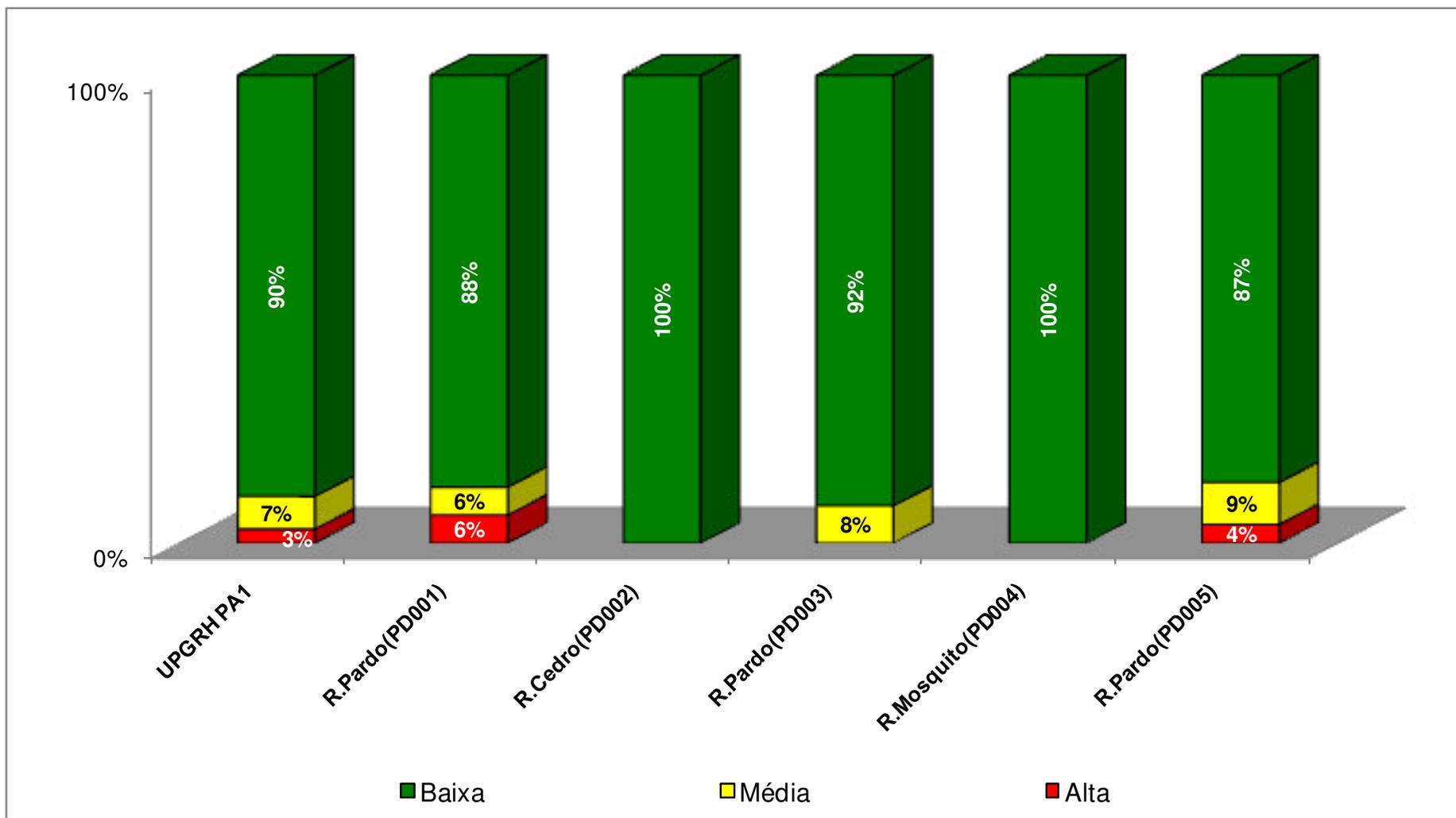


Figura 10.21 – Frequência de CT (por estação) no trecho do rio Pardo entre os anos de 1997 e 2010

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

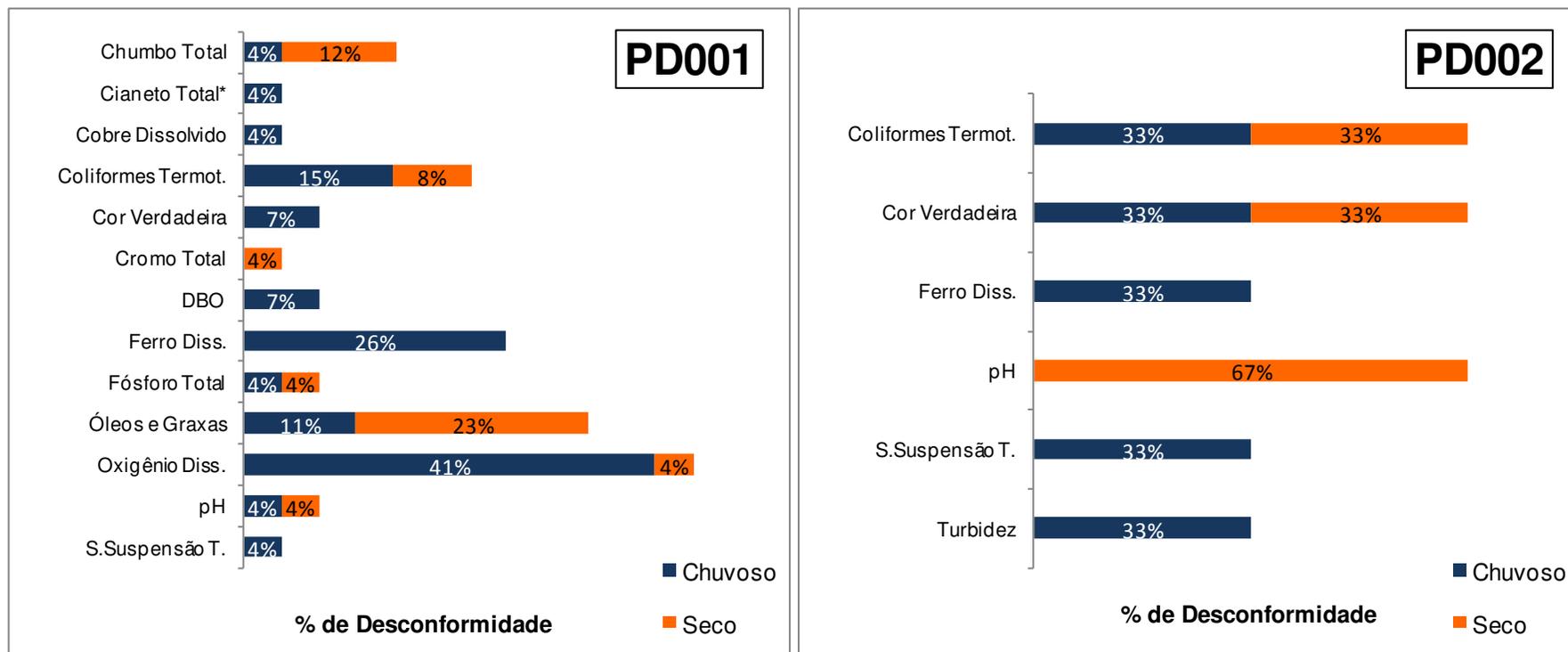


Figura 10.22 – Porcentagem de desconformidade dos parâmetros monitorados no rio Pardo nos períodos de chuva e seca entre 1997 a 2010: PD001 e PD002

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1



Figura 10.23 – Porcentagem de desconformidade dos parâmetros monitorados no rio Pardo nos períodos de chuva e seca entre 1997 a 2010: PD003, PD004 e PD005

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 34
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Finalmente, a **Figura 10.24** apresenta o Mapa de Qualidade Anual 2010 do IGAM, com os valores de IQA e CT nas estações monitoradas na bacia do Rio Pardo: IQA Bom a Médio e CT's Baixos.

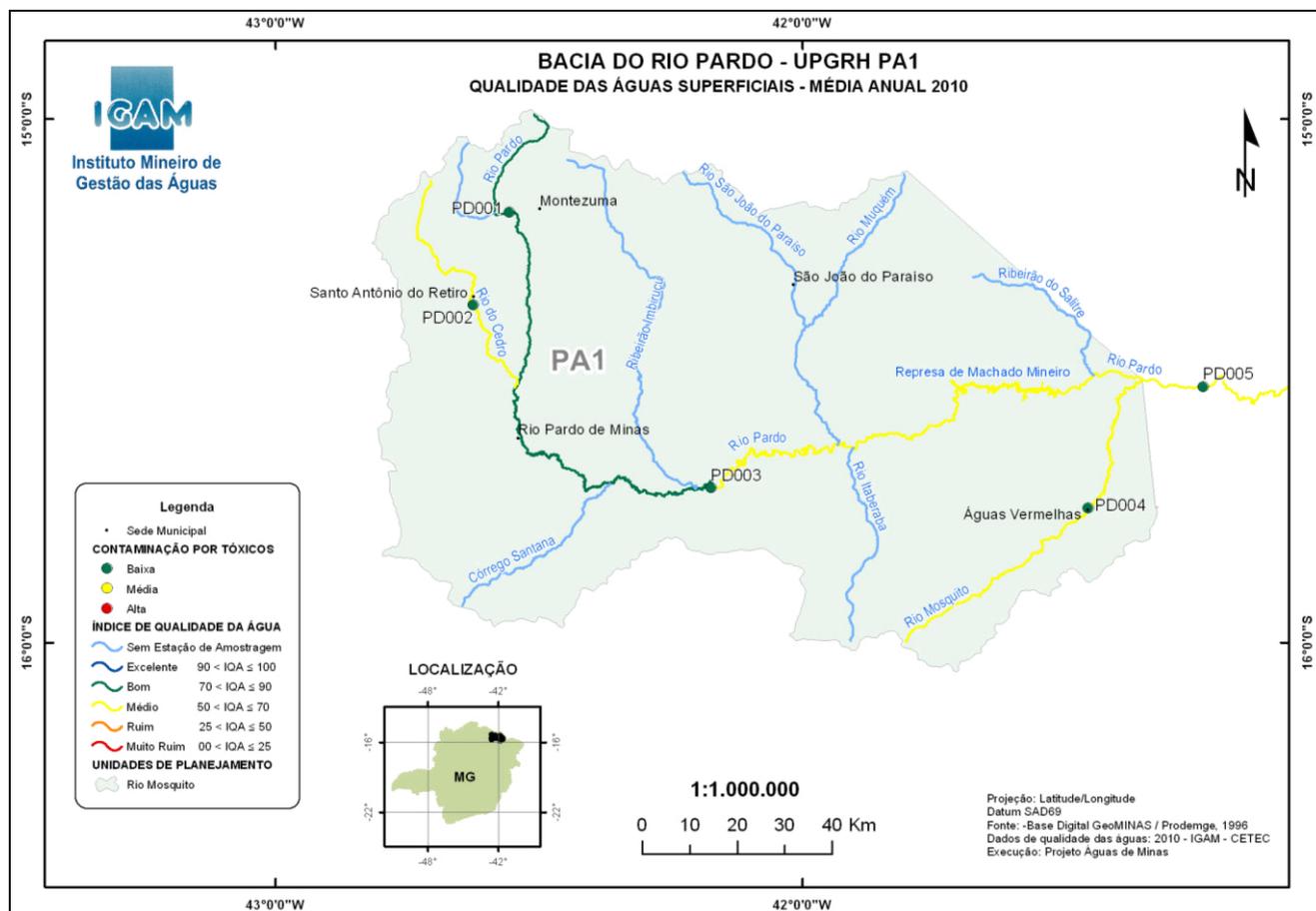


Figura 10.24 – Mapa de Qualidade Anual 2010 - IGAM

10.5 Considerações com respeito aos problemas de qualidade das águas da bacia

No geral, as interferências antrópicas ocorridas ao longo do período monitorado, apesar de degradantes do ponto de vista ambiental, não refletiram nos índices de qualidade de água analisados. Os resultados de IQA, CT e IET observados, em sua maioria, apresentam bons níveis de qualidade de água, visto a predominância de IQA Bom e CT Baixa em todos eles. As razões para este comportamento, diante da ausência de maiores preocupações ambientais dos agentes, decorre do alto potencial de autodepuração do rio Pardo nesse seu trecho alto, e da baixa densidade da ocupação humana nesta bacia.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	35

10.6 Proposta preliminar de Enquadramento dos Corpos de Água na Bacia do rio Pardo

Os corpos de águas da Bacia do rio Pardo ainda não foram enquadrados. Conforme o Artigo 37º da Deliberação Normativa Conjunta COPAM e CERH MG nº 01 de 05 de maio de 2008, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Considerando que a Bacia do rio Pardo apresenta pouca densidade populacional e uma estrutura industrial pouco relevante e, tomando como base todos aqueles dados de uso e cobertura do solo, ocupação populacional, economia, outorgas, qualidade, unidades de conservação, dentre outros, propõe-se um enquadramento que reflete a situação presente e que poderá nas fases posteriores deste Plano Diretor de Recursos Hídricos subsidiar negociações específicas no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica PA1 que contemple todas as etapas descritas na Resolução 91 de 2008. Para apresentação desta proposição, tomou-se como referencial a calha do rio Pardo dividida em trechos, além dos principais tributários afluentes, totalizando 26 trechos propostos conforme o **Quadro 10.4**.

A **Figura 10.25** apresenta um mapa ilustrativo desta com a proposta de enquadramento da bacia do rio Pardo, UPGRH PA1.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	36

Quadro 10.4 – Trechos Propostos para Enquadramento na Bacia do rio Pardo

Trechos	Descrição	Classe	Justificativa
1	rio Pardo, das nascentes até a confluência com o Córrego das Taboas	E	Atende às exigências da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº1 de 05 de maio de 2008, para a Classe Especial, sendo destinado à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção.
2	rio Pardo, da confluência com o Córrego das Taboas até a confluência com o rio Mosquito	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, irrigação, atividade de pesca e recreação de contato primário. A interferência da área urbana da cidade de Rio Pardo de Minas contribui para a alteração da qualidade desse corpo de água.
3	córrego Tinguí, das nascentes até a confluência com o rio Pardo	E	Essa Classe se destina a atender à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção.
4	córrego das Taboas, das nascentes até a montante da cidade de Montezuma	E	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. A unidade de conservação de proteção integral inserida nessa região é o Parque Estadual de Montezuma, sendo importante para o fornecimento de água para o referido município.
5	córrego das Taboas, da cidade de Montezuma até a sua foz no rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas. A interferência da área urbana da cidade de Montezuma contribui para a alteração da qualidade desse corpo de água.
6	córrego Mandacaru, das nascentes até a confluência com o rio Pardo	E	Essa Classe se destina a atender à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. A unidade de conservação em questão é o Parque Estadual de Montezuma.
7	córrego Roça do Mato, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	1	Essa Classe se destina a atender ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado e à proteção das comunidades aquáticas.
8	córrego São Modesto, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	1	Essa Classe se destina a atender à proteção das comunidades aquáticas.
9	riacho da Anta, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	1	
10	rio do Cedro, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e à proteção das comunidades aquáticas. A interferência da área urbana da cidade de Santo Antônio do Retiro contribui para alteração da qualidade desse corpo de água, além disso, a água é utilizada para o desenvolvimento de

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 37
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Trechos	Descrição	Classe	Justificativa
			atividades agrícolas da região.
11	rio Traçadal, das nascentes até a confluência com o rio do Cedro	1	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado e à proteção das comunidades aquáticas.
12	rio Água Boa, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	1	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas e à irrigação.
13	rio Preto, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	1	
14	ribeirão dos Cavalos, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	1	
15	ribeirão Santana, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	1	
16	ribeirão Mato Grosso, das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	1	
17	ribeirão Imbiruçu das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e à proteção das comunidades aquáticas. A interferência da área urbana da cidade de Vargem Grande do rio Pardo contribui para alteração da qualidade desse corpo de água, além disso, a água é utilizada para o desenvolvimento de atividades agrícolas na região.
18	ribeirão Taiobeiras das nascentes até sua confluência com o rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional e à proteção das comunidades aquáticas. A interferência da área urbana da cidade de Taiobeiras contribui para alteração da qualidade desse corpo de água, além disso, a água é utilizada para o desenvolvimento de atividades agrícolas na região.
19	rio São João do Paraíso, das nascentes até a cidade de São João do Paraíso	1	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após tratamento simplificado, à irrigação e à proteção das comunidades aquáticas.
20	rio São João do Paraíso, da cidade de São João do Paraíso até a confluência com o rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas e irrigação. A interferência da área urbana da cidade de São João do Paraíso contribui para alteração da qualidade desse corpo de água.
21	rio Muquém, das nascentes até a confluência com o rio São João do Paraíso	1	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após tratamento simplificado, à irrigação e à proteção das comunidades aquáticas.
22	ribeirão Maravilha, das nascentes até a	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 38
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
 PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

Trechos	Descrição	Classe	Justificativa
	confluência com o rio São João do Paraíso		tratamento convencional e à proteção das comunidades aquáticas. A interferência da área urbana da cidade de Indaiabira contribui para alteração da qualidade desse corpo de água.
23	rio Itaberaba, das nascentes até a confluência com o rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após tratamento convencional e à proteção das comunidades aquáticas. A interferência da área urbana da cidade de Curral de Dentro contribui para alteração da qualidade desse corpo de água, além disso, a água é utilizada para o desenvolvimento de atividades agrícolas da região.
24	córrego Mangabeira, das nascentes até a confluência com o rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após tratamento convencional e à proteção das comunidades aquáticas. A interferência da área urbana da cidade de Berizal contribui para alteração da qualidade desse corpo de água, além disso, a água é utilizada para o desenvolvimento de atividades agrícolas na região.
25	córrego Jacaré ou Mundo Novo, das nascentes até a confluência com o rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após tratamento convencional e à proteção das comunidades aquáticas. A interferência da área urbana da cidade de Ninheira contribui para alteração da qualidade desse corpo de água, além disso, a água é utilizada para o desenvolvimento de atividades agrícolas na região.
26	rio Mosquito, das nascentes até a confluência com o rio Pardo	2	Essa Classe se destina a atender aos usos preponderantes, ou seja, consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas e recreação de contato primário. A interferência da área urbana da cidade de Águas Vermelhas contribui para alteração da qualidade do corpo de água, além disso, a água é utilizada para o desenvolvimento de atividades agrícolas e industriais na região.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 39
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

FASE I – DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO MEIO FÍSICO-BIÓTICO, ANTRÓPICO E DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS
PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS AFLUENTES MINEIROS DO RIO PARDO – PDRH-PA1

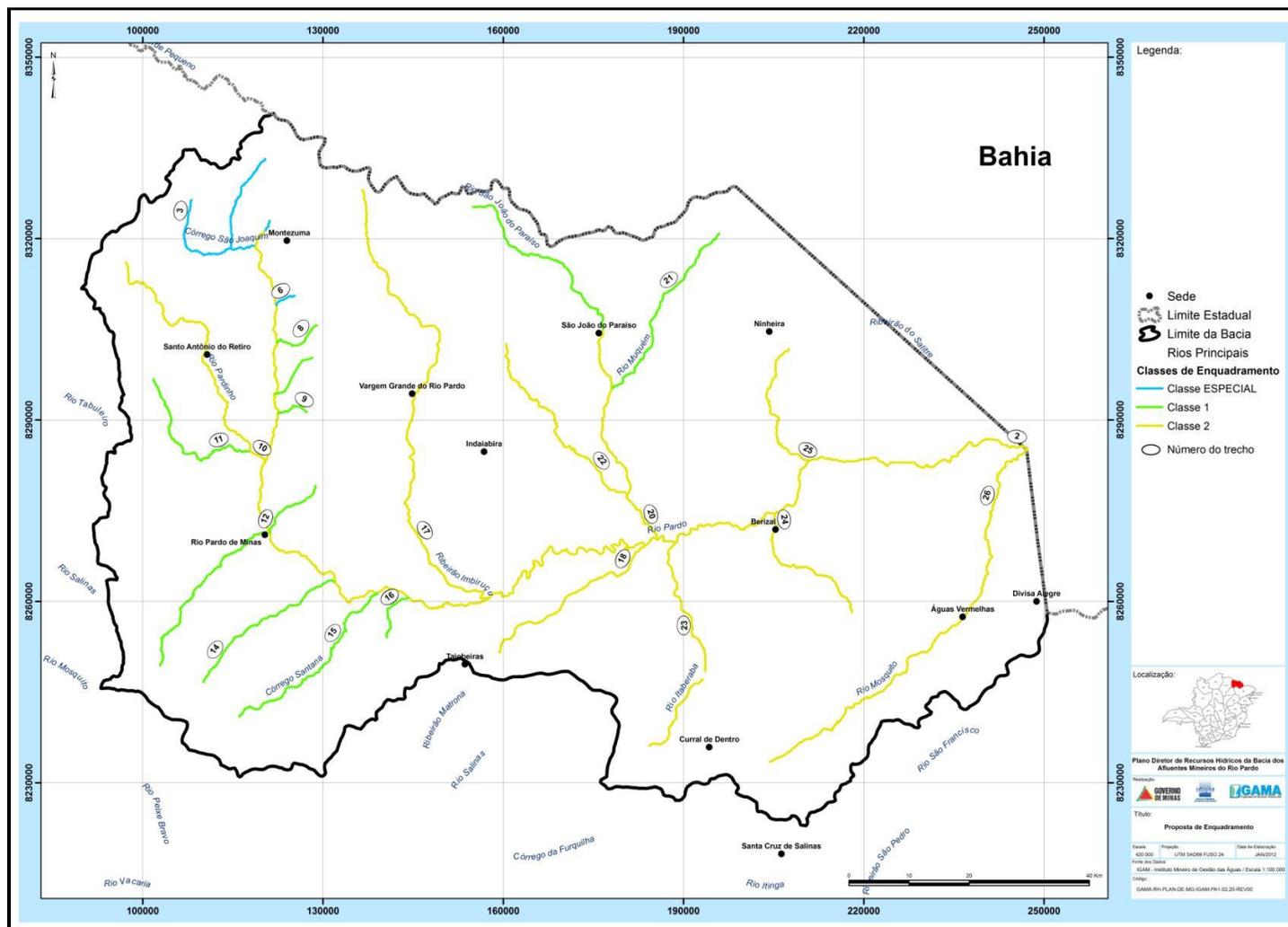


Figura 10.25 - Mapa com a proposta preliminar de enquadramento dos trechos propostos na Bacia do rio Pardo

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 40
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

10.7 Referências Bibliográficas

Proposta preliminar de enquadramento

DELIBERAÇÃO NORMATIVA CONJUNTA COPAM/CERH-MG Nº1 de 05 de maio de 2008 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

IGAM: Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Monitoramento das Águas Superficiais na Bacia do Rio Jequitinhonha. Projeto Águas de Minas. Belo Horizonte: 2009.

RESOLUÇÃO CNRH Nº 91, DE 5 DE NOVEMBRO DE 2008 – Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	41

ANEXO – PARÂMETROS AMBIENTAIS, ÍNDICES DE QUALIDADE AMBIENTAL E SEUS SIGNIFICADOS

De acordo com os dados contidos nos Relatórios de Qualidade das Águas Superficiais do estado de Minas Gerais - IGAM fez-se um levantamento de todos os parâmetros monitorados na região de interesse e seus respectivos significados.

Parâmetros Físicos

- ***Condutividade Elétrica***

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions e pela temperatura. As principais fontes dos sais de origem antropogênica naturalmente contidos nas águas são: descargas industriais de sais, consumo de sal em residências e no comércio, excreções de sais pelo homem e por animais.

A condutância específica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

- ***Cor verdadeira***

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessar uma coluna de água, devido à presença de sólidos dissolvidos (principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico).

A cor é originada de forma natural, a partir da decomposição da matéria orgânica, principalmente dos vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos, além do ferro e manganês. A origem antropogênica surge dos resíduos industriais e esgotos domésticos. Apesar de ser pouco freqüente a relação entre cor acentuada e risco sanitário nas águas coradas, a cloração da água contendo a matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos, dentre eles, os trihalometanos.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	42

- **Sólidos Totais**

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos de água. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas. Os sólidos em suspensão, contidos em uma amostra de água, apresentam, em função do método analítico escolhido, características diferentes e, conseqüentemente, têm designações distintas.

A unidade de medição normal para o teor em sólidos não dissolvidos é o peso dos sólidos filtráveis, expresso em mg/L de matéria seca. A partir dos sólidos filtrados, pode ser determinado o resíduo calcinado (em % de matéria seca), que é considerado uma medida da parcela da matéria mineral. O restante indica, como matéria volátil, a parcela de sólidos orgânicos.

Dentro dos sólidos filtráveis encontram-se, além de uma parcela de sólidos turvos, também os seguintes tipos de sólidos/substâncias não dissolvidos: sólidos flutuantes, que em determinadas condições estão boiando, e são determinados através de aparelhos adequados em forma de peso ou volume; sólidos sedimentáveis, que em determinadas condições afundam, sendo seu resultado apresentado como volume (ml/L) mais o tempo de formação; e sólidos não sedimentáveis, que não são sujeitos nem à flotação nem à sedimentação.

- **Temperatura**

A temperatura da água é um fator que influencia a grande maioria dos processos físicos, químicos e biológicos na água como, por exemplo, a solubilidade dos gases dissolvidos. Uma elevada temperatura diminui a solubilidade dos gases como, por exemplo, do oxigênio dissolvido, além de aumentar a taxa de transferência de gases, o que pode gerar mau cheiro no caso da liberação de compostos com odores desagradáveis.

Os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferencial em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo. As variações de temperatura fazem parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 43
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

- ***Turbidez***

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. A turbidez tem como origem natural a presença de matéria em suspensão como partículas de rocha, argila, silte, algas e microrganismos; como fontes antropogênicas destacam-se os despejos domésticos, industriais e a erosão.

A alta turbidez reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas.

Parâmetros Químicos

- ***Alcalinidade Total***

É a quantidade dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato presentes na água, que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. As origens naturais da alcalinidade na água são a dissolução de rochas, as reações do dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e a decomposição da matéria orgânica. Além desses, os despejos industriais são responsáveis pela alcalinidade nos corpos de água. Esta variável deve ser avaliada por ser importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações.

- ***Cianeto livre (CN⁻)***

Os cianetos são os sais do hidrácido cianídrico (ácido prússico, HCN), podendo ocorrer na água em forma de ânion (CN⁻) ou de cianeto de hidrogênio (HCN). Em valores neutros de pH, prevalece o cianeto de hidrogênio.

Estas substâncias têm um efeito muito tóxico sobre microrganismos e uma diferenciação analítica entre cianetos livres e complexos é imprescindível, visto que a toxicidade do cianeto livre é muito maior.

Os cianetos são utilizados na indústria galvânica, no processamento de minérios (lixiviação de cianeto) e na indústria química. São também aplicados em pigmentos e praguicidas. Podem chegar às águas superficiais através dos efluentes das indústrias galvânicas, de têmpera, de coque, de gás e de fundições.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	44

- ***Cloretos***

As águas naturais, em menor ou maior escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Os íons cloretos são advindos da dissolução de sais. Um aumento no teor desses ânions na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (através de excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água.

- ***Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)***

É definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas, isto é, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido, em mg/L, que será consumida pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20° C é freqüentemente usado e referido como DBO_{5,20}.

Os maiores aumentos em termos de DBO em um corpo de água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, poder obstruir os filtros de areia utilizadas nas estações de tratamento de água.

- ***Demanda Química de Oxigênio (DQO)***

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor e em primeiro lugar, orientando o teste da DBO. A análise da DQO é útil para detectar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo de água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

- ***Dureza***

É a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais freqüentemente associados à dureza são os cátions bivalentes Ca²⁺ e Mg²⁺. As principais fontes de dureza são a dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, provenientes das rochas calcáreas

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	45

e dos despejos industriais. A ocorrência de dureza elevada causa um sabor desagradável e pode ter efeitos laxativos. Além disso, causa incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, em função da maior precipitação nas temperaturas elevadas.

- ***Fenóis Totais***

Os fenóis são compostos orgânicos oriundos, nos corpos de água, principalmente dos despejos industriais. São compostos tóxicos aos organismos aquáticos em concentrações bastante baixas e afetam o sabor dos peixes e a aceitabilidade das águas. Para os organismos vivos, os compostos fenólicos são tóxicos protoplasmáticos, apresentando a propriedade de combinar-se com as proteínas teciduais. O contato com a pele provoca lesões irritativas e após ingestão podem ocorrer lesões cáusticas na boca, faringe, esôfago e estômago, manifestadas por dores intensas, náuseas, vômitos e diarreias, podendo ser fatal. Após absorção, tem ação lesiva sobre o sistema nervoso podendo ocasionar cefaléia, paralisias, tremores, convulsões e coma.

- ***Fósforo Total***

O fósforo é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. O aporte antropogênico é oriundo dos despejos domésticos e industriais, além de detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A presença de fósforo nos corpos de água desencadeia o desenvolvimento de algas ou de plantas aquáticas indesejáveis, principalmente em reservatórios ou corpos de água parada, podendo conduzir ao processo de eutrofização.

- ***Série de Nitrogênio (amônia, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico)***

O nitrogênio pode ser encontrado na água nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito. A forma do nitrogênio predominante é um indicativo do período da poluição dos corpos hídricos. Resultados de análise da água com alteração de nitrogênio nas formas predominantemente reduzidas (nitrogênio orgânico e amoniacal) indicam que a fonte de poluição encontra-se próxima, ou seja, caracteriza-se por uma poluição recente, enquanto que a prevalência da forma oxidada (nitrato e nitrito) sugere que a fonte de contaminação esteja distante do ponto de coleta, sendo a poluição, portanto, remota. Nas zonas de autodepuração natural dos rios, observa-se a presença de nitrogênio orgânico na zona de

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	46

degradação, nitrogênio amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

A disponibilização do nitrogênio para o meio ambiente pode ocorrer de forma natural através de constituintes de proteínas, clorofila e compostos biológicos. As fontes antrópicas estão associadas aos despejos doméstico e industrial, excrementos de animais e fertilizantes.

O nitrogênio é um elemento de destaque para a produtividade da água, pois contribui para o desenvolvimento do fito e zooplâncton. Como nutriente é exigido em grande quantidade pelas células vivas, mas o seu excesso em um corpo de água provoca o enriquecimento do meio e, conseqüentemente, o crescimento exagerado dos organismos, favorecendo a eutrofização.

- *Nitrogênio Orgânico*

Está presente na água em forma de suspensão e é oriundo principalmente de fontes biogênicas (bactérias, plâncton, húmus, proteínas e intermediários de processos de decomposição). O nitrogênio orgânico não apresenta efeitos tóxicos, todavia podem surgir preocupações de ordem higiênica.

- *Nitrogênio Amoniacal Total (amônia)*

É uma substância tóxica não persistente e não cumulativa. Em baixas concentrações, como é comumente encontrada, não causa nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais. Por outro lado, grandes quantidades de amônia podem causar sufocamento de peixes.

Como fontes de contribuição de nitrogênio amoniacal, destacam-se o lançamento de efluentes domésticos (sanitários) e industriais químicos, petroquímicos, siderúrgicos, farmacêuticos, alimentícios, matadouros, frigoríficos e curtumes.

- *Nitrato*

É a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Concentrações de nitrato superiores a 10 mg/L, conforme determinado pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, demonstram condições sanitárias inadequadas, pois as principais fontes de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	47

Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, podem conduzir a um crescimento exagerado, processo denominado de eutrofização. Em grandes quantidades, o nitrato contribui como causa da metaemoglobinemia (síndrome do bebê azul).

- *Nitrito*

É uma forma química do nitrogênio, normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica. A indústria também disponibiliza o nitrito através das unidades de decapagem e da têmpera.

- ***Oxigênio Dissolvido (OD)***

Essencial à manutenção dos seres aquáticos aeróbios, a concentração de oxigênio dissolvido na água varia segundo a temperatura e a altitude, sendo a sua introdução condicionada pelo ar atmosférico, a fotossíntese e a ação dos aeradores.

O oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Através da medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo de água natural em manter a vida aquática.

- ***Óleos e Graxas***

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina,

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 48
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

estradas e vias públicas. A presença de dragas para retirada de areia também pode contribuir para o aumento desse parâmetro nos corpos de água, por meio de vazamentos ou falta de medidas preventivas afim que não haja lançamentos de resíduos nos leitos dos rios. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos de água. Dentre estes despejos, destacam-se os de refinarias, frigoríficos e indústrias de sabão.

A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento de água.

A presença de óleos e graxas diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo dessa forma, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

Em processos de decomposição, a presença dessas substâncias reduz o oxigênio dissolvido elevando a DBO e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático.

Na legislação brasileira não existem valores limites estabelecidos para esse parâmetro. A recomendação, segundo a Deliberação Normativa COPAM/CERH 01/2008, é que óleos e graxas sejam virtualmente ausentes nas Classes 1, 2 e 3, enquanto iridescências são toleradas para a Classe 4.

- **Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução aquosa. Sua origem natural está associada à dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e à fotossíntese, enquanto sua origem antropogênica está relacionada aos despejos domésticos e industriais. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água afetam as taxas de crescimento de microorganismos e podem resultar no desaparecimento dos organismos presentes na mesma. Os valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão do sistema de distribuição de água, ocorrendo, assim, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio além de dificultar a descontaminação das águas.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	49

- **Sulfatos**

Os sulfatos são sais que variam de moderadamente a muito solúveis em água, exceto sulfatos de estrôncio e de bário. A presença de sulfato nas águas está relacionada à oxidação de sulfetos nas rochas e à lixiviação de compostos sulfatados como gipsita e anidrita. Nas águas superficiais, ocorre através das descargas de esgotos domésticos (exemplo: degradação de proteínas) e efluentes industriais (exemplos: efluentes de indústrias de celulose e papel, química, farmacêutica, etc.). Têm interesse sanitário para águas de abastecimento público por sua ação laxativa, como sulfato de magnésio e o sulfato de sódio.

- **Sulfetos**

Os sulfetos são combinações de metais, não metais, complexos e radicais orgânicos, ou são os sais e ésteres do ácido sulfídrico (H_2S). A maioria dos sulfetos metálicos de uso comercial é de origem vulcânica. Sulfetos metálicos têm importante papel na química analítica para a identificação de metais. Sulfetos inorgânicos encontram aplicações como pigmentos e substâncias luminescentes. Sulfetos orgânicos e dissulfetos são amplamente distribuídos nos reinos animal e vegetal. São aplicados industrialmente como protetores de radiação queratolítica.

Os íons sulfeto presentes na água podem precipitar na forma de sulfetos metálicos em condições anaeróbicas e na presença de determinados íons metálicos.

- **Substâncias tensoativas**

As substâncias tensoativas reduzem a tensão superficial da água, pois possuem em sua molécula uma parte solúvel e outra não solúvel na água. A constituição dos detergentes sintéticos tem como princípio ativo o denominado "surfactante" e algumas substâncias denominadas de coadjuvantes, como o fosfato. O principal inconveniente dos detergentes na água se relaciona aos fatores estéticos, devido à formação de espumas em ambientes aeróbios.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 50
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

- **Alumínio (Al)**

O alumínio é o principal constituinte de um grande número de componentes atmosféricos, particularmente de poeira derivada de solos e partículas originadas da combustão de carvão. Na água, o alumínio é complexado e influenciado pelo pH, temperatura e pela presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. O alumínio é pouco solúvel em pH entre 5,5 e 6,0, devendo apresentar maiores concentrações em profundidade onde o pH é menor e pode ocorrer anaerobiose. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

Outro aspecto chave da química do alumínio é sua dissolução no solo para neutralizar a entrada de ácidos com as chuvas ácidas. Nesta forma, ele é extremamente tóxico à vegetação e pode ser escoado para os corpos de água.

A principal via de exposição humana não ocupacional é pela ingestão de alimentos e água. O acúmulo de alumínio no homem tem sido associado ao aumento de casos de demência senil do tipo Alzheimer. Não há indicação de carcinogenicidade para o alumínio.

- **Arsênio (As)**

O arsênio é um elemento químico com propriedades químicas dos metais e físicas dos não metais, sendo assim denominado metalóide. Encontra-se amplamente distribuído em todos os ambientes terrestres e sua toxicidade depende, dentre outros fatores, da forma química e da concentração. As formas químicas incluem espécies inorgânicas (formas mais tóxicas) e orgânicas.

Sessenta por cento das emissões antropogênicas de As podem ser consideradas decorrentes de fontes como a fundição de cobre e combustão de carvão. Outras fontes incluem a aplicação de herbicidas, a fundição de Pb (chumbo) e Zn (zinco), rejeitos de mineração, dentre outras. Dentre as contribuições de origem natural de arsênio destacam-se as erupções vulcânicas e a lixiviação de rochas que possuem o arsênio em sua constituição.

A contaminação por arsênio tem recebido enorme atenção devido ao grande potencial de causar doenças ao homem, sendo a principal forma de contaminação através da ingestão de água contaminada por esse elemento. Compostos de arsênio inorgânico são absorvidos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	51

muito rapidamente pelos pulmões e intestinos, enquanto que a absorção através da pele é comparativamente lenta.

- **Bário (Ba)**

Em geral, ocorre nas águas naturais em baixas concentrações, variando de 0,7 a 900 µg/L. É normalmente utilizado nos processos de produção de pigmentos, fogos de artifício, vidros e praguicidas. A ingestão de bário em doses superiores às permitidas pode causar desde um aumento transitório da pressão sanguínea por vasoconstrição, até sérios efeitos tóxicos sobre o coração.

- **Boro (B)**

O boro é muito reativo, o que dificultada a sua ocorrência no estado livre, entretanto, pode ser encontrado combinado a diversos minerais. O boro, na sua forma combinada como bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) é utilizado desde tempos imemoriais. É usado como matéria-prima na produção de vidro de borossilicato, resistente ao calor, para usos domésticos e laboratoriais, familiarmente conhecido pela marca registrada Pirex, bem como na preparação de outros compostos de boro.

Em sua forma elementar, é duro e quebradiço como o vidro, tendo aplicações semelhantes a este. Pode ser adicionado a metais puros, ligas ou outros sólidos, para aumentar a sua resistência plástica, acrescentando, assim, a rigidez do material.

Quando acumulado no corpo através da absorção, ingestão ou inalação dos seus compostos, o boro atua sobre o sistema nervoso central, causando hipotensão, vômitos, diarreia e, em casos extremos, coma. Pequenas quantidades de boro parecem ser indispensáveis para o crescimento das plantas, porém, em grandes quantidades, este elemento torna-se tóxico.

- **Cádmio (Cd)**

O cádmio possui uma grande mobilidade em ambientes aquáticos, é bioacumulativo, isto é, acumula-se em organismos aquáticos, podendo entrar na cadeia alimentar, e é persistente no ambiente. Está presente em águas doces em concentrações-traço, geralmente inferiores a 1µg/L. Pode ser liberado para o ambiente através da queima de combustíveis fósseis e é utilizado na produção de pigmentos, baterias, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes, acessórios fotográficos, praguicidas, etc.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	52

É um subproduto da mineração do zinco. O elemento e seus compostos são considerados potencialmente carcinogênicos e podem ser fatores para vários processos patológicos no homem, incluindo disfunção renal, hipertensão, arteriosclerose, câncer e doenças crônicas em idosos.

- **Chumbo (Pb)**

Em sistemas aquáticos, o comportamento dos compostos de chumbo é determinado principalmente pela hidrossolubilidade. Teores de chumbo acima de 0,1mg/L inibem a oxidação bioquímica de substâncias orgânicas e são prejudiciais para os organismos aquáticos inferiores. Concentrações de chumbo entre 0,2 e 0,5mg/L empobrecem a fauna e, a partir de 0,5mg/L, inibem a nitrificação na água, afetando a ciclagem do nitrogênio.

A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes de chumbo, além da sua utilização como aditivo anti-impacto na gasolina. Este metal é uma substância tóxica cumulativa e uma intoxicação crônica pode levar a uma doença denominada saturnismo, que ocorre, na maioria das vezes, em trabalhadores expostos ocupacionalmente. Outros sintomas de uma exposição crônica ao chumbo, quando o sistema nervoso central é afetado, são tonturas, irritabilidade, dor de cabeça, perda de memória, entre outros. Quando o efeito ocorre no sistema periférico, o sintoma é a deficiência dos músculos extensores. A toxicidade do chumbo, quando aguda, é caracterizada por sede intensa, sabor metálico, inflamação gastrointestinal, vômitos e diarreias.

- **Cobre (Cu)**

A disponibilização de cobre para o meio ambiente ocorre através da corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea devido a usos agrícolas do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes, além de precipitação atmosférica de fontes industriais.

As principais fontes industriais são as minerações, fundições, refinarias de petróleo e têxteis. No homem, a ingestão de doses excessivamente altas pode acarretar irritação e corrosão de mucosas, danos capilares generalizados, problemas hepáticos e renais, além de irritação do sistema nervoso central seguido de depressão.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 53
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

- **Cromo (Cr)**

O cromo está presente nas águas nas formas tri (III) e hexavalente (VI). Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Já na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno. Atualmente, os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo total. Os organismos aquáticos inferiores podem ser prejudicados por concentrações de cromo acima de 0,1mg/L, enquanto o crescimento de algas já está sendo inibido no âmbito de teores de cromo entre 0,03 e 0,032mg/L.

O cromo, como outros metais, acumula-se nos sedimentos. É comumente utilizado em aplicações industriais e domésticas, assim como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel e fotografia.

- **Ferro (Fe)**

O ferro aparece, normalmente, da dissolução de compostos do solo e dos despejos industriais. Em épocas de alta precipitação, o nível de ferro na água aumenta em decorrência dos processos de erosão nas margens dos corpos de água. Nas indústrias metalúrgicas, o ferro é disponibilizado através da decapagem, que consiste na remoção da camada oxidada das peças antes de seu uso. Em quantidade adequada, este metal é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo contudo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis à água, além de elevar a dureza, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial.

- **Magnésio (Mg)**

O magnésio é um elemento essencial para a vida animal e vegetal. A atividade fotossintética da maior parte das plantas é baseada na absorção da energia da luz solar, para transformar água e dióxido de carbono em hidratos de carbono e oxigênio. Esta reação só é possível devido à presença de clorofila, cujos pigmentos contêm um composto rico em magnésio.

A falta de magnésio no corpo humano pode provocar diarreia ou vômitos, bem como hiper-irritabilidade ou uma ligeira calcificação nos tecidos. O excesso de magnésio é prontamente eliminado pelo corpo.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	54

Entre outras aplicações dos seus compostos, salienta-se a utilização do óxido de magnésio na fabricação de materiais refratários e nas indústrias de borracha, fertilizantes e plásticos; o uso do hidróxido em medicina como antiácido e laxante; do carbonato básico como material isolante em caldeiras e tubagens e ainda nas indústrias de cosméticos e farmacêutica. Os sulfatos (sais de Epsom) são usados como laxantes, fertilizantes para solos empobrecidos em magnésio e ainda nas indústrias têxteis e papelaria; o cloreto é usado na obtenção do metal, na indústria têxtil e na fabricação de colas e cimentos especiais.

As aplicações do magnésio são múltiplas, como a construção mecânica, sobretudo nas indústrias aeronáutica e automobilística, como metal puro, sob a forma de ligas com alumínio e zinco, ou com metais menos freqüentes, como o zircônio, o tório, os lantanídeos e outros.

- ***Manganês (Mn)***

O manganês aparece, normalmente, da dissolução de compostos do solo e dos despejos industriais. É utilizado na fabricação de ligas metálicas e baterias e, na indústria química, em tintas, vernizes, fogos de artifício e fertilizantes, entre outros. Sua presença, em quantidades excessivas, é indesejável em mananciais de abastecimento público devido ao seu efeito no sabor, no tingimento de instalações sanitárias, no aparecimento de manchas nas roupas lavadas e no acúmulo de depósitos em sistemas de distribuição. A água potável contaminada com manganês pode causar a doença denominada manganismo, com sintomas similares aos vistos em mineradores de manganês ou trabalhadores de plantas de aço.

- ***Mercúrio (Hg)***

Entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático, destacam-se as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, fabricação de certos produtos odontológicos e farmacêuticos e indústrias de tintas, dentre outras.

O mercúrio prejudica o poder de autodepuração das águas a partir de uma concentração de apenas 18µg/L. Este elemento pode ser adsorvido em sedimentos e em sólidos em suspensão. O metabolismo microbiano é perturbado pelo mercúrio através de inibição enzimática. Alguns microrganismos são capazes de metilar compostos inorgânicos de mercúrio, aumentando assim sua toxicidade.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 55
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O acúmulo de mercúrio nos tecidos do peixe é uma das principais vias de entrada de mercúrio no corpo humano, já que o mercúrio mostra-se mais tóxico na forma de compostos organometálicos. A intoxicação aguda por este metal pesado, no homem, é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte. A intoxicação crônica afeta glândulas salivares, rins e altera as funções psicológicas e psicomotoras.

- ***Níquel (Ni)***

O níquel é o 24º metal em abundância no meio ambiente, tendo sua ocorrência distribuída em vários minerais, em diferentes formas. Ele está presente na superfície, associado ao enxofre, ácido silícico, arsênio ou antimônio. A maior contribuição de níquel para o meio ambiente, através da atividade humana, é a queima de combustíveis fósseis. Além disso, as principais fontes são as atividades de mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição e as fontes secundárias, como a fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis e afetar nervos cardíacos e respiratórios. O níquel acumula-se no sedimento, em musgos e plantas aquáticas superiores.

- ***Potássio (K)***

O potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, já que as rochas que o contêm são relativamente resistentes às ações do tempo. Entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura, entrando nas águas doces através de descargas industriais e pela lixiviação das terras agrícolas. O potássio é usualmente encontrado na forma iônica e os sais são altamente solúveis.

- ***Selênio (Se)***

É um elemento raro que tem a particularidade de possuir um odor pronunciado bastante desagradável. Ocorre na natureza juntamente com o enxofre ou sob a forma de selenetos em certos minerais.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 56
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

As principais fontes de selênio são, todavia, os minérios de cobre, dos quais o selênio é recuperado como subproduto nos processos de refinação eletrolítica. Os maiores produtores mundiais são os Estados Unidos, o Canadá, a Suécia, a Bélgica, o Japão e o Peru.

O selênio e os seus compostos encontram largo uso nos processos de reprodução xerográfica, na indústria vidreira (seleneto de cádmio, para produzir cor vermelho-rubi), como desgaseificante na indústria metalúrgica, como agente de vulcanização, como oxidante em certas reações e como catalisador.

O selênio elementar é relativamente pouco tóxico. No entanto, alguns dos seus compostos são extremamente perigosos. A exposição aos vapores que contenham selênio pode provocar irritações dos olhos, nariz e garganta. A inalação desses vapores pode ser muito perigosa devido à sua elevada toxicidade.

- **Sódio (Na)**

O sódio é um dos elementos mais abundantes na superfície terrestre e seus sais são altamente solúveis em água sendo, portanto, identificado em todas as águas naturais. É disponibilizado para a natureza através da decomposição de plantas e animais ou pode provir, principalmente, de esgotos, fertilizantes, indústrias de papel e celulose. É comumente medido onde a água é utilizada para beber ou para agricultura, particularmente na irrigação.

- **Zinco (Zn)**

O zinco é oriundo de processos naturais e antropogênicos, dentre os quais se destacam a produção de zinco primário, combustão de madeira, incineração de resíduos, siderurgias, cimento, concreto, cal e gesso, indústrias têxteis, termoelétricas e produção de vapor. Alguns compostos orgânicos de zinco são aplicados como pesticidas. Quando disponível no ambiente aquático, acumula-se nos sedimentos. Na forma residual não é acessível para os organismos, entretanto, pode ser remobilizado do sedimento através de formadores de complexos. Por ser um elemento essencial para o ser humano, o zinco só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, podendo causar perturbações do trato gastrointestinal, irritações na pele, olhos e mucosas, deterioração dentária e câncer nos testículos.

Parâmetros Microbiológicos

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	57

- ***Coliformes Totais***

Conforme Portaria nº 518/2004, o grupo de coliformes totais é definido como bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácidos, gás e aldeídos a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como em fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente.

- ***Coliformes termotolerantes***

Segundo a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, os coliformes termotolerantes são um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas.

As bactérias do grupo coliforme são alguns dos principais indicadores de contaminações fecais, originadas do trato intestinal humano e de outros animais. Essas bactérias reproduzem-se ativamente a $44,5^\circ\text{C}$ e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicativo da possibilidade de existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera.

- ***Streptococos Fecais***

Os *streptococos fecais* incluem várias espécies ou variedades de estreptococos, tendo no intestino de seres humanos e outros animais de sangue quente o seu habitat usual. A ocorrência dessas bactérias pode indicar a presença de organismos patogênicos na água. Essas bactérias não conseguem se multiplicar em águas poluídas, sendo sua presença indicativa de contaminação fecal recente.

Parâmetros Hidrobiológicos

Como espécies representativas do nível trófico inferior, as algas são organismos ecologicamente importantes, porque servem como fonte de alimento fundamental para

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	58

outras espécies aquáticas e ocupam, assim, uma posição única entre os produtores primários: são um elo importante na cadeia alimentar e essenciais à “economia” dos ambientes aquáticos como alimento. As algas são diretamente afetadas por efluentes domésticos, industriais e agrossilvopastoris.

Em casos de nutrientes em excesso, ocorre um rápido crescimento e multiplicação e, nestas condições, pode haver um deslocamento da população, dominação por uma(s) espécie(s) e/ou floração de algas, condições estas que indicam deterioração na qualidade da água.

- ***Clorofila "a"***

As algas pertencentes ao reino protista e apresentam pigmentos – clorofilas, carotenos e xantofilas – organizados em organelas denominadas plastos, que permitem a fotossíntese. A determinação quantitativa destes pigmentos fotossintetizantes em ambientes aquáticos tem grande importância na indicação do estado fisiológico da comunidade fitoplanctônica, bem como no estudo da produtividade primária de um ambiente. Esta determinação propicia a visualização do grau de eutrofização, constituindo uma estimativa da biomassa algal.

Índices de Qualidade de Água

O IGAM sintetiza os resultados das análises dos parâmetros em 3 índices: o IQA – Índice de Qualidade das Águas, o IET – Índice de Estado Trófico e a CT – Contaminação por Tóxicos. Suas características e significados serão a seguir analisados.

- ***Índice de Qualidade das Águas - IQA***

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é um facilitador na interpretação geral da condição de qualidade dos corpos de águas. Ele indica o grau de contaminação das águas por materiais orgânicos, fecais, nutrientes e sólidos, que normalmente são indicadores de poluição devido aos lançamentos domésticos.

O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos por meio de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental em que cada técnico selecionou, a seu critério, os parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série de parâmetros especificados.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 59
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

O tratamento dos dados da mencionada pesquisa definiu um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, de acordo com a sua importância relativa no cálculo do IQA e traçadas curvas médias de variação da qualidade das águas em função da concentração do mesmo.

Para o cálculo do IQA é utilizado um aplicativo que calcula as notas específicas de cada parâmetro e o índice final aditivo e multiplicativo, sendo que os resultados impressos incluem unicamente o IQA multiplicativo. Ressalta-se que no âmbito do Projeto Águas de Minas, para o cálculo do IQA considera-se o Qs da variação de temperatura constante e igual a 92. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme observado no **Quadro A.1**. Assim definido, o IQA reflete as interferências por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

Quadro A.1 - Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 \leq IQA \leq 25$

Índice de Estado Trófico – IET

A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, especialmente fósforo e nitrogênio. Como decorrência deste processo, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico (Esteves, 1998).

O Índice de Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo do fitoplâncton. Os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A parte correspondente à clorofila-a, IET(CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 60
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento do fitoplâncton devido ao enriquecimento de nutrientes (CETESB, 2008).

Segundo Lamparelli (2004), inicialmente foi utilizado no Brasil o IET de Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1983 e 1984). Entretanto, esse índice não se mostrou eficiente para a classificação de ambientes lóticos, sendo necessária uma nova adaptação. Através de correlações estatísticas entre as variáveis selecionadas, chegou-se a diferentes equações para se avaliar os resultados do fósforo total e da clorofila-a nos ambientes lênticos e lóticos. O crescente aumento dos níveis de clorofila-a e nutrientes, especialmente de fósforo total, nos corpos de água monitorados no Estado tem alertado para o desenvolvimento de estudos que contribuam para um melhor entendimento da relação causa-efeito entre os processos produtivos e seu impacto ambiental em ecossistemas aquáticos. Portanto, a partir do ano de 2008, o Projeto Águas de Minas passou a utilizar o IET de Carlson (1977) modificado por Toledo et al. (1983 e 1984) e Lamparelli (2004) para contribuir na avaliação da qualidade das águas.

Segundo a CETESB (2008), para o cálculo do Índice do Estado Trófico, foram aplicadas apenas a clorofila-a e o fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos, além de muitas vezes não se dispor desses dados. Desse modo, a transparência foi desconsiderada no cálculo do IET adotado pelo Projeto Águas de Minas, assim como na CETESB. As **Equação 1** e **Equação 2** para o cálculo do IET(P) e IET(CL) em ambientes lóticos são apresentadas a seguir:

$$IET(CL) = 10 \{ 6 - [(-0,7 - 0,6 (\ln(CL)) / \ln 2)] \} - 20, \quad \text{Equação 1}$$

$$IET(P) = 10 \{ 6 - [(0,42 - 0,36 (\ln(P)) / \ln 2)] \} - 20, \quad \text{Equação 2}$$

Onde,

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg/L, CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água, em µg/L e ln = logaritmo natural.

Para ambientes lênticos são apresentadas as **Equação 3** e **Equação 4**.

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	61

$$IET(CL) = 10 \{ 6 - [(0,92 - 0,34 (\ln(CL)) / \ln 2] \}$$
 Equação 3

$$IET(P) = 10 \{ 6 - [(1,77 - 0,42 (\ln(P)) / \ln 2] \}$$
 Equação 4

Onde,

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg/L, CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água, em µg/L e ln = logaritmo natural.

Os resultados de IET apresentados serão a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila-a, segundo a **Equação 5**.

$$IET = [IET (P) + IET (CL)] / 2,$$
 Equação 5

Como o processo de eutrofização envolve dois momentos distintos, causa e consequência, foi adotado no Projeto Águas de Minas a utilização do índice apenas quando os dois valores de IET, fósforo e clorofila-a, estiverem presentes. Para a classificação deste índice serão adotados os seguintes estados de trofia: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereutrófico e hipereutrófico (Lamparelli, 2004), cujos limites e características estão descritos nos **Quadros A.2 e A.3**.

Quadro A.2 - Classificação do Estado Trófico – Rios

Categoria Estado Trófico	Ponderação	P-Total - P(µg/L)	Clorofila-a (µg/L)
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$P \leq 13$	$CL \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$13 < P \leq 35$	$0,74 < CL \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$35 < P \leq 137$	$1,31 < CL \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$137 < P \leq 296$	$2,96 < CL \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$296 < P \leq 640$	$4,70 < CL \leq 7,46$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$P > 640$	$CL \geq 7,46$

Quadro A.3 - Classificação do Estado Trófico – Reservatórios

Categoria Estado Trófico	Ponderação	P-Total - P(µg/L)	Clorofila-a (µg/L)
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$P \leq 8$	$CL \leq 1,17$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$8 < P \leq 19$	$1,17 < CL \leq 3,24$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$19 < P \leq 52$	$3,24 < CL \leq 11,03$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$52 < P \leq 120$	$11,03 < CL \leq 30,55$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$120 < P \leq 233$	$30,55 < CL \leq 69,05$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$P > 233$	$CL > 69,05$

Contaminação por Tóxicos – CT

Em função das concentrações observadas dos parâmetros tóxicos - arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre e cianeto total, cobre dissolvido, cromo total, fenóis

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	62

totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total - a Contaminação por Tóxicos é caracterizada como Baixa, Média ou Alta. Comparam-se os valores analisados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos cursos de água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM na Deliberação Normativa Nº 10/86 até o ano de 2004, CONAMA 357/05 de 2005 a 2007 e Deliberação Normativa Conjunta do COPAM e CERH MG Nº 01 a partir de sua publicação em 05 de maio de 2008. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedam em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem. A contaminação Média refere-se à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%, enquanto a contaminação Alta refere-se às concentrações que excedam em mais de 100% os limites, como mostrado na **Quadro A.4**. A pior situação identificada no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do período em consideração. Portanto, se apenas um dos parâmetros tóxicos em uma dada estação de amostragem mostrar-se com valor acima de 100%, isto é, o dobro da sua concentração limite apontada na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008, em pelo menos uma das campanhas do ano, a Contaminação por Tóxicos naquela estação de amostragem será considerada Alta no ano em análise.

Quadro A.4 - Classificação da Contaminação por Tóxico – CT

Contaminação	Concentração em relação à classe de enquadramento
Baixa	concentração $\leq 1,2.P$
Média	$1,2. P < \text{concentração} \leq 2.P$
Alta	concentração $> 2.P$

P = Limite de Classe definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM e CERH MG 01/2008

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 63
-------------------------------	---	-------------------------------	--------------

Capítulo 11

Conclusão:
Diagnóstico Integrado



SUMÁRIO

11	CONCLUSÃO: DIAGNÓSTICO INTEGRADO	2
11.1	Estratégia governamental para desenvolvimento da bacia PA1.....	3
11.1.1	Programas sociais.....	4
11.1.2	Incentivos fiscais e financeiros.....	4
11.2	Conclusões finais	6

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página i
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

11 CONCLUSÃO: DIAGNÓSTICO INTEGRADO

O diagnóstico realizado estabeleceu um panorama multifacetado da bacia do Pardo (PA1) que deve ser integrado sistemicamente, visando às deliberações que deverão ser realizadas nas próximas fases deste PDRH/PA1. Um Plano Diretor de Recursos Hídricos – PDRH de uma bacia hidrográfica, como a do PA1, tem seus objetivos e, também, algumas restrições quanto a sua abrangência, e portanto, a abrangência de suas recomendações. Os objetivos, de forma bastante sintética, são o estabelecimento de orientações para a adoção de medidas estruturais (obras) e não estruturais (instrumentos de gestão) para que a água seja disponibilizada aos usos em quantidade e qualidades adequadas.

Não cabe a um PDRH se imiscuir nas políticas de setores usuários de água, pois elas têm seus próprios processos de planejamento. Antes de tudo, é importante a constatação de que um Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica não pode ser confundido com um Plano de Desenvolvimento Regional, mesmo se sabendo que a provisão de água tenha um papel essencial. O primeiro tipo de plano, em Minas Gerais, faz parte das atribuições do IGAM, bem como das do respectivo comitê da bacia hidrográfica. O segundo é atribuição de outras secretarias de estado, como a de Planejamento e Gestão, a de Desenvolvimento Econômico, a de Desenvolvimento Regional e Política Urbana e, em especial, da Secretaria de Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas Gerais - SEDVAN.

Em uma situação idealizada de planejamento, o Plano de Desenvolvimento Regional, e os planos de desenvolvimento dos usuários setoriais de água seriam conhecidos e bastaria ao PDRH:

1. Identificar as demandas de água em quantidade e qualidade,
2. Confrontar com as disponibilidades hídricas em quantidade e qualidade e,
3. Havendo conflitos entre o disponível e o demandado em termos de água, propor medidas de compatibilização, por meio de medidas estruturais e pela aplicação de instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Na situação real, embora circunstancialmente, existem propostas de desenvolvimento para a região, mas que no momento, não apontam definitivamente para uma estratégia de desenvolvimento que possa ser quantificável em termos de demandas hídricas. Por isto, cabe ao planejador de recursos hídricos avaliar essas estratégias e confrontá-las com o

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 2
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

diagnóstico realizado no PDRH, visando estabelecer visões de futuro quanto às formas de uso de água no processo de desenvolvimento regional. Ou seja, sem a pretensão de planejar o desenvolvimento regional, por que não é atribuição de um PDRH, busca-se avaliar prospectivamente as possíveis opções que possam ser adotadas para respaldar as estratégias e ações programáticas voltadas ao desenvolvimento regional, tendo por base o uso dos recursos hídricos.

Nesse sentido, um PDRH pode inclusive influenciar as estratégias de desenvolvimento regional. Por exemplo, ao constatar a existência de uma grande disponibilidade de água e, em paralelo, a de solos aptos à irrigação, mostrar que uma estratégia factível seria por meio do desenvolvimento da agricultura irrigada. Mesmo sem atribuições vinculadas às decisões nesse sentido, um PDRH poderá visualizar um futuro em que ocorra esse tipo de desenvolvimento e se antecipar mostrando as medidas estruturais e instrumentos de gestão que seriam demandados para viabilizá-lo.

11.1 Estratégia governamental para desenvolvimento da bacia PA1

Um esboço de prioridades para a bacia pode ser encontrado na Agenda de Prioridades para o Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais elaborado pela SEDVAN e pelo Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais - IDENE. Nessa agenda é colocada uma preocupação sobre a real prioridade da região, especialmente quanto às políticas de combate às desigualdades sociais e regionais, e combate à pobreza, tanto do ponto de vista estadual quanto federal. O documento entende que as diferenças de ordem partidária e ideológica devem ser consideradas como fator de maximização dos esforços nas relações com o governo federal.

Do ponto de vista do arranjo institucional do sistema SEDVAN/IDENE, argumentam que três ações são fundamentais: uma estrutura maior para a SEDVAN, a contratação de funcionários e a modificação da composição do Comitê Gestor de Convivência com a Seca para dar mais representatividade e legitimidade. Entendem, ainda, que é necessária uma definição objetiva do Governo Estadual sobre a implantação do Centro Integrado de Convivência com a Seca/CICS – cujo objetivo é se tornar uma instituição de convergência de ações, incentivos, atração de investimentos, elaboração e implantação de planos, programas e projetos, consolidação e geração de conhecimentos, inovações, empreendedorismo, ciência e tecnologia, ações culturais e práticas que permitam a convivência mais harmônica e

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 3
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

desenvolvimentista com a seca para os 188 municípios que compõem a área de abrangência do Sistema SEDVAN/IDENE, envolvendo instituições públicas, privadas e empresas.

11.1.1 Programas sociais

Segundo a mesma Agenda os programas sociais, muitas vezes de cunho assistencialista, são indispensáveis em regiões de grande concentração de pobreza. Portanto, devem ser uma constante no sistema SEDVAN/IDENE, com a continuidade ou ampliação das atividades atualmente em execução - especialmente os programas Leite Pela Vida, Projovem Trabalhador, Cidadão Nota 10, Combate à Pobreza Rural, Projeto Estruturador Convivência com a Seca e projetos de piscicultura, ovinocultura, apicultura e mandiocultura - e outros que venham a ser de interesse social regional, com especial atenção às articulações e gestões junto ao Governo Federal para a continuidade e ampliação dos aportes de recursos para estes programas.

Entre os programas sociais governamentais fora do âmbito da SEDVAN/IDENE o Projeto Travessia, da SEDESE, merece destaque, já que beneficia os municípios com menor IDH nos setores de saúde, saneamento, educação, infra-estrutura, geração de renda e gestão social, sendo a maior parte localizada na área da SEDVAN.

Enfatizam a necessidade de atenção para a aprovação pelo FHIDRO, do projeto de construção de cisternas de placa (R\$ 9 milhões) e do programa de recuperação de sub-bacias (R\$ 33 milhões), atualmente em processo de análise.

No caso específico do Norte e Nordeste de Minas, a situação de posse das terras é bastante precária, o que restringe significativamente o desenvolvimento rural pela ausência de documentação de posse das propriedades. Isto dificulta, entre outros aspectos, a obtenção de financiamentos públicos ou privados para investimentos na infra-estrutura produtiva. Assim, a implantação de um programa amplo, consistente e eficiente de regularização fundiária na região representa um importante instrumento de incentivo ao crescimento do setor rural, devendo ser objeto de articulação com a Secretaria Extraordinária de Regularização Fundiária, no sentido de conferir prioridade à área de atuação da SEDVAN.

11.1.2 Incentivos fiscais e financeiros

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	4

Uma das bases históricas do crescimento da região Norte e Nordeste de Minas foram os incentivos fiscais e financeiros concedidos pelo governo federal, por meio, principalmente, da SUDENE e do Banco do Nordeste. Nos últimos anos estes incentivos foram colocados em segundo plano e priorizados investimentos em infra-estrutura e assistencialismo social. A Agenda de Prioridades para o Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais acredita, porém, que sejam imprescindíveis para o crescimento econômico os investimentos produtivos privados. Com as limitações históricas da competitividade regional, a oferta de incentivos públicos, fiscais e financeiros, federais e estaduais, é indispensável para a atração de mais investimentos privados. A Agenda sugere a retomada da participação de Minas Gerais junto à SUDENE e junto ao BNB no sentido de ampliar o montante de recursos incentivados destinados ao Estado, assim como a possibilidade da concessão de incentivos fiscais estaduais que promovam a ampliação da competitividade da região, inclusive a adoção do Regime Especial de Tributação e mecanismos assemelhados que promovam a redução ou suspensão do recolhimento do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), facilidades no cumprimento de obrigações tributárias, prazos especiais para pagamento do imposto e redução da base de cálculo para empresas que se instalem na região de atuação da SEDVAN/IDENE.

A Agenda dá destaque, ainda, à única Zona de Processamento de Exportações/ZPE aprovada pelo governo federal e com toda a infra-estrutura e arranjos institucionais já implantados. Para a operacionalização da Zona de Processamento de Exportação de Teófilo Otoni falta apenas a decisão política do governo estadual para adquirir o controle acionário da empresa que detém a ZPE e a viabilização junto à Receita Federal do processo de controle aduaneiro. A iniciativa de implantar a ZPE de Teófilo Otoni é a melhor e única, segundo a Agenda, alternativa para alavancar o crescimento econômico do Norte e Nordeste de Minas Gerais, com ênfase nos segmentos de rochas ornamentais, gemas, pedras preciosas e semipreciosas, bovinocultura e laticínios.

Do lado dos incentivos financeiros, além da atuação do BNB e da ampliação dos recursos do FHIDRO (conforme já apresentado), a SEDVAN elaborou uma proposta de plano de incentivo para atração de investimentos para a região norte e nordeste do Estado, que tomou a forma de criação do Fundo de Desenvolvimento Regional de Minas Gerais – FUNDER. A criação deste Fundo está vinculada a duas ações do governo federal. De um lado, já foi aprovada pelo Congresso Nacional a Política Nacional de Desenvolvimento Regional e está em tramitação a proposta do Fundo Nacional de Desenvolvimento Regional, que tem como

Contrato	Código	Data de Emissão	Página
2241.0101.07.2010	GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	26/09/2013	5

corolário o estabelecimento de um fundo estadual para a transferência de recursos. De outro lado, foi criado em 2010 o Fundo Nacional sobre Mudanças Climáticas, que deverá destinar, já em 2011, parcela de seus recursos, estimada em 50%, para as ações do Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus desdobramentos previstos no Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação de Minas Gerais. Assim, para o repasse de recursos destes dois fundos federais o estado deveria criar o seu próprio Fundo de Desenvolvimento Regional, beneficiando a região da SEDVAN com recursos significativos e permanentes para o incentivo do crescimento.

Chama a atenção na Agenda analisada o posicionamento que adota diante da questão hídrica: “... , o aumento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos na região é uma demanda permanente e estratégica. A idéia-força para os recursos hídricos na região deve ser “ÁGUA PARA TODOS”, na medida em que a água é o substrato indispensável para a vida. Além disso, a experiência mostra que aonde chega a água, chega o desenvolvimento como consequência.”

No que se refere às diretrizes que podem ser colhidas para o PDRH/PA1 pode ser destacado este parágrafo acima, que reforça a idéia de desenvolvimento mediante a provisão de água, em quantidade e qualidade; e a ênfase nos planos e programas de combate à desertificação e a mitigação dos efeitos da seca.

11.2 Conclusões finais

A metodologia de classificação climática usada neste diagnóstico, foi o Sistema de Classificação Climática de Thornthwaite, que permite separar eficientemente os climas na toposcala ou mesoescala, e resume eficientemente as informações geradas por balanços hídricos normais (ou seja, com as normais climatológicas de 30 anos), o que resultou numa classificação em sub-úmido seco, onde são encontrados índices de chuvas acumuladas anuais na ordem de 850 a 1100 mm, com temperaturas médias anuais relativamente mais baixas que no clima semiárido, entre 21 a 25°C, que levam a uma evapotranspiração relativamente menor, a qual, por sua vez, gera índices de umidade pouco maiores.

Entretanto, toda a bacia do Rio Pardo de Minas (PA!) está oficialmente localizada no polígono geográfico do semi-árido brasileiro, segundo última revisão de 2005, realizada pelo Ministério da Integração Nacional.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 6
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

Sobre este tema, cabe observar que após a extinção da SUDENE, o Ministério da Integração Nacional (MI) assumiu a atribuição de manifestar-se acerca dos pedidos de inclusão de municípios interessados em beneficiar-se do tratamento diferenciado das políticas de crédito e benefícios fiscais conferidas ao semi-árido brasileiro, o que levou o MI a buscar instituir uma base técnica mais consistente que simplesmente o índice pluviométrico – adotado até então como a precipitação anual de 800 mm.

Desta forma, o MI convocou ministérios e instituições envolvidas com as diferentes questões atinentes ao semi-árido brasileiro e, em março de 2004, foi instalado o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) incumbido de redelimitar o espaço geográfico dessa área.

O GTI tomou como base três critérios técnicos:

- I. Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- II. Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e
- III. Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Em função disto, foram definidos os municípios brasileiros que estariam dentro da região delimitada para receber recursos para obras combate às secas, bem como tratamento diferenciado das políticas de crédito e benefícios fiscais conferidos ao semi-árido brasileiro. Em Minas Gerais foram desta forma incluídos 165 municípios na região semiárida.

Consoante com esta análise climática, o balanço hídrico entre a demanda e a disponibilidade de água superficial, apresentado no Capítulo 9, mostrou que os problemas de suprimento às demandas hídricas atuais decorrem da adoção da vazão $Q_{7,10}$ como referência. Quando outras referências são adotadas, como as vazões $Q_{90\%}$ ou $Q_{95\%}$, existem melhorias significativas, o que leva a cogitação de que as estimativas da $Q_{7,10}$ não são consistentes por erros de observação. Além disto, verifica-se que reservatórios de regularização de vazões tem impacto significativo no aumento das disponibilidades hídricas. Portanto, é possível se pensar na sustentabilidade do desenvolvimento da bacia tendo por base o uso de seus recursos hídricos, associados aos demais recursos naturais, notadamente clima e solo com base em um programa de construção de reservatórios para regularização de vazões.

O maior usuário de água, em termos quantitativos, a agricultura, poderá ser desenvolvida na com implementação da irrigação nos solos mais aptos, para superar os períodos de déficits

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 7
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

hídricos nas estações secas. Esta necessidade de irrigação, ao que tudo indica, poderá ser atendida por acumulações de água alimentadas pelas disponibilidades da estação úmida.

O Capítulo 3 mostrou que a bacia do rio Pardo tem boa potencialidade agrícola, sendo que 96,8% das terras são aptas para a lavoura, embora a maioria delas com restrição para ao menos um dos níveis de manejo. As terras inaptas para lavoura, com aptidão restrita para pastagens, estão associadas à região serrana no extremo oeste da bacia, correspondente a afloramentos rochosos e solos litólicos que compõem a serra do Espinhaço. Embora os solos não estejam na classe mais apta à irrigação, eles podem ser usados com alguns investimentos em fertilização e manejos adequados.

Problemas de suprimento hídrico à irrigação poderão ocorrer devido a questões topográficas que demandem recalques significativos, algo que deve ser analisado de forma mais individualizada. Caso seja necessária e viável a implantação de reservatórios de suprimento, tais reservas poderiam, também, promover outros tipos de uso, como a piscicultura e o abastecimento público. Pelo perfil das necessidades elencadas, aparentemente, o uso de irrigação na bacia está vinculado à agricultura familiar, para produção de alimentos, e também à agricultura empresarial, visando aos mercados interno ou externo. Isto já ocorre em grandes áreas da bacia, de forma mais ou menos natural, podendo ser grandemente estimulada por programas públicos de investimento e de capacitação.

A bacia PA1 conta com razoáveis índices de cobertura de serviços públicos de abastecimento de água às populações urbanas. O mesmo não ocorre com a cobertura de serviços de coleta e tratamento de esgotos domésticos, algo que contamina as águas fluentes de aglomerações urbanas, de acordo com as informações apresentadas no diagnóstico de 2008 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. De acordo com as informações da COPASA, o quadro foi alterado significativamente desde então, com a maior parte das sedes municipais tendo implantados seus sistemas de esgotamento sanitário. Sendo poluição de natureza orgânica, ela é naturalmente depurável, permitindo que o rio retorne a condições mais satisfatórias de qualidade adiante. Isto é facilitado nos trechos fluviais de montante da bacia devido aos trechos em declive, com grandes turbulências, o que facilita o processo de reaeração, e consequente oxidação da matéria orgânica. Isto faz com que problemas de qualidade de água ocorram pontualmente na bacia PA1, nas imediações das concentrações urbanas, como foi demonstrado no Capítulo 10 - Enquadramento.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 8
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

A vocação turística da bacia é muito evidente, incluindo aquele tipo que demanda ambiente natural, com águas sem contaminação, como pode ser verificado no Capítulo 8 – Demandas Hídricas. O estágio atual de qualidade das águas não destoa deste tipo de demanda, a não ser em pontos específicos da rede de drenagem, geralmente tendo por causa esgotos não tratados, ou atividades de mineração ou agricultura não bem manejadas, como foi verificado no Capítulo 10 - Enquadramento. As causas primeira causam poluição orgânica; as causas seguintes, a erosão e assoreamento dos corpos de água, além de excesso de sedimentos na água. Medidas específicas de saneamento básico, e de proteção ao solo e das matas ciliares poderão atenuar os problemas evidenciados nesse momento.

Em termos futuros a mineração na bacia pode ser um fator importante de poluição, pelo que deve haver atenção específica sobre esta atividade. Como foi diagnosticado no Capítulo 3 – Características Físicas, a maior atividade mineral atual e futura está concentrada nas porções de montante e jusante da bacia PA1, pouco existindo em sua porção central. Não ocorre nesta bacia demandas típicas de bacias próximas a centros urbanos, ou seja, aqueles que dizem respeito à matéria-prima para a construção civil, como cascalho, areia e saibro, e que podem ser fator importante de degradação do leito dos rios. O cenário de lavras ativas mostra uma clara e evidente associação das frentes de lavra com o leito e margens das drenagens, resultando inevitavelmente em impactos diretos na qualidade e quantidade das águas superficiais no âmbito da respectiva bacia.

Chama atenção a futura exploração de minério de ferro na região sudoeste da bacia, no município de Rio Pardo de Minas. Dependendo das cautelas ambientais que sejam adotadas, poderá ser ou não um fator de agravamento da qualidade ambiental e dos recursos hídricos, afetando algumas alternativas de atividades turísticas. Notícias apresentadas na mídia informam um uso de água significativo, possivelmente vinculado a um mineroduto a ser usado para escoamento do minério, algo que poderá alterar de forma significativa o balanço hídrico. Também se fala em uma ferrovia, que poderia ser usada para escoar a produção agrícola. São informações não consolidadas, e que carecem de precisão nesse momento. Mas que fazem com que seja necessário ao longo da elaboração do PDRH/PA1 a obtenção informações mais definitivas, que surjam ao longo dos meses.

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013	Página 9
-------------------------------	---	-------------------------------	-------------

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.1-Município do Balanço:	ÁGUAS VERMELHAS
1.2-Estação Utilizada:	PEDRA AZUL
1.3-Código da Estação	BR61PDRZ
1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão
2.2 - Sistema :	Aspersão
2.3 - Eficiência:	75%
2.4 - Jornada diária:	15 horas

2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.6 - Área irrigável:	339,0 ha
2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.8 - Vazão da bomba:	1000,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	132,00	1,10	145,20	143,00	77,32	-67,88	-678,75
Fev	121,00	1,10	133,10	69,00	29,82	-103,28	-1.032,78
Mar	118,00	1,10	129,80	83,00	39,52	-90,28	-902,76
Abr	91,00	1,10	100,10	58,00	23,82	-76,28	-762,84
Mai	74,00	1,10	81,40	31,00	8,48	-72,92	-729,18
Jun	63,00	1,10	69,30	12,00	0,00	-69,30	-693,00
Jul	65,00	1,10	71,50	11,00	0,00	-71,50	-715,00
Ago	86,00	1,10	94,60	10,00	0,00	-94,60	-946,00
Set	99,00	1,10	108,90	34,00	10,23	-98,67	-986,73
Out	120,00	1,10	132,00	98,00	49,67	-82,33	-823,35
Nov	116,00	1,10	127,60	138,00	74,46	-53,14	-531,44
Dez	122,00	1,10	134,20	189,00	101,31	-32,89	-328,88
Total	1207		1.327,70	876,00	414,63	-76,09	-9130,72

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)
Jan	-2,26	1,00	-90,50	-905,01	-0,56	-3,02	-10226,57	-306.797,06
Fev	-3,44	1,00	-137,70	-1377,03	-0,85	-4,59	-15560,48	-466.814,46
Mar	-3,01	1,00	-120,37	-1203,69	-0,74	-4,01	-13601,65	-408.049,40
Abr	-2,54	1,00	-101,71	-1017,12	-0,63	-3,39	-11493,47	-344.803,97
Mai	-2,43	1,00	-97,22	-972,24	-0,60	-3,24	-10986,36	-329.590,88
Jun	-2,31	1,00	-92,40	-924,00	-0,57	-3,08	-10441,20	-313.236,00
Jul	-2,38	1,00	-95,33	-953,33	-0,59	-3,18	-10772,67	-323.180,00
Ago	-3,15	1,00	-126,13	-1261,33	-0,78	-4,20	-14253,07	-427.592,00
Set	-3,29	1,00	-131,56	-1315,64	-0,81	-4,39	-14866,74	-446.002,21
Out	-2,74	1,00	-109,78	-1097,80	-0,68	-3,66	-12405,14	-372.154,09
Nov	-1,77	1,00	-70,86	-708,59	-0,44	-2,36	-8007,02	-240.210,59
Dez	-1,10	1,00	-43,85	-438,50	-0,27	-1,46	-4955,09	-148.652,60
Total	-30,44		-1217,43	-12174,29	-0,63	-3,38	-137569,44	-4.127.083,27

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **14866,74 m³/dia**

Corrigida: **14867,0 m³/dia**

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

ANEXOS - CAPÍTULOS 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.1-Município do Balanço:	BERIZAL
1.2-Estação Utilizada:	PEDRA AZUL
1.3-Código da Estação	BR61PDRZ
1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	29,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	13 horas	2.8 - Vazão da bomba:	100,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	132,00	1,10	145,20	143,00	77,32	-67,88	-678,75
Fev	121,00	1,10	133,10	69,00	29,82	-103,28	-1.032,78
Mar	118,00	1,10	129,80	83,00	39,52	-90,28	-902,76
Abr	91,00	1,10	100,10	58,00	23,82	-76,28	-762,84
Mai	74,00	1,10	81,40	31,00	8,48	-72,92	-729,18
Jun	63,00	1,10	69,30	12,00	0,00	-69,30	-693,00
Jul	65,00	1,10	71,50	11,00	0,00	-71,50	-715,00
Ago	86,00	1,10	94,60	10,00	0,00	-94,60	-946,00
Set	99,00	1,10	108,90	34,00	10,23	-98,67	-986,73
Out	120,00	1,10	132,00	98,00	49,67	-82,33	-823,35
Nov	116,00	1,10	127,60	138,00	74,46	-53,14	-531,44
Dez	122,00	1,10	134,20	189,00	101,31	-32,89	-328,88
Total	1207		1.327,70	876,00	414,63	-76,09	-9130,72

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-2,26	1,00	-90,50	-905,01	-0,64	-3,02	-874,84	-26.245,18	7,43
Fev	-3,44	1,00	-137,70	-1377,03	-0,98	-4,59	-1331,13	-39.933,98	11,31
Mar	-3,01	1,00	-120,37	-1203,69	-0,86	-4,01	-1163,56	-34.906,88	9,89
Abr	-2,54	1,00	-101,71	-1017,12	-0,72	-3,39	-983,22	-29.496,50	8,35
Mai	-2,43	1,00	-97,22	-972,24	-0,69	-3,24	-939,84	-28.195,09	7,99
Jun	-2,31	1,00	-92,40	-924,00	-0,66	-3,08	-893,20	-26.796,00	7,59
Jul	-2,38	1,00	-95,33	-953,33	-0,68	-3,18	-921,56	-27.646,67	7,83
Ago	-3,15	1,00	-126,13	-1261,33	-0,90	-4,20	-1219,29	-36.578,67	10,36
Set	-3,29	1,00	-131,56	-1315,64	-0,94	-4,39	-1271,79	-38.153,58	10,81
Out	-2,74	1,00	-109,78	-1097,80	-0,78	-3,66	-1061,21	-31.836,19	9,02
Nov	-1,77	1,00	-70,86	-708,59	-0,50	-2,36	-684,97	-20.548,99	5,82
Dez	-1,10	1,00	-43,85	-438,50	-0,31	-1,46	-423,89	-12.716,59	3,60
Total	-30,44		-1217,43	-12174,29	-0,72	-3,38	-11768,48	-353.054,32	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **1271,79 m³/dia**

Corrigida: **1272,0 m³/dia**

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013
-------------------------------	---	-------------------------------

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.1-Município do Balanço:	CURRAL DE DENTRO
1.2-Estação Utilizada:	PEDRA AZUL
1.3-Código da Estação	BR61PDRZ
1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	25,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	14 horas	2.8 - Vazão da bomba:	80,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	132,00	1,10	145,20	143,00	77,32	-67,88	-678,75
Fev	121,00	1,10	133,10	69,00	29,82	-103,28	-1.032,78
Mar	118,00	1,10	129,80	83,00	39,52	-90,28	-902,76
Abr	91,00	1,10	100,10	58,00	23,82	-76,28	-762,84
Mai	74,00	1,10	81,40	31,00	8,48	-72,92	-729,18
Jun	63,00	1,10	69,30	12,00	0,00	-69,30	-693,00
Jul	65,00	1,10	71,50	11,00	0,00	-71,50	-715,00
Ago	86,00	1,10	94,60	10,00	0,00	-94,60	-946,00
Set	99,00	1,10	108,90	34,00	10,23	-98,67	-986,73
Out	120,00	1,10	132,00	98,00	49,67	-82,33	-823,35
Nov	116,00	1,10	127,60	138,00	74,46	-53,14	-531,44
Dez	122,00	1,10	134,20	189,00	101,31	-32,89	-328,88
Total	1207		1.327,70	876,00	414,63	-76,09	-9130,72

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-2,26	1,00	-90,50	-905,01	-0,60	-3,02	-754,17	-22.625,15	7,43
Fev	-3,44	1,00	-137,70	-1377,03	-0,91	-4,59	-1147,53	-34.425,85	11,31
Mar	-3,01	1,00	-120,37	-1203,69	-0,80	-4,01	-1003,07	-30.092,14	9,89
Abr	-2,54	1,00	-101,71	-1017,12	-0,67	-3,39	-847,60	-25.428,02	8,35
Mai	-2,43	1,00	-97,22	-972,24	-0,64	-3,24	-810,20	-24.306,11	7,99
Jun	-2,31	1,00	-92,40	-924,00	-0,61	-3,08	-770,00	-23.100,00	7,59
Jul	-2,38	1,00	-95,33	-953,33	-0,63	-3,18	-794,44	-23.833,33	7,83
Ago	-3,15	1,00	-126,13	-1261,33	-0,83	-4,20	-1051,11	-31.533,33	10,36
Set	-3,29	1,00	-131,56	-1315,64	-0,87	-4,39	-1096,37	-32.891,02	10,81
Out	-2,74	1,00	-109,78	-1097,80	-0,73	-3,66	-914,83	-27.444,99	9,02
Nov	-1,77	1,00	-70,86	-708,59	-0,47	-2,36	-590,49	-17.714,65	5,82
Dez	-1,10	1,00	-43,85	-438,50	-0,29	-1,46	-365,42	-10.962,58	3,60
Total	-30,44		-1217,43	-12174,29	-0,67	-3,38	-10145,24	-304.357,17	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **1096,37 m³/dia**

Corrigida: **1097,0 m³/dia**

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.1-Município do Balanço:	DIVISA ALEGRE
1.2-Estação Utilizada:	PEDRA AZUL
1.3-Código da Estação	BR61PDRZ
1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	52,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	12 horas	2.8 - Vazão da bomba:	200,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	132,00	1,10	145,20	143,00	77,32	-67,88	-678,75
Fev	121,00	1,10	133,10	69,00	29,82	-103,28	-1.032,78
Mar	118,00	1,10	129,80	83,00	39,52	-90,28	-902,76
Abr	91,00	1,10	100,10	58,00	23,82	-76,28	-762,84
Mai	74,00	1,10	81,40	31,00	8,48	-72,92	-729,18
Jun	63,00	1,10	69,30	12,00	0,00	-69,30	-693,00
Jul	65,00	1,10	71,50	11,00	0,00	-71,50	-715,00
Ago	86,00	1,10	94,60	10,00	0,00	-94,60	-946,00
Set	99,00	1,10	108,90	34,00	10,23	-98,67	-986,73
Out	120,00	1,10	132,00	98,00	49,67	-82,33	-823,35
Nov	116,00	1,10	127,60	138,00	74,46	-53,14	-531,44
Dez	122,00	1,10	134,20	189,00	101,31	-32,89	-328,88
Total	1207		1.327,70	876,00	414,63	-76,09	-9130,72

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-2,26	1,00	-90,50	-905,01	-0,70	-3,02	-1568,68	-47.060,32	7,43
Fev	-3,44	1,00	-137,70	-1377,03	-1,06	-4,59	-2386,86	-71.605,76	11,31
Mar	-3,01	1,00	-120,37	-1203,69	-0,93	-4,01	-2086,39	-62.591,65	9,89
Abr	-2,54	1,00	-101,71	-1017,12	-0,78	-3,39	-1763,01	-52.890,28	8,35
Mai	-2,43	1,00	-97,22	-972,24	-0,75	-3,24	-1685,22	-50.556,71	7,99
Jun	-2,31	1,00	-92,40	-924,00	-0,71	-3,08	-1601,60	-48.048,00	7,59
Jul	-2,38	1,00	-95,33	-953,33	-0,74	-3,18	-1652,44	-49.573,33	7,83
Ago	-3,15	1,00	-126,13	-1261,33	-0,97	-4,20	-2186,31	-65.589,33	10,36
Set	-3,29	1,00	-131,56	-1315,64	-1,02	-4,39	-2280,44	-68.413,32	10,81
Out	-2,74	1,00	-109,78	-1097,80	-0,85	-3,66	-1902,85	-57.085,58	9,02
Nov	-1,77	1,00	-70,86	-708,59	-0,55	-2,36	-1228,22	-36.846,46	5,82
Dez	-1,10	1,00	-43,85	-438,50	-0,34	-1,46	-760,07	-22.802,17	3,60
Total	-30,44		-1217,43	-12174,29	-0,78	-3,38	-21102,10	-633.062,92	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **2280,44 m³/dia**

Corrigida: **2281,0 m³/dia**

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013
-------------------------------	---	-------------------------------

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1 - Identificação do Municípios

1.3-Município do Balanço:	INDAIABIRA
1.4-Estação Utilizada:	RIO PARDO DE MINAS
1.5-Código da Estação	BR52RPRD
1.6-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	95,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	13 horas	2.8 - Vazão da bomba:	600,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	205,79	1,10	226,37	180,00	96,96	-129,41	-1.294,09
Fev	180,30	1,10	198,33	96,00	48,34	-149,99	-1.499,91
Mar	177,09	1,10	194,80	102,00	52,29	-142,51	-1.425,07
Abr	151,44	1,10	166,58	39,00	13,11	-153,47	-1.534,71
Mai	133,23	1,10	146,55	11,00	0,00	-146,55	-1.465,53
Jun	114,76	1,10	126,24	0,00	0,00	-126,24	-1.262,36
Jul	122,06	1,10	134,27	10,00	0,00	-134,27	-1.342,66
Ago	153,05	1,10	168,36	1,00	0,00	-168,36	-1.683,55
Set	165,90	1,10	182,49	31,00	8,48	-174,01	-1.740,08
Out	186,99	1,10	205,69	79,00	36,74	-168,95	-1.689,48
Nov	177,09	1,10	194,80	162,00	87,76	-107,04	-1.070,41
Dez	183,76	1,10	202,14	205,00	108,64	-93,50	-934,96
Total	1.951,46		2.146,61	916,00	452,32	-141,19	-16942,81

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-4,31	1,00	-172,55	-1725,45	-1,23	-5,75	-5463,94	-163.918,07	7,64
Fev	-5,00	1,00	-199,99	-1999,87	-1,42	-6,67	-6332,93	-189.988,02	8,85
Mar	-4,75	1,00	-190,01	-1900,10	-1,35	-6,33	-6016,98	-180.509,39	8,41
Abr	-5,12	1,00	-204,63	-2046,28	-1,46	-6,82	-6479,90	-194.396,97	9,06
Mai	-4,89	1,00	-195,40	-1954,04	-1,39	-6,51	-6187,79	-185.633,80	8,65
Jun	-4,21	1,00	-168,31	-1683,15	-1,20	-5,61	-5329,96	-159.898,93	7,45
Jul	-4,48	1,00	-179,02	-1790,21	-1,28	-5,97	-5669,01	-170.070,27	7,92
Ago	-5,61	1,00	-224,47	-2244,73	-1,60	-7,48	-7108,32	-213.249,67	9,94
Set	-5,80	1,00	-232,01	-2320,11	-1,65	-7,73	-7347,02	-220.410,56	10,27
Out	-5,63	1,00	-225,26	-2252,63	-1,60	-7,51	-7133,34	-214.000,32	9,97
Nov	-3,57	1,00	-142,72	-1427,22	-1,02	-4,76	-4519,52	-135.585,49	6,32
Dez	-3,12	1,00	-124,66	-1246,61	-0,89	-4,16	-3947,61	-118.428,27	5,52
Total	-56,48		-2259,04	-22590,42	-1,34	-6,28	-71536,33	-2.146.089,76	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maiores Demanda: **7347,02 m³/dia**

Corrigida: **7348,0 m³/dia**

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.3-Município do Balanço:	MONTEZUMA
1.4-Estação Utilizada:	RIO PARDO DE MINAS
1.5-Código da Estação	BR52RPRD
1.6-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	162,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	13 horas	2.8 - Vazão da bomba:	1000,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	205,79	1,10	226,37	180,00	96,96	-129,41	-1.294,09
Fev	180,30	1,10	198,33	96,00	48,34	-149,99	-1.499,91
Mar	177,09	1,10	194,80	102,00	52,29	-142,51	-1.425,07
Abr	151,44	1,10	166,58	39,00	13,11	-153,47	-1.534,71
Mai	133,23	1,10	146,55	11,00	0,00	-146,55	-1.465,53
Jun	114,76	1,10	126,24	0,00	0,00	-126,24	-1.262,36
Jul	122,06	1,10	134,27	10,00	0,00	-134,27	-1.342,66
Ago	153,05	1,10	168,36	1,00	0,00	-168,36	-1.683,55
Set	165,90	1,10	182,49	31,00	8,48	-174,01	-1.740,08
Out	186,99	1,10	205,69	79,00	36,74	-168,95	-1.689,48
Nov	177,09	1,10	194,80	162,00	87,76	-107,04	-1.070,41
Dez	183,76	1,10	202,14	205,00	108,64	-93,50	-934,96
Total	1.951,46		2.146,61	916,00	452,32	-141,19	-16942,81

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-4,31	1,00	-172,55	-1725,45	-1,23	-5,75	-9317,45	-279.523,44	7,64
Fev	-5,00	1,00	-199,99	-1999,87	-1,42	-6,67	-10799,32	-323.979,58	8,85
Mar	-4,75	1,00	-190,01	-1900,10	-1,35	-6,33	-10260,53	-307.816,02	8,41
Abr	-5,12	1,00	-204,63	-2046,28	-1,46	-6,82	-11049,93	-331.498,00	9,06
Mai	-4,89	1,00	-195,40	-1954,04	-1,39	-6,51	-10551,82	-316.554,48	8,65
Jun	-4,21	1,00	-168,31	-1683,15	-1,20	-5,61	-9088,99	-272.669,76	7,45
Jul	-4,48	1,00	-179,02	-1790,21	-1,28	-5,97	-9667,15	-290.014,56	7,92
Ago	-5,61	1,00	-224,47	-2244,73	-1,60	-7,48	-12121,56	-363.646,80	9,94
Set	-5,80	1,00	-232,01	-2320,11	-1,65	-7,73	-12528,60	-375.858,01	10,27
Out	-5,63	1,00	-225,26	-2252,63	-1,60	-7,51	-12164,23	-364.926,87	9,97
Nov	-3,57	1,00	-142,72	-1427,22	-1,02	-4,76	-7706,96	-231.208,94	6,32
Dez	-3,12	1,00	-124,66	-1246,61	-0,89	-4,16	-6731,71	-201.951,36	5,52
Total	-56,48		-2259,04	-22590,42	-1,34	-6,28	-121988,26	-3.659.647,81	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **12528,60 m³/dia**

Corrigida: **12529,0 m³/dia**

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013
-------------------------------	---	-------------------------------

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.1-Município do Balanço:	NINHEIRA
1.2-Estação Utilizada:	PEDRA AZUL
1.3-Código da Estação	BR61PDRZ
1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	17,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	15 horas	2.8 - Vazão da bomba:	50,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	132,00	1,10	145,20	143,00	77,32	-67,88	-678,75
Fev	121,00	1,10	133,10	69,00	29,82	-103,28	-1.032,78
Mar	118,00	1,10	129,80	83,00	39,52	-90,28	-902,76
Abr	91,00	1,10	100,10	58,00	23,82	-76,28	-762,84
Mai	74,00	1,10	81,40	31,00	8,48	-72,92	-729,18
Jun	63,00	1,10	69,30	12,00	0,00	-69,30	-693,00
Jul	65,00	1,10	71,50	11,00	0,00	-71,50	-715,00
Ago	86,00	1,10	94,60	10,00	0,00	-94,60	-946,00
Set	99,00	1,10	108,90	34,00	10,23	-98,67	-986,73
Out	120,00	1,10	132,00	98,00	49,67	-82,33	-823,35
Nov	116,00	1,10	127,60	138,00	74,46	-53,14	-531,44
Dez	122,00	1,10	134,20	189,00	101,31	-32,89	-328,88
Total	1207		1.327,70	876,00	414,63	-76,09	-9130,72

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-2,26	1,00	-90,50	-905,01	-0,56	-3,02	-512,84	-15.385,10	7,43
Fev	-3,44	1,00	-137,70	-1377,03	-0,85	-4,59	-780,32	-23.409,57	11,31
Mar	-3,01	1,00	-120,37	-1203,69	-0,74	-4,01	-682,09	-20.462,65	9,89
Abr	-2,54	1,00	-101,71	-1017,12	-0,63	-3,39	-576,37	-17.291,05	8,35
Mai	-2,43	1,00	-97,22	-972,24	-0,60	-3,24	-550,94	-16.528,16	7,99
Jun	-2,31	1,00	-92,40	-924,00	-0,57	-3,08	-523,60	-15.708,00	7,59
Jul	-2,38	1,00	-95,33	-953,33	-0,59	-3,18	-540,22	-16.206,67	7,83
Ago	-3,15	1,00	-126,13	-1261,33	-0,78	-4,20	-714,76	-21.442,67	10,36
Set	-3,29	1,00	-131,56	-1315,64	-0,81	-4,39	-745,53	-22.365,89	10,81
Out	-2,74	1,00	-109,78	-1097,80	-0,68	-3,66	-622,09	-18.662,59	9,02
Nov	-1,77	1,00	-70,86	-708,59	-0,44	-2,36	-401,53	-12.045,96	5,82
Dez	-1,10	1,00	-43,85	-438,50	-0,27	-1,46	-248,49	-7.454,56	3,60
Total	-30,44		-1217,43	-12174,29	-0,63	-3,38	-6898,76	-206.962,88	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **745,53 m³/dia**

Corrigida: **746,0 m³/dia**

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013
-------------------------------	---	-------------------------------

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.3-Município do Balanço:	RIO PARDO DE MINAS
1.4-Estação Utilizada:	RIO PARDO DE MINAS
1.5-Código da Estação	BR52RPRD
1.6-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	180,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	14 horas	2.8 - Vazão da bomba:	1000,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	205,79	1,10	226,37	180,00	96,96	-129,41	-1.294,09
Fev	180,30	1,10	198,33	96,00	48,34	-149,99	-1.499,91
Mar	177,09	1,10	194,80	102,00	52,29	-142,51	-1.425,07
Abr	151,44	1,10	166,58	39,00	13,11	-153,47	-1.534,71
Mai	133,23	1,10	146,55	11,00	0,00	-146,55	-1.465,53
Jun	114,76	1,10	126,24	0,00	0,00	-126,24	-1.262,36
Jul	122,06	1,10	134,27	10,00	0,00	-134,27	-1.342,66
Ago	153,05	1,10	168,36	1,00	0,00	-168,36	-1.683,55
Set	165,90	1,10	182,49	31,00	8,48	-174,01	-1.740,08
Out	186,99	1,10	205,69	79,00	36,74	-168,95	-1.689,48
Nov	177,09	1,10	194,80	162,00	87,76	-107,04	-1.070,41
Dez	183,76	1,10	202,14	205,00	108,64	-93,50	-934,96
Total	1.951,46		2.146,61	916,00	452,32	-141,19	-16942,81

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-4,31	1,00	-172,55	-1725,45	-1,14	-5,75	-10352,72	-310.581,60	7,64
Fev	-5,00	1,00	-199,99	-1999,87	-1,32	-6,67	-11999,24	-359.977,31	8,85
Mar	-4,75	1,00	-190,01	-1900,10	-1,26	-6,33	-11400,59	-342.017,80	8,41
Abr	-5,12	1,00	-204,63	-2046,28	-1,35	-6,82	-12277,70	-368.331,11	9,06
Mai	-4,89	1,00	-195,40	-1954,04	-1,29	-6,51	-11724,24	-351.727,20	8,65
Jun	-4,21	1,00	-168,31	-1683,15	-1,11	-5,61	-10098,88	-302.966,40	7,45
Jul	-4,48	1,00	-179,02	-1790,21	-1,18	-5,97	-10741,28	-322.238,40	7,92
Ago	-5,61	1,00	-224,47	-2244,73	-1,48	-7,48	-13468,40	-404.052,00	9,94
Set	-5,80	1,00	-232,01	-2320,11	-1,53	-7,73	-13920,67	-417.620,01	10,27
Out	-5,63	1,00	-225,26	-2252,63	-1,49	-7,51	-13515,81	-405.474,30	9,97
Nov	-3,57	1,00	-142,72	-1427,22	-0,94	-4,76	-8563,29	-256.898,82	6,32
Dez	-3,12	1,00	-124,66	-1246,61	-0,82	-4,16	-7479,68	-224.390,40	5,52
Total	-56,48		-2259,04	-22590,42	-1,25	-6,28	-135542,51	-4.066.275,34	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **13920,67 m³/dia**

Corrigida: **13921,0 m³/dia**

Contrato 2241.0101.07.2010	Código GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05	Data de Emissão 26/09/2013
-------------------------------	---	-------------------------------

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.1-Município do Balanço:	SANTA CRUZ DE SALINAS
1.2-Estação Utilizada:	PEDRA AZUL
1.3-Código da Estação	BR61PDRZ
1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	3,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	14 horas	2.8 - Vazão da bomba:	10,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	132,00	1,10	145,20	143,00	77,32	-67,88	-678,75
Fev	121,00	1,10	133,10	69,00	29,82	-103,28	-1.032,78
Mar	118,00	1,10	129,80	83,00	39,52	-90,28	-902,76
Abr	91,00	1,10	100,10	58,00	23,82	-76,28	-762,84
Mai	74,00	1,10	81,40	31,00	8,48	-72,92	-729,18
Jun	63,00	1,10	69,30	12,00	0,00	-69,30	-693,00
Jul	65,00	1,10	71,50	11,00	0,00	-71,50	-715,00
Ago	86,00	1,10	94,60	10,00	0,00	-94,60	-946,00
Set	99,00	1,10	108,90	34,00	10,23	-98,67	-986,73
Out	120,00	1,10	132,00	98,00	49,67	-82,33	-823,35
Nov	116,00	1,10	127,60	138,00	74,46	-53,14	-531,44
Dez	122,00	1,10	134,20	189,00	101,31	-32,89	-328,88
Total	1207		1.327,70	876,00	414,63	-76,09	-9130,72

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-2,26	1,00	-90,50	-905,01	-0,60	-3,02	-90,50	-2.715,02	7,43
Fev	-3,44	1,00	-137,70	-1377,03	-0,91	-4,59	-137,70	-4.131,10	11,31
Mar	-3,01	1,00	-120,37	-1203,69	-0,80	-4,01	-120,37	-3.611,06	9,89
Abr	-2,54	1,00	-101,71	-1017,12	-0,67	-3,39	-101,71	-3.051,36	8,35
Mai	-2,43	1,00	-97,22	-972,24	-0,64	-3,24	-97,22	-2.916,73	7,99
Jun	-2,31	1,00	-92,40	-924,00	-0,61	-3,08	-92,40	-2.772,00	7,59
Jul	-2,38	1,00	-95,33	-953,33	-0,63	-3,18	-95,33	-2.860,00	7,83
Ago	-3,15	1,00	-126,13	-1261,33	-0,83	-4,20	-126,13	-3.784,00	10,36
Set	-3,29	1,00	-131,56	-1315,64	-0,87	-4,39	-131,56	-3.946,92	10,81
Out	-2,74	1,00	-109,78	-1097,80	-0,73	-3,66	-109,78	-3.293,40	9,02
Nov	-1,77	1,00	-70,86	-708,59	-0,47	-2,36	-70,86	-2.125,76	5,82
Dez	-1,10	1,00	-43,85	-438,50	-0,29	-1,46	-43,85	-1.315,51	3,60
Total	-30,44		-1217,43	-12174,29	-0,67	-3,38	-1217,43	-36.522,86	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **131,56 m³/dia**

Corrigida: **132,0 m³/dia**

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.3-Município do Balanço:	SANTO ANTONIO DO RETIRO
1.4-Estação Utilizada:	RIO PARDO DE MINAS
1.5-Código da Estação	BR52RPRD
1.6-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	73,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	15 horas	2.8 - Vazão da bomba:	400,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	205,79	1,10	226,37	180,00	96,96	-129,41	-1.294,09
Fev	180,30	1,10	198,33	96,00	48,34	-149,99	-1.499,91
Mar	177,09	1,10	194,80	102,00	52,29	-142,51	-1.425,07
Abr	151,44	1,10	166,58	39,00	13,11	-153,47	-1.534,71
Mai	133,23	1,10	146,55	11,00	0,00	-146,55	-1.465,53
Jun	114,76	1,10	126,24	0,00	0,00	-126,24	-1.262,36
Jul	122,06	1,10	134,27	10,00	0,00	-134,27	-1.342,66
Ago	153,05	1,10	168,36	1,00	0,00	-168,36	-1.683,55
Set	165,90	1,10	182,49	31,00	8,48	-174,01	-1.740,08
Out	186,99	1,10	205,69	79,00	36,74	-168,95	-1.689,48
Nov	177,09	1,10	194,80	162,00	87,76	-107,04	-1.070,41
Dez	183,76	1,10	202,14	205,00	108,64	-93,50	-934,96
Total	1.951,46		2.146,61	916,00	452,32	-141,19	-16942,81

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-4,31	1,00	-172,55	-1725,45	-1,07	-5,75	-4198,60	-125.958,09	7,64
Fev	-5,00	1,00	-199,99	-1999,87	-1,23	-6,67	-4866,36	-145.990,80	8,85
Mar	-4,75	1,00	-190,01	-1900,10	-1,17	-6,33	-4623,57	-138.707,22	8,41
Abr	-5,12	1,00	-204,63	-2046,28	-1,26	-6,82	-4979,29	-149.378,73	9,06
Mai	-4,89	1,00	-195,40	-1954,04	-1,21	-6,51	-4754,83	-142.644,92	8,65
Jun	-4,21	1,00	-168,31	-1683,15	-1,04	-5,61	-4095,66	-122.869,71	7,45
Jul	-4,48	1,00	-179,02	-1790,21	-1,11	-5,97	-4356,19	-130.685,57	7,92
Ago	-5,61	1,00	-224,47	-2244,73	-1,39	-7,48	-5462,18	-163.865,53	9,94
Set	-5,80	1,00	-232,01	-2320,11	-1,43	-7,73	-5645,60	-169.368,11	10,27
Out	-5,63	1,00	-225,26	-2252,63	-1,39	-7,51	-5481,41	-164.442,35	9,97
Nov	-3,57	1,00	-142,72	-1427,22	-0,88	-4,76	-3472,89	-104.186,74	6,32
Dez	-3,12	1,00	-124,66	-1246,61	-0,77	-4,16	-3033,43	-91.002,77	5,52
Total	-56,48		-2259,04	-22590,42	-1,16	-6,28	-54970,02	-1.649.100,55	100

Simbologia:

LIL - Lâmina de irrigação líquida
 Ks - Coeficiente de sombreamento
 NIB - Necessidade de irrigação bruta
 DMB - Demanda mensal bruta
 QU - Vazão unitária
 LIB - Lâmina de irrigação bruta
 Qo - Volume a ser outorgado
 Q - Volume mensal
 % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **5645,60 m³/dia**

Corrigida: **5646,0 m³/dia**

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.1-Município do Balanço:	SÃO JOÃO DO PARAÍSO
1.2-Estação Utilizada:	PEDRA AZUL
1.3-Código da Estação	BR61PDRZ
1.4-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	193,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	15 horas	2.8 - Vazão da bomba:	600,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	132,00	1,10	145,20	143,00	77,32	-67,88	-678,75
Fev	121,00	1,10	133,10	69,00	29,82	-103,28	-1.032,78
Mar	118,00	1,10	129,80	83,00	39,52	-90,28	-902,76
Abr	91,00	1,10	100,10	58,00	23,82	-76,28	-762,84
Mai	74,00	1,10	81,40	31,00	8,48	-72,92	-729,18
Jun	63,00	1,10	69,30	12,00	0,00	-69,30	-693,00
Jul	65,00	1,10	71,50	11,00	0,00	-71,50	-715,00
Ago	86,00	1,10	94,60	10,00	0,00	-94,60	-946,00
Set	99,00	1,10	108,90	34,00	10,23	-98,67	-986,73
Out	120,00	1,10	132,00	98,00	49,67	-82,33	-823,35
Nov	116,00	1,10	127,60	138,00	74,46	-53,14	-531,44
Dez	122,00	1,10	134,20	189,00	101,31	-32,89	-328,88
Total	1207		1.327,70	876,00	414,63	-76,09	-9130,72

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-2,26	1,00	-90,50	-905,01	-0,56	-3,02	-5822,21	-174.666,17	7,43
Fev	-3,44	1,00	-137,70	-1377,03	-0,85	-4,59	-8858,92	-265.767,53	11,31
Mar	-3,01	1,00	-120,37	-1203,69	-0,74	-4,01	-7743,71	-232.311,31	9,89
Abr	-2,54	1,00	-101,71	-1017,12	-0,63	-3,39	-6543,48	-196.304,32	8,35
Mai	-2,43	1,00	-97,22	-972,24	-0,60	-3,24	-6254,77	-187.643,18	7,99
Jun	-2,31	1,00	-92,40	-924,00	-0,57	-3,08	-5944,40	-178.332,00	7,59
Jul	-2,38	1,00	-95,33	-953,33	-0,59	-3,18	-6133,11	-183.993,33	7,83
Ago	-3,15	1,00	-126,13	-1261,33	-0,78	-4,20	-8114,58	-243.437,33	10,36
Set	-3,29	1,00	-131,56	-1315,64	-0,81	-4,39	-8463,96	-253.918,66	10,81
Out	-2,74	1,00	-109,78	-1097,80	-0,68	-3,66	-7062,51	-211.875,34	9,02
Nov	-1,77	1,00	-70,86	-708,59	-0,44	-2,36	-4558,57	-136.757,06	5,82
Dez	-1,10	1,00	-43,85	-438,50	-0,27	-1,46	-2821,04	-84.631,13	3,60
Total	-30,44		-1217,43	-12174,29	-0,63	-3,38	-78321,25	-2.349.637,38	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: **8463,96 m³/dia**

Corrigida: **8464,0 m³/dia**

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.3-Município do Balanço:	TAIOBEIRAS
1.4-Estação Utilizada:	RIO PARDO DE MINAS
1.5-Código da Estação	BR52RPRD
1.6-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	1056,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	12 horas	2.8 - Vazão da bomba:	7000,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	205,79	1,10	226,37	180,00	96,96	-129,41	-1.294,09
Fev	180,30	1,10	198,33	96,00	48,34	-149,99	-1.499,91
Mar	177,09	1,10	194,80	102,00	52,29	-142,51	-1.425,07
Abr	151,44	1,10	166,58	39,00	13,11	-153,47	-1.534,71
Mai	133,23	1,10	146,55	11,00	0,00	-146,55	-1.465,53
Jun	114,76	1,10	126,24	0,00	0,00	-126,24	-1.262,36
Jul	122,06	1,10	134,27	10,00	0,00	-134,27	-1.342,66
Ago	153,05	1,10	168,36	1,00	0,00	-168,36	-1.683,55
Set	165,90	1,10	182,49	31,00	8,48	-174,01	-1.740,08
Out	186,99	1,10	205,69	79,00	36,74	-168,95	-1.689,48
Nov	177,09	1,10	194,80	162,00	87,76	-107,04	-1.070,41
Dez	183,76	1,10	202,14	205,00	108,64	-93,50	-934,96
Total	1.951,46		2.146,61	916,00	452,32	-141,19	-16942,81

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-4,31	1,00	-172,55	-1725,45	-1,33	-5,75	-60735,96	-1.822.078,72	7,64
Fev	-5,00	1,00	-199,99	-1999,87	-1,54	-6,67	-70395,56	-2.111.866,86	8,85
Mar	-4,75	1,00	-190,01	-1900,10	-1,47	-6,33	-66883,48	-2.006.504,42	8,41
Abr	-5,12	1,00	-204,63	-2046,28	-1,58	-6,82	-72029,19	-2.160.875,85	9,06
Mai	-4,89	1,00	-195,40	-1954,04	-1,51	-6,51	-68782,21	-2.063.466,24	8,65
Jun	-4,21	1,00	-168,31	-1683,15	-1,30	-5,61	-59246,76	-1.777.402,88	7,45
Jul	-4,48	1,00	-179,02	-1790,21	-1,38	-5,97	-63015,51	-1.890.465,28	7,92
Ago	-5,61	1,00	-224,47	-2244,73	-1,73	-7,48	-79014,61	-2.370.438,40	9,94
Set	-5,80	1,00	-232,01	-2320,11	-1,79	-7,73	-81667,91	-2.450.037,37	10,27
Out	-5,63	1,00	-225,26	-2252,63	-1,74	-7,51	-79292,75	-2.378.782,55	9,97
Nov	-3,57	1,00	-142,72	-1427,22	-1,10	-4,76	-50237,99	-1.507.139,76	6,32
Dez	-3,12	1,00	-124,66	-1246,61	-0,96	-4,16	-43880,79	-1.316.423,68	5,52
Total	-56,48		-2259,04	-22590,42	-1,45	-6,28	-795182,73	-23.855.482,00	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: 81667,91 m³/dia

Corrigida: 81668,0 m³/dia

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

ANEXOS - CAPÍTULO 8

PLANILHA DE DETERMINAÇÃO DA DEMANDA HIDROAGRÍCOLA

1- Identificação do Municípios

1.3-Município do Balanço:	VARGEM GRANDE DO RIO PARDO
1.4-Estação Utilizada:	RIO PARDO DE MINAS
1.5-Código da Estação	BR52RPRD
1.6-Método de Estimativa da Eto: Penman/Montheith/FAO	

2 - Dados do Projeto

2.1 - Cultivo(s):	Feijão	2.5 - Frequência de rega:	1 dia
2.2 - Sistema :	Aspersão	2.6 - Área irrigável:	60,0 ha
2.3 - Eficiência:	75%	2.7 - Jornada mensal:	30 dias
2.4 - Jornada diária:	14 horas	2.8 - Vazão da bomba:	350,00 m ³ / h

3 - Balanço Hídrico

Mês	ETo (mm/mês)	Kc	ETc (mm/mês)	PM (mm/mês)	PEc (mm/mês)	NIL (mm/mês)	DML (m ³ /ha/mês)
Jan	205,79	1,10	226,37	180,00	96,96	-129,41	-1.294,09
Fev	180,30	1,10	198,33	96,00	48,34	-149,99	-1.499,91
Mar	177,09	1,10	194,80	102,00	52,29	-142,51	-1.425,07
Abr	151,44	1,10	166,58	39,00	13,11	-153,47	-1.534,71
Mai	133,23	1,10	146,55	11,00	0,00	-146,55	-1.465,53
Jun	114,76	1,10	126,24	0,00	0,00	-126,24	-1.262,36
Jul	122,06	1,10	134,27	10,00	0,00	-134,27	-1.342,66
Ago	153,05	1,10	168,36	1,00	0,00	-168,36	-1.683,55
Set	165,90	1,10	182,49	31,00	8,48	-174,01	-1.740,08
Out	186,99	1,10	205,69	79,00	36,74	-168,95	-1.689,48
Nov	177,09	1,10	194,80	162,00	87,76	-107,04	-1.070,41
Dez	183,76	1,10	202,14	205,00	108,64	-93,50	-934,96
Total	1.951,46		2.146,61	916,00	452,32	-141,19	-16942,81

Simbologia:

ETo - Evapotranspiração de Referência
Kc - Coeficiente de cultivo
ETc - Evapotranspiração da Cultura
PM - Precipitação média
PEc - Precipitação efetiva corrigida
NIL - Necessidade de irrigação líquida
DML - Demanda mensal líquida

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013

4 - Quadro de Avaliação de Demanda

Mês	LIL (mm/dia)	Ks	NIB (mm/mês)	DMB (m ³ /ha/mês)	QU (l/s/ha)	LIB (mm/dia)	Qo (m ³ /dia)	Q (m ³ /mês)	Demanda (%)
Jan	-4,31	1,00	-172,55	-1725,45	-1,14	-5,75	-3450,91	-103.527,20	7,64
Fev	-5,00	1,00	-199,99	-1999,87	-1,32	-6,67	-3999,75	-119.992,44	8,85
Mar	-4,75	1,00	-190,01	-1900,10	-1,26	-6,33	-3800,20	-114.005,93	8,41
Abr	-5,12	1,00	-204,63	-2046,28	-1,35	-6,82	-4092,57	-122.777,04	9,06
Mai	-4,89	1,00	-195,40	-1954,04	-1,29	-6,51	-3908,08	-117.242,40	8,65
Jun	-4,21	1,00	-168,31	-1683,15	-1,11	-5,61	-3366,29	-100.988,80	7,45
Jul	-4,48	1,00	-179,02	-1790,21	-1,18	-5,97	-3580,43	-107.412,80	7,92
Ago	-5,61	1,00	-224,47	-2244,73	-1,48	-7,48	-4489,47	-134.684,00	9,94
Set	-5,80	1,00	-232,01	-2320,11	-1,53	-7,73	-4640,22	-139.206,67	10,27
Out	-5,63	1,00	-225,26	-2252,63	-1,49	-7,51	-4505,27	-135.158,10	9,97
Nov	-3,57	1,00	-142,72	-1427,22	-0,94	-4,76	-2854,43	-85.632,94	6,32
Dez	-3,12	1,00	-124,66	-1246,61	-0,82	-4,16	-2493,23	-74.796,80	5,52
Total	-56,48		-2259,04	-22590,42	-1,25	-6,28	-45180,84	-1.355.425,11	100

Simbologia:

- LIL - Lâmina de irrigação líquida
- Ks - Coeficiente de sombreamento
- NIB - Necessidade de irrigação bruta
- DMB - Demanda mensal bruta
- QU - Vazão unitária
- LIB - Lâmina de irrigação bruta
- Qo - Volume a ser outorgado
- Q - Volume mensal
- % - Percentual Mensal

Maior Demanda: 4640,22 m³/dia

Corrigida: 4641,0 m³/dia

Contrato

2241.0101.07.2010

Código

GAMA-RH-PLAN-RT-MG-IGAM-PA1-02.00-REV05

Data de Emissão

26/09/2013