



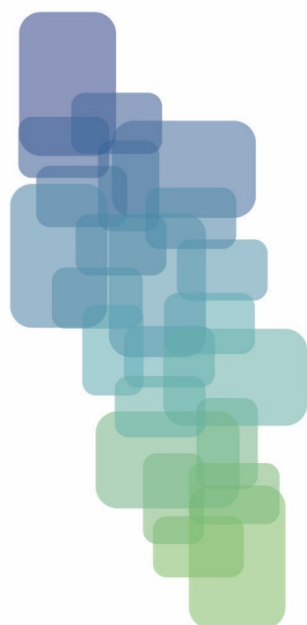
# **PDRH RIO DAS VELHAS**

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS  
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS

PLANO DIRETOR CONSOLIDADO  
VOLUME 1 | DIAGNÓSTICO







# **PDRH RIO DAS VELHAS**

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS  
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS

PLANO DIRETOR CONSOLIDADO  
VOLUME 1 | DIAGNÓSTICO

Belo Horizonte, 2015



### **Governo do Estado de Minas Gerais**

Governador: Fernando Damata Pimentel

Vice-Governador: Antônio Andrade

### **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD**

Secretário: Luiz Sávio de Souza Cruz

### **Instituto Mineiro de Gestão de Águas - IGAM**

Diretora Geral: Maria de Fátima Chagas Dias Coelho

Diretor de Gestão das Águas e Apoio aos Comitês de Bacia: Breno Esteves Lasmar

Gerente de Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Águas: Robson Rodrigues dos Santos

### **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – CBH Rio das Velhas**

Presidente: Marcus Vinício Polignano

Vice-presidente: Ênio Resende de Souza

Secretário: Valter Vilela

### **Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo - AGB Peixe Vivo**

Diretora Geral: Célia M<sup>a</sup> Brandão Fróes

Diretor Técnico: Alberto Simon Schwartzman

Diretora de Integração: Ana Cristina da Silveira

Diretora de Administração e Finanças Berenice Coutinho Malheiros dos Santos

Assessora Técnica: Patrícia Sena Coelho Cajueiro

©2015 Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

Todos os direitos reservados.

Ficha Catalográfica

Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 2015: Plano Diretor Consolidado – Volume I. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, 2015.

316 p.; il. color.

Vários colaboradores.

1. Rio das Velhas. 2. Plano Diretor. I. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. II. Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo. III. Instituto Mineiro de Gestão Das Águas.

**Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

Rua Carijós, nº 150 - 10º Andar, Centro - Belo Horizonte - MG

CEP 30.120-060

[www.cbhvelhas.org.br](http://www.cbhvelhas.org.br)

## **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – CBH Rio das Velhas**

### **Poder Público Estadual**

Adalberto Stanley Marques Alves - Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte  
Afrânio Lúcio Vasconcelos - Polícia Civil de Minas Gerais  
Amarildo José Brumano Kalil - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Andreia Cristina Barroso Almeida - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
Ângela Dolabela Cãnfora - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais  
Aretha Machado Aguiar Floriano Peixoto - Fundação Rural Mineira  
Breno Esteves Lasmar - Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
Ênio Resende de Souza - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais  
Flávia Araújo Gonçalves - Instituto Estadual de Florestas  
Francisco Xavier Maia - Instituto Mineiro de Agropecuária  
Inês Tourino Teixeira - Secretaria Estadual de Educação  
João Luiz Teixeira Andrade - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico  
Maria Berenice Cardoso Martins Vieira - Secretaria de Estado de Saúde  
Matheus Valle de Carvalho e Oliveira - Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

### **Poder Público Municipal**

André Ribeiro do Rego - Prefeitura Municipal de Morro da Garça  
Antônio Marcos Generoso Cotta - Prefeitura Municipal de Itabirito  
Diego Cirino Teixeira - Prefeitura Municipal de Santana do Riacho  
Elton Dias Barcelos - Prefeitura Municipal de Funilândia  
Francisco de Assis de Oliveira - Prefeitura Municipal de Corinto  
Lairto Divino de Almeida - Prefeitura Municipal de Jaboticatubas  
Marcos Joaquim Matoso - Prefeitura Municipal de Sete Lagoas  
Maria Mércia Rodrigues - Prefeitura Municipal de Baldim  
Nadja Murta Apolinário - Prefeitura Municipal de Ouro Preto  
Roberto Messias Franco - Prefeitura Municipal de Nova Lima  
Rodrigo Hott Pimenta - Prefeitura Municipal de Ribeirão das Neves  
Rosângela Maria Bicalho - Prefeitura Municipal de Lagoa Santa  
Weber Coutinho - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte  
Werley Gonçalves dos Santos Júnior - Prefeitura Municipal de Rio Acima

### **Usuários**

Carlos Alberto Santos Oliveira - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais  
Celso Scalabrini Costa - Anglogold Ashanti - Córrego do Sítio Mineração S.A  
Dalton Rodrigues de Oliveira - Instituto Brasileiro de Mineração  
Fabiana Queiroga Perry - SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto – Caeté/MG  
Lívia de Paiva Pacheco - Associação dos Municípios do Circuito Turístico Parque Nacional da Serra do Cipó  
Luiz Cláudio de Castro Figueiredo - VALE S.A.  
Magno Pereira Marques - Associação do Circuito Turístico das Grutas  
Marcos Otávio Reis Versiani - HOLCIM Brasil S.A

Renato Junio Constâncio - CEMIG Geração e Transmissão S.A.

Valéria Caldas Barbosa - COPASA

Valter Vilela - COPASA

Wagner José Silva Melillo - SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto – Itabirito/MG

Wagner Soares Costa - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

Walter Caetano Pinto - União Agropecuária importação e Exportação de Bebidas LTDA

### **Sociedade Civil**

Carolina de Moura Campos - 4 Cantos do Mundo

Cecília Rute de Andrade Silva - CONVIVERDE

Eduardo Nascimento - Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais

Fernanda Figueiredo Machado de Alvarenga - Projeto Metamorfose

Itamar de Paula Santos - Conselho Comunitário Unidos pelo Ribeiro de Abreu

José Antônio da Cunha Melo - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

José de Castro Procópio - Associação de Desenvolvimento de Artes e Ofícios

José Maria dos Santos - Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias de Purificação e Distribuição de Água e em Serviços de Esgoto

Julia de Abreu Pinheiro - Instituto Pró-Endêmicas

Marcus Vinícius Polignano - Instituto Guaicuy - SOS Rio das Velhas

Paulo Fernandes Cardoso - Fórum Nacional de Sociedade Civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas

Ronaldo Pereira da Silva - Movimento Artístico, Cultural e Ambiental de Caeté

Simone Alvarenga Borja - Associação Para Recuperação e Conservação Ambiental em Defesa da Serra da Calçada

Tarcísio de Paula Cardoso - Associação Comunitária dos Chacareiros do Maravilha

### **Câmara Técnica de Planejamento, Projetos e Controle do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CTPC - CBH Rio das Velhas**

Eduardo Nascimento - Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais

Flávia Araújo Gonçalves - Instituto Estadual de Florestas

Flávio Henrique Eloi - Prefeitura Municipal de Nova Lima

José Antônio da Cunha Melo - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

José de Castro Procópio - Associação de Desenvolvimento de Artes e Ofícios

Leandro Vaz Pereira - Prefeitura Municipal de Corinto

Lívia de Paiva Pacheco - Associação dos Municípios do Circuito Turístico Parque Nacional da Serra do Cipó

Lívia Mara de Oliveira Nogueira – VALE S.A.

Matheus Valle de Carvalho e Oliveira - Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário

Odorico C. Araújo - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

Thiago Negromonte de Moura - Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte

Túlio Bahia Alves - Instituto Mineiro de Gestão das Águas



### **Equipe de Mobilização**

Amanda de Amorim Alves

Carolina de Castro Oliveira

Clarissa Bastos Dantas

Derza Aparecida Costa Nogueira

Dimas Corrêa da Silva

Elio Domingos Neto

Fernanda Márcia Carlos de Oliveira

Gisele Fernandes de Sales Barbosa

Izabel Gonçalves Nogueira

Izabella Cristina Correia de Resende

Polítacito Ricardo de Oliveira Santos

Thiago Augusto Rodrigues



**Grupo de Acompanhamento dos Trabalhos - GAT**

**Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM**

Titular: Robson Rodrigues dos Santos

Suplente: Túlio Bahia Alves

**Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo - AGB Peixe Vivo**

Titular: Alberto Simon Schvartzman

Suplente: Patrícia Sena Coelho Cajueiro

**Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CBH Rio das Velhas**

Titular: Antônio Thomaz da Mata Machado

Suplente: João Bosco Senra

**Câmara Técnica de Planejamento, Projetos e Controle do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CTPC - CBH Rio das Velhas**

Titular: Matheus Valle de Carvalho e Oliveira

Suplente: José Antônio da Cunha Melo



## **Equipe técnica do Consórcio Ecoplan/Skill:**

### **Responsável Técnico**

Eng. Civil Percival Ignácio de Souza - CREA/RS 002225

### **Coordenação**

Eng. Agrônomo MSc. Alexandre Ercolani de Carvalho - CREA/RS 72263

Eng. Civil MSc. Sidnei Agra - CREA/RS 103149

Sociólogo Dr. Eduardo Antônio Audibert - DRT/RS709

### **Estudos Hidrológicos**

Eng. Civil MSc. Sidnei Agra - CREA/RS 103149

Eng. Civil Nilson Oliveira - CREA/RS 125231

Eng. Civil Esp. Henrique Bender Kotzian - CREA/RS 059609

Eng. Civil Msc. Ane Lourdes Jaworowski - CREA/RS 104252

Eng. Agrônoma Dra. Renata del Giudice Rodriguez - CREA/DF0706163737

Eng. Civil MSc. Rafael Siqueira Souza - CREA/RS 127041

Eng. Ambiental Ana Luiza Helfer - CREA/RS 208972

### **Planejamento e Gestão**

Eng. Agrônomo MSc. Alexandre Ercolani de Carvalho - CREA/RS 72263

Eng. Civil Msc. Ane Lourdes Jaworowski - CREA/RS 104252

Eng. Civil MSc. Sidnei Agra - CREA/RS 103149

Geógrafa Msc. Sumire da Silva Hinata - CREA/RS169347

### **Engenharia Sanitária**

Eng. Civil Paulo Roberto Gomes - CREA/RS 057178

Eng. Civil José Nelson de Almeida Machado - CREA/MG 6193/D

Eng. Civil Msc. Ane Lourdes Jaworowski - CREA/RS 104252

Eng. Química Ciomara Rabelo de Carvalho - CREA/MG 117494/D

Eng. Civil Jorge Milton Elian Saffar - CREA-MG: 9685/D

Eng. Química Márcia Cristina Marcelino Romanelli - CRQ 2ª Região: 02300335

Eng. Química Fabrícia Gonçalves Moreira - CREA-MG: 114150/D

Químico André Knop Henriques - CRQ 2ª Região: 02102801

Farmacêutico - Lázaro Rodrigues de Menezes Neto

Acad. Eng. Química Nayara Melo Cardoso

### **Geologia e Hidrogeologia**

Geólogo Dr. Osmar Coelho - CREA/RS 030673

Geólogo Cláudio Lumertz - CREA/RS 093630

Geólogo João César Cardoso Carmo - CREA/MG 29184

Acad. Geologia Tobias Fonte Boa

### **Aspectos bióticos**

Biólogo Dr. Willi Bruschi Junior - CRBIO/08459-03

Biólogo Msc. Rodrigo Agra Balbuena - CRBIO/08014-03

### **Meio Físico e Uso do Solo**

Geógrafo Daniel Duarte das Neves - CREA/RS 146202

Geógrafo Rodrigo Wienskoski Araujo - CREA/RS 181405

Geógrafo Daniel Wiegand - CREA/RS 166230

Geógrafo Emílio Santos - CREA/RS 194007

Analista de Sistemas Pedro Pires Gazzana

Acad. Eng. Cartográfica Vinícius Melgarejo Montenegro Silveira

Acad. Geografia Pablo Maciel da Silva

Acad. Geografia Laís Cabral Menezes

Acad. Geografia Gilvan Silva de Andrade

### **Sistema de Informações**

Geógrafo Daniel Duarte das Neves - CREA/RS 146202

Geógrafa Isabel Rekowsky - CREA/RS 187829

Geógrafo Daniel Wiegand - CREA/RS 166230

Biólogo Rodrigo Agra Balbuena - CRBIO/08014-03

Geógrafa Dalila de Souza Alves - CREA/MG 103553

### **Socioeconomia**

Sociólogo Dr. Eduardo Antônio Audibert - DRT/RS 709

Cientista Social Maria Elizabeth da Silva Ramos

Cientista Social Cristian Sanabria da Silva

Socióloga Jana Alexandra Oliveira da Silva

Economista Otávio Pereira - CORECON/RS 4924

Geógrafa Msc. Sumire da Silva Hinata - CREA/RS169347

### **Comunicação Social**

Relações Públicas Karina Galdino

Designer Gráfico Patrícia Hoff

### **Apoio**

Eng. Ambiental Ana Luiza Helfer - CREA/RS 208972

Acad. Eng. Ambiental Paula Ivana Riediger

## PREFÁCIO

Este documento é o resultado de mais de 30 meses de trabalho envolvendo empresa contratada, AGB Peixe Vivo, Comitê de Bacia do Rio das Velhas, técnicos, pesquisadores, especialistas, entidades governamentais, setor privado e sociedade civil.

O Plano Diretor da Bacia do Rio das Velhas - PDRH 2015 - apresenta um diagnóstico da situação atual do rio das Velhas, da qualidade e quantidade das suas águas, dos instrumentos de gestão, da organização do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, apontando falhas, problemas, deficiências mas principalmente rumos e direções a serem tomados.

O Plano Diretor agora posto apresenta um plano de voo a ser seguido e pactuado por todos os usuários e segmentos que utilizam e habitam a bacia hidrográfica do rio das Velhas. Este não é o primeiro Plano Diretor da bacia, mas sucede o anterior de 2004.

O PDRH 2004 cumpriu o seu papel permitindo a implementação de instrumentos de gestão como a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e a implantação do plano de metas 2010-2014, proposto inicialmente pelo Projeto Manuelzão - UFMG, que tinha como objetivo final navegar, pescar e nadar no rio das Velhas no trecho metropolitano de Belo Horizonte.

O PDRH 2015 incorpora os ganhos obtidos pelo plano da Meta 2010-2014, sinalizando que: houve avanços importantes no saneamento ambiental principalmente na região metropolitana, onde cerca de 60% dos esgotos estão sendo coletados e tratados; houve um aumento significativo da mobilização social, já incorporado dentro da estrutura do comitê de bacia através dos subcomitês; a revitalização se tornou um projeto estruturador de governo, embora ainda limitado a alguns segmentos do mesmo; os peixes voltaram a habitar a região do médio e alto Rio das Velhas em decorrência destas ações.

Portanto o grande norteador do PDRH 2015 continua sendo a meta de nadar e pescar no trecho metropolitano do Rio das Velhas, que permanece como o epicentro da degradação, onde a quantidade de carga poluidora se encontra acima da capacidade de suporte do rio, e que precisa ser diminuída e tratada. Essa carga excessiva polui e degrada as águas na sequência causando entre outras questões a impossibilidade de nadar no rio e o afloramento de cianobactérias no médio e baixo Rio das Velhas.

Na prática isto significa tornar o rio Classe 2 (CONAMA nº 357/2005) no seu ponto mais crítico. Em outras palavras propõe que nenhum afluente entregue para a calha do rio um curso da água de Classe 3 ou 4. E ainda afirma a necessidade de mantermos no mesmo nível todos os cursos d'água que se encontram em Classe Especial e Classe 1, como as sub-bacias do Prata, Taquaraçu, Cipó-Paraúna, Curimataí, Pardo Grande dentre outros.

Para isso o Plano inova com a proposição de agendas envolvendo atividades econômicas, disponibilidade hídrica, necessidade de preservação de áreas de recarga, processos de uso e ocupação do solo. A implantação e discussão destas agendas serão fundamentais para mantermos a integridade ecossistêmica da bacia e a sua gestão.

Outra inovação proposta no PDRH 2015 diz respeito ao plano de ações por Unidade Territorial Estratégica (UTE), que é fundamental para nortear o trabalho dos subcomitês. A partir da situação atual de qualidade e quantidade de água, cada subcomitê poderá propor ações visando a preservação ou melhoria dos indicadores estabelecendo um pacto de entrega para a calha do Rio das Velhas visando a sua revitalização.

Por outro lado o PDRH 2015 aponta para a necessidade de um realinhamento entre as diversas entidades que compõem o sistema de gerenciamento de recursos hídricos para garantir a eficiência do processo de gestão, especialmente no que se refere à outorga.

A estiagem vivida no período 2014-2015 pela região Sudeste do Brasil, em especial na região metropolitana de Belo Horizonte, demonstrou conflitos pelo uso da água, as fragilidades do sistema de gestão e fiscalização das águas. O Plano aponta medidas relacionadas a esta questão, mas para, além disso, reforça a necessidade de uma gestão contínua integrada, sistêmica e eficiente da bacia para garantir a disponibilidade hídrica.

Podemos afirmar que se o Plano não é perfeito, ele representa um esforço de todos para a transformação da gestão num modelo eficiente e comprometido com a vitalidade da bacia hidrográfica. Isto significa a utilização dos recursos hídricos dentro da capacidade e disponibilidade hídrica existente, priorizando o consumo humano e a manutenção da biodiversidade aquática e do entorno.

É fundamental que este plano seja consultado no processo de licenciamento ambiental no sentido de que haja uma coerência, um equilíbrio e uma compatibilidade entre o modelo de desenvolvimento econômico e a gestão dos recursos hídricos da bacia, sendo importante destacar que a disponibilidade hídrica é limitada, finita e distribuída de forma desigual ao longo da bacia. O não respeito a este preceito básico poderá gerar uma escassez hídrica ainda maior da que estamos vivendo com graves consequências econômicas e sociais.

A mesma observação vale para os municípios que deverão adequar os seus planos diretores ao PDRH 2015, pois as cidades dependem de uma boa gestão de bacia para suprir as demandas para o consumo humano e atividades econômicas. Os municípios pertencem à bacia, tem nascentes e córregos no seu território, geram efluentes industriais e domésticos e portanto tem que se adequar ao modelo de gestão das águas proposto pelo PDRH.

Por fim podemos afirmar que mais do que diretrizes e normas o Plano Diretor possibilita a construção de pactos com os diferentes setores e segmentos no caminho da revitalização, para que possamos garantir para esta e as futuras gerações um Rio das Velhas com qualidade e quantidade de água, equilibrado e saudável.

**Marcus Vinicius Polignano**  
Presidente do CBH Rio das Velhas



## APRESENTAÇÃO

A revisão do **Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas** é fruto do Contrato nº 021/2012 - Ato Convocatório nº 016/2012, no âmbito do Contrato de Gestão nº 003/IGAM/2009 e contou com o apoio técnico do Consórcio Ecoplan/Skill.

O PDRH Rio das Velhas foi revisado e atualizado seguindo o roteiro da Resolução CNRH nº 145/2012. Durante o período dos trabalhos foram realizados estudos abrangentes de Diagnóstico e Prognóstico compatibilizando os aspectos quantitativos e qualitativos do uso das águas, foram avaliados os planos setoriais existentes em seus diagnósticos e cenários, integrando-os ao PDHR Rio das Velhas de forma a conferir unidade à gestão dos recursos hídricos, foram identificadas as intervenções programadas pelos diversos setores e aquelas consideradas especificamente para a gestão, foram definidas diretrizes para aplicação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos previstos na Lei Federal nº 9.433/1997 e Lei Estadual nº 13.199/1999 e diretrizes para o aprimoramento do arranjo institucional, foram realizadas reuniões públicas por UTE (Unidades Territoriais Estratégicas) de modo a envolver a sociedade na atualização do PDRH Rio das Velhas, foram definidas as metas principais para a realidade desejada para a bacia, e por fim, foi proposto um Plano de Ações, ou seja, um conjunto de ações e intervenções a serem desenvolvidas na bacia, em um horizonte temporal de 16 anos, contemplando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, para a efetivação do PDRH Rio das Velhas.

Como meta central para a elaboração do Plano de Ações está a bacia revitalizada, traduzida pela meta de pescar, nadar e navegar no trecho metropolitano do rio das Velhas, meta adotada pelo PDRH Rio das Velhas a partir dos anseios e aspirações dos agentes do sistema de gestão de recursos hídricos, dos representantes de usuários e da sociedade da bacia. Dentre as ações, algumas podem ajudar a evitar conflitos em futuras situações de estiagens, amenizando o efeito das mesmas como é o caso das ações de monitoramento, incremento de oferta hídrica, redução de demandas por água, elaboração de um sistema de alerta, recuperação de matas ciliares, controle de carga poluidora, dentre outras.

Pode-se dizer, portanto, que o PDRH Rio das Velhas exercita plenamente sua condição de instrumento de gestão e espera-se que resulte em importantes conquistas para a gestão sustentável da bacia do rio das Velhas.

**Equipe do Consórcio Ecoplan/Skill**



# SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO</b> .....	<b>13</b>
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>17</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>21</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>25</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS</b> .....	<b>27</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>35</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	35
1.2 ESTRUTURA DO PDRH RIO DAS VELHAS.....	37
<b>2 DECLARAÇÃO DE PRINCÍPIOS</b> .....	<b>43</b>
<b>3 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA</b> .....	<b>49</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO.....	49
3.2 SEGMENTAÇÃO DA BACIA.....	53
3.2.1 Alto rio das Velhas.....	54
3.2.2 Médio Alto rio das Velhas.....	54
3.2.3 Médio Baixo rio das Velhas.....	54
3.2.4 Baixo rio das Velhas.....	55
<b>4 MAPEAMENTO DO USO DO SOLO</b> .....	<b>61</b>
<b>5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA</b> .....	<b>69</b>
5.1 CLIMA.....	69
5.1.1 Temperatura e Precipitação.....	70
5.1.2 Balanço Hídrico Climatológico.....	77
5.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	78
5.2.1 Unidades Litoestratigráficas.....	79
5.2.2 Geomorfologia.....	84
5.3 PEDOLOGIA.....	91
5.4 SITUAÇÃO ATUAL DOS PROCESSOS MINERÁRIOS.....	95
5.5 SUSCETIBILIDADE À EROSÃO.....	102
5.5.1 Áreas Cársticas.....	105
5.5.2 Áreas de Acumulação.....	105
5.5.3 Áreas de Aplainamento.....	105
5.5.4 Áreas de Influência Urbana.....	106
5.5.5 Áreas de Depressão.....	106
5.5.6 Áreas Rochosas.....	107
5.6 FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	107
<b>6 CARACTERIZAÇÃO BIÓTICA</b> .....	<b>113</b>
6.1 VEGETAÇÃO.....	113
6.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	117
6.3 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO.....	121
6.4 FAUNA AQUÁTICA.....	125
6.4.1 Macroinvertebrados.....	125
6.4.2 Peixes.....	127

<b>7</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E CULTURAL.....</b>	<b>135</b>
7.1	POPULAÇÃO E DEMOGRAFIA .....	135
7.2	ATIVIDADES ECONÔMICAS .....	137
7.2.1	Setor produtivo agropecuário .....	139
7.2.2	Produção Agrícola.....	141
7.2.3	Produção Pecuária.....	141
7.2.4	Recursos minerais e mineração.....	142
7.2.5	Setores secundário e terciário .....	142
7.3	CARACTERIZAÇÃO DAS POLÍTICAS E INFRAESTRUTURA URBANA.....	142
7.3.1	Política Urbana.....	142
7.3.2	Aspectos gerais de infraestrutura de equipamentos de uso público.....	143
7.4	CONDIÇÕES DE VIDA DA POPULAÇÃO.....	145
7.4.1	Domicílios e infraestrutura de serviços públicos .....	145
7.4.2	Educação .....	145
7.4.3	Saúde.....	146
7.4.4	Desenvolvimento Humano .....	146
7.5	SANEAMENTO AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA.....	149
7.5.1	Abastecimento de Água .....	149
7.5.2	Esgotamento Sanitário.....	149
7.5.3	Resíduos Sólidos .....	151
7.5.4	Drenagem Urbana.....	152
7.5.5	Saúde Pública .....	153
7.6	PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS EM IMPLANTAÇÃO .....	153
7.6.1	Âmbito federal .....	154
7.6.2	Âmbito estadual .....	154
<b>8</b>	<b>DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....</b>	<b>159</b>
8.1	ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	159
8.1.1	Disponibilidades hídricas no rio das Velhas.....	159
8.1.2	Disponibilidades hídricas nas UTEs.....	160
8.1.3	Vazões de referência para Outorga .....	161
8.2	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....	162
8.2.1	Caracterização dos sistemas aquíferos .....	162
8.2.2	Características dos pontos de água inventariados .....	167
8.2.3	Disponibilidade Hídrica Subterrânea.....	171
<b>9</b>	<b>QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>	<b>181</b>
9.1	ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	181
9.1.1	Avaliação da conformidade com os padrões da legislação .....	185
9.1.2	Índice de Qualidade das Águas – IQA .....	186
9.1.3	Contaminação por Tóxicos - CT .....	188
9.1.4	Estado Trófico – IET .....	188
9.1.5	Índice de Conformidade ao Enquadramento - ICE .....	189
9.1.6	Ensaio Ecotoxicológicos.....	191
9.1.7	Índice de Balneabilidade – IB.....	191
9.2	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....	192
<b>10</b>	<b>USOS DA ÁGUA E DEMANDAS HÍDRICAS .....</b>	<b>195</b>

10.1	DEMANDAS HÍDRICAS .....	195
10.1.1	Usos Consuntivos .....	195
10.1.2	Usos Não Consuntivos.....	198
10.1.3	Usos Qualitativos .....	200
10.1.4	Áreas com restrição de uso com vistas a proteção dos recursos hídricos .....	201
10.2	CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS DE DEMANDA .....	203
10.2.1	Cadastro de Outorgas (IGAM) .....	203
10.2.2	Cadastro de Usuários (IRRIPLAN).....	207
10.2.3	Separação de demandas subterrâneas e superficiais .....	211
10.2.4	Síntese das demandas .....	211
<b>11</b>	<b>BALANÇO HÍDRICO: DISPONIBILIDADE X DEMANDA.....</b>	<b>215</b>
<b>12</b>	<b>SIMULAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA NO CENÁRIO ATUAL.....</b>	<b>225</b>
12.1	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	225
12.2	ANÁLISE DAS CARGAS POLUIDORAS .....	233
12.3	ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO.....	237
12.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	239
<b>13</b>	<b>ANÁLISE INTEGRADA.....</b>	<b>243</b>
<b>14</b>	<b>ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONAIS .....</b>	<b>261</b>
14.1	SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (SINGREH).....	261
14.2	SISTEMA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – SEGRH/MG .....	264
14.3	SISTEMAS MUNICIPAIS DE MEIO AMBIENTE .....	267
14.4	PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS .....	267
14.5	OUTRAS LEGISLAÇÕES RELACIONADAS A RECURSOS HÍDRICOS .....	272
14.5.1	Águas Subterrâneas .....	272
14.5.2	Saneamento Básico .....	272
14.5.3	Resíduos Sólidos .....	273
14.5.4	Uso e Ocupação do Solo .....	273
14.5.5	Proteção e Preservação dos Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais .....	273
<b>15</b>	<b>QUADRO ATUAL DO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA.....</b>	<b>277</b>
<b>16</b>	<b>ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS.....</b>	<b>287</b>
<b>17</b>	<b>ARTICULAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DOS INTERESSES INTERNOS E EXTERNOS .....</b>	<b>305</b>
<b>18</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>309</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Localização da bacia hidrográfica do rio das Velhas no contexto da bacia do rio São Francisco e do Estado de Minas Gerais. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2015).....	49
Figura 3.2: UGRHs de Minas Gerais, com destaque para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	50
Figura 3.3: Mapa das UTEs e regiões da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	57
Figura 4.1: Gráfico de distribuição das categorias de uso e cobertura do solo por região. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	63
Figura 4.2: Mapa de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	65
Figura 5.1: Diagrama termopluviométrico da média da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	70
Figura 5.2: Variação mensal da precipitação na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	71
Figura 5.3: Mapa de Isolinhas de Temperatura Média Anual na bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	73
Figura 5.4: Mapa da precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	75
Figura 5.5: Balanço hídrico normal mensal elaborado a partir dos dados da média das oito estações da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	78
Figura 5.6: Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco. Modificado de: ALKMIM, 2004.....	79
Figura 5.7: Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	81
Figura 5.8: Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	87
Figura 5.9: Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	89
Figura 5.10: Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	93
Figura 5.11: Distribuição dos requerimentos minerários por região da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	95
Figura 5.12: Mapa dos requerimentos minerários da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	99
Figura 5.13: Distribuição das áreas de lavra por região da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	101
Figura 5.14: Mapa das áreas suscetíveis à erosão da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	103
Figura 5.15: Mapa de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	109
Figura 6.1: Mapeamento da vegetação na bacia hidrográfica do rio das Velhas. Fonte: MMA (2006). Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	113
Figura 6.2: Mapa de vegetação da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	115
Figura 6.3: Mapa de Unidades de Conservação da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).....	119

Figura 6.4: Mapa de áreas prioritárias para conservação na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	123
Figura 6.5: Distribuição dos pontos amostrais de ictiofauna na bacia do rio das Velhas até 2009. Fonte: ALVES e POMPEU (2010).	128
Figura 6.6: Classes de riqueza íctica nos trechos amostrados do rio da Velhas no período 1999-2000. Fonte: ALVES <i>et al.</i> (2009).	130
Figura 6.7: Classes de riqueza íctica nos trechos amostrados do rio da Velhas no período 2006-2007. Fonte: ALVES <i>et al.</i> (2009).	131
Figura 6.8: Comparação entre o número de espécies registradas em cada ponto amostral nos períodos 1999-2000 (linha vermelha) e 2006-2007 (linha azul). Fonte: ALVES <i>et al.</i> (2009).	132
Figura 7.1: Distribuição (%) da área dos estabelecimentos agropecuários segundo faixas de tamanho dos estabelecimentos (2006). Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	140
Figura 7.2: Distribuição (%) da utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários na bacia hidrográfica do rio das Velhas (2006). Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	141
Figura 7.3: Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	147
Figura 7.4: Percentual de tratamento de serviços de esgotos sanitário nos municípios com coleta e tratamento de esgoto da bacia do rio das Velhas. Fonte: SNIS (2010). Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	150
Figura 7.5: Destinação final ou tratamento dos resíduos sólidos na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	151
Figura 8.1: Mapa hidrogeológico da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	165
Figura 8.2: Tipo de captação de água subterrânea encontradas na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	167
Figura 8.3: Mapa das captações subterrâneas inventariadas na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	169
Figura 8.4: Distribuição da vazão específica dos poços inventariados na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	172
Figura 8.5: Distribuição da vazão de produção dos poços inventariados. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	173
Figura 8.6: Mapa de distribuição das vazões específicas dos poços inventariados na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	175
Figura 9.1: Estações de monitoramento da qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	183
Figura 9.2: Parâmetros não conformes para o conjunto de pontos de amostragem da bacia do rio das Velhas, Períodos 1997-2003 e 2004-2012. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	185
Figura 9.3: Distribuição Percentual das Faixas de IQA para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	187
Figura 9.4: Distribuição Percentual das Faixas de IQA na Época de Chuvas para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	187
Figura 9.5: Distribuição Percentual das Faixas de IQA nas Épocas de Estiagem para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	187
Figura 9.6: Distribuição Percentual dos Valores de CT para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	188
Figura 9.7: Distribuição Percentual das Faixas de IET para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).	189



Figura 9.8: Distribuição Percentual das Faixas de ICE (Sanitário+Industrial) à esquerda e ICE (Industrial) à direita para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	190
Figura 9.9: Distribuição Percentual das Faixas de ICE (Sanitário+Industrial) à esquerda e ICE (Industrial) à direita na Época de Chuvas para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	190
Figura 9.10: Distribuição Percentual das Faixas de ICE (Sanitário+Industrial) à esquerda e ICE (Industrial) à direita na Época de Estiagem para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	190
Figura 9.11: Evolução temporal dos Resultados de Ensaios Ecotoxicológicos. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	191
Figura 10.1: Hidrovias no rio São Francisco. Fonte DNIT disponível em < <a href="http://www.dnit.gov.br/hidrovias/hidrovias-interiores">http://www.dnit.gov.br/hidrovias/hidrovias-interiores</a> >, acesso em abril de 2013. ....	199
Figura 10.2: Mapa de localização das outorgas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	205
Figura 10.3: Pontos (captações superficial e subterrânea) do Cadastro do Censitário e Declaratório dos Usuários de Recursos Hídricos Significativos na UPGRH Rio das Velhas (SF5), realizado pela IRRIPLAN. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	209
Figura 11.1: Avaliação do balanço entre a vazão média de retirada superficial e a $Q_{7,10}$ . Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	219
Figura 11.2: Avaliação do balanço entre a vazão máxima de retirada superficial e a $Q_{7,10}$ . Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	220
Figura 11.3: Avaliação do balanço entre a vazão média de retirada superficial e a $Q_{95}$ . Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	221
Figura 11.4: Avaliação do balanço entre a vazão máxima de retirada superficial e a $Q_{95}$ . Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	222
Figura 12.1: Atendimento de classe para as concentrações de DBO simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica $Q_{90}$ . .....	227
Figura 12.2: Atendimento de classe para as concentrações de OD simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica $Q_{90}$ . .....	228
Figura 12.3: Atendimento de classe para as concentrações de $NH_4$ simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica $Q_{90}$ . .....	229
Figura 12.4: Atendimento de classe para as concentrações de $NO_3$ simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica $Q_{90}$ . .....	230
Figura 12.5: Atendimento de classe para as concentrações de Fósforo Total simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica $Q_{90}$ . .....	231
Figura 12.6: Atendimento de classe para as concentrações de Coliformes fecais simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica $Q_{90}$ . .....	232
Figura 12.7: Percentual da carga de DBO de fontes difusas ao longo do sistema simulado. ....	234
Figura 12.8: Percentual da carga de DBO de fontes industriais ao longo do sistema simulado. ....	235
Figura 12.9: Percentual da carga de DBO de esgoto doméstico (sedes urbanas) ao longo do sistema simulado. ....	236
Figura 12.10: Variação da relação entre demandas hídricas e vazão $Q_{7,10}$ ao longo do sistema simulado. ....	238
Figura 13.1: Mapa síntese da Agenda Cinza. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). ....	245
Figura 13.2: Mapa síntese da Agenda Laranja. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). ....	247
Figura 13.3: Mapa síntese da Agenda Marrom. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). ....	249
Figura 13.4: Mapa síntese da Agenda Verde. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). ....	251

Figura 13.5: Mapa síntese da Agenda Azul. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). .....	253
Figura 13.6: Mapa síntese da Análise Integrada do Diagnóstico.....	257
Figura 14.1: Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Fonte: CNRH. ....	262
Figura 15.1: Organograma do Arranjo Institucional na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013). ....	277

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio das Velhas. ....	51
Quadro 3.2: Relação entre as UTEs e as regiões da bacia hidrográfica do rio das Velhas. ....	53
Quadro 4.1: Classe de uso e cobertura do solo por categoria. ....	61
Quadro 4.2: Descrição das classes de usos e cobertura do solo da categoria denominada Cobertura Natural. ....	61
Quadro 4.3: Descrição das classes de usos e cobertura do solo da categoria denominada Uso Antrópico. ....	62
Quadro 4.4: Distribuição das classes de uso e cobertura do solo na bacia do rio das Velhas. ....	62
Quadro 4.5: Distribuição das categorias de uso e cobertura do solo por região. ....	64
Quadro 5.1: Normais de temperaturas médias, média máxima, média mínima, precipitação, umidade relativa, insolação e nebulosidade. ....	69
Quadro 5.2: Resultado do Balanço Hídrico Climatológico para a bacia do rio das Velhas. ....	77
Quadro 5.3: Área e percentual das unidades litoestratigráficas presentes na bacia hidrográfica do rio das Velhas. ....	83
Quadro 5.4: Classificação Geomorfológica. ....	84
Quadro 5.5: Principais substancia requeridas e a quantidade de processos. ....	95
Quadro 5.6: Principais empresas requerentes e a quantidade de processos. ....	96
Quadro 5.7: Quantidade de processos minerários por fase de requerimento. ....	101
Quadro 5.8: Fragilidade Ambiental na bacia hidrográfica do rio das Velhas (hectares). ....	108
Quadro 6.1: Tipos de vegetação na bacia do rio das Velhas. ....	117
Quadro 6.2: Áreas Prioritárias para a conservação na bacia hidrográfica do rio das Velhas. ....	121
Quadro 7.1: População residente estimada na bacia do rio das Velhas por município (2010). ....	135
Quadro 7.2: Municípios da bacia segundo categorias combinadas de predominância setorial (2010), crescimento econômico (2004/2009) e distribuição per capita do PIB Municipal (2010). ....	138
Quadro 7.3: Área (ha) dos estabelecimentos agropecuários segundo o tipo de utilização (2006). ....	140
Quadro 7.4: Municípios da bacia hidrográfica rio das Velhas com conselho municipal de política urbana, desenvolvimento urbano, da cidade ou similar (2012). ....	143
Quadro 7.5: Rodovias estaduais presente no território da bacia hidrográfica do rio das Velhas, por tipo de rodovia, 2013. ....	143
Quadro 7.6: Faixas de IDHM estabelecidas pelo Atlas de Desenvolvimento Humano (2013). ....	146
Quadro 7.7: Esperança de vida ao nascer e mortalidade infantil por município da bacia hidrográfica do rio das Velhas (1991, 2000 e 2010). ....	153
Quadro 7.8: Programas e Projetos de âmbito federal. ....	154
Quadro 7.9. Principais projetos de âmbito estadual e eixos estruturadores. ....	155
Quadro 8.1: Disponibilidade hídrica superficial do rio das Velhas. ....	160
Quadro 8.2: Disponibilidade hídrica superficial nas UTEs da bacia do rio das Velhas. ....	160
Quadro 8.3: Vazão de referência para outorga nas UTEs da bacia do rio das Velhas. ....	161
Quadro 8.4: Resumo das características hidrogeológicas dos aquíferos mapeados na bacia hidrográfica do rio das Velhas. ....	162

Quadro 8.5: Número de captações outorgadas por finalidade de uso na bacia do rio das Velhas (IGAM/MG). .....	177
Quadro 9.1: Redes de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais Operadas pelo IGAM na bacia do rio das Velhas. ....	181
Quadro 9.2: Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA. ....	187
Quadro 9.3: Classificação Anual das Águas do Rio das Velhas Quanto ao Índice de Balneabilidade – IB. ....	192
Quadro 10.1: Vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas para abastecimento humano na bacia do rio das Velhas. ....	195
Quadro 10.2: Vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas pelo abastecimento industrial na bacia do rio das Velhas. ....	196
Quadro 10.3: Vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas para dessedentação animal na Bacia do rio das Velhas. ....	196
Quadro 10.4: Áreas irrigadas nos municípios da bacia do rio das Velhas em 2006 (Censo Agropecuário) e 2010 (Plano Atual) e a relação entre elas. ....	197
Quadro 10.5: Vazões retiradas (demandas) e consumidas pela irrigação nas UTEs e segmentos do rio das Velhas. ....	197
Quadro 10.6: Vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas para mineração nas UTEs e segmentos da bacia do rio das Velhas. ....	198
Quadro 10.7: Valores da capacidade de assimilação dos corpos de água considerando a $Q_{mld}$ , $Q_{7,10}$ , $Q_{95}$ e $Q_{90}$ . ....	200
Quadro 10.8: Vazões outorgadas na bacia do rio das Velhas - captação em água superficial e subterrânea. ....	203
Quadro 10.9: Usos e vazões do cadastro realizado pela IRRIPLAN na bacia do rio das Velhas - captação em água superficial e subterrânea. ....	207
Quadro 10.10: Vazões de retirada para o abastecimento rural e as vazões superficiais e subterrâneas outorgadas pelo IGAM para este segmento de usuário. ....	211
Quadro 10.11: Vazões retiradas e consumidas médias nas UTEs. ....	211
Quadro 11.1: Vazões retiradas e consumidas médias nas UTEs. ....	217
Quadro 11.2: Vazões retiradas e consumidas máxima nas UTEs. ....	218
Quadro 13.1: Classificação das UTEs nas Agendas Estratégicas da Análise Integrada do Diagnóstico. ....	256
Quadro 16.1: Matriz Institucional da bacia hidrográfica do rio das Velhas. ....	288

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**a.a.** – ao ano

**AAF** - Autorização Ambiental de Funcionamento

**ACAR** - Associação de Crédito e Assistência Rural

**ANA** - Agência Nacional de Águas

**ANEEL** - Agência Nacional de Energia Elétrica

**APA** - Área de Proteção Ambiental

**APP** - Área de Preservação Permanente

**ARSAE/MG** - Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

**BDMG** - Banco de Desenvolvimento do Estado de Minas Gerais

**BEDA** - Bovino Equivalente para Demanda de Água

**BHN** - Banco Nacional da Habitação

**BIG** - Banco de Informação de Geração

**BNH** - Banco Nacional da Habitação

**CBH** – Comitê de Bacia Hidrográfica

**CBERS** - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres

**CBHSF** - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

**CEDRS** - Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável

**CEMIG** - Companhia Energética de Minas Gerais

**CEPA** - Conselho Estadual de Política Agrícola

**CERH** - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

**CERTO H** - Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica

**CETEC** - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

**CHESF** - Companhia Hidroelétrica do São Francisco

**CMDRS** - Conselhos Municipais de Desenvolvimento Comunitário

**CMI** - Coeficiente de Mortalidade Infantil

**CNA** - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

**CNARH** - Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos

**CNB** - Cadastro Nacional de Barragens

**CNRH** - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

**CODEMA** - Conselho Municipal de Defesa Ambiental

**CODEMIG** - Companhia de Desenvolvimento Econômico do Estado de Minas Gerais

**CODEVASF** - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

**COMAG** - Companhia Mineira de Água e Esgotos

**CONAB** - Companhia Nacional de Abastecimento

**CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente

**COPAM** - Conselho Estadual de Política Ambiental

**COPASA** - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

**CPRM** - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

**CRAS** - Centros de Referência de Assistência Social

**CT** - Contaminação por Tóxicos

**CTAP** - Câmara Técnica de Análise de Projeto

**CTAS** - Câmara Técnica de Águas Subterrâneas

**CTCOB** - Câmara Técnica de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos

**CTCOST** - Câmara Técnica de Integração da Gestão das Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zona Costeira

**CTCT** - Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia

**CTEM** - Câmara Técnica de Educação, Capacitação, Mobilização Social e Informação em Recursos Hídricos

**CTGRHT** - Câmara Técnica Gestão de Recursos Hídricos Transfronteiriços

**CTIG** - Câmara de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

**CTIL** - Câmara Técnica de Assuntos Legais e Institucionais

**CTPLAN** - Câmara Técnica de Planejamento

**CTPNRH** - Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos

**CTPOAR** - Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras

**DAC** - Declaração de Área de Conflito

**DAURH** - Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos

**DBO** - Demanda Bioquímica de Oxigênio

**DER** - Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais

**DIJ** - Distrito de Irrigação do Jaíba

**DNIT** - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

**DNPM** - Departamento Nacional de Produção Mineral

**DRDH** - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica

**DRH** - Departamento de Recursos Hídricos

**DSG** - Diretoria de Serviço Geográfico

**DVSR** - Divisão de Saneamento Rural

**ECA** - Enquadramento dos Corpos de Águas

**EMATER** - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**EPAMIG** - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

**ETA** - Estações de Tratamento de Água

**ETE** - Estações de Tratamento de Esgoto

**FAEMG** - Federação da Agricultura e Pecuária de Minas Gerais

**FAPEMIG** - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

**FEAM** - Fundação Estadual do Meio Ambiente

**FETAEMG** - Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais

**FGTS** - Fundo de Garantia de Tempo de Serviço

**FHIDRO** - Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais

**FIEMG** - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais  
**FNAS** - Fundo Nacional de Assistência Social  
**FNDE** - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação  
**FNMA** - Fundo Nacional do Meio Ambiente  
**GDB** - File Geodatabase  
**GEIRH** - Gerência de Informação em Recursos Hídricos  
**GEMOH** - Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico  
**GEPRH** - Gerência de Projetos e Programas em Recursos Hídricos  
**GIRH** - Gestão Integrada de Recursos Hídricos  
**GPDRH** - Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento de Recursos Hídricos  
**GW** - Gigawatt  
**H** - Declividade Média  
**Hidroweb** - Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas  
**Hm** - Amplitude Altimétrica Máxima  
**Hmáx** - Cota Máxima  
**Hmín** - Cota Mínima  
**ICA** - Instituto de Ciências Agrárias  
**IBAMA** - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**IBG** - Informações Básicas Gerenciais  
**IBO** - Informações Básicas Operacionais  
**IBRAM** - Instituto Brasileiro de Mineração  
**ICE** - Índice de Conformidade ao Enquadramento  
**ICMBio** - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
**ICMS** - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços  
**IDENE** - Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais  
**IDH** - Índice de Desenvolvimento Humano  
**IEF** - Instituto Estadual de Florestas  
**IET** - Índice do Estado Trófico  
**IGAM** - Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
**IMA** - Instituto Mineiro de Agropecuária  
**INCRA** - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária em Minas Gerais  
**INMET** - Instituto Nacional de Meteorologia  
**INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
**IPEA** - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
**IPTU** - Imposto Predial e Territorial Urbano  
**IQA** - Índice de Qualidade da Água  
**ISS** - Imposto Sobre Serviços  
**IUCN** - International Union for Conservation of Nature  
**L** - Comprimento do Rio Principal

**LA** - Licenciamento Ambiental  
**LDB** - Lei de Diretrizes e Bases  
**LI** - Licença de Instalação  
**LP** - Licença Prévia  
**MDA** - Ministério do Desenvolvimento Agrário  
**MDS** - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome  
**MMA** - Ministério do Meio Ambiente  
**MME** - Ministério de Minas e Energia  
**MNT** - Modelo Numérico de Terreno  
**MP** - Ministério Público  
**MPEMG** - Ministério Público Estadual de Minas Gerais  
**MS** - Ministério da Saúde  
**MSTTR** - Movimento Sindical de Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais  
**MW** - Megawatt  
**NASA** - National Aeronautics and Space Administration  
**ND** - Nível Estático  
**NE** - Nível Dinâmico  
**OMS** - Organização Mundial da Saúde  
**ONG** - Organização não Governamental  
**P** - Perímetro  
**PAA** - Programa de Aquisição de Alimentos  
**PAC** - Programa de Aceleração do Crescimento  
**PAD** - Programa Água Doce  
**PADSA** - Projeto de Assentamento Dirigido a Serra das Araras  
**PAE-MG** - Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado de Minas Gerais  
**PAM** - Produção Agrícola Municipal  
**PARNA** – Parque Nacional  
**PAS** - Plano Amazônia Sustentável  
**PA's** - Projetos de Assentamento  
**PBC** - Benefício de Prestação Continuada  
**PBF** - Programa Bolsa Família  
**PCH** - Pequena Central Hidrelétrica  
**PCPR** - Projeto de Combate à Pobreza Rural  
**PDRH** - Plano Diretor de Recursos Hídricos  
**PERH** - Plano Estadual de Recursos Hídricos  
**PIB** - Produto Interno Bruto  
**PISF** - Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional  
**PMAmb** - Polícia Militar Ambiental



**PMMG** - Polícia Militar de Minas Gerais  
**PNAD** - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios  
**PNAE** - Programa Nacional de Alimentação Escolar  
**PNDR** - Política Nacional de Desenvolvimento Regional  
**PNRH** - Plano Nacional de Recursos Hídricos  
**PNSB** - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico  
**PPA** - Plano Plurianual  
**PPP** - Parceria Público Privada  
**PROAGRO** - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária  
**PROHIDRO** - Programa de Desenvolvimento do Transporte Hidroviário de Minas Gerais  
**PRONAF** - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar  
**PROSAM** - Fundo de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça  
**Q<sub>7,10</sub>** - Vazão Mínima de 7 dias com um Período de Recorrência de 10 anos  
**Q<sub>90</sub>** - Vazão mínima associada à permanência de 90%  
**Q<sub>95</sub>** - Vazão mínima associada à permanência de 95%  
**Q<sub>mip</sub>** - Vazão Média de Longo Período  
**RAIS** - Relação Anual de Informações Sociais  
**RDS** - Reserva de Desenvolvimento Sustentável  
**REBIO** - Reserva Biológica  
**RL** - Reserva Legal  
**RMBH** – Região Metropolitana de Belo Horizonte  
**RURALMINAS** - Fundação Rural Mineira  
**S** - Declividade de Álveo  
**SABESP** - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
**SCBH** – Sub-Comitê de Bacia Hidrográfica  
**SEAPA** - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
**SEDE/MG** - Secretaria de Desenvolvimento Econômico  
**SECTES** - Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais  
**SEDRU** - Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana  
**SEDVAN** - Secretaria de Estado para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas  
**SEE** - Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais  
**SEF** - Secretaria de Estado de Fazenda  
**SEGRH** - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
**SEIRH** - Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos  
**SEMAD** - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
**SEMARH** - Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos  
**SENAR** - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural  
**SERH** - Sistema Estadual de Recursos Hídricos  
**SESC** - Serviço Social do Comércio

**SESI** - Serviço Social da Indústria  
**SEST** - Serviço Social do Transporte  
**SETOP** - Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas  
**SETUR** - Secretaria de Estado de Turismo  
**SGA** - Sistema de Gestão Ambiental  
**SIAGAS** - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas  
**SIAM** - Sistema Integrado de Informações Ambientais  
**SIE** - Serviço de Inspeção Estadual  
**SIF** - Serviço de Inspeção Federal  
**SIG** - Sistema de Informações Geográficas  
**SIGMINE** - Sistema Nacional de Informações da Mineração  
**SIH** - Secretaria de Infraestrutura Hídrica  
**SIM** - Sistema de Informações sobre Mortalidade  
**SINAN** - Sistema de Informação de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde  
**SISEMA** - Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
**SISNAMA** - Sistema Nacional do Meio Ambiente  
**SNIRH** - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos  
**SNIS** - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
**SRHU** - Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano  
**SRTM** - Shuttle Radar Topography Mission  
**STP** - Sistema de Transposição de Peixes  
**SUPRAM** - Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
**SUS** - Sistema Único de Saúde  
**SUVALE** - Superintendência do Vale do São Francisco  
**TCU** - Tribunal de Contas da União  
**TM** - Thematic Mapper  
**UFMG** - Universidade Federal de Minas Gerais  
**UPGRH** - Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos  
**UC** - Unidade de Conservação  
**UF** - Unidade Federativa  
**UHE** - Usina Hidrelétrica  
**URC** - Unidade Regional Colegiada  
**UTE** - Unidade Territorial Estratégica  
**UTM** - Universal Transversa de Mercator



# 1 INTRODUÇÃO



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (PDRH Rio das Velhas) foi revisado e atualizado num arranjo institucional que apresenta uma série de avanços importantes na gestão de recursos hídricos em Minas Gerais e no Brasil.

Um dos principais marcos deste trabalho reside no fato do mesmo ter sido custeado com recurso da Cobrança pelo Uso da Água. Isto conferiu ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas) papel de destaque no acompanhamento dos trabalhos, e possibilitou outro fato marcante: o contratante dos estudos foi uma Agência de Bacia (AGB Peixe Vivo) e não o Órgão Gestor de Recursos Hídricos, apesar do imprescindível acompanhamento da atualização do PDRH Rio das Velhas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Tantos fatos inovadores confirmam que a gestão de recursos hídricos na bacia do rio das Velhas dispõe de um histórico e de um grau de institucionalização que pode ser identificado entre os mais avançados no Brasil atualmente.

Essa condição diferenciada, embora ofereça uma série de facilitadores (graus mais elevados de sensibilização e mobilização social, maior efetividade dos instrumentos de gestão como outorga e cobrança, etc.), apresenta também o grande desafio de mudança de patamar na gestão de recursos hídrico da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

O resultado desse desafio foi a concretização de um Plano Diretor de Recursos Hídricos de 2ª geração. Diferentemente dos Planos de 1ª geração que correspondem aos primeiros planos de bacia ou atualizações destes Planos e que não contaram com a implementação mínima dos instrumentos de gestão de recursos hídricos (a maioria dos Planos de Bacia aprovados atualmente), os Planos de 2ª geração caracterizam-se por:

- Focar no aperfeiçoamento e aumento da eficácia dos instrumentos de gestão de recursos hídricos já implantados.
- Desenvolver ações de fortalecimento e desenvolvimento de uma estrutura já instalada do Comitê e da Agência de Bacia (ações de mobilização, comunicação, aperfeiçoamento da Agência).
- Definir procedimentos e metas intermediárias para avançar nos cenários projetados como desejáveis a partir de ações já desenvolvidas e de um patrimônio de relacionamentos institucionais construídos no processo de instituição dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.
- Possuir um Orçamento Executivo mais abrangente e detalhado, tendo a arrecadação oriunda da Cobrança como fonte importante de recursos, voltado à implementação do Orçamento Estratégico da bacia, interferindo na tomada de decisão sobre os investimentos requeridos para o cenário desejado da bacia.

Dessa forma, em se tratando de um Plano de 2ª geração, podemos destacar três grandes marcos metodológicos da atualização do PDRH Rio das Velhas:

O primeiro marco metodológico está no processo de construção do PDRH Rio das Velhas, que realizou reuniões públicas em cada Subcomitê e Unidade Territorial Estratégica (UTE) considerando-se o efetivo processo de descentralização vigente na bacia, e consultou, *in loco*, a extensa rede institucional local, o que resultou em um Diagnóstico e um Plano de Ações recomendados de acordo com as especificidades de cada Unidade Territorial Estratégica.

As ferramentas disponibilizadas na internet, através do portal do Comitê ([www.cbhvelhas.org.br](http://www.cbhvelhas.org.br)), como por exemplo, a página do Plano ([www.cbhvelhas.org.br/planodiretor](http://www.cbhvelhas.org.br/planodiretor)), o sistema de contribuições ao Plano, e o atlas eletrônico, também visaram garantir este caráter inovador ao processo.

O segundo marco metodológico consistiu na criação das Agendas Temáticas que permitiram uma análise integrada da situação atual e futura de cada UTE em termos dos padrões de uso e cobertura do solo, sendo possível identificar e avaliar as feições preponderantes da paisagem (distribuição quantitativa das áreas), associada a aspectos quali-quantitativos. O objetivo foi trazer à luz elementos significativos do ponto de vista das forças que dirigem a dinâmica socioambiental das UTEs e que, mesmo não sendo relevantes em termos espaciais (abordagem quantitativa), contribuem de forma relevante para a composição de um retrato da situação da bacia, suas regiões e UTEs (abordagem qualitativa).

Por fim, o terceiro e último marco metodológico desta atualização o PDRH Rio das Velhas foi resultado do desafio em se construir um Plano de Ações efetivo para a bacia hidrográfica do rio das Velhas em função da condição do CBH Rio das Velhas contar com receita significativa oriunda da cobrança pelo uso da água. Dessa forma, o marco metodológico consistiu em dividir o Orçamento Final do PDRH Rio das Velhas em Orçamento Estratégico e Orçamento Executivo.

Dentro do Orçamento Executivo são consideradas as ações que fazem parte de programas com grande ou total capacidade de intervenção do Comitê através de sua Agência de Bacia e que se encontram dentro do controle hierárquico do Sistema de Recursos Hídricos, com o objetivo de fomentar a gestão de recursos hídricos na bacia, e criar um ambiente favorável, tanto no aspecto institucional-social-político, como no aspecto técnico, para que ocorram os investimentos do Orçamento Estratégico.

Dentro do Orçamento Estratégico da bacia são consideradas as ações que estão vinculadas a decisões de empresas, órgãos e instituições que não estão sob o controle hierárquico do Sistema de Recursos Hídricos e respondem a instâncias superiores ou externas à bacia, sobre as quais o Comitê precisa se articular para influenciar tomadas de decisão favoráveis ao cenário projetado para a bacia, ou seja, a bacia revitalizada, orientado pela meta: "Pescar, Nadar e Navegar no trecho metropolitano do rio das Velhas".

Percebe-se, então, que a responsabilidade sob a implementação das ações do Orçamento Estratégico é de responsabilidades do Poder Executivo (Estado e Municípios) e dos usuários da água. Por outro lado, as questões do Orçamento Executivo, focadas em aspectos de gestão, são de responsabilidade dos Gestores de Recursos Hídricos, principalmente, o IGAM e o CBH Rio das Velhas (através da Agência de Bacia).

## 1.2 ESTRUTURA DO PDRH RIO DAS VELHAS

O PDRH Rio das Velhas foi revisado e atualizado seguindo o disposto no Termo de Referência do Edital e seguindo o roteiro da Resolução CNRH nº 145/2012 que estabelece as diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.

O PDRH Rio das Velhas está estruturado em dois volumes: Volume I – Diagnóstico e Volume II – Prognóstico e Plano de Ações. Os dois volumes compreendem uma síntese de todos os produtos produzidos ao longo do processo de atualização do PDRH Rio das Velhas, elaborados a partir de dados secundários disponíveis, consultas públicas, oficinas de trabalho, reuniões setoriais, entrevistas e trabalho de campo.

O Volume I – Diagnóstico inicia com uma breve caracterização da bacia (Capítulo 3) incluindo localização, municípios inseridos na bacia, principais afluentes e a segmentação em regiões e UTEs utilizada na elaboração do PDRH Rio das Velhas. O Capítulo 4 apresenta o mapeamento do uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio das Velhas visando apresentar as características da paisagem no que se refere às áreas alteradas pela ação humana e as recobertas pela vegetação natural.

Em seguida são apresentados os elementos que caracterizam a bacia do rio das Velhas quanto aos aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos e culturais. A caracterização física (Capítulo 5) abrange aspectos de clima, geologia e geomorfologia, pedologia, evolução geotectônica e formação de depósitos minerais, suscetibilidade à erosão e fragilidade ambiental. A caracterização biótica (Capítulo 6) aborda as questões relativas a vegetação, unidades de conservação, áreas prioritárias para a conservação e fauna aquática. A caracterização socioeconômica e cultural (Capítulo 7) compreende a seguinte temática: população e demografia; atividades econômicas; política urbana; condições de vida da população; saneamento ambiental e saúde pública; planos, programas e projetos em implantação. Ganha destaque neste capítulo a caracterização do setor de saneamento, tratando de aspectos relativos a abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana.

Na sequência é apresentada a avaliação quantitativa (Capítulo 8) e qualitativa (Capítulo 9) das águas superficiais e subterrâneas da bacia do rio das Velhas, compreendendo a caracterização e avaliação das redes de monitoramento fluviométrico e de qualidade das águas. O Capítulo 10 apresenta a avaliação do quadro atual dos usos da água e das demandas hídricas, a identificação de áreas sujeitas à restrição de uso com vistas a proteção dos recursos hídricos e a avaliação do banco de outorgas e do cadastro de usuários da bacia. O Capítulo 11 apresenta o balanço hídrico entre as disponibilidades e as demandas.

O Capítulo 12 apresenta a simulação quali-quantitativa das águas que teve como objetivo avaliar: a situação atual dos rios de acordo com as classes da Resolução CONAMA nº 357/2005; a representatividade de cada setor poluidor em cada um dos segmentos contemplados na modelagem da qualidade da água; e os trechos críticos de disponibilidade hídrica com vistas a fornecer subsídios para a determinação de uma vazão de referência para a outorga.

Em seguida é apresentada a análise integrada do diagnóstico da bacia do rio das Velhas (Capítulo 13) composta por um sistema de “agendas temáticas” que buscam definir os aspectos emergentes que melhor traduzem a situação geral das UTEs da bacia em cada tema estratégico, especialmente quanto aos usos do solo, qualidade das águas, disponibilidade hídrica e conflitos quali-quantitativos, destacando perspectivas e prioridades de ação em cada UTE da bacia.

O Volume I – Diagnóstico finaliza abordando os aspectos jurídicos e institucionais que condicionam o processo de planejamento e gestão de recursos hídricos (Capítulo 14), seguido pela avaliação do quadro atual da gestão de recursos hídricos e o estágio de implementação da política de recursos hídricos, especialmente dos instrumentos de gestão (Capítulo 15); e a identificação dos principais atores estratégicos com atuação direta e/ou indireta em relação a recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio das Velhas (Capítulo 16).

Por fim, no Capítulo 17 é realizada uma compatibilização e articulação dos interesses da bacia hidrográfica do rio das Velhas com os Planos Diretores de Recursos Hídricos de bacias adjacentes (São Francisco, Paraopeba, Jequitaiá, Pacuí e Doce), assim como com os planos setoriais de desenvolvimento que interagem com recursos hídricos e tem repercussão na bacia, quais sejam: Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI – RMB), Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Estado de Minas Gerais (PAI-MG) e a Avaliação Ambiental Estratégica do Programa de Geração Hidrelétrica em Minas Gerais (PCHMG).

Dessa forma, entende-se que o conteúdo apresentado no Volume I - Diagnóstico permite a compreensão dos principais problemas relacionados a recursos hídricos na bacia do rio das Velhas, servindo como partida para a elaboração do Prognóstico e do Plano Diretor de Recursos Hídricos propriamente dito.

O Volume II - Prognóstico e Plano de Ações contempla o encadeamento das partes apresentadas no Volume I iniciando com a apresentação de alternativas para o incremento da disponibilidade hídrica na bacia do rio das Velhas (Capítulo 4). Em seguida são apresentados os Cenários formulados para a bacia, resultantes do cruzamento de duas variáveis: efetividade na gestão de recursos hídricos e fatores de crescimento de demandas, resultando em quatro Cenários de gestão, a saber: Crescimento Sustentável, Administrando a Crise, A Deriva, e Degradação de Recursos Hídricos (Capítulo 5). O Capítulo 6 apresenta as projeções de demandas que possibilitam vislumbrar ambientes possíveis ou mesmo prováveis de futuro para a bacia, e o Capítulo 7 apresenta o balanço entre disponibilidades e demandas hídricas nos cenários formulados.



Na sequência (Capítulo 8) é apresentada a simulação quali-quantitativa dos cenários futuros realizada considerando-se o investimento em ações sobre os esgotos domésticos. Os resultados mostram uma comparação entre os resultados da modelagem para o cenário atual e os cenários futuros considerando-se os percentuais de redução da carga doméstica nas sedes municipais de 30%, 50% e 80%. Esses cenários representam a implementação ao longo do tempo de Sistemas de Tratamento de Esgotos nas sedes municipais.

O Volume II - Prognóstico e Plano de Ações segue (Capítulo 9 e 10) com a apresentação do cenário de referência do PDRH Rio das Velhas, ou seja, o rio das Velhas revitalizado. A partir do cenário de referência são fixados os objetivos e as metas do plano, em consonância com as necessidades e possibilidades da bacia, trazendo o desejo para um nível de possibilidade mais próximo, ou seja, para o estágio atual do processo de revitalização e as ações necessárias para sua consecução.

Na sequência (Capítulo 11 e 12) são apresentadas as diretrizes estratégicas para os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, considerando os instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9433/1997) e na Política Mineira de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 13.199/1999); e as diretrizes para o aprimoramento do arranjo institucional.

O Capítulo 13 apresenta o Plano de Ações, construído a partir dos anseios e aspirações dos agentes do sistema de gestão de recursos hídricos, dos representantes de usuários e da sociedade da bacia acerca do futuro da bacia, traduzido pelo cenário de referência, ou seja, a bacia revitalizada, consubstanciada na Meta de pescar, nadar e navegar no trecho metropolitano do rio das Velhas.

O Plano de Ações proposto foi estruturado em componentes ou eixos estratégicos de forma a abordar os principais temas estratégicos para a bacia do rio das Velhas. Cada componente é dividido em programas que por sua vez são divididos em ações para as quais são apresentados justificativa, objetivos, atividades a serem desenvolvidas, indicadores que permitam avaliar o nível de implementação das ações propostas, as metas a serem alcançadas, bem como responsáveis pela implementação, atores envolvidos, instrumentos legais, administrativos e normativos, duração e cronograma, estimativa de custos e fontes de financiamento.

O Capítulo 14 apresenta o orçamento final do Plano de Ações para a bacia hidrográfica do rio das Velhas dividido em Orçamento Estratégico e Orçamento Executivo, seguido, no Capítulo 15, por um roteiro de implementação das ações que visa estabelecer uma forma de encadeamento das ações prioritárias de acordo com a capacidade de execução do Comitê e de sua Agência de Bacia de forma que a execução do Plano de Ação alcance maior efetividade.

Por fim, no capítulo 16 são apresentadas recomendações para prevenção e mitigação de eventos extremos onde são listadas as ações previstas no PDRH Rio das Velhas que devem ser priorizadas no caso de ocorrência de eventos que possam impactar o balanço hídrico da bacia de forma muito significativa, principalmente em estiagens muito severas.

O Volume II - Prognóstico e Plano de Ações finaliza com o Capítulo 17 que apresenta um breve relato do envolvimento da sociedade civil, usuários de água e entes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos na elaboração do PDRH Rio das Velhas onde abriu-se espaço para discussões e debates sobre todos os temas abordados durante a atualização do PDRH Rio das Velhas sendo acolhidas todas as contribuições dos participantes



# 2

## DECLARAÇÃO DE PRINCÍPIOS



## 2 DECLARAÇÃO DE PRINCÍPIOS

Esta Declaração de Princípios do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas retoma e atualiza o texto aprovado em 31 de agosto de 2004 pelo CBH Rio das Velhas e se constitui em um ato normativo que explicita o compromisso de atores sociais e governamentais para com a revitalização da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

Segundo esta Declaração, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas adota, no exercício de sua missão, os princípios apresentados a seguir:

Considerando que uma das diretrizes gerais de ação da Política Nacional de Recursos Hídricos consiste na "adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais as diversas regiões do País" (artigo 3º, II da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando ainda, como uma das diretrizes gerais de ação da Política Nacional de Recursos Hídricos "a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental" (artigo 3º, III da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando que um dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente consiste na "compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico" (artigo 4º, I da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981);

Considerando que "a Política Estadual de Recursos Hídricos visa a assegurar o controle, pelos usuários atuais e futuros, do uso da água e de sua utilização em quantidade, qualidade e regime satisfatórios" (artigo 2º da Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999);

Considerando que "a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos" (artigo 1º, V da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997), ratificado pelo artigo 1º do Decreto nº 41.578, de 08 de março de 2001 que determina que "as bacias hidrográficas integram unidades físico-territoriais de planejamento e gestão no que se refere à formulação e implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, a cargo do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH-MG, na forma do disposto no inciso I e § 1º do artigo 250 da Constituição do Estado e no artigo 32 da Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999.

Considerando que "a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades" (artigo 1º, VI da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997);

Considerando que "a participação pública no processo decisório ambiental deve ser promovida e o acesso à informação facilitado" (Princípio 10 da Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento);

Considerando os instrumentos atualmente instituídos para a gestão de recursos hídricos na bacia do rio das Velhas, a saber, (I) o Plano Estadual de Recursos Hídricos; (II) o Plano Diretor de Recursos Hídricos de 2004 e sua atualização de 2014; (III) o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos; (IV) o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes; (V) a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; e (VI) a cobrança pelo uso de recursos hídricos (artigo 9 da Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999);

#### **PRINCÍPIO I**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas promoverá constante e estreita relação orgânica e dialógica com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, com o Fórum Mineiro de Comitês e demais comitês de Bacia do Brasil a fim de promover e fortalecer a Política Nacional de Recursos Hídricos, a gestão ambiental por bacia hidrográfica e a autonomia decisória dos Comitês.

#### **PRINCÍPIO II**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas zelará pela efetividade da gestão tripartite, fortalecendo a participação da sociedade civil no processo decisório, e mantendo a sua autonomia decisórias dentro dos preceitos legais.

#### **PRINCÍPIO III**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas priorizará, no exercício de suas atividades de gestão e gerenciamento, a elaboração, efetivação e as atualizações de seu Plano de Bacia, que consiste no principal elemento a orientar e fundamentar a implementação dos demais instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, de forma integrada com as diretrizes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Meio Ambiente.

#### **PRINCÍPIO IV**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas implementará no Plano de Bacia um conjunto de programas estratégicos e operacionais visando a revitalização da bacia, a partir de um Plano de Metas, com o objetivo final de navegar, pescar e nadar ao longo de toda a extensão do rio, garantindo através de um modelo de sustentabilidade ambiental, econômica e social a biodiversidade aquática, a qualidade e quantidade das águas, para esta e as futuras gerações que habitam a bacia.

#### **PRINCÍPIO V**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas exercerá amplamente o seu papel institucional e político no sentido de estabelecer um diálogo e uma integração com todos os demais entes que compõem o Sistema de Recursos Hídricos com o objetivo de integrar o licenciamento ambiental com a gestão das águas, considerando que a qualidade e a quantidade apresentam uma interdependência com a sustentabilidade dos ecossistemas da bacia, com sua biodiversidade e o bem-estar social, sendo a água um bem natural, social e essencial à vida, que por sua escassez e fatores inerentes à sua gestão, adquire valor econômico.

#### **PRINCÍPIO VI**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas adotará firmes atitudes éticas em defesa do interesse público pelas águas, pela revitalização, preservação e conservação dos ecossistemas e da biodiversidade da bacia.

#### **PRINCÍPIO VII**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas buscará, junto ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e ao Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) proporá atos normativos, com vistas ao aperfeiçoamento do sistema democrático de gestão sustentável das águas no território da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

#### **PRINCÍPIO VIII**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas se compromete com a plena implementação e efetividade dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos previstos na legislação, de maneira que possam ser eficazes na preservação dos recursos hídricos e ambientais da bacia, mobilizando todos os atores em um pacto pelas águas na bacia.







# 3

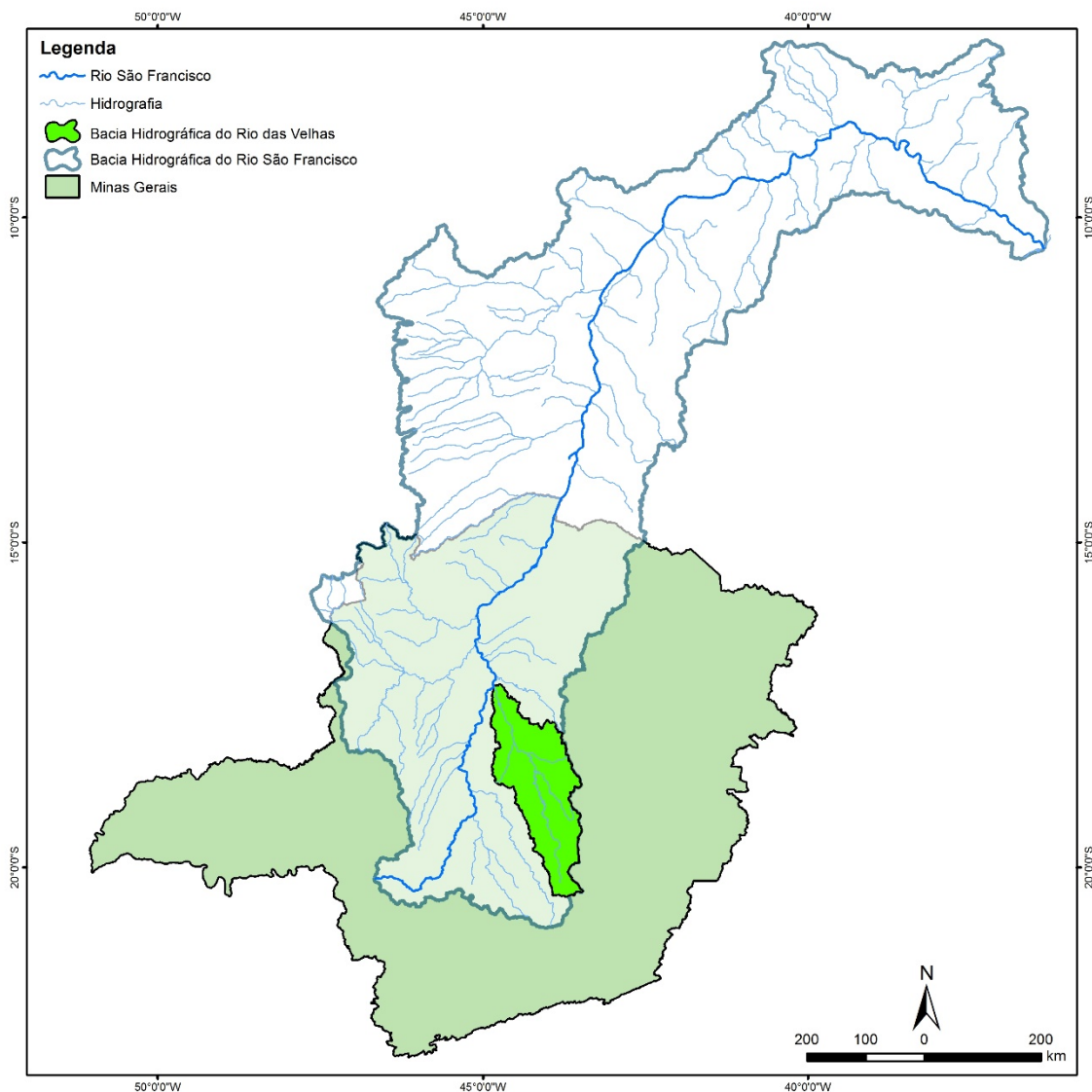
## CARACTERIZAÇÃO DA BACIA



### 3 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

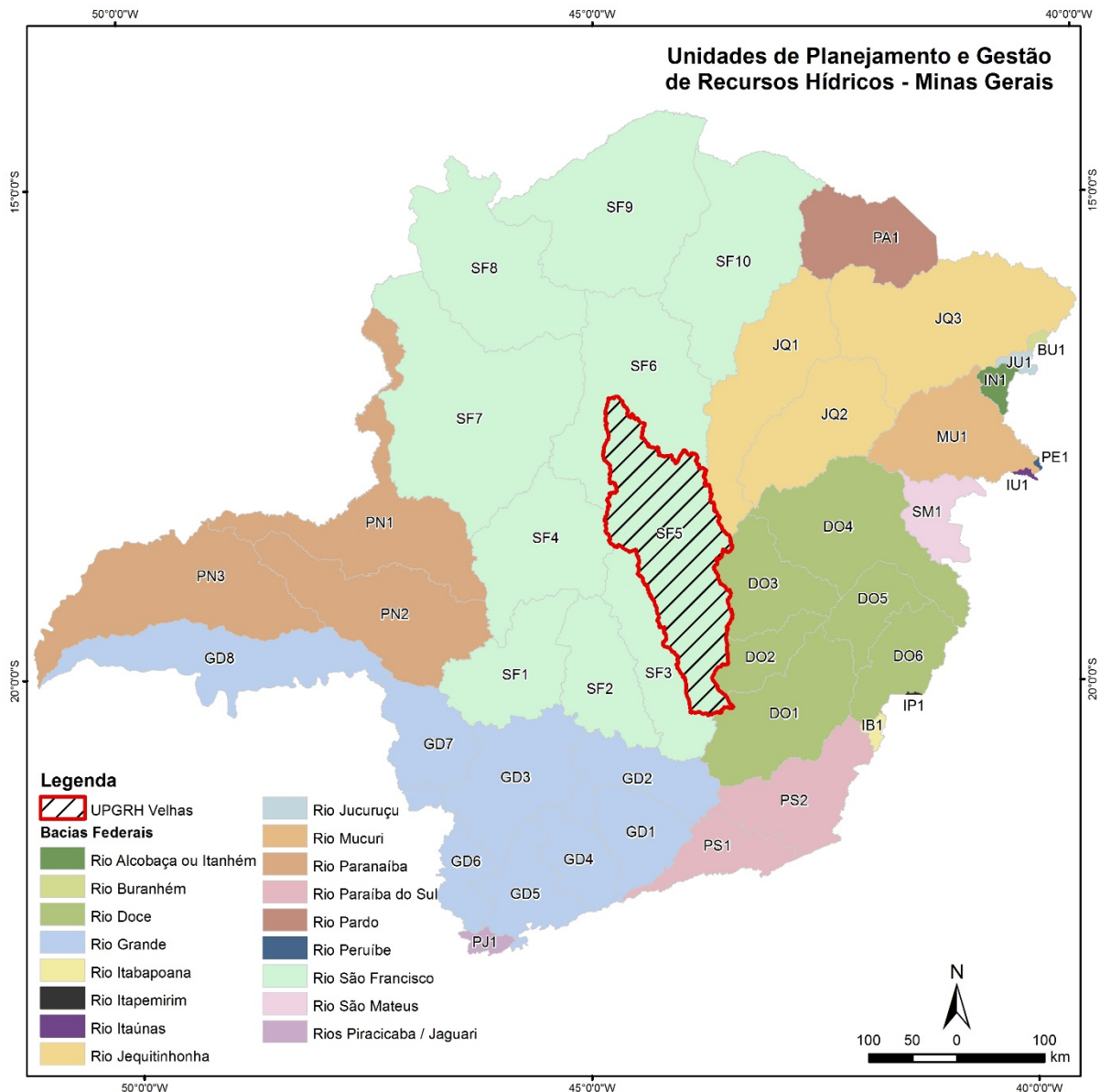
#### 3.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do rio das Velhas está localizada na região central do Estado de Minas Gerais, entre as latitudes 17° 15' S e 20° 25' S e longitudes 43° 25' W e 44° e 50 W. Apresenta forma alongada e inclinada predominantemente na direção norte-sul, e corresponde à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) SF5 (São Francisco 5).



**Figura 3.1: Localização da bacia hidrográfica do rio das Velhas no contexto da bacia do rio São Francisco e do Estado de Minas Gerais. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2015).**

A bacia do rio das Velhas apresenta como bacias hidrográficas vizinhas a UPGRH SF3 (Rio Paraopeba) a sudoeste; a UPGRH SF4 (entorno da represa de Três Marias) a oeste e UPGRH SF6 (rios Jequitá e Pacuí) ao norte, todas pertencentes à bacia do rio São Francisco; a UPGRH JQ1 (alto rio Jequitinhonha) a nordeste; e a bacia do rio Doce (UPGRHs DO1 - rio Piranga, DO2 - Rio Piracicaba e DO3 - Rio Santo Antônio) ao sul e sudeste. A Figura 3.2 apresenta a bacia do rio das Velhas no contexto das demais UPGRHs do Estado de Minas Gerais.



**Figura 3.2: UPGRHs de Minas Gerais, com destaque para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

O rio das Velhas tem sua nascente principal na cachoeira das Andorinhas, no município de Ouro Preto, numa altitude de aproximadamente 1.500 metros. Toda a bacia compreende uma área de 27.850 km<sup>2</sup>, nos quais o rio principal percorre uma distância de 806,84 km, desaguando no rio São Francisco em barra do Guaicuí, Distrito de Várzea da Palma, numa altitude de 478 metros.

A bacia do rio das Velhas apresenta riqueza de cursos d'água, com uma significativa densidade de drenagem que alimenta o rio das Velhas em todo o seu percurso, com destaque para os seus principais afluentes: rio Bicudo, ribeirão Jequitibá, ribeirão da Mata, ribeirão Arrudas, ribeirão do Onça e rio Itabirito (pela margem esquerda); e rio Curimataí, rio Pardo, rio Paraúna/Cipó, rio Taquaraçu e ribeirão Caeté/Sabará (pela margem direita).

Durante o seu percurso, o rio das Velhas e seus afluentes drenam áreas de 51 municípios dos quais 44 têm as sedes urbanas inseridas na bacia. Juntos, os municípios abrigam uma população superior a 4,8 milhões de habitantes (IBGE, 2010) considerando todo o território do município inserido na bacia. A população efetivamente residente no interior da bacia, considerando somente a parcela do território do município inserida no polígono da bacia é de aproximadamente 4,4 milhões de habitantes estimada com base nos setores censitários do IBGE (Quadro 3.1).

**Quadro 3.1: Municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio das Velhas.**

Município	Área (km <sup>2</sup> )	População (hab)
Araçai	186,5	2.243
Augusto de Lima	1.254,80	4.960
Baldim	556,3	7.913
Belo Horizonte	331,4	2.375.151
Buenópolis	1.599,90	10.292
Caeté	542,6	40.750
Capim Branco	95,3	8.881
Conceição do Mato Dentro*	1.726,80	17.908
Confins	42,4	5.936
Congonhas do Norte	398,9	4.943
Contagem	195,3	603.442
Cordisburgo	823,7	8.667
Corinto	2.525,40	23.914
Curvelo	3.298,80	74.219
Datas	310,1	5.211
Diamantina*	3.891,70	45.880
Esmeraldas*	911,4	60.271
Funilândia	199,8	3.855
Gouveia	866,6	11.681
Inimutaba	524,5	6.724
Itabirito	542,6	45.449
Jaboticatubas	1.114,20	17.134
Jequitibá	445	5.156
Joaquim Felício*	790,9	4.305
Lagoa Santa	230,1	52.520
Lassance	3.204,20	6.484
Matozinhos	252,3	33.955
Monjolos	650,9	2.360
Morro da Garça	414,8	2.660
Nova Lima	429,1	80.998
Nova União	172,1	5.555
Ouro Preto*	1.245,90	70.281
Paraopeba*	625,6	22.563
Pedro Leopoldo	293	58.740
Pirapora*	549,5	53.368
Presidente Juscelino	695,9	3.908
Presidente Kubitschek	189,2	2.959

Município	Área (km²)	População (hab)
Prudente de Morais	124,2	9.573
Raposos	72,2	15.342
Ribeirão das Neves	154,5	296.317
Rio Acima	229,8	9.090
Sabará	302,2	126.269
Santa Luzia	235,3	202.942
Santana de Pirapama	1.255,80	8.009
Santana do Riacho	677,2	4.023
Santo Hipólito	430,7	3.238
São José da Lapa	47,9	19.799
Sete Lagoas	537,6	214.152
Taquaraçu de Minas	329,2	3.794
Várzea da Palma	2.220,30	35.809
Vespasiano	71,2	104.527
<b>Total Geral</b>	<b>38.815,60</b>	<b>4.844.120</b>

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010.

\*Municípios com sede fora da bacia do rio das Velhas.

A capital Belo Horizonte concentrava em 2010, 49,0% da população do conjunto dos municípios da bacia (2.375.151 pessoas). O segundo município em porte populacional na bacia é Contagem, com pouco mais de 600 mil habitantes (12,5%), o terceiro é Ribeirão das Neves com mais de 296 mil (6,1%). Somente outros quatro municípios ultrapassaram a marca dos 100 mil habitantes, quais sejam: Sete Lagoas (214.152 hab.), Santa Luzia (202.942 hab.), Sabará (126.269 hab.) e Vespasiano (104.527 hab.).

No contexto regional, a participação do conjunto dos municípios da bacia é significativa, pois corresponde a 24,7% da população de Minas Gerais, principalmente em termos de população urbana (28,1%).

As principais manchas urbanas presentes na bacia estão localizadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Dos 31 municípios que compõem a RMBH, 22 estão inseridos na bacia do rio das Velhas, a saber: Baldim, Belo Horizonte, Caeté, Capim Branco, Confins, Contagem, Esmeraldas, Jaboticatubas, Nova União, Lagoa Santa, Matozinhos, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia, São José da Lapa, Taquaraçu de Minas e Vespasiano.

A bacia do rio das Velhas subdivide-se em 23 regiões de planejamento e gestão de recursos hídricos, denominadas de Unidades Territoriais Estratégicas (UTES) definidas pela Deliberação Normativa CBH Rio das Velhas nº 01, de 09 de fevereiro de 2012. Atualmente encontram-se instalados na bacia, 14 Subcomitês de Bacia Hidrográfica (SCBH) de cursos d'água afluentes ao rio das Velhas, caracterizando o processo de gestão das águas da bacia bastante descentralizado e participativo.

### 3.2 SEGMENTAÇÃO DA BACIA

Por orientação do Termo de Referência, as UTEs foram consideradas como unidades de estudo e planejamento das metas e ações para gestão dos recursos hídricos da bacia do rio das Velhas.

As UTEs possuem características muito variadas, porém há aspectos que permitem a identificação de regiões homogêneas. Desse modo, procedeu-se com uma análise de feições comuns a um conjunto de UTEs, possibilitando seu agrupamento. Os temas estudados nesta análise foram: a hidrografia (principalmente o curso do rio das Velhas), as tipologias de relevo, a ocupação da bacia e a presença de região metropolitana com seus impactos sobre os recursos hídricos.

Assim, com base nesta análise, a divisão histórica da bacia (Alto – Médio – Baixo) foi ajustada, conforme os limites das UTEs, de maneira que cada nova região formasse um agrupamento de UTEs com características semelhantes.

Assim, foram definidas quatro macros regiões de planejamento: Alto, compreendendo sete UTEs; Médio Alto, com seis UTEs, Médio Baixo, com sete UTEs e Baixo com três UTEs. Dessa forma, a região intermediária, denominada Médio rio das Velhas, foi subdividida em razão da sua grande extensão e diversidade. Assim, neste Plano serão consideradas quatro regiões, conforme caracterização do Quadro 3.2.

**Quadro 3.2: Relação entre as UTEs e as regiões da bacia hidrográfica do rio das Velhas.**

Região	UTE/SCBH		Área (km <sup>2</sup> )	Percentual da bacia
Alto	1	UTE Nascentes	541,58	1,94%
	2	SCBH Rio Itabirito	548,89	1,97%
	3	UTE Águas do Gandarela	323,66	1,16%
	4	SCBH Águas da Moeda	544,32	1,95%
	5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará	331,56	1,19%
	6	SCBH Ribeirão Arrudas	228,37	0,82%
	7	SCBH Ribeirão Onça	221,38	0,79%
Médio Alto	8	UTE Poderoso Vermelho	360,48	1,29%
	9	SCBH Ribeirão da Mata	786,84	2,83%
	10	SCBH Rio Taquaraçu	795,50	2,86%
	11	SCBH Carste	627,02	2,25%
	12	SCBH Jabo/Baldim	1.082,10	3,89%
	13	SCBH Ribeirão Jequitibá	624,08	2,24%
Médio Baixo	14	UTE Peixe Bravo	1.169,89	4,20%
	15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça	1.223,26	4,39%
	16	UTE Santo Antônio/Maquiné	1.336,82	4,80%
	17	SCBH Rio Cipó	2.184,86	7,85%
	18	SCBH Rio Paraúna	2.337,61	8,39%
	19	UTE Ribeirão Picão	1.716,59	6,16%
	20	UTE Rio Pardo	2.235,13	8,03%
Baixo	21	SCBH Rio Curimataí	2.218,66	7,97%
	22	SCBH Rio Bicudo	2.274,48	8,17%
	23	UTE Guaicuí	4.136,93	14,85%
Bacia do rio das Velhas			27.850,00	-

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

### **3.2.1 Alto rio das Velhas**

A região do Alto rio das Velhas compreende toda a área denominada Quadrilátero Ferrífero, tendo o município de Ouro Preto como limite sul dessa região e os municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará como limite norte. A região é composta por dez municípios, constituindo 9,8% do total da bacia do rio das Velhas, ou 2.739,74 km<sup>2</sup>.

As UTEs que compõem a região do Alto rio das Velhas são: UTE Nascentes, SCBH Rio Itabirito, UTE Águas do Gandarela, SCBH Água da Moeda, SCBH Ribeirão Caeté/Sabará, SCBH Ribeirão Arrudas e SCBH Ribeirão Onça.

Os municípios que estão 100% inseridos na região do Alto rio das Velhas são Belo Horizonte, Itabirito, Nova Lima, Raposos e Rio Acima. Caeté (42%), Contagem (42%), Ouro Preto (50%), Sabará (63%) e Santa Luzia (4%) estão inseridos em maior ou menor parcela.

Entre os que possuem a sede urbana inserida na área do Alto rio das Velhas estão Caeté, Contagem, Itabirito, Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará, incluindo a capital Belo Horizonte.

Esta região apresenta o maior contingente populacional, com uma expressiva atividade econômica, concentrada, principalmente, na RMBH. Nessa região encontra-se o sistema de abastecimento integrado Rio das Velhas com captação no rio das Velhas e capacidade instalada de 9,0 m<sup>3</sup>/s abastecendo 74% da cidade de Belo Horizonte além das cidades de Raposos, Nova Lima, Sabará e Santa Luzia. Os principais agentes poluidores são os esgotos industriais e domésticos não tratados e os efluentes gerados pelas atividades minerárias clandestinas atuantes nesta parte da bacia.

### **3.2.2 Médio Alto rio das Velhas**

A região Médio rio das Velhas possui características diferenciadas em relação ao uso e ocupação do solo do Alto rio das Velhas, apresentando uma menor concentração populacional, com o predomínio das atividades agrícolas e pecuárias.

A região Médio Alto rio das Velhas tem participação de 15,4% (4.276,01 km<sup>2</sup>) dentro da bacia do rio das Velhas e compreende 20 municípios. Dentre estes, Capim Branco, Confins, Funilândia, Lagoa Santa, Matozinhos, Nova União, Pedro Leopoldo, Prudente de Moraes, Ribeirão das Neves, São José da Lapa, Taquaraçu de Minas e Vespasiano estão totalmente inseridos na bacia, enquanto que Baldim (60%), Caeté (58%), Esmeraldas (7%), Jaboticatubas (68%), Jequitibá (24%), Sabará (37%), Santa Luzia (96%) e Sete Lagoas (66%) tem seu território parcialmente inserido da bacia.

As UTEs que compõem a região do Médio Alto rio das Velhas são: UTE Poderoso Vermelho, SCBH Ribeirão da Mata, SCBH Rio Taquaraçu, SCBH Carste, SCBH Jabo/Baldim e SCBH Ribeirão Jequitibá.

### **3.2.3 Médio Baixo rio das Velhas**

A região Médio Baixo rio das Velhas representa a maior porção dentro da bacia do rio das Velhas, com 12.204,16 km<sup>2</sup> (43,8%) e 23 municípios inseridos total ou parcialmente. Dentre os que possuem 100% de seu território inserido na bacia estão Araçá, Cordisburgo, Gouveia, Inimutaba, Monjolos, Presidente Juscelino, Presidente Kubitschek, Santana de Pirapama, Santana do Riacho e Santo Hipólito.



Os municípios que estão parcialmente inseridos na região Médio Baixo rio das Velhas são Augusto de Lima (29%), Baldim (40%), Buenópolis (2%), Conceição do Mato Dentro (23%), Congonhas do Norte (90%), Corinto (13%), Curvelo (63%), Datas (63%), Diamantina (26%), Jaboticatubas (32%), Jequitibá (76%), Morro da Garça (39%) e Paraopeba (13%).

As sedes municipais inseridas nessa região são Araçaí, Baldim, Capim Branco, Confins, Congonhas do Norte, Cordisburgo, Corinto, Curvelo, Datas, Funilândia, Gouveia, Inimutaba, Jaboticatubas, Jequitibá, Lagoa Santa, Matozinhos, Monjolos, Nova União, Pedro Leopoldo, Presidente Juscelino, Presidente Kubitschek, Prudente de Moraes, Ribeirão das Neves, Santana de Pirapama, Santana do Riacho, Santo Hipólito, São José da Lapa, Sete Lagoas, Vespasiano e Taquaraçu de Minas.

A região compreende a UTE Peixe Bravo, UTE Ribeirões Tabocas e Onça, UTE Santo Antônio/Maquiné, SCBH Rio Cipó, SCBH Rio Paraúna, UTE Ribeirão Picão e UTE Rio Pardo.

### **3.2.4 Baixo rio das Velhas**

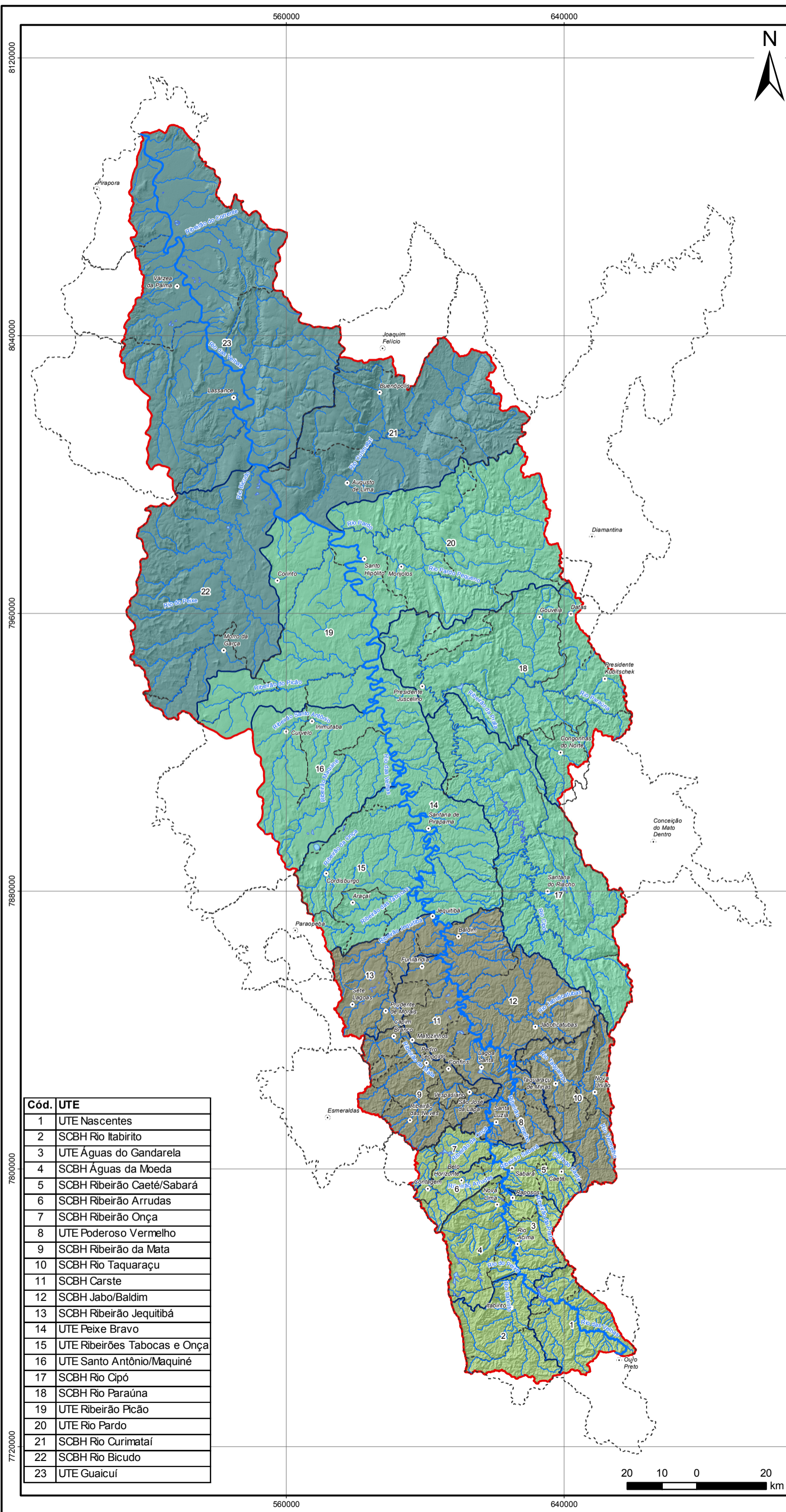
Finalmente a região do Baixo rio das Velhas é composta por oito municípios e representa a segunda maior região (31%, 8.630,07 km<sup>2</sup>). O aspecto diferenciado desta região é que nenhum dos municípios tem 100% do território inserido na bacia, a saber: Augusto de Lima (71%), Buenópolis (80%), Corinto (87%), Joaquim Felício (7%), Lassance (67%), Morro da Garça (61%), Pirapora (38%) e Várzea da Palma (73%).

Fazem parte da região o SCBH Rio Curimataí, o SCBH Rio Bicudo e a UTE Guaicuí.

Assim como a região Médio rio das Velhas, esta região também é caracterizada pela baixa concentração populacional onde predominam as atividades agrícolas e pecuárias.

A Figura 3.3 apresenta o mapa das UTEs e regiões da bacia hidrográfica do rio das Velhas.





**Figura 3.3: Mapa das UTEs e Regiões da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
- Unidades Territoriais Estratégicas - UTE

**Trecho**

- Alto Rio das Velhas
- Médio Alto Rio das Velhas
- Médio Baixo Rio das Velhas
- Baixo Rio das Velhas

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Divisão por trecho: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização





# 4

## MAPEAMENTO E USO DO SOLO



## 4 MAPEAMENTO DO USO DO SOLO

O estudo de uso e cobertura do solo para a bacia hidrográfica do rio das Velhas tem por objetivo apresentar as características da paisagem no que se refere às áreas alteradas pela ação humana e as recobertas pela vegetação natural.

Estas informações são essenciais para elaboração de uma análise da situação atual da bacia hidrográfica, focando nas possíveis alterações que os recursos hídricos podem sofrer.

É importante frisar que mesmo que ocorram regiões caracterizadas por somente um tipo de cobertura (natural ou antrópica), isto não significa a ausência de usos diversos, pois as formas de agricultura familiar ou pequenas manchas de vegetação nativa muitas vezes acabam ocultadas pela escala do mapeamento.

Para a classificação do uso do solo foram definidas duas grandes categorias: uma na qual a dinâmica está relacionada com as atividades socioeconômicas, denominada “**Uso Antrópico**”, e outra cuja dinâmica está relacionada com os elementos da natureza, denominada “**Cobertura Natural**”. A partir destas categorias foram definidas as classes de mapeamento conforme o Quadro 4.1 que apresenta a relação das classes por categoria:

**Quadro 4.1: Classe de uso e cobertura do solo por categoria.**

Cobertura Natural	Uso Antrópico
Afloramento Rochoso	Agropecuária
Vegetação Arbórea	Agricultura Irrigada
Vegetação Arbustiva	Silvicultura
Hidrografia	Área Urbana
-	Mineração
-	Queimada

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

A seguir serão detalhadas as classes de uso do solo diagnosticadas na bacia. A categoria denominada “**Cobertura Natural**” apresenta quatro classes, conforme o Quadro 4.2.

**Quadro 4.2: Descrição das classes de usos e cobertura do solo da categoria denominada Cobertura Natural.**

Classe	Descrição
Afloramento Rochoso	Constitui as áreas com exposição de rochas aflorantes, bem como as áreas em que o solo fica exposto na superfície, sem nenhum tipo de cobertura.
Vegetação Arbustiva	Constitui as áreas naturais de cerrado presentes na bacia, que incluem as tipologias de Cerrado Arborizado, Cerrado Parque, Campo Rupestre, Cerrado Gramíneo-Lenhoso com e sem Floresta de Galeria.
Vegetação Arbórea	Constitui as formações florestais naturais presentes na bacia, que compreende a Floresta Estacional Decidual mais ao norte da bacia e a Floresta Estacional Semidecidual presente em toda bacia, em seus diversos níveis sucessionais.
Hidrografia	Representa todos os cursos d’água e canais, os espelhos d’água naturalmente fechados e sem movimento e os reservatórios artificiais.

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

A categoria denominada “**Uso Antrópico**” apresenta seis classes, conforme a descrição no Quadro 4.3.

**Quadro 4.3: Descrição das classes de usos e cobertura do solo da categoria denominada Uso Antrópico.**

Classe	Descrição
Agropecuária	Corresponde a lavoura temporária, a lavoura permanente e a pecuária. O primeiro caso diz respeito às culturas de curta e média duração, que após a colheita deixam o terreno disponível para novo cultivo ou para o aproveitamento da pecuária. Destacam-se as culturas de milho, feijão e cana-de-açúcar. A lavoura permanente agrupa todas as culturas de ciclo longo que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio. Destacam-se as produções de banana, café e laranja. A pecuária aqui caracterizada corresponde às áreas abertas visando a produção de gado (de corte e leiteiro), pastoreio de equinos e outros animais em menor quantidade na bacia.
Agricultura Irrigada	Corresponde às áreas de lavouras temporárias ou permanentes que se utilizam da irrigação para regularizar o acesso das plantas a água. Uma das características desta categoria é a forma das feições mapeadas, geralmente circulares, sendo visível a forma do pivô de irrigação.
Queimada	Classe que representa provavelmente as formas mais inconstantes no mapeamento de uso e cobertura do solo. As áreas de queimadas podem variar muito em tamanho de acordo com o período do mapeamento, sendo mais comum nos períodos de seca e na fase posterior a colheita.
Mineração	Classe que representa as áreas com lavra mineral a céu aberto, distribuídas principalmente na porção sul da bacia.
Silvicultura	Áreas de plantios ou formações de maciços homogêneos com espécies florestais exóticas. Uma característica desta classe é a homogeneidade das formas dos plantios, que geralmente seguem formas retangulares separadas por aceiros que impedem a proliferação do fogo em caso de queimadas acidentais.
Área Urbana	Compreende as regiões de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. Estão incluídos nesta categoria os grandes aglomerados urbanos (como a Região Metropolitana de Belo Horizonte) que são os responsáveis por integrar e exercer forte influência sobre as cidades de menor porte, podendo transformar estes aglomerados menores em polos regionais ligados ao grupo maior. Também são importantes (e mapeados) os pequenos núcleos urbanos com população fixa e concentrada, que representam a sede da maioria das cidades que fazem parte do estudo.

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

A partir da classificação e geração do mapa de uso e cobertura atual do solo (Figura 4.2), foram calculadas as áreas em km<sup>2</sup> de cada classe na bacia e a respectiva participação relativa (%) na área de estudo. Os resultados são apresentados de forma sintética no Quadro 4.4.

**Quadro 4.4: Distribuição das classes de uso e cobertura do solo na bacia do rio das Velhas.**

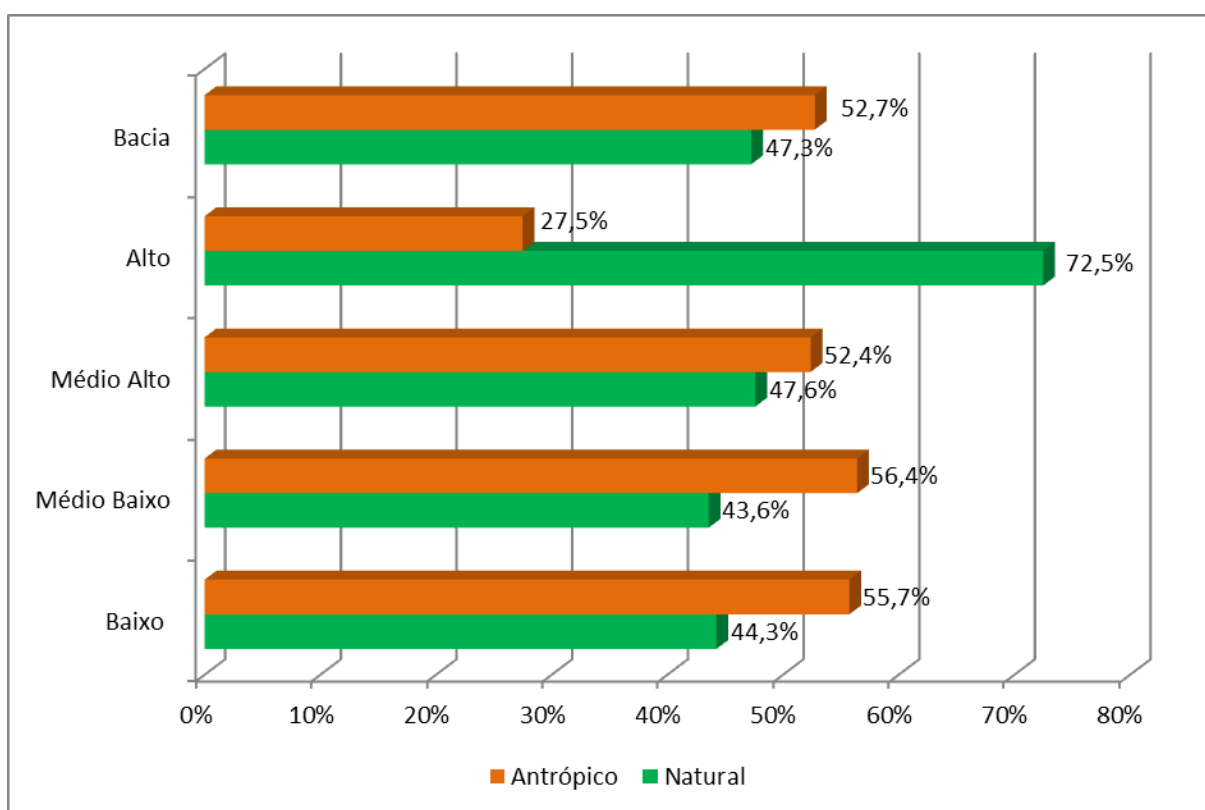
Classe	Área Total (km <sup>2</sup> )	Área Relativa (%)
Afloramento Rochoso	474,99	1,71
Agricultura Irrigada	73,76	0,26
Agropecuária	12.217,03	43,87
Área Urbana	813,45	2,92
Hidrografia	114,46	0,41
Mineração	56,47	0,2
Queimada	702,73	2,52
Silvicultura	827,03	2,97
Vegetação Arbórea	2.190,71	7,87
Vegetação Arbustiva	10.379,38	37,27

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).



De acordo com os dados mapeados e representados, a maior parte da bacia está incluída nas classes de Agropecuária (43,87%), Vegetação Arbustiva (37,27%) e Vegetação Arbórea (7,87%), sendo a primeira classe pertencente à categoria de Uso Antrópico e as demais a categoria de Cobertura Natural. As demais classes apresentam poucas áreas percentuais no contexto geral da bacia.

A Figura 4.1 apresenta a distribuição das categorias de uso e cobertura do solo por região. Observa-se que a região Alto rio das Velhas que possui maior percentagem de sua área na categoria Cobertura Natural, 72,5%, em relação às demais regiões. O oposto percebe-se na região do Médio Baixo rio das Velhas, onde a categoria Uso Antrópico ocupa área correspondente a 56,4% do território, seguida pela região Baixo rio das Velhas, com 55,7% antropizado. O Quadro 4.5 apresenta o percentual de cada classe de uso do solo nas regiões.



**Figura 4.1: Gráfico de distribuição das categorias de uso e cobertura do solo por região. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

O Quadro 4.5 apresenta a síntese da distribuição das categorias de uso e cobertura do solo por região.

**Quadro 4.5: Distribuição das categorias de uso e cobertura do solo por região.**

Classes de uso e cobertura do solo	Alto	Médio Alto	Médio Baixo	Baixo
Afloramento Rochoso	0,57%	1,09%	2,68%	0,99%
Vegetação arbustiva	44,95%	31,56%	36,21%	39,17%
Vegetação Arbórea	26,55%	14,55%	4,24%	3,76%
Hidrografia	0,43%	0,44%	0,45%	0,34%
Agropecuária	7,56%	41,76%	51,44%	45,73%
Agricultura Irrigada	-	0,39%	0,1%	0,51%
Silvicultura	1,21%	1,13%	2,83%	4,64%
Queimada	0,61%	1,69%	1,72%	4,67%
Área Urbana	16,46%	7,16%	0,33%	0,19%
Mineração	1,65%	0,26%	-	-

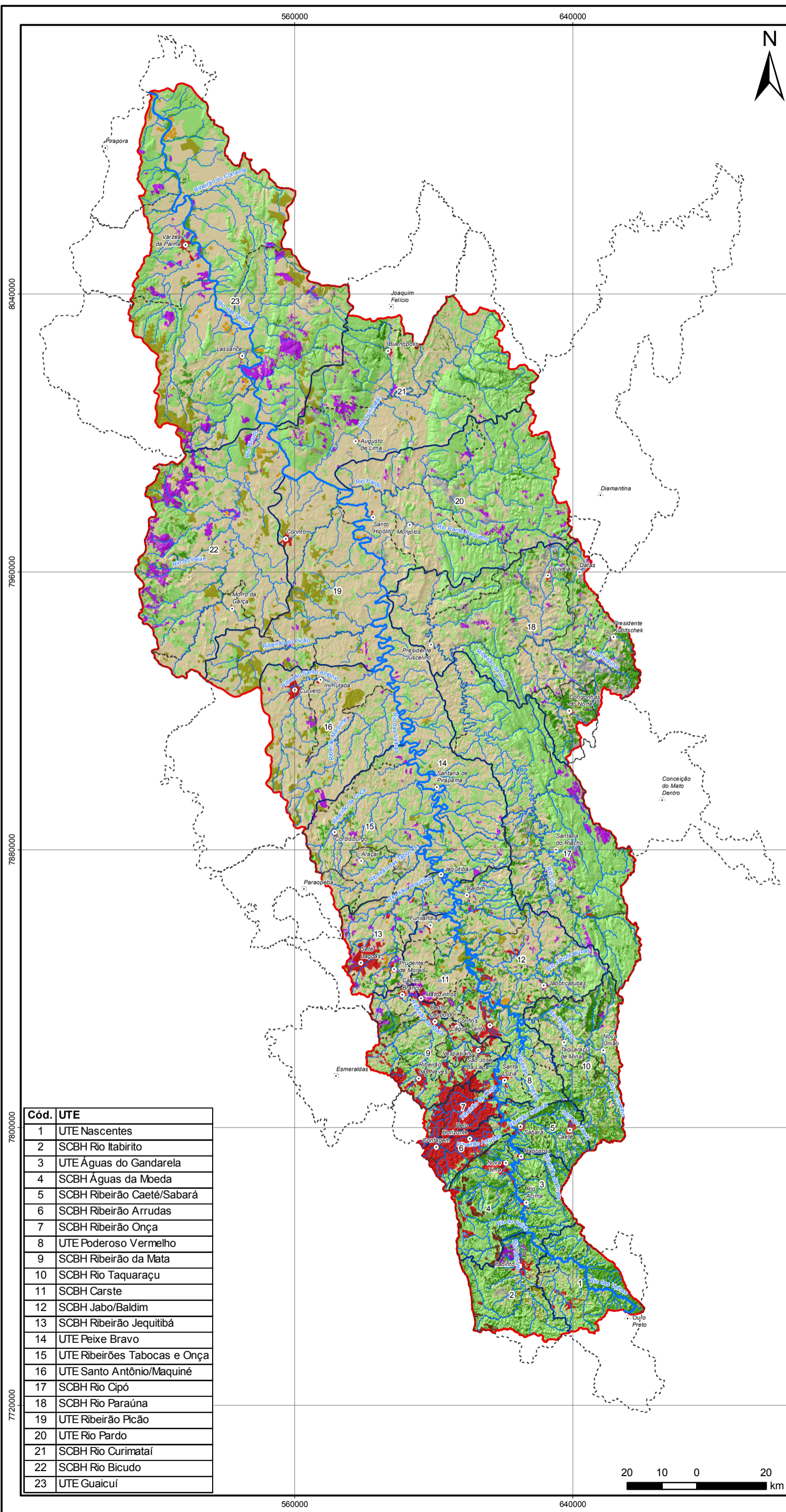
Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

A região Alto rio das Velhas é a única em que a categoria de Cobertura Natural (72,5%) é superior a de Uso Antrópico. A classe de Área Urbana (16,46%) possui uma superfície muito superior às demais regiões.

A região Médio Alto rio das Velhas apresenta maior equilíbrio entre as categorias de Cobertura Natural (47,61%) e Uso Antrópico (52,39%). A classe de Agropecuária é a classe com maior representação na região com 41,76% seguida da classe de Vegetação Arbustiva com 31,53%.

Na região Médio Baixo rio das Velhas a categoria de Uso Antrópico ocupa 56,42% da superfície da região, onde a classe Agropecuária concentra com 51,44% do total de Uso Antrópico. Na categoria de Cobertura Natural, 43,58% da região, a classe de Vegetação Arbustiva (36,21%) é a mais representada espacialmente.

Na região do Baixo rio das Velhas a categoria de Uso Antrópico ocupa 55,75% da superfície da região, onde a classe Agropecuária concentra com 45,73% do total de Uso Antrópico. A região também possui significativas áreas de Silvicultura, com 4,64% da região, muito superior as demais regiões. Na categoria de Cobertura Natural, 44,25% da região, a classe Vegetação Arbustiva (39,17%) é a mais presente.



**Figura 4.2: Mapa Uso e Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Uso e Cobertura do Solo**
- Cobertura Natural**
- Afloramento Rochoso
  - Vegetação arbustiva
  - Vegetação arbórea
  - Hidrografia
- Uso Antrópico**
- Agropecuária
  - Área Irrigada
  - Silvicultura
  - Queimada
  - Área Urbana
  - Mineração

**Localização**

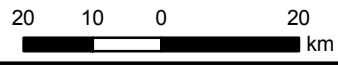


**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Uso e Cobertura do Solo: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabarã
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí



**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização





5

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA



## 5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

### 5.1 CLIMA

A região na qual a bacia do rio das Velhas está inserida caracteriza-se pela diversidade climática. Os principais fatores que interferem localmente no clima são o relevo, o tipo de solo, a cobertura vegetal, a existência de corpos d'água e a influência antrópica que altera o uso e a ocupação do solo. Entretanto, o relevo parece ser preponderante sobre os outros fatores, pois a presença das serras dos Três Irmãos, do Curral, do Espinhaço e do Caraça, como anteparos físicos ao transporte de umidade, geram diferenças nas precipitações e temperaturas em função da altitude.

A distribuição espacial das estações climatológicas do INMET na região da bacia do rio das Velhas é irregular com grandes vazios observacionais. Considerando esse panorama, optou-se por ampliar a área de análise, incluindo as estações de Conceição do Mato Dentro, Diamantina, João Pinheiro, Pompéu e Montes Claros, além daquelas existentes dentro dos limites da bacia. Os dados compilados de temperatura média anual (T méd), temperatura média máxima (T máx), temperatura média mínima (T mín), umidade relativa (UR), insolação e nebulosidade são apresentados no Quadro 5.1.

**Quadro 5.1: Normais de temperaturas médias, média máxima, média mínima, precipitação, umidade relativa, insolação e nebulosidade.**

Estação	T méd (°C)	T máx (média ano) (°C)	T mín (média ano) (°C)	Precipitação Total anual (mm)	UR anual (%)	Insolação total (média)	Nebulosidade (média)
Belo Horizonte	21,1	27,1	16,7	1491,3	72,2	2566,0	5,2
Conceição do Mato Dentro	20,8	28,1	14,9	1521,3	75,7	1984,3	6,2
Diamantina	18,1	23,8	14,1	1404,7	76,7	2397,2	6,2
Ibirité	20,5	27,8	14,2	1480,4	75,5	2181,9	4,8
João Pinheiro	22,5	28,8	16,5	1441,5	70,1	2596,1	5,2
Montes Claros	22,4	29,3	16,7	1082,3	66,6	2672,6	5,5
Pompéu	22,1	29,2	16,4	1230,3	76,2	2389,3	5,2
Sete Lagoas	20,9	28,2	15,9	1328,7	70,5	2703,9	5,0

Fonte: Normais Climatológicas, período 1961 a 1990 (INMET, 1992).

A análise dos dados de temperaturas médias anuais mostra que a topografia associada às variações de latitude e longitude mostra-se como elementos definidores do comportamento das temperaturas ao longo da bacia e conseqüentemente do clima regional.

A situação entre as estações analisadas não apresenta grandes variações dadas as semelhanças de altitude e latitude entre as mesmas. Na média compensada, existem pequenas variações. Entre as temperaturas médias máximas e médias mínimas, essa variação mantém-se proporcional. A maior máxima verificada ocorre em Pirapora e a menor média mínima em Ibirité. Em Pirapora, cuja localização está ao norte da bacia e em menor altitude, a temperatura média mínima é mais elevada e sobressai-se às demais, resultante das características diferenciadas na região, como as menores altitudes, inserção em relevo de planície e a proximidade ao leito do rio. Quanto à umidade relativa na bacia, as maiores médias de umidade são verificadas no período chuvoso e as menores na época da seca, juntamente com os baixos índices pluviométricos e menores temperaturas.

Como os demais fatores do clima, os registros das estações ao longo do território da bacia caracterizam seu comportamento e a amplitude de variação nos meses do ano. Assim, as estações localizadas nas regiões com maiores altitudes, tendem a mostrar valores de nebulosidade mais elevados.

### 5.1.1 Temperatura e Precipitação

A caracterização da temperatura e da precipitação são os principais elementos para a caracterização climática de uma determinada região. Os dados de temperatura e precipitação das estações do INMET consideradas permitiram a elaboração do diagrama termopluviométrico da média das estações para toda a bacia, indicando a sazonalidade existente conforme a Figura 5.1.

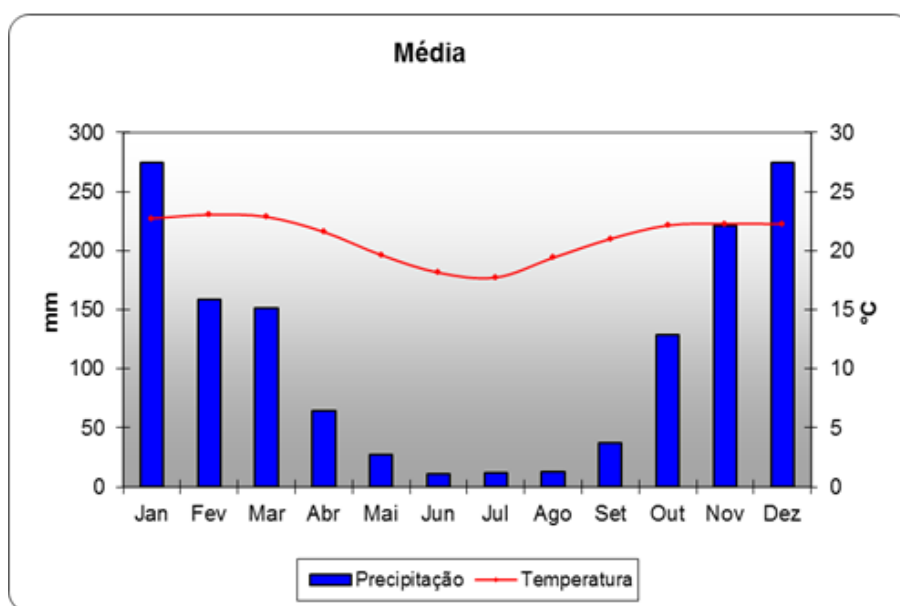


Figura 5.1: Diagrama termopluviométrico da média da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

A análise dos dados apresentados no diagrama termopluviométrico indica que a temperatura média registrada na bacia foi de 21,05 °C (média anual das oito estações consideradas para o estudo). As temperaturas mais elevadas ocorreram no período de novembro a março, coincidindo com o período chuvoso. Neste período as temperaturas médias mensais foram superiores a 22 °C.

As temperaturas médias mensais mais baixas são observadas justamente no período de maior estiagem, e a temperatura média mínima fica em torno de 17,7 °C.

Observa-se que a diferença entre as maiores e menores temperaturas médias anuais ultrapassa os 5 °C e que a diferença entre as médias mensais mais elevadas e as menos elevadas é de 5,8 °C.

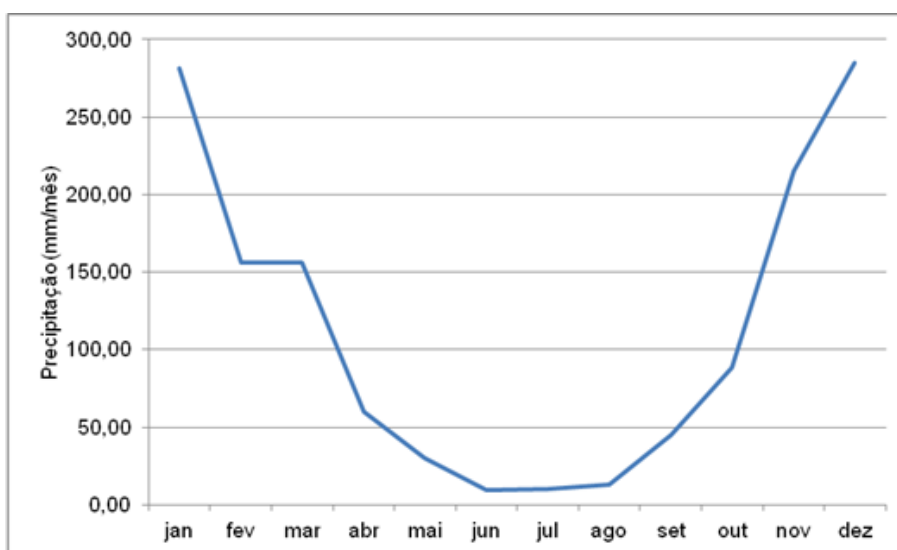
A Figura 5.3 apresenta o mapa de isolinhas de temperatura na bacia do rio das Velhas, onde é possível constatar a regularidade das médias ao longo da bacia.

Quanto ao regime pluviométrico, a média anual registrada na bacia foi de 1.372,56 mm. Em relação ao comportamento sazonal das precipitações na bacia, distinguem-se 3 meses secos, ou seja, junho, julho e agosto. A exceção é verificada no Alto rio das Velhas, que passa por períodos secos maiores, que variam de 4 a 5 meses (maio a setembro).



A bacia do rio das Velhas possui um regime pluviométrico caracterizado por dois períodos distintos: chuvoso, que se estende de outubro a março, quando ocorre cerca de 88% da chuva anual, e o período seco, que vai de abril a setembro.

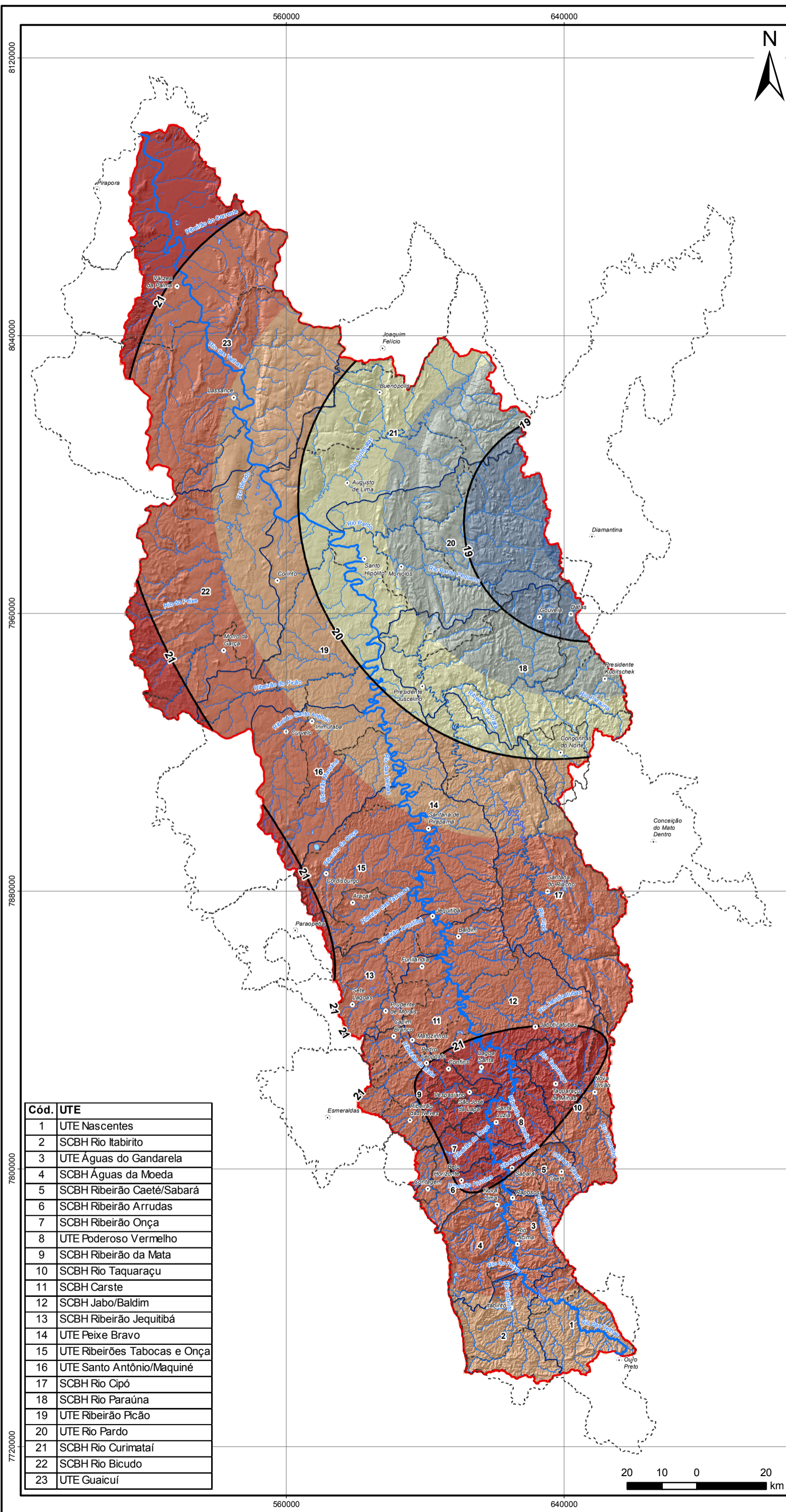
Na Figura 5.2 está representada a precipitação média anual na bacia, considerando o período base de 1976 a 2005. A precipitação média anual das estações analisadas é de 1.351 mm, sendo que os índices mais elevados ocorrem na estação Caixa de Areia, localizada na região Alto rio das Velhas, que possui média anual de 1.778 mm. Estes valores diminuem em direção à foz da bacia, até atingir valores inferiores a 1.050 mm.



**Figura 5.2: Variação mensal da precipitação na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

A Figura 5.4 apresenta o mapa da precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio das Velhas.





**Figura 5.3: Mapa de Isolinhas de Temperatura Média Anual na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
  - Isotermas de Temperatura Média Anual (°C)
- Temperatura média anual (°C)**
- 18,4 - 18,5
  - 18,6 - 19
  - 19,1 - 19,5
  - 19,6 - 20
  - 20,1 - 20,5
  - 20,6 - 21
  - 21,1 - 21,4

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Temperatura Média: Elaborado a partir de dados do INMET (1961 - 1990)

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

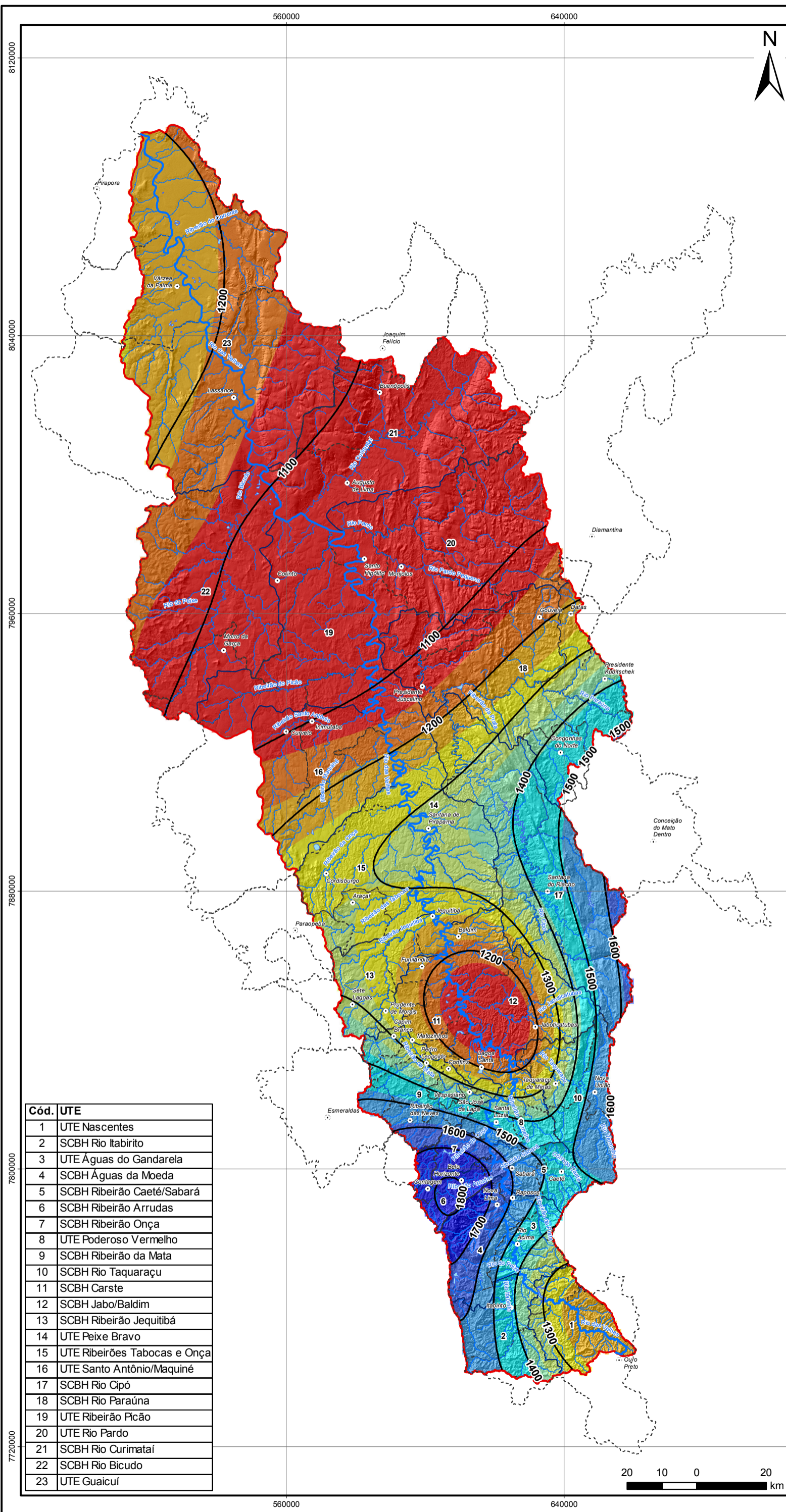
Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: ecoplan ENGENHARIA

Apoio Técnico: Skill ENGENHARIA

CBH Rio das Velhas





**Figura 5.4: Mapa da Precipitação Média Anual na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
  - Isoieta de Precipitação Média Anual (mm)
- Precipitação Média Anual (mm)**
- 1.047 - 1.150
  - 1.151 - 1.200
  - 1.201 - 1.250
  - 1.251 - 1.300
  - 1.301 - 1.350
  - 1.351 - 1.400
  - 1.401 - 1.500
  - 1.501 - 1.600
  - 1.601 - 1.700
  - 1.701 - 1.820

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Precipitação Média Anual: Elaborado a partir de dados da ANA (1976 - 2005)

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guacuí

**PDRH RIO DAS VELHAS**

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: ecoplan ENGENHARIA

Apoio Técnico: Skill ENGENHARIA

Realização: CBH Rio das Velhas



### 5.1.2 Balanço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico climático é uma maneira de monitorar o armazenamento de água no solo computando o volume de água que entra e que sai. De acordo com Camargo e Camargo (1993), o balanço hídrico climatológico é um instrumento agrometeorológico útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima, sendo sua utilização indispensável na caracterização climática (VIANELLO e ALVES, 1991).

A metodologia empregada no cálculo do balanço hídrico foi aquela preconizada por Thornthwaite & Mather (1955). Ela se baseia na contabilização do suprimento natural de água ao solo, pela chuva (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração. Considerou-se no presente estudo a Evapotranspiração Potencial (ETP ou ET<sub>o</sub>). O balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM). A capacidade máxima de água disponível no solo foi fixada em 100 mm, conforme adotado pelo INMET (2011) para a realização do balanço climático no Brasil.

Os resultados do balanço hídrico climatológico na bacia do rio das Velhas podem ser visualizados no Quadro 5.2 e Figura 5.5.

**Quadro 5.2: Resultado do Balanço Hídrico Climatológico para a bacia do rio das Velhas.**

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	22,7	274,44	99	175	0	100,00	0,00	99	0	175
Fev	23,0	158,36	93	65	0	100,00	0,00	93	0	65
Mar	22,9	151,58	91	60	0	100,00	0,00	91	0	60
Abr	21,6	64,53	79	-14	0	100,00	0,00	79	0	-14
Mai	19,6	27,53	69	-42	-42	65,97	-34,03	-6	76	0
Jun	18,1	10,71	60	-49	-91	40,28	-25,70	-15	75	0
Jul	17,7	11,64	60	-48	-139	24,87	-15,41	-4	64	0
Ago	19,4	12,29	71	-59	-198	13,79	-11,08	1	70	0
Set	21,0	37,45	81	-44	-242	8,92	-4,87	33	48	0
Out	22,1	128,96	94	35	0	100,00	0,00	94	0	35
Nov	22,3	220,8	95	126	0	100,00	0,00	95	0	126
Dez	22,3	274,29	100	174	0	100,00	0,00	100	0	174
TOTAIS		1372,56	992	380					333	622
MÉDIAS	21,1	114,38	82,69	31,69	-59,29	71,15	-7,59	54,96	27,73	51,84

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

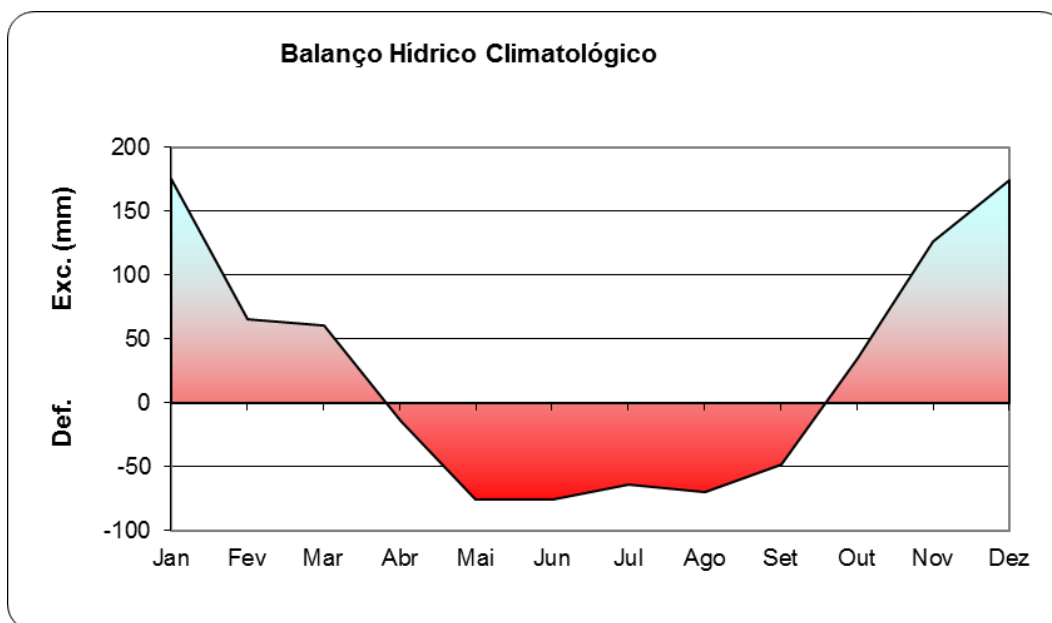


Figura 5.5: Balanço hídrico normal mensal elaborado a partir dos dados da média das oito estações da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

## 5.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

O rio das Velhas é o maior afluente em extensão da bacia do rio São Francisco, com um comprimento total de 806,84 km e largura média aproximada de 38 m. Orientado no sentido SE-NW, o rio tem suas nascentes junto ao município de Ouro Preto, na Área de Proteção Ambiental Cachoeira das Andorinhas, em uma altitude de 1.505,83 m, com foz na confluência do rio São Francisco, no município de Várzea da Palma, em Barra do Guaicuí, em cotas de 485,26 m.

A bacia do rio das Velhas insere-se no Cráton São Francisco, o qual consiste em um segmento litosférico continental consolidado no Arqueano, porém com faixas de dobramento marginal durante o Evento Brasileiro. Os limites do cráton são definidos pelos cinturões orogênicos neoproterozóicos que possuem vergência para o interior do cráton. Estes cinturões são denominados da seguinte forma: a leste, Cinturão Araçuaí; a oeste e sul, a Faixa Brasília; a noroeste a Faixa Rio Preto e, a norte, as Faixas Riacho do Pontal e Sergipana (Figura 5.6).



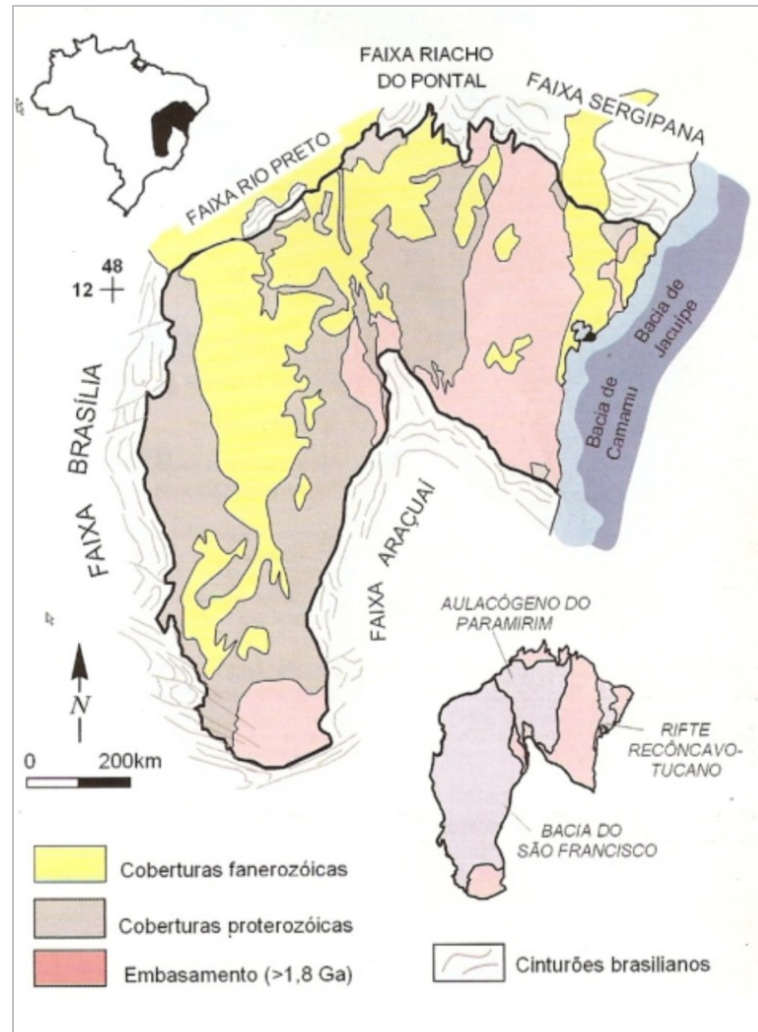
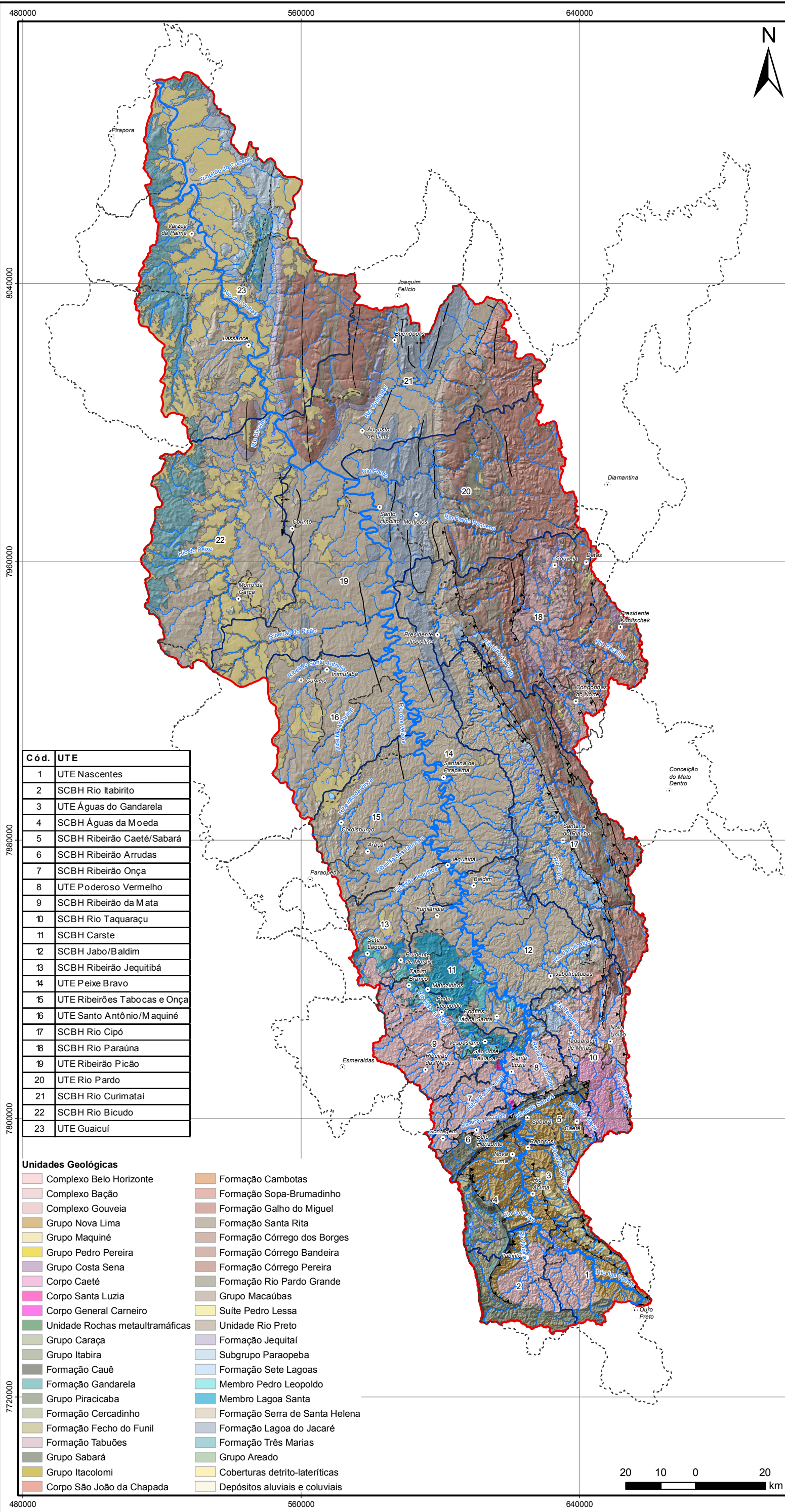


Figura 5.6: Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco. Modificado de: ALKMIM, 2004.

### 5.2.1 Unidades Litoestratigráficas

A nomenclatura utilizada, bem como a descrição das unidades (detalhadas no Diagnóstico Geral - RP02A) foi baseada nos trabalhos elaborados pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) em especial o Projeto Sete Lagoas – Abaeté (2010). O Mapa Geológico (Figura 5.7) apresenta a representação cartográfica das unidades Litoestratigráficas.





**Figura 5.7: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Estruturas Geológicas**
- Braquianticlinal ou braquiantiforme
  - Braquissinclinal ou braquissiniforme
  - Falha contracional (inversa ou empurrão)
  - Falha extensional (normal)
  - Falha indiscriminada
  - Falha ou zona de cisalhamento compressional
  - Falha ou zona de cisalhamento indiscriminada
  - Lineamentos estruturais: traços de superfícies S
  - Sinclinal ou sinforme normal com caimento indicado

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Geologia/Estruturas Geológicas: CPRM

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

**Unidades Geológicas**

Complexo Belo Horizonte	Formação Cambotas
Complexo Bação	Formação Sopa-Brumadinho
Complexo Gouveia	Formação Galho do Miguel
Grupo Nova Lima	Formação Santa Rita
Grupo Maquiné	Formação Córrego dos Borges
Grupo Pedro Pereira	Formação Córrego Bandeira
Grupo Costa Sena	Formação Córrego Pereira
Corpo Caeté	Formação Rio Pardo Grande
Corpo Santa Luzia	Grupo Macaúbas
Corpo General Carneiro	Suíte Pedro Lessa
Unidade Rochas metaltramáficas	Unidade Rio Preto
Grupo Caraça	Formação Jequitaiá
Grupo Itabira	Subgrupo Paraopeba
Formação Cauê	Formação Sete Lagoas
Formação Gandarela	Membro Pedro Leopoldo
Grupo Piracicaba	Membro Lagoa Santa
Formação Cercadinho	Formação Serra de Santa Helena
Formação Fecho do Funil	Formação Lagoa do Jacaré
Formação Tabuões	Formação Três Marias
Grupo Sabará	Grupo Areado
Grupo Itacolomi	Coberturas detrito-lateríticas
Corpo São João da Chapada	Depósitos aluviais e coluviais

**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização



A partir do mapa geológico (Figura 5.7), foram calculadas as áreas, em km<sup>2</sup>, de cada Unidade litoestratigráfica na bacia e a respectiva participação relativa (%) na área de estudo. Os resultados são apresentados de forma sintética no Quadro 5.3.

**Quadro 5.3: Área e percentual das unidades litoestratigráficas presentes na bacia hidrográfica do rio das Velhas.**

Unidade	Área Total (km <sup>2</sup> )	Área Relativa (%)
Complexo Belo Horizonte	1624,57	5,83%
Complexo Bação	409,46	1,47%
Complexo Gouveia	428,51	1,54%
Grupo Nova Lima	1088,07	3,91%
Grupo Maquiné	105,33	0,38%
Grupo Pedro Pereira	2,32	0,008%
Grupo Costa Sena	228,61	0,82%
Corpo Caeté	284,48	1,02%
Corpo Santa Luzia	3,94	0,014%
Corpo General Carneiro	5,04	0,018%
Unidade Rochas metaultramáficas	2,05	0,007%
Grupo Caraça	132,28	0,47%
Grupo Itabira	29,76	0,11%
Formação Cauê	101,63	0,36%
Formação Gandarela	63,73	0,23%
Grupo Piracicaba	184,65	0,66%
Formação Cercadinho	64,86	0,23%
Formação Fecho do Funil	45,49	0,16%
Formação Tabuões	19,34	0,069%
Grupo Sabará	141,40	0,51%
Grupo Itacolomi	1,29	0,005%
Corpo São João da Chapada	61,64	0,22%
Formação Cambotas	14,07	0,051%
Formação Sopa-Brumadinho	709,95	2,55%
Formação Galho do Miguel	2310,63	8,30%
Formação Santa Rita	537,14	1,93%
Formação Córrego dos Borges	778,98	2,80%
Formação Córrego Bandeira	143,55	0,52%
Formação Córrego Pereira	308,57	1,11%
Formação Rio Pardo Grande	151,07	0,54%
Grupo Macaúbas	482,63	1,73%
Suíte Metamáfica Pedro Lessa	153,54	0,55%
Unidade Rio Preto	9,48	0,034%
Formação Jequitaiá	226,05	0,81%
Subgrupo Paraopeba	410,50	1,47%
Formação Sete Lagoas	247,90	0,89%
Membro Pedro Leopoldo	219,84	0,79%
Membro Lagoa Santa	401,82	1,44%
Formação Serra de Santa Helena	10050,38	36,09%

Unidade	Área Total (km²)	Área Relativa (%)
Formação Lagoa do Jacaré	1381,11	4,96%
Formação Três Marias	1105,22	3,97%
Grupo Areado	13,48	0,048%
Coberturas detrito-lateríticas	2954,97	10,61%
Depósitos aluviais e coluviais	210,64	0,76%

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

## 5.2.2 Geomorfologia

A geomorfologia na bacia hidrográfica do rio das Velhas é marcada pela diversidade de relevo com colinas, chapadas, escarpas, áreas de acumulação, veredas, vales, etc. Tanta diversidade de formações ocasiona diversificados tipos de uso para cada formação geomorfológica, com áreas agrícolas, reservas naturais, áreas de pesca, aglomerados urbanos, entre outras.

A classificação dos padrões e formas semelhantes (morfoesculturas – 3º táxon) identificou quatro unidades diferentes na área de estudo. A classificação geomorfológica é apresentada no Quadro 5.4 e na Figura 5.8.

**Quadro 5.4: Classificação Geomorfológica.**

1º Táxon	2º Táxon	3º Táxon (Padrões e Formas Semelhantes)
Faixa de Dobramentos do Ciclo Brasileiro - Atlântico	Planaltos e Serras do Atlântico Leste Sudeste	Depressão Sanfranciscana
		Planaltos do São Francisco
		Quadrilátero Ferrífero
		Serra do Espinhaço

Fonte: Guerra & Guerra (2008).

Segundo Ross (1985), a caracterização Regional no Contexto Morfoestrutural (1º Táxon) está inserida na Morfoestrutura denominada de Faixa e Dobramentos do Ciclo Brasileiro – Atlântico. Os planaltos que ocorrem nas faixas de orogenia antiga são constituídos de formações residuais que estão sustentadas em litologias diversas, quase sempre metamórficas associadas a intrusivas. Nestas unidades são comuns as serras que na maioria das vezes estão associadas aos resíduos de estruturas dobradas intensamente e atacadas por processos erosivos.

No contexto Morfoescultural (2º táxon) foram identificados os Planaltos e Serras do Atlântico Leste Sudeste, que, segundo Ross (1985), são definidos por um ciclo de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e extensas intrusões. O modelado predominante desta grande unidade são os morros com formas de topos convexos, chapadas e escarpas de linha de falha. A drenagem apresenta canais e vales profundos que entalham na rocha.

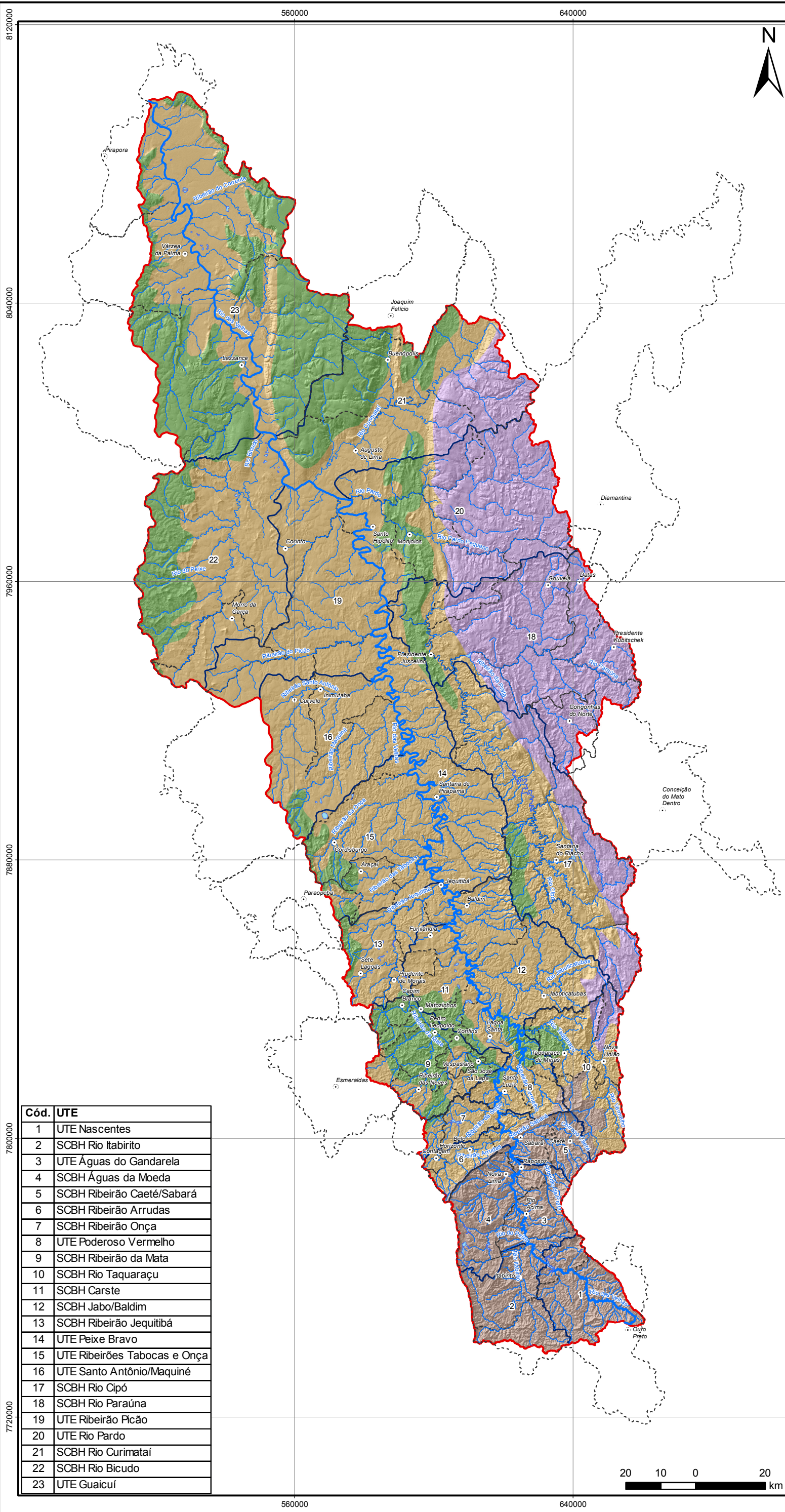
O terceiro táxon se caracteriza por formações de menor extensão e por sofrer forte influência das condições climáticas. Para a bacia hidrográfica do rio das Velhas foram identificados quatro Padrões e Formas Semelhantes: **Depressão Sanfranciscana**, que corresponde à denominação genérica das extensas áreas aplainadas e dissecadas ao longo do rio São Francisco e seus principais afluentes, que integram os vastos compartimentos rebaixados do relevo brasileiro elaborados por processos erosivos pós-cretáceo. As cotas altimétricas encontradas próximas ao alto curso do rio das Velhas pode chegar a 850 metros. Nas proximidades da Serra do Espinhaço as médias altimétricas são de 800 metros nos

topos, e 700 metros nos vales e nas imediações de Belo Horizonte as altitudes variam de 800-900 metros. As altitudes decaem em direção norte, mantendo-se as médias dos topos em torno de 600 metros e os vales a 550 metros; **Planalto do São Francisco**, apresenta blocos individualizados pela drenagem do rio das Velhas e que estão circundados pela Depressão Sanfranciscana. Esses planaltos são constituídos por rochas com camadas sub-horizontais e dobradas do Grupo Bambuí. A unidade é caracterizada por superfícies tabulares sobre coberturas sedimentares que formam extensas chapadas. Algumas dessas formações aplainadas, com declividades no topo que raramente superam os 2%, podem atingir altimetrias maiores que 1000 metros e são constituídas por arenitos que dificultam o escoamento superficial; **Quadrilátero Ferrífero**, unidade que ocupa toda a parte sul da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Apresenta topografia elevada, com altimetria que pode atingir 1500 metros, onde os alinhamentos de cristas e escarpas envolvem níveis rebaixados de relevo intensamente dissecados, com cristas com vales encaixados, vertentes intensamente ravinadas e colinas onduladas; **Serra do Espinhaço**, é o limite oriental da área de estudo e se constitui no grande divisor de águas da bacia hidrográfica do rio das Velhas. Esta formação é um conjunto de serras, escarpas e patamares escalonados, resultantes da dissecação fluvial sobre rochas predominantemente quartzíticas do Supergrupo Espinhaço. A unidade ocupa praticamente toda a parte leste da bacia hidrográfica apresentando alinhamentos de cristas e picos intercalados com chapadas e áreas dissecadas. As altitudes na parte norte (mais próximas a foz do Rio das Velhas) variam de 1200 a 1400 metros, mas no setor sul pode atingir com facilidade os 1600 metros.

As Figura 5.8 e Figura 5.9 apresentam respectivamente o mapa geomorfológico e o mapa hipsométrico da bacia do rio das Velhas.







**Figura 5.8: Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Unidade Geomorfológica**
- Depressão Sanfranciscana
  - Planaltos do São Francisco
  - Quadrilátero Ferrífero
  - Serra do Espinhaço

**Localização**



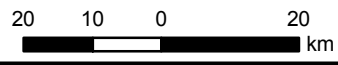
**Informações**

Fonte de dados:

- Hidrografia: IGAM
- Limite UTE: CBH Velhas
- Limite Municipal: IBGE
- Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas
- Massa d'água: Projeto Manuelzão
- Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)
- Geomorfologia: Cetec

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaiçuí



**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução






Apoio Técnico

Realização





**Figura 5.9: Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**





























**Convenções Cartográficas**

-  Sede Municipal
-  Rio das Velhas
-  Rios Principais
-  Massa d'água
-  Limite Municipal

**Legenda**

-  Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
-  Unidades Territoriais Estratégicas - UTE

**Hipsometria (m)**

-  455 - 500
-  501 - 550
-  551 - 600
-  601 - 650
-  651 - 700
-  701 - 750
-  751 - 800
-  801 - 850
-  851 - 900
-  901 - 950
-  951 - 1.000
-  1.001 - 1.050
-  1.051 - 1.100
-  1.101 - 1.150
-  1.151 - 1.200
-  1.201 - 1.250
-  1.251 - 1.300
-  1.301 - 1.350
-  1.351 - 1.400
-  1.401 - 1.450
-  1.451 - 1.500
-  1.501 - 1.550
-  1.551 - 1.600
-  1.601 - 1.650
-  1.651 - 1.700
-  1.701 - 1.750
-  1.751 - 1.800
-  1.801 - 1.850

**Localização**



**Informações**

- Fonte de dados:
- Hidrografia: IGAM
  - Limite UTE: CBH Velhas
  - Limite Municipal: IBGE
  - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas
  - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)
  - Massa d'água: Projeto Manuelzão
  - Hipsometria: Topodata

Projeção Universal Transversa de Mercator  
Datum Horizontal: SIRGAS2000  
Fuso: 23  
Escala 1:1.100.000



**PDRH  
RIO DAS  
VELHAS**

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

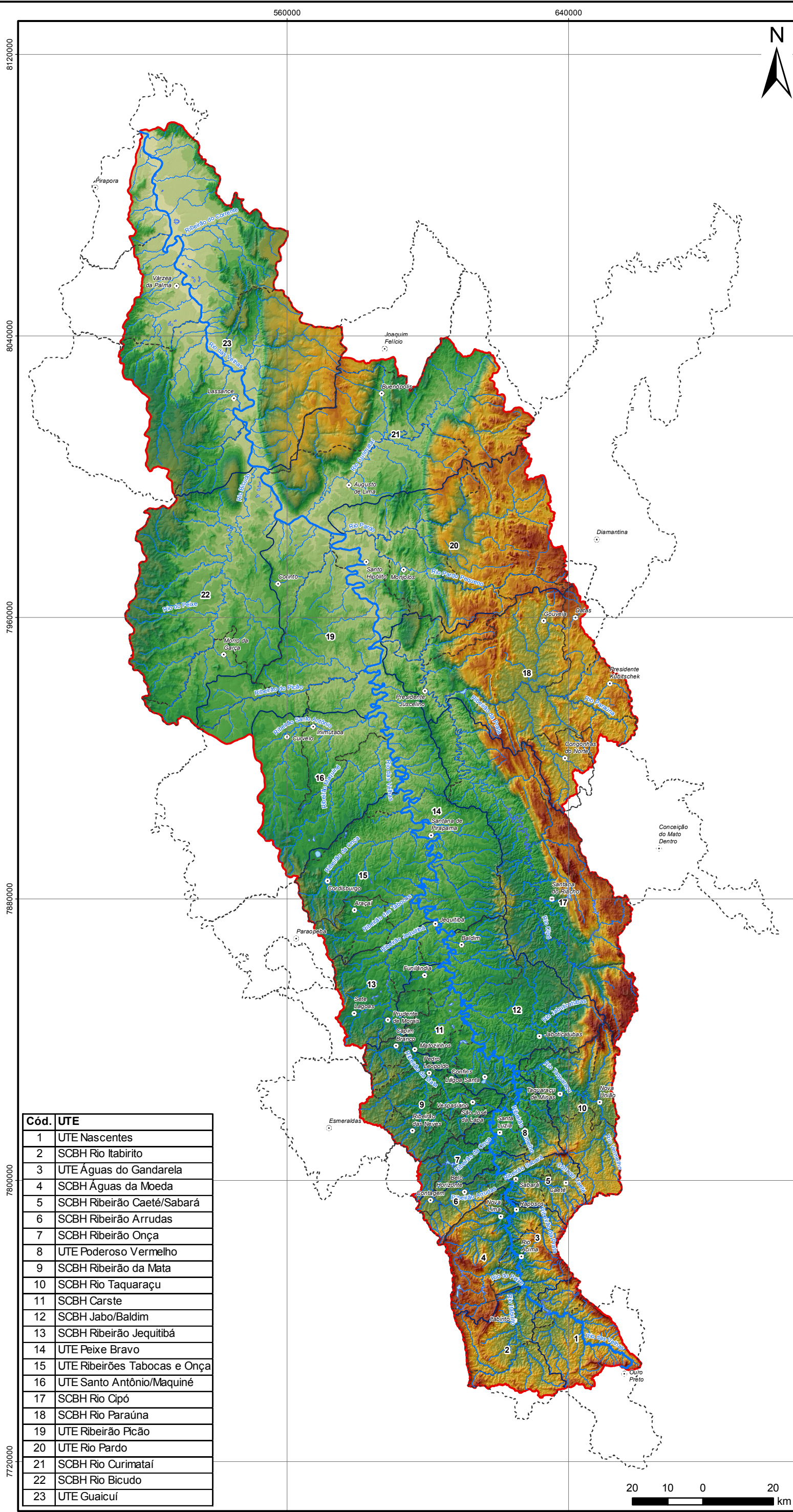


Apoio Técnico



Realização





Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pidão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí



### 5.3 PEDOLOGIA

A caracterização pedológica da bacia do rio das Velhas tem como referência o estudo realizado pela EMBRAPA denominado Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais (AMARAL, 2004). Foi utilizado o mapa de solos do estudo, representado por um arquivo vetorial em formato *shapefile* na escala de 1:1.000.000, e alterada a nomenclatura de acordo com a Classificação Brasileira de Solos de 2006 (EMBRAPA, 2006).

Foram identificadas as seguintes classes de solo na área da bacia hidrográfica do rio das Velhas. O detalhamento destas classes se encontra no Diagnóstico Geral (RP-02A):

- Solo com Horizonte B Latossólico:
  - Latossolo Vermelho Amarelo;
  - Latossolo Vermelho Escuro;
  - Latossolo Roxo;
  - Latossolo Vermelho;
  - Latossolo Vermelho Húmico;
- Solo com Horizonte B Textural Não Hidromórfico:
  - Argissolo Vermelho Amarelo;
  - Argissolo Vermelho Escuro;
- Solo com Horizonte B incipiente:
  - Cambissolos;
- Solos Pouco Desenvolvidos:
  - Solos Aluviais;
  - Solos Litolíticos;

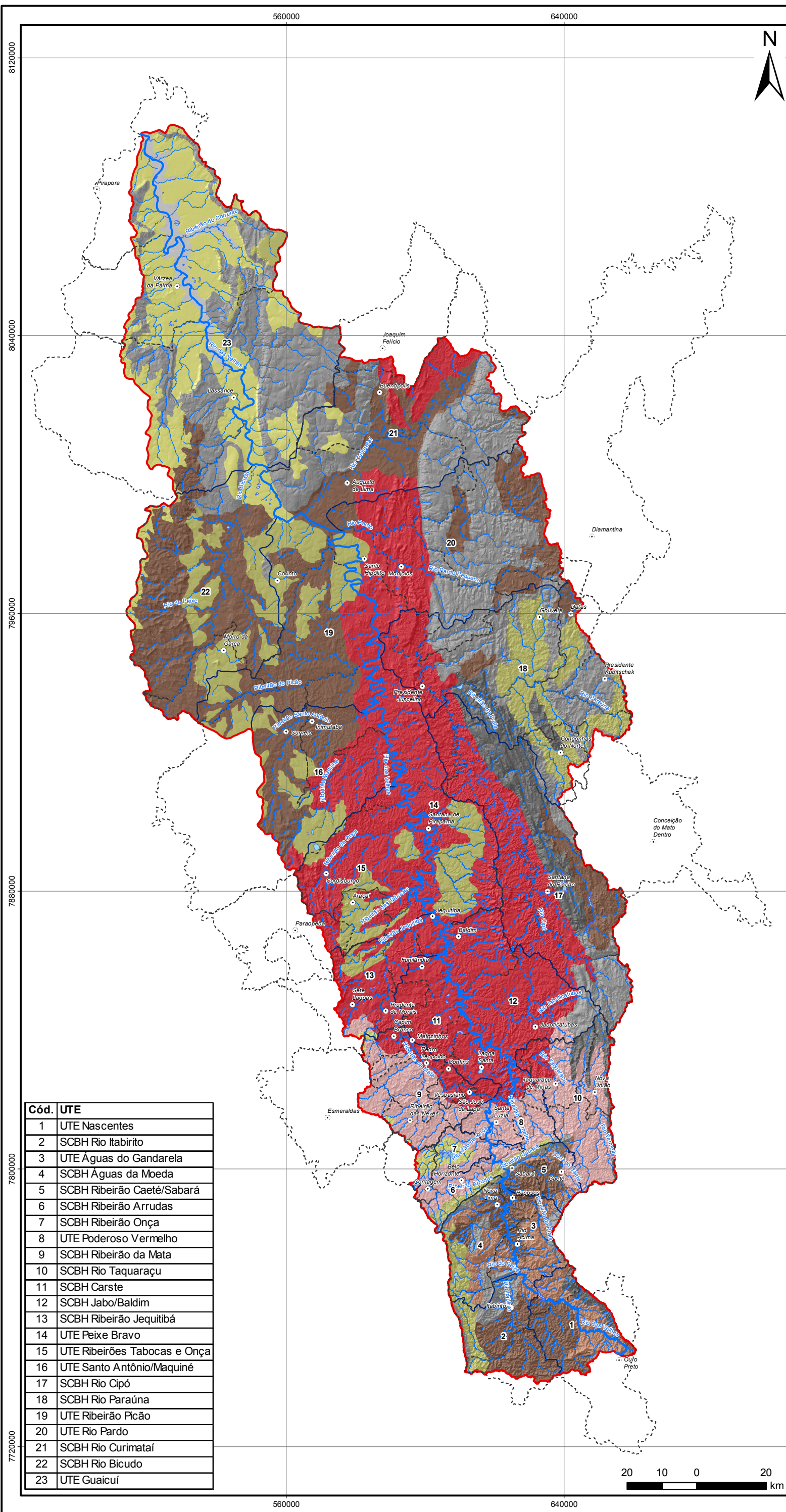
A bacia do rio das Velhas apresenta diferenças marcantes entre algumas de suas regiões. Considerando-se o seccionamento da bacia pela Região Metropolitana de Belo Horizonte, no alto curso do rio das Velhas e em seus afluentes correspondentes, predominam áreas de relevo bastante acidentado, com maior incidência de Cambissolos e Cambissolo Ferrífero e Solos Litólicos Distróficos e Álicos. Nessa região, as formas de relevo mais comumente encontradas são do tipo forte ondulado e montanhoso, e em menor escala, ondulado.

Após o seccionamento pela Região Metropolitana de Belo Horizonte e na parcela abrangida pelo médio curso do rio das Velhas e nos seus respectivos afluentes, verifica-se condições de predomínio de Argissolo Vermelho com ocorrência de Latossolo Vermelho-Escuro nas áreas interiores. Também registra-se grande ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo, Solos Litólicos e afloramentos de rocha no eixo paralelo ao leito do rio das Velhas. Na parte leste deste segmento registra-se a única evidência de Latossolo Roxo na bacia. Esta região é marcada pelo relevo ondulado, suave ondulado e forte ondulado. As formas vegetativas mais comuns são o cerrado, floresta subperenifólia, campo cerrado e floresta caducifólia. Trata-se de uma área intermediária entre o alto e baixo rio das Velhas.

No baixo curso do rio das Velhas verifica-se algumas modificações em termos do meio físico. Assim, no baixo rio das Velhas e respectivos afluentes, há maior incidência de Latossolos Vermelho-Amarelo

e Latossolo Vermelho-Escuro, Cambissolos e Solos Litólicos com relevo menos movimentado. Verifica-se também a presença de Areias Quartzosas e Solos Hidromórficos (gleyzados), além dos Solos Aluviais Eutróficos. Nesta área predomina a vegetação de campo cerrado além de florestas caducifólia e subcaducifólia em proporções inferiores. As formas de relevo mais comuns são dos tipos suave ondulado, ondulado, forte ondulado e plano.

Essa caracterização pedológica está representada na Figura 5.10.



**Figura 5.10: Mapa Pedológico da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Pedologia**
- Águas Internas
  - Afloramentos de Rocha
  - Argissolo Vermelho
  - Argissolo Vermelho-Amarelo
  - Cambissolo
  - Cambissolo Háplico
  - Latossolo Vermelho
  - Latossolo Vermelho-Amarelo
  - Neossolo Flúvico
  - Neossolo Litólico

**Localização**

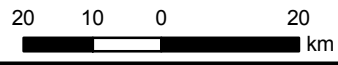


**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Pedologia: Embrapa

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí



**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização



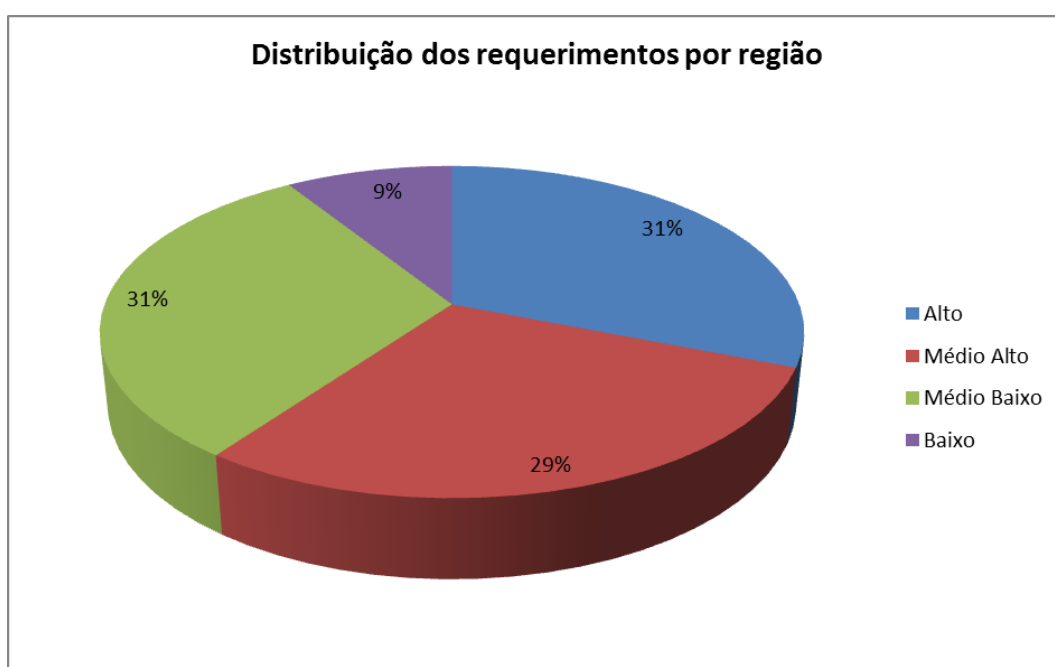


## 5.4 SITUAÇÃO ATUAL DOS PROCESSOS MINERÁRIOS

Para a análise da situação atual dos processos minerários da bacia do rio das Velhas foi utilizada a *homepage* do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), órgão federal subordinado ao Ministério de Minas e Energia (MME), que tem por função prover o licenciamento de todas as atividades minerárias ao longo do território brasileiro.

O DNPM fornece através do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), dados atualizados de todos os processos minerários. Esse fornecimento se dá através de arquivos compatíveis com programas de geoprocessamento, o que permite a identificação de todas as áreas presentes na bacia. Os dados do cadastro minerário foram obtidos na data de 10/04/2013.

A bacia apresenta um total de 2.652 processos minerários dos quais 60% estão presentes nas regiões Alto e Médio Alto rio das Velhas, conforme pode-se observar na Figura 5.11.



**Figura 5.11: Distribuição dos requerimentos minerários por região da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

Quanto à variedade, há requerimentos minerários para 62 substâncias distintas, contudo 25 substâncias compreendem 96% dos processos. A Figura 5.12 apresenta os requerimentos minerários da bacia separados por substâncias e no Quadro 5.5 constam as principais substâncias e a quantidade de processos.

**Quadro 5.5: Principais substância requeridas e a quantidade de processos.**

Substância	Quantidade de Processos
Minério de Ferro	387
Areia	351
Minério de Ouro	314
Quartzo	305
Calcário	261

Substância	Quantidade de Processos
Minério de Manganês	169
Quartzito	120
Ferro	91
Argila	86
Diamante	65
Ouro	63
Água Mineral	44
Granito	44
Gnaise	38
Caulim	33
Mármore	29
Dado não Cadastrado	24
Cascalho	21
Filito	21
Fosfato	20
Topázio	18
Manganês	18
Ardósia	14
Dolomito	13
Calcário Calcítico	10

Fonte: DNPM, 2013.

Com relação às empresas solicitantes, existem 1014 cadastradas onde 25 empresas representam 27% da totalidade dos processos. Em 2007, a Vale S.A. incorporou a Mineração Brasileiras Reunidas S.A. Assim, considerando a quantidade de requerimentos das duas empresas, a Vale S.A., representa 6,18% de todos os requerimentos da bacia. No Quadro 5.6 constam as principais empresas requerentes e a quantidade de processos.

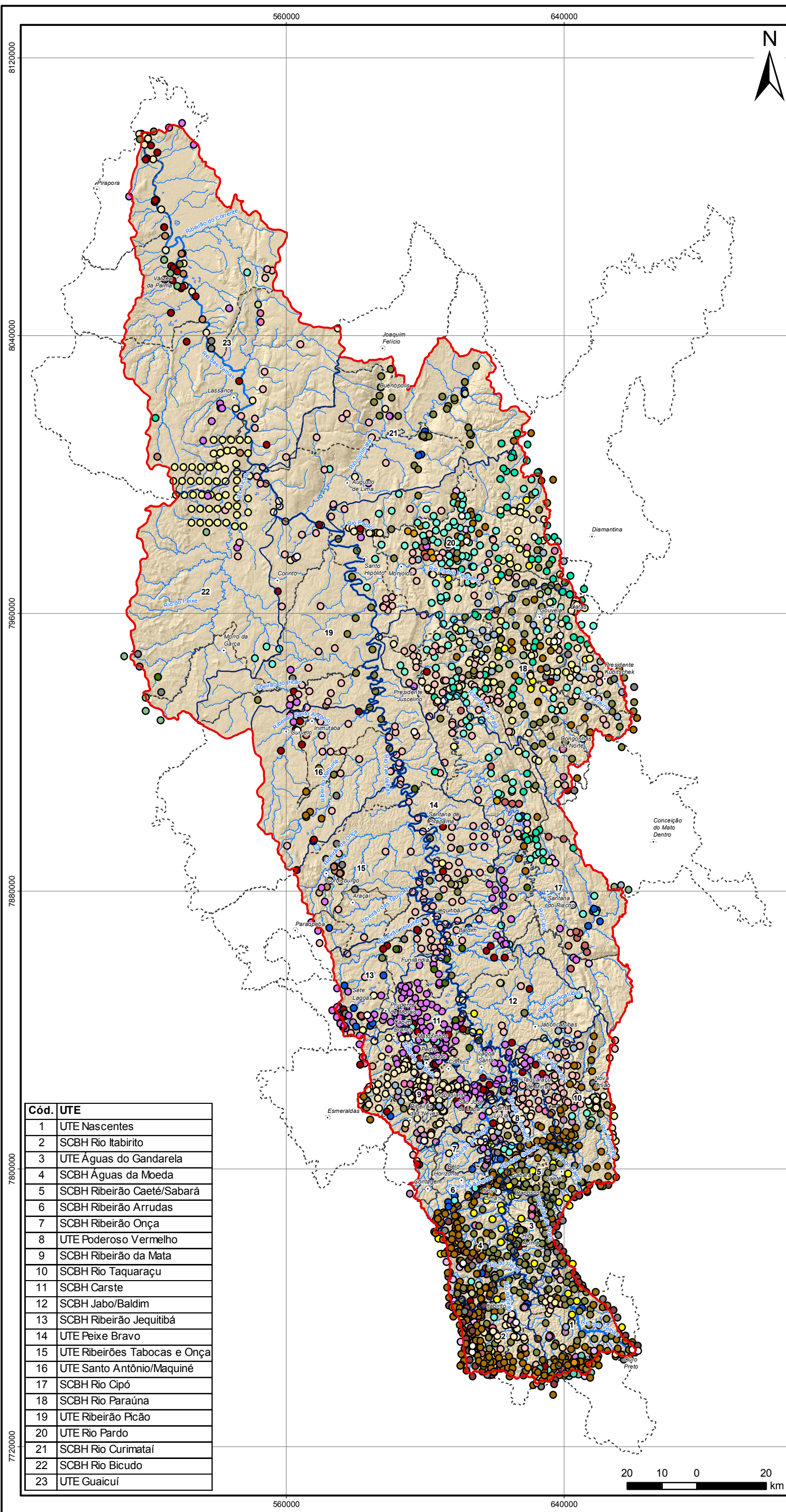
**Quadro 5.6: Principais empresas requerentes e a quantidade de processos.**

Nome da Empresa	Quantidade de Requerimentos
Vale S.A.	123
Indústrias Brasileiras de Artigos Refratários Ibar Ltda.	44
Minerações Brasileiras Reunidas S.A./ Vale S.A.	41
Minasilício Gma Mineradora Ltda.	37
Mineração Serras do Oeste Ltda.	32
Brasroma Mineração, Comércio e Indústria Ltda.	32
Anglogold Ashanti Córrego do Sítio Mineração S.A.	30
Terrativa Minerais S.A.	27
Brazminco Ltda.	26
Votorantim Cimentos S A	26
Empresa Brasileira do Quartzito Ltda.	26
Cidef do Brasil Sa	25
Centaurus Brasil Mineração Ltda.	25
Dado não Cadastrado	24
Ical Indústria de Calcinação Ltda.	23

<b>Nome da Empresa</b>	<b>Quantidade de Requerimentos</b>
Água Nova Pesquisas Minerais Ltda.	23
City Car Veículos Serviços e Mineração Ltda	21
Mineração Belocal Ltda.	21
Gold Mineração, Participações e Empreendimentos S A	20
Mineração do Moinho Ltda	18
Otacílio da Cunha Pereira	18
Curimataí Empreendimentos Ltda	17
Agenor Narcizo Drumond Cossolosso	16
José Francisco Pereira da Silva de Pádua	16
Tracomal Norte Granitos Ltda.	15

Fonte: DNPM, 2013.





**Figura 5.12: Mapa dos Requerimentos Minerários da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Requerimentos Minerários**
- Minério de Ferro
  - Areia
  - Minério de Ouro
  - Quartzo
  - Calcário
  - Minério de Manganês
  - Quartzito
  - Ferro
  - Argila
  - Diamante
  - Água Mineral
  - Granito
  - Gnaise
  - Caulim
  - Mármore
  - Dado não Cadastrado
  - Cascalho
  - Filito
  - Fósforo
  - Topázio
  - Manganês
  - Ardósia
  - Dolomito
  - Calcário Calcítico
  - Demais Substâncias

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Requerimentos Minerários: DNPM

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: ecoplan ENGENHARIA

Apoio Técnico: Skill ENGENHARIA

Realização: CBH Rio das Velhas



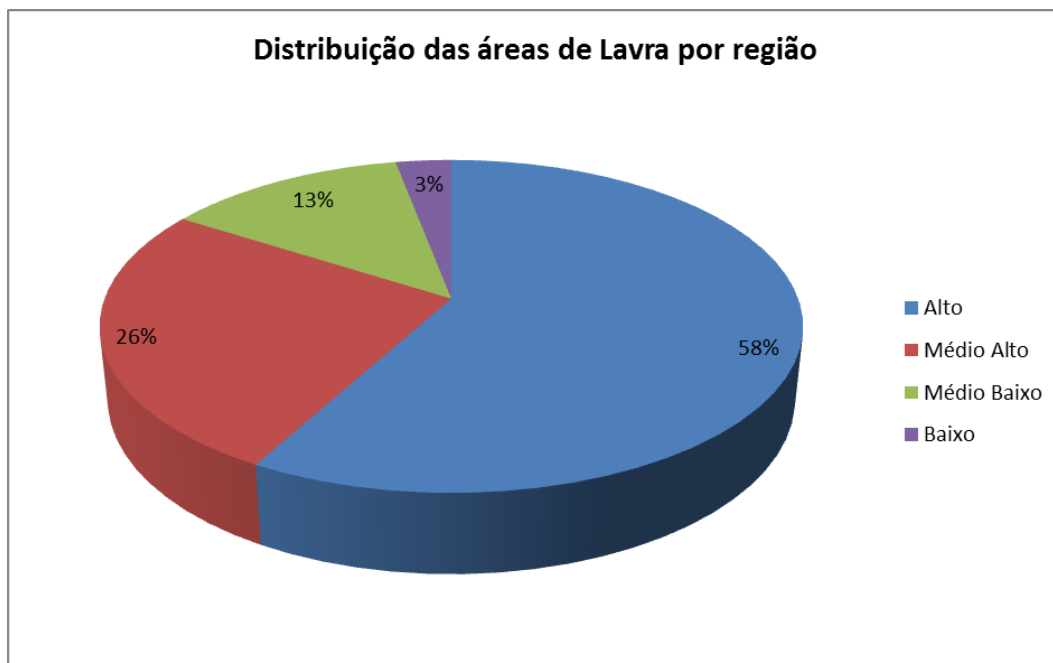
Com relação às fases dos processos minerários, dos 2.652 registros, 42,5% (1.127 registros) encontram-se em fase de autorização de pesquisa. No Quadro 5.7 constam as fases dos processos minerários da bacia e suas respectivas quantidades.

**Quadro 5.7: Quantidade de processos minerários por fase de requerimento.**

Fase do Processo	Quantidade de Requerimentos
Autorização de pesquisa	1127
Requerimento de pesquisa	652
Concessão de lavra	262
Requerimento de lavra	221
Disponibilidade	206
Licenciamento	81
Requerimento de licenciamento	56
Requerimento de lavra garimpeira	26
Requerimento de registro de extração	14
Lavra garimpeira	5
Registro de extração	2

Fonte: DNPM, 2013.

As fases que merecem maior atenção são aquelas que possuem permissão para executar a extração mineral, são elas: Concessão de Lavra (262 registros) e Lavra Garimpeira (5 registros) que juntas representam 10% de todas as solicitações. A região Alto rio das Velhas concentra os requerimentos destas fases, com 58% de todos os processos, seguida pela região do Médio Alto rio das Velhas, com 26% dos processos. A Figura 5.13 apresenta a distribuição dos requerimentos na fase de Concessão de Lavra e Lavra Garimpeira, agrupados por região da bacia do rio das Velhas.



**Figura 5.13: Distribuição das áreas de lavra por região da bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

## 5.5 SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

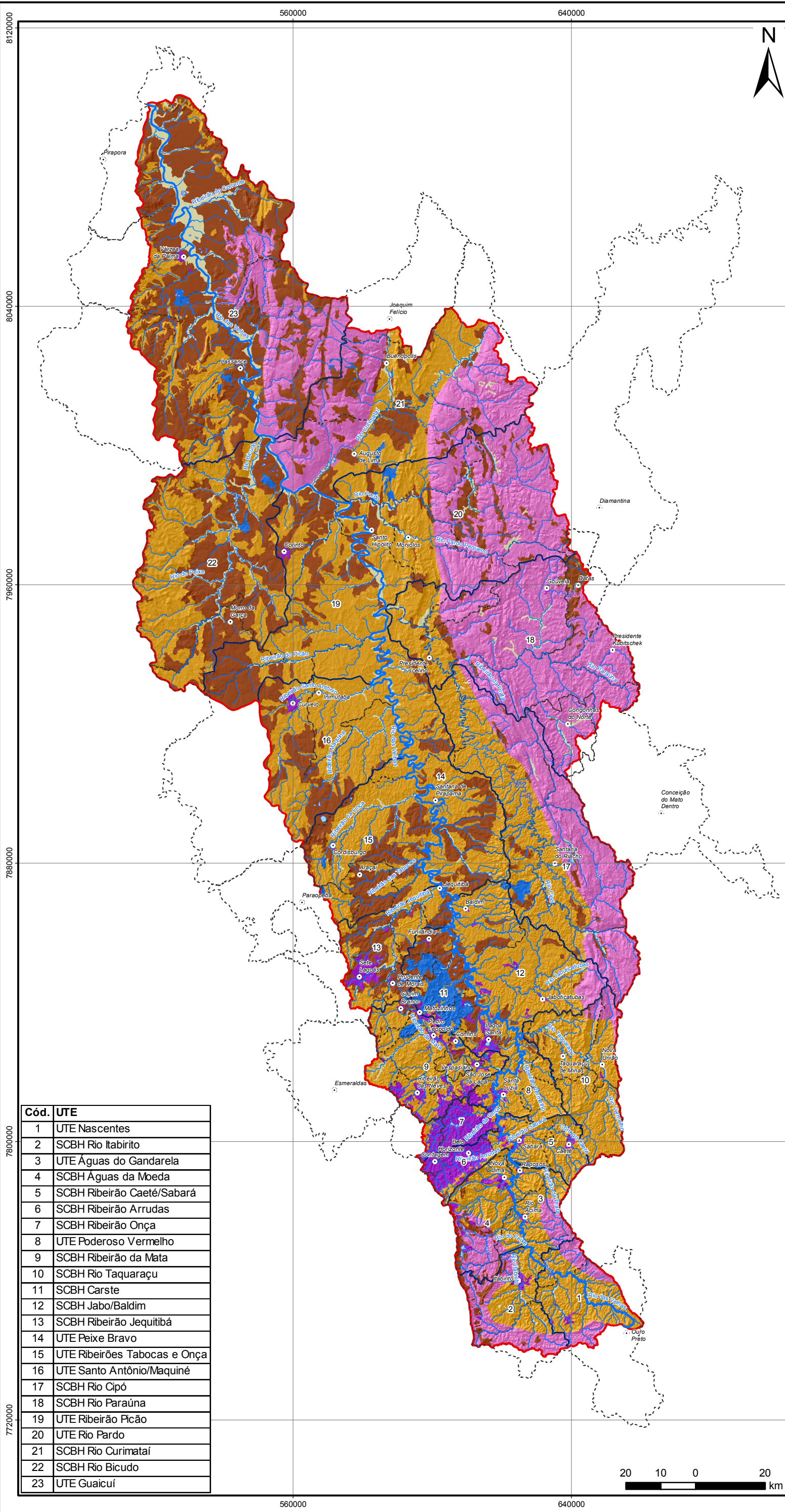
A erosão é uma das mais importantes formas de alteração ambiental que envolve troca de energia e matéria. Esse fenômeno constitui diversos agentes dinâmicos (podendo atuar de forma combinada ou individualizada) que tem a capacidade de alterar a superfície do terreno: o intemperismo, o transporte de materiais por ações mecânicas e químicas, a força das águas fluviais e pluviais, são exemplos de agentes erosivos que têm a capacidade de modelar a superfície terrestre.

A representação e identificação cartográfica das unidades de suscetibilidade a erosão presentes na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio das Velhas, foram baseadas no Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais elaborado pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1983). Entretanto, para adequar o mapa de suscetibilidade a erosão e melhor delimitar as classes existentes na bacia, as informações foram cruzadas, com auxílios das técnicas de geoprocessamento, com as seguintes fontes:

- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - Folhas Rio de Janeiro e Belo Horizonte, código MIR respectivamente SF 23 e SE 23, escala 1:1.000.000 (CPRM, 2004);
- Carta Geológicas do Projeto Sete Lagoas – Abaeté – Folhas SE.23-Z-C-I, SE.23-ZC-II, SE.23-Z-C-III, SE.23-Z-C-V, SE.23-Z-C-VI, escala 1:100.000 (CPRM, 2009);
- Estudos Integrados de Recursos Naturais – Bacia do Alto São Francisco e Parte Central da Área Mineira da SUDENE (CETEC, 1983b);
- Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto TOPODATA e dados do SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission);
- Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio das Velhas;
- Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do rio das Velhas;
- Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio das Velhas;
- Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio das Velhas;
- Imagens de Satélite Landsat 5 e mapa de Uso do Solo da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

Com base no cruzamento de informações e através das características físicas e socioeconômicas foi possível mapear as áreas suscetíveis à erosão na bacia do rio das Velhas. A delimitação das classes foi realizada com o auxílio das técnicas de geoprocessamento (Figura 5.14), regionalizado de acordo com a suscetibilidade das áreas a diferentes agentes potenciais de erosão, que podem estar presentes ou não nas áreas, mas que, se presentes, tendem a incrementar os processos erosivos.





**Figura 5.14: Mapa das Áreas Suscetíveis à Erosão da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
- Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Áreas Suscetíveis à Erosão**
- Áreas Cársticas
- Áreas de Acumulação
- Áreas de Aplainamento
- Áreas de Influência Urbana
- Áreas de Depressão
- Áreas Rochosas

**Localização**

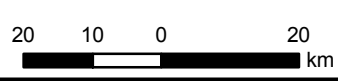


**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Suscetibilidade à Erosão: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí



**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização



### **5.5.1 Áreas Cársticas**

A região cárstica é definida por Carvalho Júnior *et. al.* (2008) como uma assembleia de formas distintas desenvolvidas sobre rochas solúveis. Nas formas cársticas normalmente são encontradas rochas calcárias ou paisagens semelhantes elaboradas com outros minerais similares (evaporitos, quartzitos e arenitos quartzosos, lateritos ferruginosos, bauxíticos e até mesmo rochas basálticas e graníticas). Esse tipo de relevo tem uma morfologia com formações muito específicas: dolinas, vales cegos, paredões, uvalas e fortes indícios de drenagem subterrânea.

A dissolução química e o escoamento subsuperficial são considerados os principais agentes responsáveis pelo transporte de sedimentos nessas regiões. A dissolução das rochas carbonáticas, segundo Carvalho Júnior *et. al.* (2008), envolve a compreensão da solubilidade de seus minerais formadores (calcita e dolomita). A ação antrópica também pode contribuir para o aumento da percolação da água através das áreas de mineração de calcário e da agropecuária.

### **5.5.2 Áreas de Acumulação**

As áreas de acumulação correspondem aos locais com topografia plana e levemente inclinada correspondendo às várzeas atuais dos principais cursos hídricos, com preenchimento aluvial e rupturas recentes, que são ocasionadas pelo entalhe do nível dos rios e pela força do escoamento das águas. Essas regiões são periodicamente alagadas dependendo da estação e do volume de chuvas, nas áreas mais próximas aos cursos hídricos podem ocorrer meandros abandonados e cordões arenosos.

Os principais agentes erosivos nessas áreas são os cursos hídricos, que podem depositar e transportar sua carga em qualquer ponto do seu curso. A erosão das paredes, do fundo do leito dos rios e das margens pode ocorrer através da ação corrosiva, corrasiva e pelo impacto hidráulico. A ação corrosiva resulta da dissolução do material no decorrer da percolação ainda no solo, a ação corrasiva é o efeito das partículas em transporte sobre as rochas e sobre outras partículas, processo que tende a diminuir a rugosidade do leito. O impacto hidráulico representa a força que as partículas em suspensão produzem ao atingir os materiais do fundo e das margens dos rios.

### **5.5.3 Áreas de Aplainamento**

Essa unidade representa superfícies tabulares conservadas, pouco dissecadas ou separadas por escarpas e ressaltos de outras estruturas do relevo. Ocorrem em chapadas e morros de topos planos e superfícies residuais. Nos limites das escarpas, os processos erosivos são mais atuantes devido às depressões pediplanadas, interplanálticas e periféricas tabuliformes. No sopé das escarpas dominam níveis de erosão acentuada devido à presença de uma rede de drenagem mais densa.

No topo das chapadas podem ser encontradas extensas áreas agrícolas que são favorecidas pelo tipo de relevo plano. Nestes casos é muito comum encontrar áreas cobertas com espécies florestais exóticas, como o eucalipto, que são utilizadas na produção de lenha e carvão. Os plantios de eucalipto promovem a aceleração da erosão através do fluxo de água que escoar pelo tronco das árvores e arbustos (GUERRA; GUERRA, 2008).

Na borda das escarpas também é possível identificar processos de erosão diferencial, que consiste no processo de desgaste seletivo dos agentes erosivos sobre a superfície do solo (que depende da resistência que as rochas apresentam) e erosão paralela, que representa a regressão das vertentes mais abruptas. O processo de erosão paralela é decorrente da formação do relevo e possui escala de tempo muito grande, mas o desgaste lateral das vertentes é influenciado pela capacidade de infiltração da água da chuva nas fendas mais próximas ao limite da escarpa.

#### **5.5.4 Áreas de Influência Urbana**

Esta categoria engloba todas as áreas edificadas, urbanizadas ou em processo de urbanização passíveis de serem mapeadas. Estão inseridos os grandes aglomerados urbanos (como a Região Metropolitana de Belo Horizonte), as cidades e demais aglomerados populacionais. Nesta nomenclatura estão associados todos os tipos de uso da terra pelo homem de caráter não agrícola, as áreas urbanizadas compreendem regiões de uso intensivo do solo, estruturadas por edificações e sistema viário.

A Região Metropolitana de Belo Horizonte é o maior centro urbano dentro da bacia hidrográfica do rio das Velhas. A grande metrópole, que lidera a rede urbana e integra as demais cidades de menor porte, caracteriza-se como um polo regional de referência.

A compactação do solo é um dos principais problemas das regiões urbanas, mas nos locais mais elevados, com declividade acentuada e ocupação desordenada é comum ocorrer movimentações de massa nas vertentes. Os escorregamentos são divididos com base na forma do plano de ruptura e de acordo com o tipo de material movimentado: solo, rocha e misturas de ambos com entulho e lixo doméstico.

O tipo de ocupação e a combinação do tipo de material depositado nas encostas, seja ele natural (tipo de solo, rocha e as características da cobertura vegetal) ou antrópico (lixo e entulho), assume grande importância como condicionante de movimentos de massa nas regiões urbanas.

#### **5.5.5 Áreas de Depressão**

A bacia do rio das Velhas se caracteriza por uma depressão relativa, que tem dimensão, forma e origem bastante variadas, além disso, seu nível de base está acima do nível do mar, mas rebaixada com relação ao relevo circundante. A depressão pode ser gerada por diversos fatores naturais: rebaixamento da crosta terrestre, falhas geológicas, remoção de material por erosão superficial, escavamento pela calha fluvial, dissolução de rochas, etc.

Na região predominam intensas atividades antrópicas que aceleram os processos erosivos. Entre as atividades econômicas que mais prejudicam o solo na bacia destacam-se os desmatamentos, as atividades agropecuárias inadequadas, a ocupação desordenada de encostas e topos de morros e a mineração. O maior agravante nestes casos é a retirada da cobertura vegetal natural, que associada à declividade, gera diversos estágios de ocorrência com diferentes graus de erosão superficial. Além disso, a retirada da cobertura vegetal pode provocar a selagem do solo impedindo a infiltração da água

da chuva e intensificando o escoamento superficial que promove a completa remoção de todos os nutrientes disponíveis.

O aumento da exposição do solo aos agentes erosivos proporciona o surgimento de sulcos erosivos e, posteriormente, ravinas. Estas são efeito do processo mais extremo de deformação do terreno onde surgem pequenos canais por onde a água tende a escoar e que pode evoluir com o tempo para voçorocas que são canais mais profundos. Ravinas e voçorocas são processos erosivos naturais, mas que são intensificados com as atividades agropecuárias nas áreas com declividade mais acentuada.

### **5.5.6 Áreas Rochosas**

Essa região corresponde aos grandes compartimentos rochosos nas bordas da bacia do rio das Velhas. Na parte do Baixo rio das Velhas sobressaem as formações do Planalto do São Francisco, na parte leste da bacia (Médio Alto e Médio Baixo rio das Velhas) predominam os afloramentos da Serra do Espinhaço e na região do Alto rio das Velhas as rochas do Quadrilátero Ferrífero.

Nas regiões que são topograficamente mais elevadas as rochas mais resistentes dificultam a ação dos agentes erosivos, mas o embasamento sofre mais com os processos mecânicos de desagregação das rochas. Nas bordas dessa unidade é possível observar os processos de desmoronamentos de blocos que ocorre em vertentes mais íngremes, nas margens fluviais e em cortes de estradas e pedreiras.

Os deslizamentos são normais em épocas chuvosas, podendo ocorrer, até mesmo em áreas com densa cobertura vegetal. Os fatores que contribuem para esse fenômeno são, principalmente, a elevada declividade do terreno e a saturação do solo devido ao prolongamento das chuvas, provocando o deslocamento de massa sobre o embasamento rochoso saturado.

Os escarpamentos existentes nas bordas das serras e chapadas são constantemente trabalhados pela erosão, ocasionando dissecação no espelho das antigas falhas e produzindo (a longo prazo) o recuo e o rebaixamento contínuo do degrau da falha. Essas regiões são fortemente agredidas pelos agentes intempéries, os sedimentos das áreas mais altas são transportados, principalmente, pelos rios para as regiões mais rebaixadas próximas ao rio das Velhas, sendo esta unidade uma região de intenso desgaste e transporte de sedimentos.

## **5.6 FRAGILIDADE AMBIENTAL**

A fragilidade ambiental constitui uma importante ferramenta de análise para o planejamento territorial ambiental. Segundo Ross *et al.* (2005), os mapas de fragilidade permitem avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições.

Para a análise da fragilidade ambiental na bacia do rio das Velhas, as variáveis escolhidas para o estudo foram: declividade, solo, susceptibilidade erosão e uso do solo. Essas variáveis expressam espacialmente os principais riscos a superfície do terreno frente aos processos naturais e antrópicos que aceleram a degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio das Velhas e que estão de acordo com os critérios adotados por Ross (1994).

Os estudos de fragilidade ambiental passaram obrigatoriamente por levantamentos cartográficos, trabalhos técnicos de campo, pelos serviços de cruzamento em ambiente de geoprocessamento e análise dos resultados.

As variáveis escolhidas receberam um peso de acordo com a referência da bibliografia citada, após a complementação todos os dados foram correlacionados e formaram o mapa de fragilidade da bacia hidrográfica do rio das Velhas conforme pode ser observado na Figura 5.15. Na bacia hidrográfica do rio das Velhas a fragilidade ambiental está distribuída conforme o Quadro 5.8.

**Quadro 5.8: Fragilidade Ambiental na bacia hidrográfica do rio das Velhas (hectares).**

Região	Muito Fraca (1)	Fraca (2)	Média (3)	Forte (4)	Muito Forte (5)
Alto	0,00	3.229,07	78.617,34	188.350,49	3.778,26
Médio Alto	0,00	4.612,85	115.375,26	301.865,04	5.748,61
Médio Baixo	10,96	103.538,55	421.510,26	688.773,63	6.583,37
Baixo	0,00	71.395,21	385.897,93	403.266,87	2.446,99
<b>Total</b>	<b>10,96</b>	<b>182.775,68</b>	<b>1.001.400,80</b>	<b>1.582.256,04</b>	<b>18.557,23</b>

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

O mapeamento da Fragilidade Ambiental permite perceber as diferenças de atributos químicos/físicos da região, mas não esconde os problemas ambientais causados pela ação humana. A Fragilidade Muito Forte é uma combinação de fatores naturais (afloramentos rochosos, altas declividades e etc.) associados as interferências antrópicas, através de atividades agropecuárias e das manchas urbanas, por exemplo. A atividade humana provoca formas de erosão acelerada, principalmente, em locais onde as características litológicas favorecem os processos erosivos. Por esta razão, os processos erosivos de uma bacia hidrográfica também são influenciados pela ação do homem, que pode interferir na paisagem através de obras de grande porte, nas áreas de agricultura, na extração de minerais. Além disso, pode acelerar os processos erosivos naturais e forçar (através do desmatamento, da intensificação agrícola, da pecuária, da ampliação urbana) que novas áreas sejam afetadas pela erosão.

Os índices intermediários concentram o maior percentual na área de estudo, sendo que 6,56% da área está localizado na classe de Fragilidade Fraca. Essa categoria é encontrada principalmente no entorno dos cursos hídricos preservados (com predomínio de mata ciliar) e nas regiões mais elevadas com afloramentos rochosos. São áreas de difícil acesso e que não são exploradas por quase nenhuma atividade econômica.

A categoria de Fragilidade Forte apresenta a maior distribuição dentro da bacia hidrográfica (mais de 55% da área total) e está associada, sobretudo, as classes próprias para a agropecuária. A categoria de Fragilidade Média também possui importante participação na distribuição total da área de estudo, cerca de 36% da área total.

O estudo de fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio das Velhas mostrou que mesmo com grande interferência humana sobre o espaço geográfico, as variáveis “naturais” têm um importante papel na dinâmica da região e, por este motivo, não podem ser negligenciadas.

**Figura 5.15: Mapa de Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Fragilidade Ambiental**
- 1 - Muito Fraca
  - 2 - Fraca
  - 3 - Média
  - 4 - Forte
  - 5 - Muito Forte

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Fragilidade Ambiental: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso:23  
 Escala 1:1.100.000

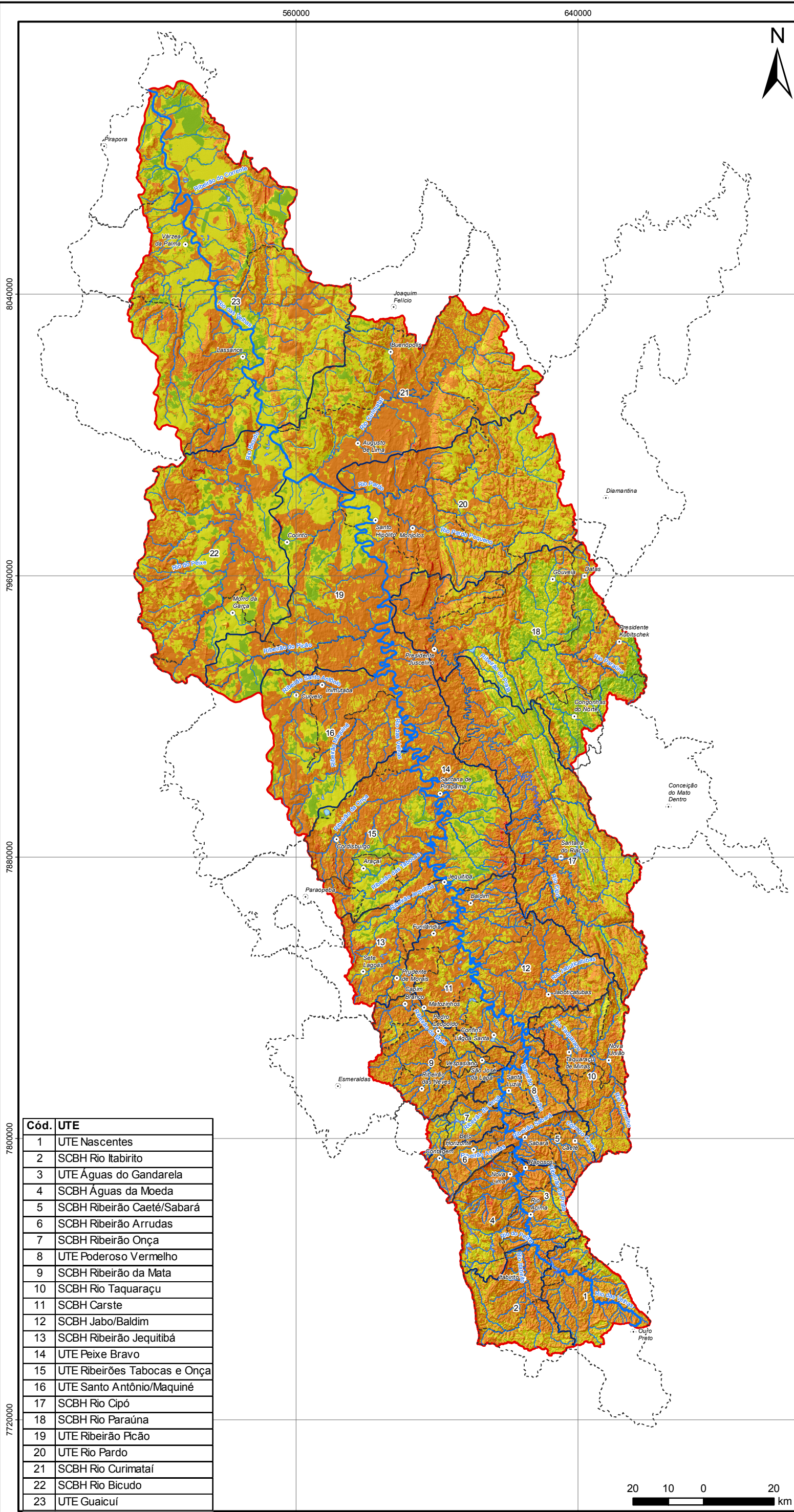
**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização



Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaiçuí







# 6 CARACTERIZAÇÃO BIÓTICA

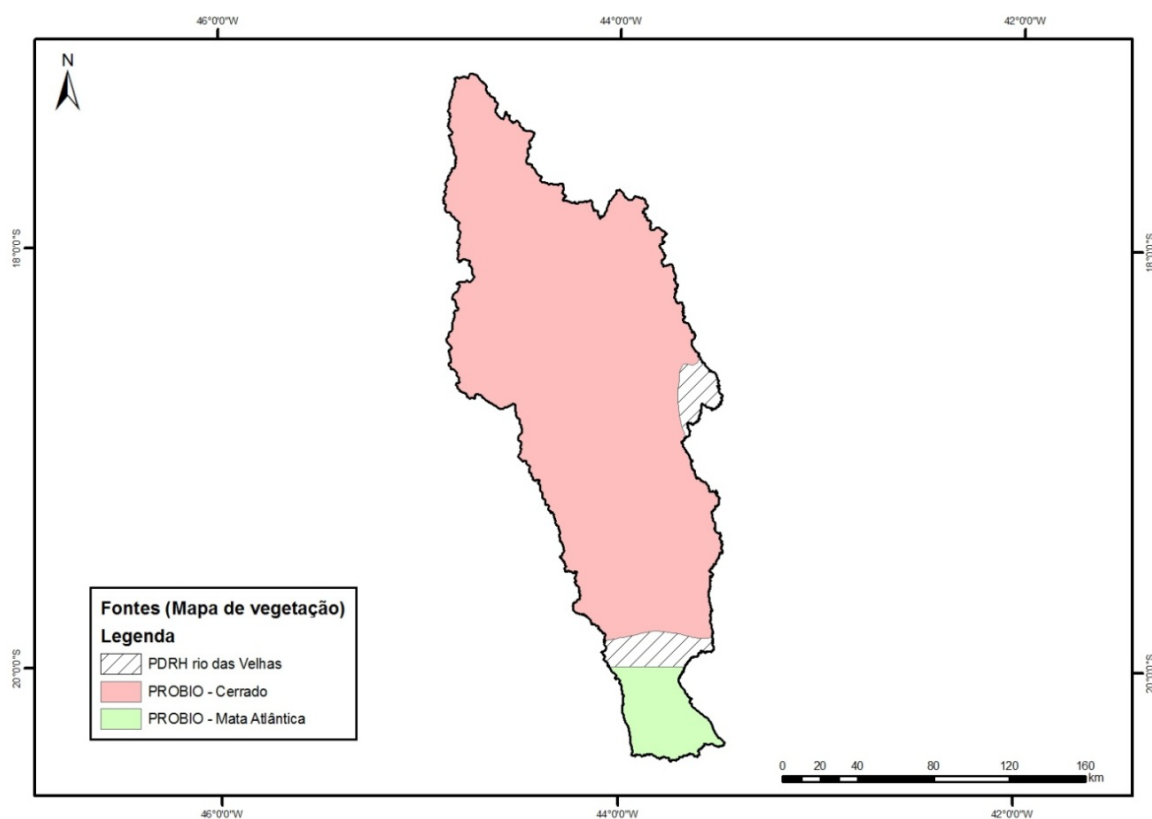


## 6 CARACTERIZAÇÃO BIÓTICA

### 6.1 VEGETAÇÃO

O mapa de vegetação apresentado neste PDRH, apresenta o atual estado da cobertura vegetal da bacia e foi concebido utilizando-se as informações do Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros (MMA, 2006) relativas à cobertura vegetal das cartas em escala 1:250.000 que se sobrepõem à poligonal da bacia (SE-23-X-C, SE-23-Z-A, SE-23-Z-C, SE-23-Z-D, SF-23-X-A e SF-23-X-B), disponíveis no *site* do Ministério do Meio Ambiente (<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>).

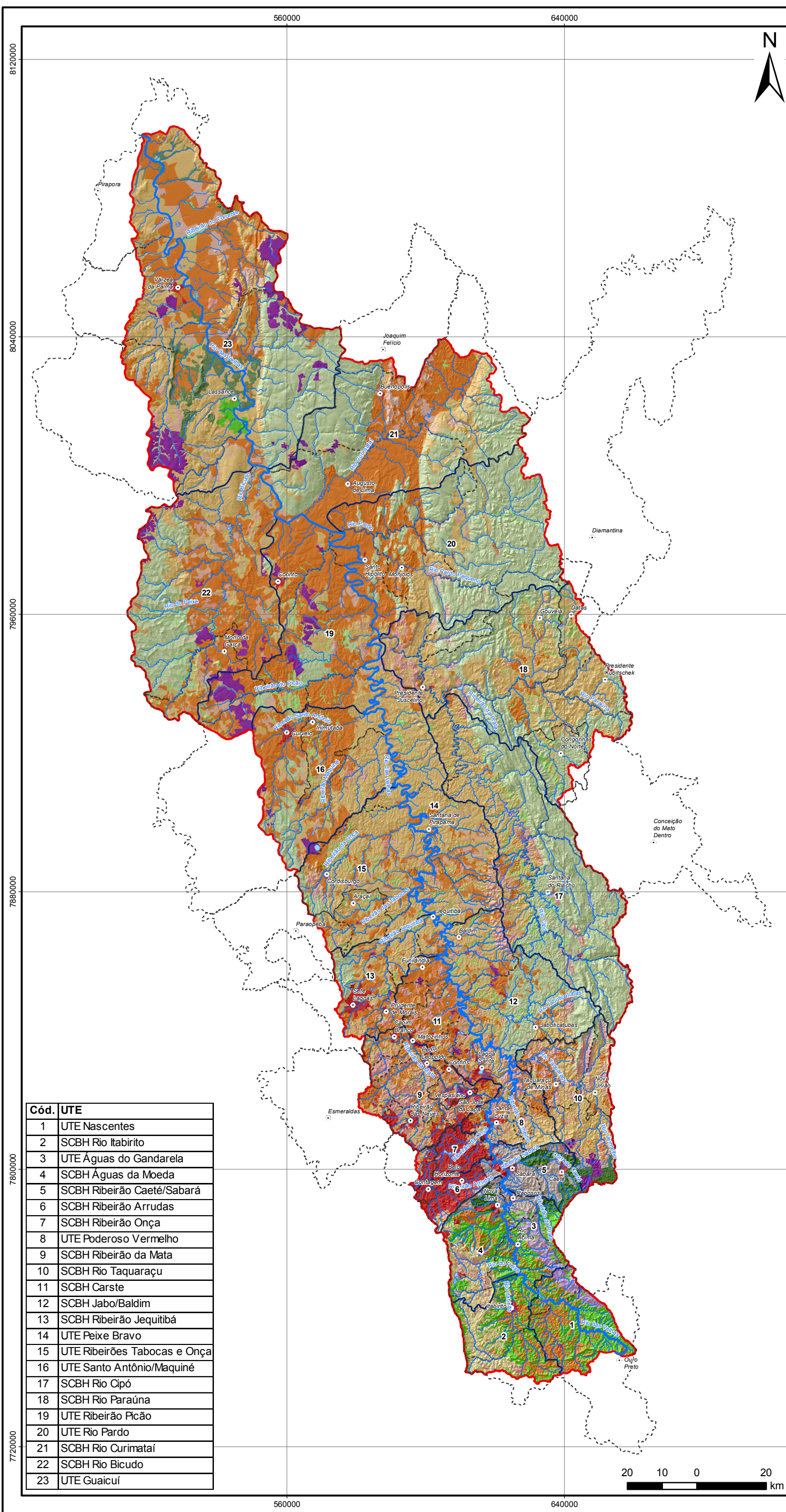
A bacia do rio das Velhas situa-se em uma área de fronteira entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica. Para o mapeamento dos biomas foram adotados os critérios de mapeamento empregados pelo PROBIO, que se baseiam na “Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal” (VELOSO *et al.*, 1991). A Figura 6.1 apresenta a distribuição das áreas classificadas pelo PROBIO e as complementadas no âmbito deste PDRH.



**Figura 6.1: Mapeamento da vegetação na bacia hidrográfica do rio das Velhas. Fonte: MMA (2006).  
Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

A classificação adotada parte das grandes feições da vegetação brasileira subdividindo-as de acordo com suas peculiaridades regionais. Assim sendo, são encontradas na bacia do rio das Velhas as classes vegetacionais apresentadas na Figura 6.2.





**Figura 6.2: Mapa de Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
- Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Vegetação**
- Corpos D'água
- Floresta Estacional Semidecidual - F**
- F - Floresta Estacional Semidecidual
- Fa - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial
- Fm - Floresta Estacional Semidecidual Montana
- Floresta Estacional Decidual - C**
- Cs - Floresta Estacional Decidual Montana
- Savana - S**
- S - Savana
- Sd - Savana Florestada
- Sg - Savana Gramíneo-Lenhosa
- Saf - Savana Arborizada com Floresta de Galeria
- Spf - Savana Parque com Floresta de Galeria
- Sgf - Savana Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria
- Refúgios Vegetacionais - r**
- rm - Refúgios Vegetacionais Montanos
- rl - Refúgios Vegetacionais Alto-Montanos
- Áreas Antrópicas - AA**
- Vsi - Vegetação Secundária Inicial
- Ac - Agricultura, Ap - Pecuária (pastagem)
- R - Reflorestamento
- Ai - Áreas Antrópicas Indiscriminadas; lu - Influência Urbana

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Vegetação: Probio (2006), EcoPLAN/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaiçuí

**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização



O Quadro 6.1 apresenta a distribuição percentual da vegetação mapeada, considerando os Tipos de Vegetação (Regiões Ecológicas).

**Quadro 6.1: Tipos de vegetação na bacia do rio das Velhas.**

Tipos de Vegetação	% da bacia
Savana	62,5
Áreas Antrópicas	29,5
Floresta Estacional Semidecidual	6,4
Floresta Estacional Decidual	1,0
Refúgios Vegetacionais	0,5
Água	0,1
TOTAL	100,0

Elaboração: Consórcio EcoPLAN/Skill (2013).

Como pode ser visto no quadro acima, a maior parte do território da bacia do rio das Velhas é composta por feições vegetacionais associadas da Savana brasileira, denominação adotada pelo IBGE para o bioma. Dentre as classes que compõem esse tipo vegetacional, a de maior destaque corresponde à Savana Parque com Floresta de Galeria, cuja fisionomia se caracteriza pela presença de um estrato arbóreo esparso, em que as copas das árvores usualmente não se tocam, entremeado por vegetação herbácea de porte variável. O uso dessas áreas para a pecuária é tradicional em toda a região, a exemplo do que ocorre no Cerrado brasileiro de uma forma geral.

As áreas florestais, sem considerarem-se os reflorestamentos com essências exóticas, correspondem a 7,4% da bacia, merecem destaque por sua importância para a conservação, apresentando ampla dispersão no território, havendo, no entanto, uma maior concentração na porção sul da bacia, nas áreas da Mata Atlântica.

Finalmente, destacam-se por sua importância para a conservação, as áreas mapeadas como “refúgios vegetacionais”, que incluem as formações “montanas” e “alto-montanas”. Embora correspondam a somente 0,5% do total, essas áreas, associadas à Serra do Espinhaço, na porção sudeste da bacia, notabilizam-se pelo elevado grau de endemismo e pela notável riqueza de mecanismos de adaptação às condições climáticas e edáficas extremas.

## 6.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Neste estudo foi realizada uma avaliação da distribuição das áreas especialmente protegidas na bacia do rio das Velhas, considerando-se as Unidades de Conservação (estaduais, distritais e federais) criada nos termos da Lei nº 9.985 de 15/07/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), assim como algumas outras áreas com algum status de proteção que não se enquadram nas categorias previstas naquele dispositivo legal.

O estudo foi desenvolvido a partir de informações disponibilizadas pelo Instituto Estadual de Florestas da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (IEF/MG).

Foram identificadas 118 áreas protegidas na bacia (descritas no Diagnóstico Geral - RP-02A). São listadas 23 APs, APAs, ou APEs; três Estações Ecológicas; duas Reservas da Vida Silvestre, uma Floresta Estadual; nove Monumentos Naturais; 66 Parques (três nacionais, sete estaduais e 56 municipais) e 14 RPPNs.

Houve alguns casos de fusão de grandes áreas pertencentes a “Áreas de Proteção Ambiental (APA)” (nos termos do SNUC) e a “Áreas de Proteção Especial (APE)” criadas por Decretos Estaduais. Isso ocorreu com a APA Carste de Lagoa Santa e APE Aeroporto e com a APA Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte e as APEs Barreiro, Cercadinho, Catarina, Mutuca e Fechos. Como se verificou um grau de sobreposição bastante consistente entre essas áreas, optou-se por fundi-las em poligonais que abrangem a totalidade de seus territórios.

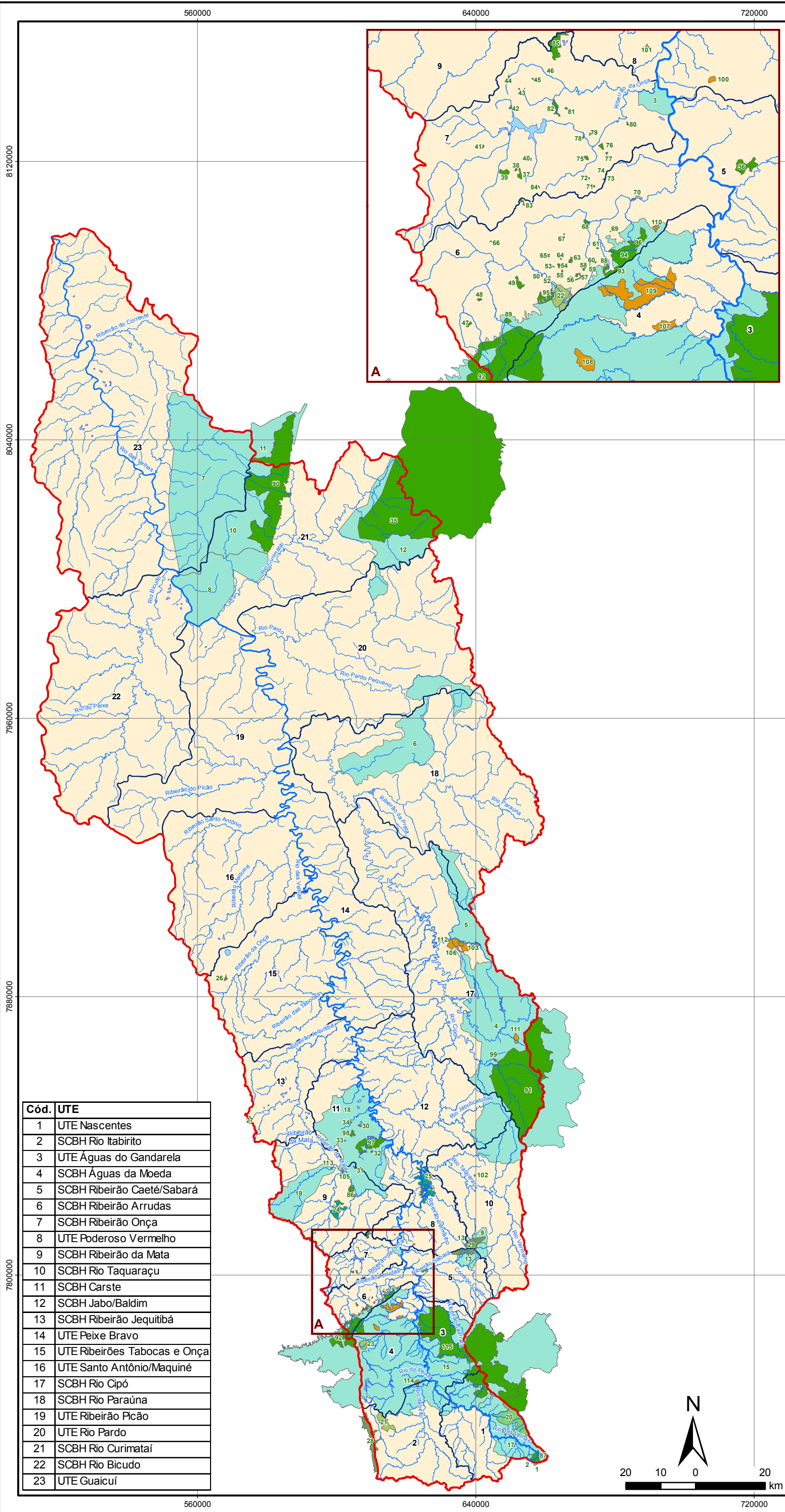
Em termos das superfícies dessas áreas protegidas, seu somatório atinge o valor de 5.375,91 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 19,30% do total da bacia. Deve-se chamar a atenção para o fato de que 82,70% das áreas protegidas listadas pertencem ao grupo das Unidades de Conservação de Uso Sustentável, sendo APAs, nas quais as ações de conservação são bastante menores quando em comparação com qualquer unidade de conservação de proteção integral. Cabe destacar que após a finalização dos trabalhos de Diagnóstico do PDRH Rio das Velhas, foi criada, em dezembro de 2014, a APA Morro da Garça, com área de 199,62 km<sup>2</sup> localizada integralmente no município de Morro da Garça e cuja poligonal da área está incorporada ao banco de dados do PDRH Rio das Velhas.

As UCs listadas como de proteção integral e que portanto têm a conservação da biodiversidade e de paisagens significativas como seus objetivos principais totalizam cerca de 930 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,34% do total da bacia. Muitas destas áreas correspondem a Parques Municipais, como os Parques Jacques Cousteau, Fazenda Lagoa do Nado, Ursulina de Andrade Melo, Américo Renné Gianetti e Fernando Sabino, citando os cinco de maior território em um universo de 56 Parques Municipais.

Quando se tem em conta as características gerais da bacia e a importância de certas áreas naturais no contexto regional e mesmo nacional, esses valores podem ser considerados bastante baixos, ensejando a discussão da necessidade de ampliar-se a rede de áreas protegidas para que essas estejam à altura da importância da bacia.

A Figura 6.3 apresenta o conjunto de UCs mapeadas na bacia do rio das Velhas.





**Figura 6.3: Mapa das Unidades de Conservação da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
- Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Unidades de Conservação (UC)**
- Parque
- Refúgio da Vida Silvestre
- Monumento Natural
- Estação Ecológica
- Área de Proteção Ambiental/Especial
- Floresta Estadual
- Reserva Particular do Patrimônio Natural

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Unidades de Conservação: IEF (2013)

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

**PDRH RIO DAS VELHAS**  
 Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: ecoplan ENGENHARIA  
 Apoio Técnico: Skill ENGENHARIA  
 Realização: CBH Rio das Velhas



### 6.3 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO

As áreas prioritárias para conservação adquiriram um status oficial como parte integrante da Política Nacional de Biodiversidade pela Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007 do Ministério do Meio Ambiente.

O Quadro 6.2 lista as áreas prioritárias para a conservação encontradas na bacia do rio das Velhas.

**Quadro 6.2: Áreas Prioritárias para a conservação na bacia hidrográfica do rio das Velhas.**

Nome	Categoria	Ação Prioritária	Área total (ha)	Área na bacia (ha)	% da área	% da bacia
Espinhaço Meridional	Especial	Criação de UC	1.185.080,3	495.259,3	41,8	17,8
Quadrilátero	Especial	Investigação Científica	500.146,8	225.861,0	45,2	8,1
Serra do Cabral	Especial	Criação de UC	341.528,0	161.538,4	47,3	5,8
Província Cárstica de Lagoa Santa	Extrema	Criação de UC	155.791,4	135.084,9	86,7	4,9
São Francisco e Grandes Afluentes	Alta	Criação de UC	484.706,8	97.747,1	20,2	3,5
Tributários do Rio das Velhas	Muito Alta	Recuperação/Reabilitação	98.264,1	94.697,6	100,0	3,4
Área Peter Lund	Especial	Criação de UC	34.808,1	34.807,8	100,0	1,2
Paraopeba	Extrema	Criação de UC	29.434,3	12.192,9	41,4	0,4
Buritzeiro / Pirapora	Extrema	Criação de UC	255.498,6	12.431,6	4,9	0,4
Florestas da Borda Leste do Quadrilátero	Extrema	Manejo	237.069,0	8.202,6	3,5	0,3
Caverna do Salitre	Alta	Investigação Científica	5.599,7	5.599,7	100,0	0,2
<b>Total</b>				<b>1.283.422,7</b>		<b>46,1</b>

Fonte: MMA (2007).

As informações apresentadas no Quadro 6.2 revelam que 46,1% do território da bacia são definidos como áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade.

A maior parte das áreas incluídas nessa condição tem como indicação de ação prioritária a criação de unidades de conservação, correspondendo a 34,1% do total da bacia. Esse valor por si só revela a importância da bacia do rio das Velhas no que se refere à proteção da vida silvestre e dos processos ecológicos a ela associados.

Verifica-se uma concentração dessas áreas na vertente leste da bacia, nas áreas denominadas “Espinhaço Meridional” e “Serra do Cabral”, onde a diversidade de espécies e o alto grau de endemismos verificados as tornam especialmente significativas do ponto de vista da conservação da biodiversidade.

A segunda maior área em extensão é a denominada “Quadrilátero”, que ocupa a porção de nascentes, no limite sul da bacia. Essa área, de categoria “especial” e cuja ação prioritária recomendada é a investigação científica, destaca-se também pelo fato de localizar-se a montante da conurbação urbana da área metropolitana de Belo Horizonte, em uma região onde a mineração é uma atividade bastante significativa.

A área “Província Cárstica de Lagoa Santa”, pertencente à categoria de importância “extrema” e para a qual se recomenda como ação prioritária a criação de unidades de conservação destaca-se pelo fato de incluir ambientes de caráter único nas formações cársticas, apresentando uma importância

associada tanto à conservação da biodiversidade com a sua vocação turística, abrigando locais de notável beleza cênica e diversidade de paisagens.

Essa área apresenta também uma grande importância científica em função da riqueza de jazimentos paleontológicos, tendo sido nela encontrado o fóssil humano denominado “Luzia”, reportado como o mais antigo esqueleto humano encontrado nas Américas. Sua localização, junto à Região Metropolitana de Belo Horizonte, faz com que esteja sujeita a intensas pressões, principalmente em função da expansão das áreas urbanas. A maior parte dessa área está incluída na bacia do rio das Velhas (86,7%).

Das onze áreas prioritárias identificadas, três localizam-se exclusivamente na bacia do rio das Velhas: a “Área Peter Lund”, de importância “especial” e para a qual se preconiza como ação prioritária a criação de unidade de conservação; a área “Caverna do Salitre”, de importância “alta” e para a qual se indica como ação prioritária a investigação científica e a área “Tributários do Rio das Velhas”, de importância “muito alta” e cuja ação prioritária é a de recuperação/reabilitação. Juntas, essas áreas somam pouco mais de 135 mil ha ou 4,9% da área total da bacia.

As áreas “São Francisco e Grandes Afluentes”, que abrange os cursos médio e inferior do rio das Velhas e a já citada “Tributários do Rio das Velhas”, que inclui porções dos cursos dos rios Bicudo, Cipó, Curumataí e Paraúna, destacam-se em função de sua associação direta a cursos d’água superficiais da bacia. A Figura 6.4 apresenta as áreas prioritárias para conservação na bacia do rio das Velhas.

Essas áreas, por associar diretamente a questão da conservação dos recursos naturais à gestão dos recursos hídricos, devem ser consideradas prioritárias à hora de conceberem-se os planos e programas deste PDRH.

**Figura 6.4: Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Áreas Prioritárias para Conservação**
- Categoria**
- Extrema
  - Especial
  - Muito Alta
  - Alta

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Áreas Prioritárias: MMA

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

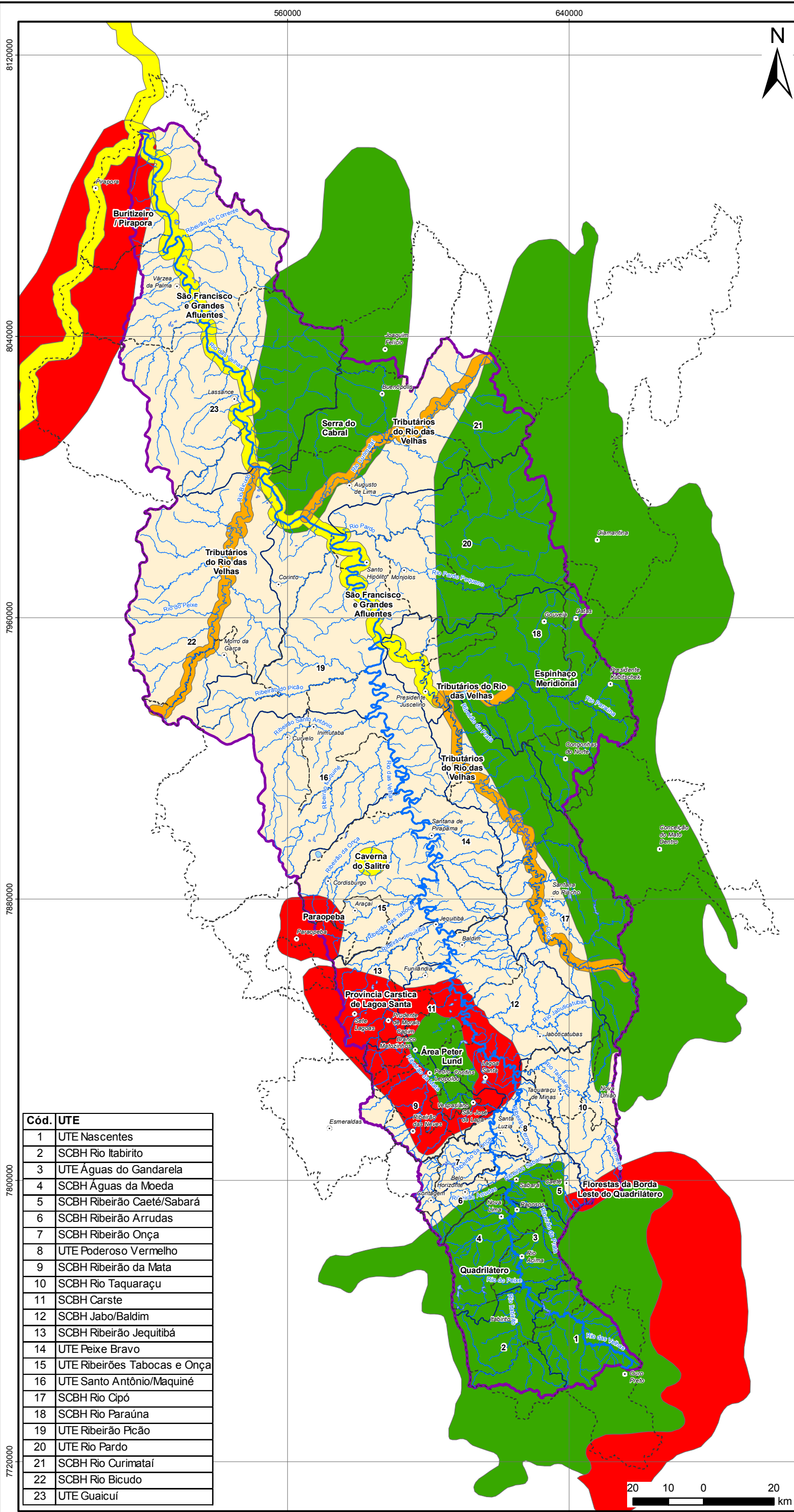
**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

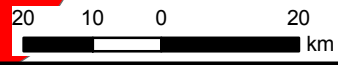
Execução

Apoio Técnico

Realização



Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guacuí





## 6.4 FAUNA AQUÁTICA

O diagnóstico da fauna aquática foi elaborado de maneira a viabilizar o entendimento da integridade dos ecossistemas aquáticos composto pelos ambientes associados ao rio e seus afluentes. O estudo foi elaborado através de consultas a dados secundários que consistem em estudos realizados na bacia com objetivos diversos, entre os quais se destaca o monitoramento das condições ambientais através de grupos bióticos. Serão descritos com maior detalhamento os macroinvertebrados e os peixes.

### 6.4.1 Macroinvertebrados

A análise dos resultados das coletas feitas por Moreno e Callisto (2004), feitas a luz de verificações de variáveis físicas e químicas, revelaram que as comunidades de macroinvertebrados bentônicos indicam haver um gradiente longitudinal na bacia do rio das Velhas, onde, na medida em que se desce na bacia, aumenta a riqueza (número de táxons) e a diversidade, coincidindo com aumento nas concentrações de oxigênio. Tal afirmação indica que a região das cabeceiras, onde se localiza a RMBH, é a mais impactada pela urbanização, havendo uma recuperação gradual a jusante. Cabe revelar que nos locais mais impactados houve a predominância de Oligochaeta e Chironomidae (detritívoros que se proliferam em locais com elevada deposição de matéria orgânica). Por fim, merece destaque a inferência de que a constatação de certa diversidade de macroinvertebrados ao longo de toda a bacia é um fator relevante para a recolonização dos locais mais afetados vez iniciadas ações de recuperação da qualidade ambiental.

Ferreira (2004) combinou protocolos de caracterização ecológica e avaliações de parâmetros físicos e químicos da água e sedimentos com avaliações das comunidades de macroinvertebrados bentônicos com o objetivo de avaliar níveis de degradação por poluição dos recursos hídricos da bacia do rio das Velhas. Foram avaliadas oito estações de amostragem na calha principal e 16 nos tributários.

As conclusões do estudo corroboraram que os córregos e ribeirões da RMBH estavam profundamente alterados com reflexos na diversidade bentônica (redução), sugerindo que essa região fosse a maior contribuinte da baixa qualidade das águas do rio das Velhas.

As alterações ambientais constatadas foram elevadas concentrações de nutrientes na água, substrato com predominância de areia e baixas concentrações de oxigênio. Associadas a essas características, foi constatado que gêneros de Chironomidae, como *Cricotopus*, *Dicrotendipes*, *Ablabesmya* e algumas espécies de *Polypedium* encontravam-se em quantidades reduzidas, fato este associado à entrada de esgotos nos ecossistemas em que ocorrem. Por outro lado, houve a verificação da predominância de Oligochaeta, Chironomidae e Psychodidae, o que é indicativo de degradação por serem organismos altamente tolerantes a águas poluídas e com elevados teores de matéria orgânica.

Apesar da previsibilidade das constatações relativas à RMBH e de sua forte contribuição para a degradação da bacia, os resultados de locais situados no Baixo rio das Velhas sugerem uma possível melhora nas condições ambientais através de aumento na diversidade de organismos e diminuição das concentrações de nutrientes.

Diversos índices integradores dos resultados das amostragens de macroinvertebrados são utilizados para expressar a condição de uma taxocenose. A publicação de Ferreira *et al* (2012) propõe e aplica, a amostras obtidas entre 2004 e 2009, um índice multimétrico denominado índice Multimétrico Bentônico que contempla a riqueza de famílias de organismos, proporções entre grupos indicadores, proporção de guildas tróficas e escore relacionado às famílias ocorrentes em cada amostra.

Através desse índice, foi possível aos autores realizar um mapeamento da qualidade ambiental dos locais em que haviam sido feitas amostragens de macroinvertebrados bentônicos. A conclusão expressa nesse artigo é de que “o biomonitoramento tem evidenciado a melhoria da qualidade das águas na bacia do rio das Velhas com base em informações biológicas” e teria como causa a redução do lançamento de esgotos e o intenso trabalho de conscientização e educação ambiental envolvendo as comunidades ribeirinhas, escolas e subcomitês de bacias.

O relatório do IGAM (2012) se refere à primeira campanha de campo, para reconhecimento e implantação de vinte estações de amostragem de macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio das Velhas, no âmbito do Projeto Estratégico de Revitalização da Bacia do Rio das Velhas.

A implantação da rede de biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio das Velhas tem como principal objetivo avaliar a qualidade ecológica de ambientes aquáticos, com vistas a subsidiar a gestão dos recursos hídricos em consonância ao disposto na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

As estações selecionadas nessa etapa estão distribuídas no baixo e médio curso do rio das Velhas, constituindo-se a primeira etapa da implantação da rede. Na seleção buscou-se coincidir os sítios de coleta com os do IGAM a fim de serem utilizados os resultados físico-químicos do projeto “Águas de Minas”, na perspectiva de otimizar recursos financeiros e contribuir para ampliar a série histórica de dados.

A análise dos vários documentos produzidos ao longo do tempo revelou que foram utilizados métodos de coleta de macroinvertebrados bastante diversos que podem resultar em quantificações diferenciadas em função da seletividade amostral de cada método, dificultando comparações entre os resultados obtidos. Junqueira *et al.* (2000) utilizou puçá com rede de 0,3 mm e capturas ativas com pinças e pincéis. Ferreira (2004), Moreno e Callisto (2004), Moreno *et al.* (2009) utilizaram amostrador tipo Van Veen para sedimento e peneiras de 1,0 e 0,5 mm para separação dos organismos. Enquanto que Ferreira *et al.* (2012) propõem amostrador do tipo Surber com malha de 0,3 mm.

A importância deste relatório está na divulgação da metodologia e locais de amostragem para que outras iniciativas que venham a ser adotadas na bacia adotem o padrão de procedimentos estipulado e levem em consideração os locais que já fazem parte da rede de avaliação do IGAM, permitindo acompanhamento de variações ao longo do tempo e entre locais pré-determinados.



#### 6.4.2 Peixes

O rio das Velhas foi um dos primeiros rios brasileiros a ter sua ictiofauna estudada por um naturalista europeu, quando Johannes Theodor Reinhardt entre 1850-1852 e 1854-1856 realizou coletas de peixes junto a pescadores locais. Suas amostragens no rio das Velhas resultaram na identificação de 55 espécies de peixes. Para se ter uma ideia da importância de sua contribuição, à época a bacia do rio São Francisco possuía 40 espécies de peixes formalmente conhecidas (BRITSKI, 2001). Os resultados de Reinhardt foram publicados em dinamarquês por Lutken em 1875 e traduzidos ao português apenas em 2001 (LUTKEN, 2001 *apud* ALVES *et al.*, 2001b).

O projeto Manuelzão através do lema “a volta do peixe ao rio” utilizou-se deste grupo faunístico como elemento guarda-chuva para implantar uma série de programas e medidas que vão desde a educação ambiental ao biomonitoramento de peixes e invertebrados aquáticos em parceria com a UFMG (NUVELHAS).

A rede de pontos de amostragem de ictiofauna para o biomonitoramento do projeto Manuelzão começou com seis pontos entre 1999 e 2000, quando foi amostrada a calha do rio das Velhas em seus trechos alto, médio e baixo e o rio Cipó em dois pontos, chegando a 23 pontos amostrais em 2009, sendo 8 pontos no próprio rio das Velhas, 8 pontos em seus principais afluentes – Cipó (2); Curimataí; Pardo Grande, Onça, Bicudo, Pardo Pequeno e Jaboticatubas e 7 pontos em lagoas marginais – lagoa Central no município de Lagoa Santa e lagoas do Baixo rio das Velhas (Sucuriú, Boa Vista, Olaria, Peri-Peri, Capivara e do Saco). A Figura 6.5 apresenta a distribuição dos pontos amostrais de ictiofauna do projeto Manuelzão até 2009.

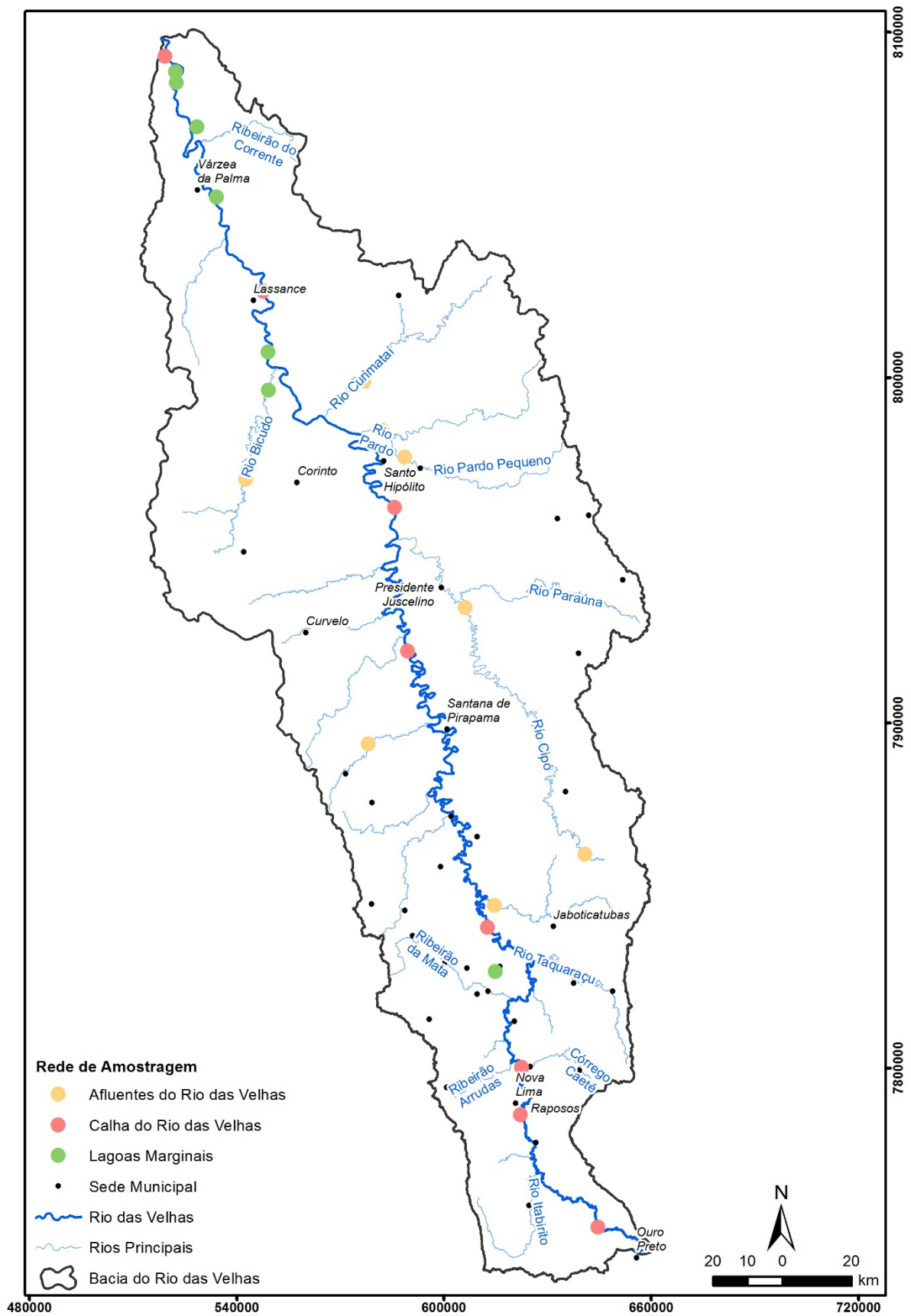


Figura 6.5: Distribuição dos pontos amostrais de ictiofauna na bacia do rio das Velhas até 2009. Fonte: ALVES e POMPEU (2010).

A expansão da rede amostral foi acompanhada pelo aumento no número de espécies com ocorrência confirmada para a bacia, passando de 93 em 2001 (ALVES e POMPEU, 2001), para 115 a partir da inclusão das amostragens nas lagoas marginais em 2005 (POMPEU *et al.*, 2005), chegando a 133 espécies em 2009 com o acréscimo de pontos nos rios Jaboticatubas e Pardo Pequeno, sendo que destas 102 foram registradas nos tributários, 92 na calha do rio das Velhas e 53 em lagoas marginais (ALVES e POMPEU, 2010).

Apesar de relativamente bem conhecida, novos registros, confirmações de identificação de material tombado em museus por especialistas, revisões taxonômicas e descrições formais para espécies identificadas até o nível de Gênero (*Astyanax* sp.; *Hypostomus* sp, entre outros) tendem a elevar a riqueza de espécies na bacia do rio das Velhas. Um levantamento prévio apontou 58 espécies nesta condição e se confirmadas como novas espécies para a ciência podem atingir o número de 187 espécies válidas para a bacia do rio das Velhas.

A Figura 6.6 mostra a riqueza de espécies registrada em cada trecho amostrado do rio das Velhas no período 1999-2000, quando foram registradas entre 1 e 10 espécies na região de cabeceiras do rio das Velhas, em todo o trecho alto da bacia e na parte superior do trecho médio, área esta em que o rio já apresenta uma variada gama de ambientes capazes de sustentar uma taxocenose de peixes mais rica. Já no trecho médio inferior e no baixo curso da bacia a riqueza de espécies aumenta para um intervalo entre 21 e 30 e entre 31 e 40 respectivamente, resultado mais próximo ao esperado para estes trechos.

A continuidade do monitoramento de ictiofauna na bacia do rio das Velhas no período 2006-2007 mostrou que com a entrada em operação de duas estações de tratamento de esgotos (ETE dos córregos do Onça e Arrudas) na RMBH houve mudanças no número de espécies de peixes registradas no trecho alto da bacia, passando para a classe de riqueza de 11 a 20 espécies representada pela cor amarela na Figura 6.7. Entretanto no mesmo período houve redução na riqueza de espécies registrada no trecho médio inferior, sendo este trecho enquadrado nesta mesma classe de riqueza.

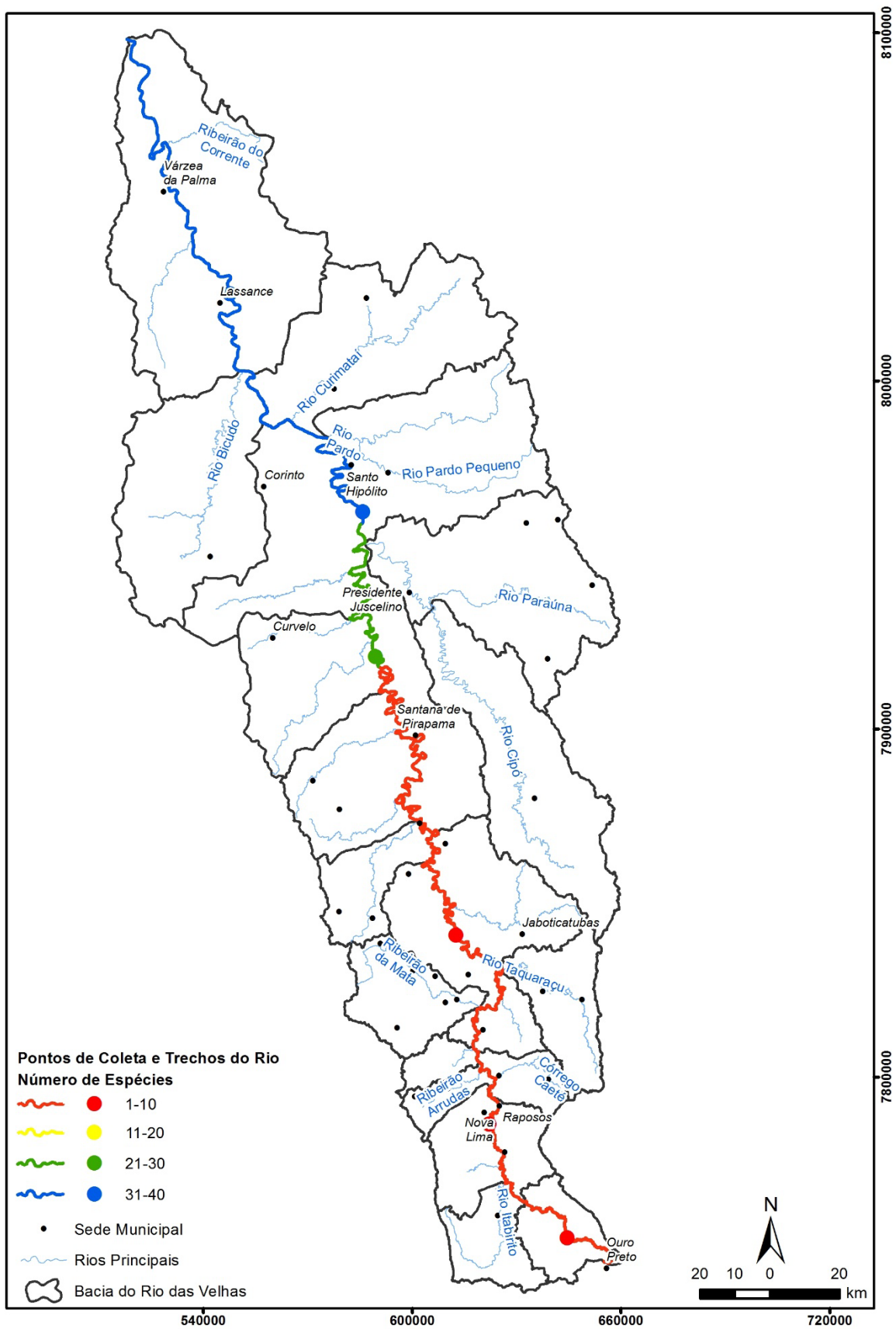


Figura 6.6: Classes de riqueza íctica nos trechos amostrados do rio da Velhas no período 1999-2000. Fonte: ALVES *et al.* (2009).

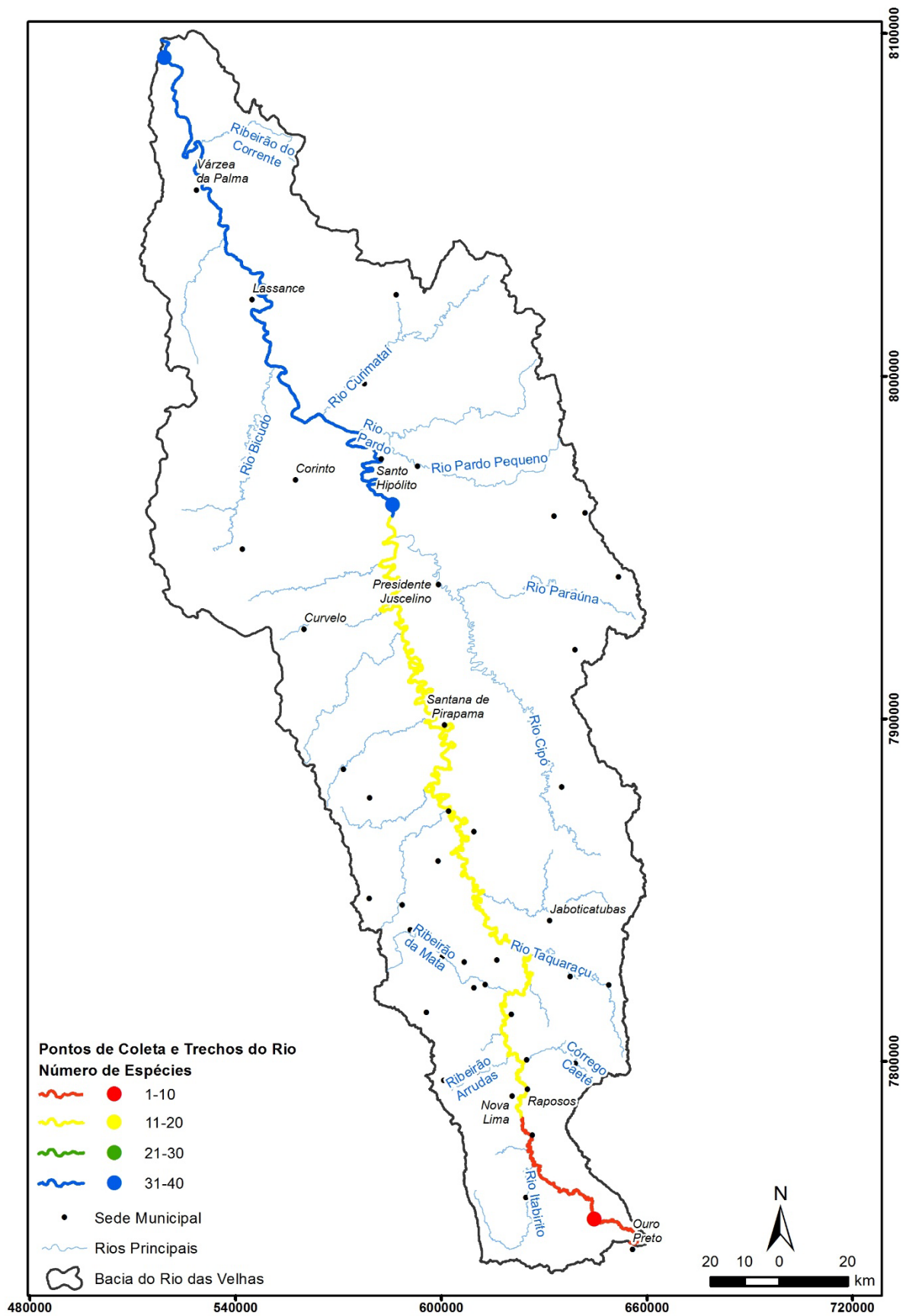


Figura 6.7: Classes de riqueza íctica nos trechos amostrados do rio da Velhas no período 2006-2007. Fonte: ALVES *et al.* (2009).

A Figura 6.8 apresenta graficamente a comparação na riqueza de espécies para cada ponto amostrado nestes dois períodos (1999-2000 e 2006-2007). Em ambos percebe-se a tendência de crescimento no número de espécies registradas no sentido montante-jusante, padrão quebrado pelos resultados obtidos no ponto amostral mais influenciado pelas descargas da RMBH (aproximadamente 200 km a partir da nascente) em 1999-2000. Já em 2006-2007 este mesmo local apresentou melhores resultados com relação à riqueza de espécies de peixes, porém no ponto amostral seguinte (aproximadamente 400 km a partir da nascente) houve decréscimo no número de espécies registradas em comparação com o período anterior.

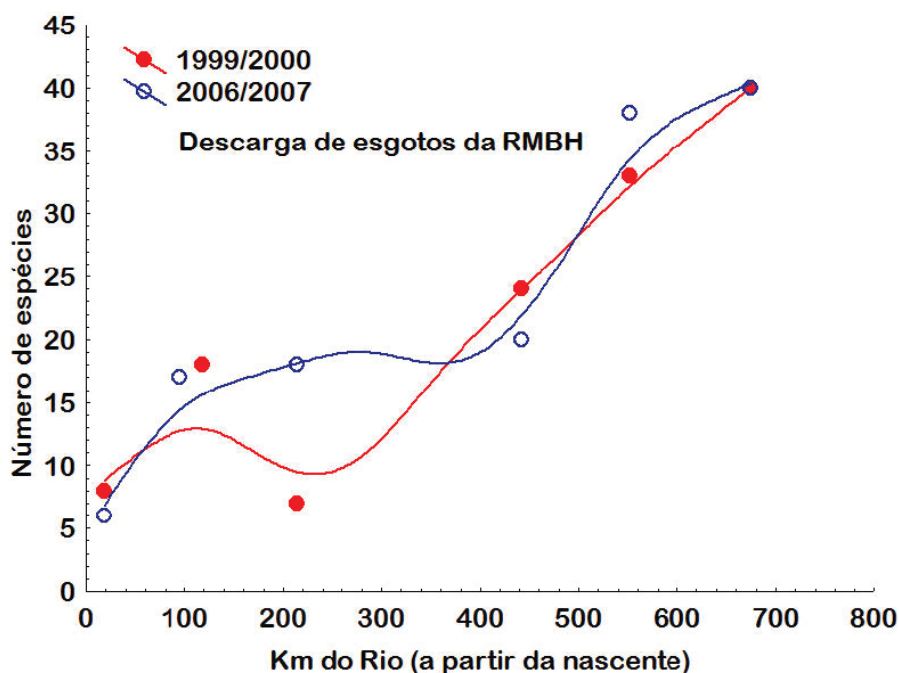


Figura 6.8: Comparação entre o número de espécies registradas em cada ponto amostral nos períodos 1999-2000 (linha vermelha) e 2006-2007 (linha azul). Fonte: ALVES *et al.* (2009).

Além da riqueza específica da bacia, a distribuição das espécies no gradiente longitudinal do rio, que foi muito alterada pelas atividades antrópicas, dá sinais de melhora com o registro de espécies migradoras há muito ausentes em áreas a jusante da RMBH e até mesmo a montante desta, a partir da entrada em operação de duas estações de tratamento de esgotos (ETE) dos córregos do Onça (tratamento primário) e Arrudas. É o caso do dourado *Salminus franciscanus*, do matrinchã *Bricon orthotaenia* e do curimatá-pioia *Prochilodus costatus* que aumentaram suas distribuições geográficas no período 2006-2007 em relação a 1999-2000 em 337, 441 e 350 km respectivamente, retornando aos trechos mais altos do rio das Velhas (ALVES *et al.*, 2009).



# 7

## CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E CULTURAL





## 7 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E CULTURAL

A bacia hidrográfica do rio das Velhas é formada por 51 municípios que estão integral ou parcialmente inseridos em seu território e distribuídos em 23 Unidades Territoriais Estratégicas (UTES), que por sua vez formam as quatro grandes regiões da bacia: Alto; Médio Alto; Médio Baixo e Baixo rio das Velhas.

### 7.1 POPULAÇÃO E DEMOGRAFIA

O tamanho e a distribuição espacial da população humana residente na bacia constituem-se em importantes fatores determinantes da demanda hídrica. O estudo da população da bacia, em um primeiro momento, considerou sua distribuição pelos municípios, regiões e UTES na atualidade. Foram utilizados como base de informação de população os Censos Demográficos realizados pelo IBGE em 2010 (mais atual) e 2000 e o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil para o ano de 1991.

A estimativa da população efetivamente residente no interior da bacia, regiões e UTES utilizou uma unidade territorial menor que o município, representada pelos setores censitários do IBGE referentes ao Censo de 2010. Os setores censitários são unidades menores de levantamento de dados dentro dos municípios utilizados pelo IBGE na realização dos censos demográficos. Por serem áreas menores que os municípios, permitem maior precisão nas estimativas proporcionais por área.

Em 2010 a população total dos 51 municípios com toda ou parte de sua área dentro do polígono formado pela bacia era de aproximadamente 4.844.120 pessoas. O município de Belo Horizonte concentrava em 2010 praticamente a metade (49,0%) da população do conjunto destes municípios (2.375.151 pessoas residentes). Este município concentrava também 50,5% da população urbana do conjunto dos municípios da bacia.

No contexto regional, a participação do conjunto dos municípios da bacia é muito significativa, pois corresponde a 24,7% da população de Minas Gerais, principalmente em termos de população urbana (28,1%).

Na bacia hidrográfica, com base no cálculo da população residente proporcionalmente à área dos setores censitários, estima-se que residiam efetivamente 4,4 milhões de pessoas em 2010. O município com maior população na bacia é Belo Horizonte que está integralmente inserido nela e representava 53,9% da população total e 55,3% da população urbana da bacia em 2010.

Como a estimativa da população da bacia é realizada com base em setores censitários, uma parcela da população urbana destes municípios, a que está dentro dos limites da bacia, é computada, conforme o Quadro 7.1.

**Quadro 7.1: População residente estimada na bacia do rio das Velhas por município (2010).**

Unidade Territorial	Total		Urbana		Rural	
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%
Araçai	2.243	0,1	1.783	0,0	460	0,4
Augusto de Lima	4.960	0,1	2.924	0,1	2.036	1,8
Baldim	7.913	0,2	5.067	0,1	2.846	2,5
Belo Horizonte	2.375.151	53,9	2.375.151	55,3	0	0,0

Unidade Territorial	Total		Urbana		Rural	
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%
Buenópolis	9.712	0,2	7.767	0,2	1.945	1,7
Caeté	40.750	0,9	35.436	0,8	5.314	4,7
Capim Branco	8.881	0,2	8.090	0,2	791	0,7
Conceição do Mato Dentro	1.155	0,0	355	0,0	800	0,7
Confins	5.936	0,1	5.936	0,1	0	0,0
Congonhas do Norte	4.740	0,1	2.598	0,1	2.142	1,9
Contagem	423.692	9,6	423.692	9,9	0	0,0
Cordisburgo	8.667	0,2	5.961	0,1	2.706	2,4
Corinto	23.914	0,5	21.194	0,5	2.720	2,4
Curvelo	68.189	1,5	63.882	1,5	4.307	3,8
Datas	4.997	0,1	3.088	0,1	1.909	1,7
Diamantina	1.643	0,0	930	0,0	713	0,6
Esmeraldas	12.558	0,3	12.525	0,3	33	0,0
Funilândia	3.855	0,1	2.029	0,0	1.826	1,6
Gouveia	11.681	0,3	8.229	0,2	3.452	3,1
Inimutaba	6.724	0,2	4.743	0,1	1.981	1,8
Itabirito	45.449	1,0	43.566	1,0	1.883	1,7
Jaboticatubas	17.134	0,4	10.740	0,2	6.394	5,7
Jequitibá	5.156	0,1	1.963	0,0	3.193	2,8
Joaquim Felício	66	0,0	0	0,0	66	0,1
Lagoa Santa	52.520	1,2	48.949	1,1	3.571	3,2
Lassance	6.102	0,1	3.882	0,1	2.220	2,0
Matozinhos	33.955	0,8	30.877	0,7	3.078	2,7
Monjolos	2.360	0,1	1.403	0,0	957	0,8
Morro da Garça	2.660	0,1	1.522	0,0	1.138	1,0
Nova Lima	80.998	1,8	79.232	1,8	1.766	1,6
Nova União	5.555	0,1	2.872	0,1	2.683	2,4
Ouro Preto	18.358	0,4	13.492	0,3	4.866	4,3
Paraopeba	271	0,0	0	0,0	271	0,2
Pedro Leopoldo	58.740	1,3	49.953	1,2	8.787	7,8
Pirapora	489	0,0	0	0,0	489	0,4
Presidente Juscelino	3.908	0,1	1.846	0,0	2.062	1,8
Presidente Kubitschek	2.959	0,1	2.017	0,0	942	0,8
Prudente de Moraes	9.573	0,2	9.199	0,2	374	0,3
Raposos	15.342	0,3	14.552	0,3	790	0,7
Ribeirão das Neves	296.317	6,7	294.153	6,8	2.164	1,9
Rio Acima	9.090	0,2	7.944	0,2	1.146	1,0
Sabará	126.269	2,9	123.084	2,9	3.185	2,8
Santa Luzia	202.942	4,6	202.378	4,7	564	0,5
Santana de Pirapama	8.009	0,2	3.331	0,1	4.678	4,2
Santana do Riacho	4.023	0,1	2.279	0,1	1.744	1,5
Santo Hipólito	3.238	0,1	2.249	0,1	989	0,9
São José da Lapa	19.799	0,4	11.400	0,3	8.399	7,5

Unidade Territorial	Total		Urbana		Rural	
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%
Sete Lagoas	207.860	4,7	205.425	4,8	2.435	2,2
Taquaraçu de Minas	3.794	0,1	1.755	0,0	2.039	1,8
Várzea da Palma	35.072	0,8	31.254	0,7	3.818	3,4
Vespasiano	104.527	2,4	104.527	2,4	0	0,0
<b>Bacia do rio das Velhas</b>	<b>4.409.896</b>	<b>100,0</b>	<b>4.297.224</b>	<b>100,0</b>	<b>112.672</b>	<b>100,0</b>

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2010. – Estimativa proporcional à área dos setores censitários na bacia.

Mesmo com sete sedes municipais fora do perímetro da bacia, a população residente dentro do limite é estimada em 4,4 milhões de pessoas, equivalentes a 91,0% da população total dos municípios da bacia, principalmente pela inclusão de Belo Horizonte e outros centros urbanos metropolitanos.

O perfil de ocupação dos municípios da bacia hidrográfica do rio das Velhas é majoritariamente urbano. Considerando a população estimada, a taxa de urbanização da bacia é de 97,4% em 2010, sendo que em 2000 já era estimada em 96,9% e em 1991 em 93,3%. Apesar disso, a população rural em 2010 foi estimada em aproximadamente 110 mil pessoas, muitas das quais em municípios com reduzido tamanho de população.

Além do estudo da demografia, foram mapeadas as regiões subnormais. O IBGE considera aglomerado subnormal todo conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (casas, barracos, palafitas etc.) carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais (abastecimento de água, disponibilidade de energia elétrica, destino do lixo e esgotamento sanitário), ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa.

Em 2010, no conjunto de municípios que formam a bacia hidrográfica do rio das Velhas foram identificados 239 aglomerados subnormais, localizados em sete dos 51 municípios, quais sejam: Belo Horizonte, Contagem, Esmeralda, Sabará, Santa Luzia, São José da Lapa e Vespasiano, com maior concentração no município de Belo Horizonte, com 169 aglomerados e Contagem com 45 unidades.

Os dados censitários apontaram um total de 117.467 domicílios estabelecidos em aglomerados subnormais e uma população residente de 412.919 pessoas, com uma média 3,626 moradores por domicílio.

## 7.2 ATIVIDADES ECONÔMICAS

O diagnóstico das atividades econômicas foi feito com base na análise do PIB dos municípios, das atividades do setor produtivo agropecuário, da produção agrícola, dos recursos minerais e dos setores secundários e terciários.

Uma síntese da estruturação econômica dos municípios da bacia segundo as dimensões relacionadas ao PIB Municipal pode ser observada no Quadro 7.2, no qual foram combinadas as dimensões avaliadas anteriormente, relativas à predominância dos setores econômicos, ao crescimento da economia e ao grau de distribuição per capita.

**Quadro 7.2: Municípios da bacia segundo categorias combinadas de predominância setorial (2010), crescimento econômico (2004/2009) e distribuição per capita do PIB Municipal (2010).**

Município	Predominância econômica	Dinamismo econômico	Categoria PIB per capita
Araçai	Indústria	Dinâmico	Médio
Augusto de Lima	Agropecuária	Negativo	Médio
Baldim	Indústria	Positivo	Baixo
Belo Horizonte	Serviço	Dinâmico	Alto
Buenópolis	Serviço	Positivo	Baixo
Caeté	Serviço	Positivo	Baixo
Capim Branco	Indústria	Positivo	Baixo
Conceição do Mato Dentro	Serviço	Dinâmico	Baixo
Confins	Impostos	Positivo	Alto
Congonhas do Norte	Serviço	Positivo	Baixo
Contagem	Indústria	Dinâmico	Alto
Cordisburgo	Agropecuária	Positivo	Baixo
Corinto	Serviço	Positivo	Baixo
Curvelo	Serviço	Dinâmico	Médio
Datas	Serviço	Dinâmico	Baixo
Diamantina	Serviço	Dinâmico	Baixo
Esmeraldas	Serviço	Dinâmico	Baixo
Funilândia	Agropecuária	Dinâmico	Baixo
Gouveia	Serviço	Dinâmico	Baixo
Inimutaba	Agropecuária	Dinâmico	Médio
Itabirito	Indústria	Negativo	Alto
Jaboticatubas	Serviço	Positivo	Baixo
Jequitibá	Agropecuária	Positivo	Médio
Joaquim Felício	Agropecuária	Dinâmico	Baixo
Lagoa Santa	Serviço	Positivo	Médio
Lassance	Agropecuária	Dinâmico	Alto
Matozinhos	Indústria	Positivo	Alto
Monjolos	Agropecuária	Dinâmico	Médio
Morro da Garça	Agropecuária	Dinâmico	Alto
Nova Lima	Indústria	Negativo	Alto
Nova União	Agropecuária	Positivo	Baixo
Ouro Preto	Indústria	Dinâmico	Alto
Paraopeba	Serviço	Dinâmico	Médio
Pedro Leopoldo	Indústria	Positivo	Médio
Pirapora	Indústria	Negativo	Alto
Presidente Juscelino	Agropecuária	Positivo	Médio
Presidente Kubitschek	Serviço	Positivo	Baixo
Prudente de Moraes	Indústria	Negativo	Baixo
Raposos	Serviço	Dinâmico	Baixo
Ribeirão das Neves	Serviço	Dinâmico	Baixo
Rio Acima	Serviço	Dinâmico	Médio
Sabará	Indústria	Dinâmico	Médio
Santa Luzia	Indústria	Dinâmico	Médio

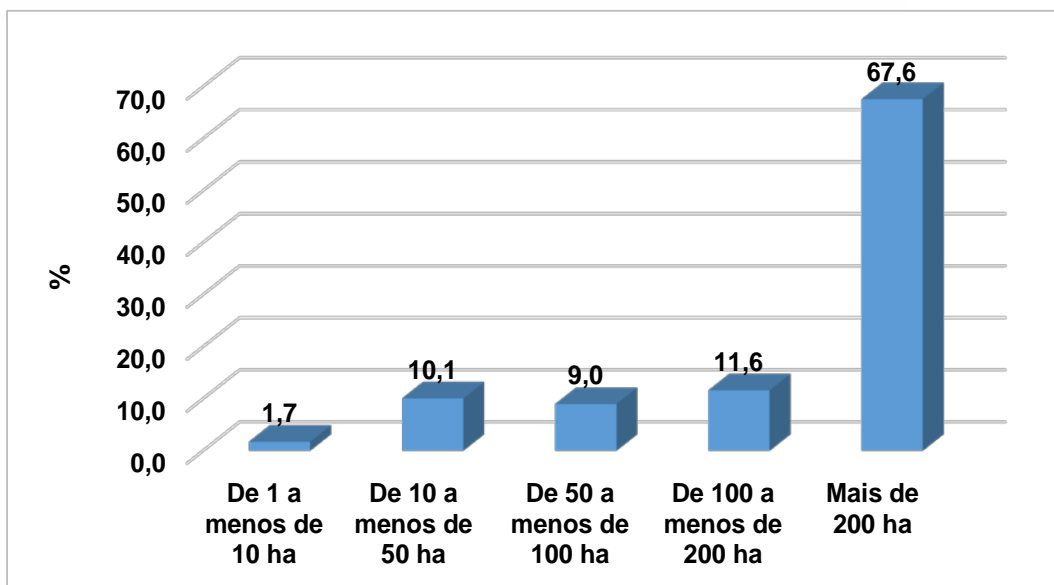
<b>Município</b>	<b>Predominância econômica</b>	<b>Dinamismo econômico</b>	<b>Categoria PIB per capita</b>
Santana de Pirapama	Agropecuária	Dinâmico	Médio
Santana do Riacho	Serviço	Positivo	Baixo
Santo Hipólito	Agropecuária	Negativo	Médio
São José da Lapa	Indústria	Positivo	Médio
Sete Lagoas	Indústria	Positivo	Alto
Taquaraçu de Minas	Indústria	Dinâmico	Médio
Várzea da Palma	Indústria	Negativo	Médio
Vespasiano	Indústria	Positivo	Médio
<b>Bacia do rio das Velhas</b>	<b>Serviço</b>	<b>Positivo</b>	<b>Alto</b>

Fonte: Elaborado pelo autor. Nota: Predominância: Maior participação registrada no PIB Municipal 2007 segundo categorias de valor maior ou igual a 25% (Agropecuária), 16% (Indústria), 10% (Impostos), 56% (Serviços) e 50% do setor de serviços (Serviço - Administração Pública). Crescimento: Negativo (até 0% a.a. no período 2004/2009); Positivo (0% a.a. até média das taxas dos municípios); Dinâmico (igual ou superior a média das taxas dos municípios). Distribuição: Baixo (valor de PIB Municipal per capita em 2010 menor que 50% do PIB per capita mineiro); Médio (PIB per capita entre 50% e 100% do mineiro); Alto (PIB per capita maior que o mineiro).

### **7.2.1 Setor produtivo agropecuário**

O diagnóstico do setor produtivo agropecuário é composto de três tópicos distintos, o primeiro apresenta a caracterização da estrutura fundiária da bacia hidrográfica do rio das Velhas, realizada com base nos dados do Censo Agropecuário do IBGE, referente ao ano de 2006, sendo este o dado mais recente. O segundo diz respeito à produção agrícola, que tem como base a Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE de 2011, onde são apresentadas informações sobre a área plantada, quantidade produzida e valor da produção dos produtos e culturas das lavouras temporárias e permanentes, dentre outras informações. O terceiro e último tópico refere-se à produção pecuária, cujos dados foram obtidos da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE, também de 2011, que traz informações sobre o efetivo de rebanhos, quantidade e valor dos produtos de origem animal.

Censo Agropecuário de 2006, registrou um total de 17.720 estabelecimentos agropecuários no conjunto de municípios que constituem a bacia hidrográfica do rio das Velhas, ocupando mais de um milhão de hectares. De modo geral, a bacia apresenta uma estrutura fundiária, a nível de município, baseada na concentração de terras, visto que, a maior parte dos estabelecimentos agropecuários (67,6%) possuem mais de 200 hectares (Figura 7.1).



**Figura 7.1: Distribuição (%) da área dos estabelecimentos agropecuários segundo faixas de tamanho dos estabelecimentos (2006). Elaboração: Consórcio EcoPLAN/Skill (2013).**

A estrutura fundiária segundo a proporção dos municípios nas regiões da bacia hidrográfica do rio das Velhas é apresentada na Figura 7.2.

**Quadro 7.3: Área (ha) dos estabelecimentos agropecuários segundo o tipo de utilização (2006).**

Regiões	Lavouras		Pastagens			Matas e Florestas		Outros	Total
	Perm.	Temp.	Naturais	Plantadas Degradadas	Plantadas Boas	Naturais em APP	Naturais		
Alto	2.011	1.350	7.432	511	3.834	8.959	3.437	7.335	<b>34.868</b>
Médio Alto	7.192	9.452	51.909	3.215	48.435	33.367	12.276	29.620	<b>195.465</b>
Médio Baixo	10.564	23.884	114.955	21.452	145.910	72.883	28.352	78.892	<b>496.929</b>
Baixo	8.023	13.005	59.795	5.555	109.342	51.106	29.097	42.568	<b>318.492</b>
Fora da Bacia	15.565	23.069	77.018	10.729	95.774	61.712	29.680	70.912	<b>384.460</b>
<b>Bacia</b>	<b>43.355</b>	<b>70.760</b>	<b>311.109</b>	<b>41.463</b>	<b>403.294</b>	<b>228.027</b>	<b>102.843</b>	<b>229.327</b>	<b>1.430.214*</b>

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 2006.

Nota: \* Total de área menor devido as situações de áreas não informadas no conjunto de municípios, neste caso identificadas com os caracteres "X" e "-".

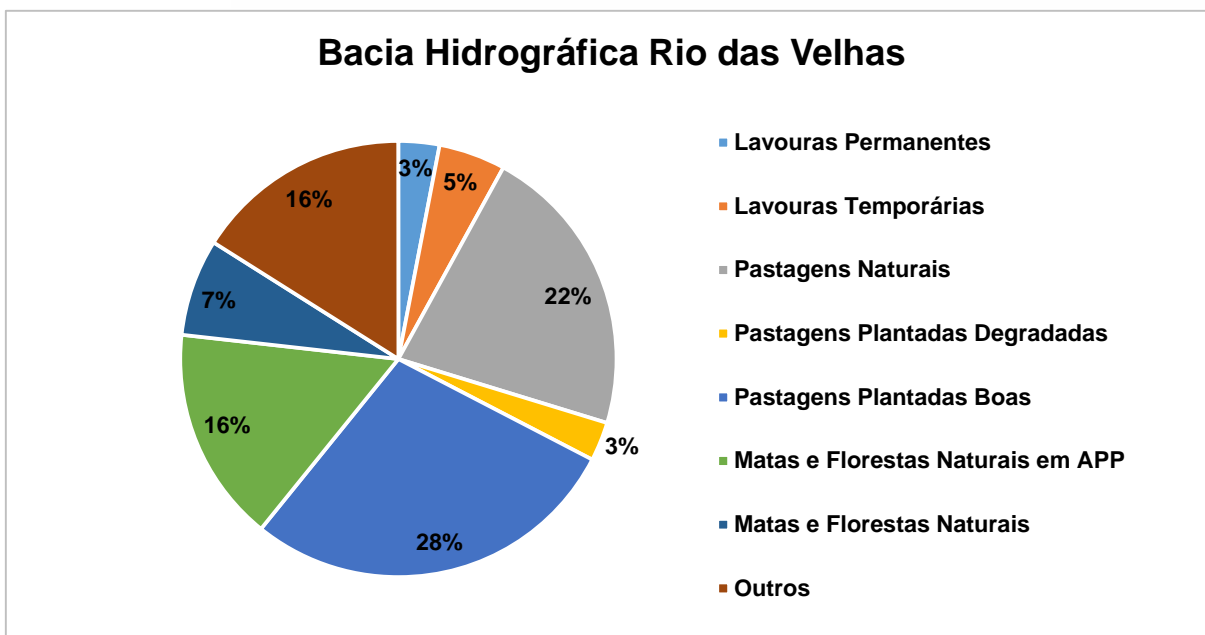


Figura 7.2: Distribuição (%) da utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários na bacia hidrográfica do rio das Velhas (2006). Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

### 7.2.2 Produção Agrícola

A produção agrícola na bacia foi analisada com base nos dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) dos anos 2002 e 2011, a fim de demonstrar a evolução da área plantada no período recente.

A área plantada de lavoura temporária no conjunto de municípios que integram a bacia do rio das Velhas foi de 49.882 ha em 2011. O principal cultivo temporário em 2011 era o milho, responsável por 31.124 ha (62,4% da área plantada naquele ano). Outros cultivos importantes são a cana-de-açúcar (7.764 ha) e o feijão (6.254 ha).

Em termos de produto, as principais culturas temporárias produzidas na bacia em 2002 e 2011 foram arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca e milho. No entanto, com exceção da cana-de-açúcar, todos os demais registram redução da área de cultivo, com destaque para a lavoura de feijão que teve no período um crescimento negativo de -2,3% a.a.

### 7.2.3 Produção Pecuária

Conforme os resultados apresentados no relatório do Programa Minas Carne produzido pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA), o estado de Minas Gerais possui uma área de mais de 25 milhões de hectares de pastagens nativas e plantadas, que representam 43% de todo o seu território, onde a criação de bovinos aparece como uma das vocações mais fortes do Estado. A renda do agronegócio da pecuária bovina, notadamente a de corte, está centralizada na atividade primária, e a pecuária mineira consolidou-se como uma grande produtora e exportadora de animais vivos para recria e abate em outros estados.

## **7.2.4 Recursos minerais e mineração**

No que refere-se aos recursos minerais, conforme levantamento feito pelo Projeto Manuelzão – *Navegando o rio das Velhas das minas ao gerais* (2003), e os dados de uso e ocupação do solo mapeados por este estudo, a região oferece grande variedade de bens minerais (metálicos e não-metálicos), com maior concentração e diversificação na porção superior do rio das Velhas. O item 5.4 apresenta a situação atual da mineração na bacia.

São explorados na bacia: calcário, areia, cascalho, brita para concreto, barro vermelho, argila branca e ardósias, destinados à indústria da construção civil. A extração de areia e cascalho ocorre na região metropolitana, com registro também no próprio rio das Velhas. Já a extração do barro vermelho ocorre em toda extensão do rio. A argila restringe-se à região de Santa Luzia, as ardósias são exploradas na região de Sete Lagoas. Outro minério que tem se tornado importante para a região é quartzo, destinado ao polo de fabricação de ligas metálicas instalado na região de Várzea da Palma e Pirapora. As jazidas de quartzo ocorrem na Serra do Espinhaço, na Serra do Cabral e no Grupo Bambuí. As ligas metálicas mais importantes produzidas na região são o ferro-silício e silício metálico, utilizados na produção do aço e na fabricação de componentes eletrônicos. Há também a produção de ferro-manganês, sendo o minério de ferro proveniente do Quadrilátero Ferrífero, região que engloba aproximadamente 25 municípios, e o manganês, proveniente da Serra do Espinhaço e de Conselheiro Lafaiete, dentre outros.

## **7.2.5 Setores secundário e terciário**

Conforme o Censo Demográfico do IBGE para o ano de 2010, os municípios da bacia contaram com 2,4 milhões de pessoas ocupadas, dos quais 51,4% em Belo Horizonte, 12,7% em Contagem, 5,7% em Itabirito, 4,5% em Sete Lagoas, 3,9% em Santa Luzia e os demais distribuídos entre os outros municípios.

As seções de atividade do trabalho principal que concentraram maior contingente de pessoas ocupadas nos municípios da bacia foram os serviços e os segmentos industriais. A atividade de comércio concentrou o maior contingente de pessoas ocupadas (17,6%) em 2010 em uma área específica, embora o maior fracionamento das atividades de serviços ofereça uma aproximação da importância dos seus diferentes segmentos na estrutura do setor terciário dos municípios da bacia.

## **7.3 CARACTERIZAÇÃO DAS POLÍTICAS E INFRAESTRUTURA URBANA**

### **7.3.1 Política Urbana**

Em 2012, dezessete municípios da bacia hidrográfica rio das Velhas possuíam Conselho Municipal de Política Urbana, sendo que nenhum deles possui todas as prerrogativas isto é, consultivo, deliberativo, normativo e fiscalizador, conforme apresentado no Quadro 7.4.



**Quadro 7.4: Municípios da bacia hidrográfica rio das Velhas com conselho municipal de política urbana, desenvolvimento urbano, da cidade ou similar (2012).**

Município	Conselho Municipal de Política Urbana	Tipo				
		Consultivo	Deliberativo	Normativo	Fiscalizador	Realização de reunião nos últimos 12 meses
Belo Horizonte	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Caeté	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Contagem	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Gouveia	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Itabirito	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Lagoa Santa	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
Matozinhos	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Nova Lima	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
Ouro Preto	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
Pedro Leopoldo	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Pirapora	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Prudente de Morais	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
Ribeirão das Neves	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Sabará	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Santa Luzia	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim
Sete Lagoas	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Várzea da Palma	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim

Fonte: IBGE, Perfil dos Municípios Brasileiros, 2012.

### 7.3.2 Aspectos gerais de infraestrutura de equipamentos de uso público

Foram analisados aspectos relativos à rede viária e transportes, comunicações, estabelecimentos de ensino e de saúde.

No que refere-se a **rede viária**, esta é formada por importantes rodovias federais e estaduais. Conforme dados do Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER/MG), as rodovias federais e estaduais presentes no território da bacia do rio das Velhas são as apresentadas no Quadro 7.5.

**Quadro 7.5: Rodovias estaduais presente no território da bacia hidrográfica do rio das Velhas, por tipo de rodovia, 2013.**

Rodovia	Tipo
BR-365	Diagonal
BR-496	De Ligação
BR-135	Longitudinal
BR-040	Radial
BR-356	Diagonal
BR-262	Transversal
BR-381	Diagonal
BR-259	Transversal
BR-367	Diagonal
MG 010	Radial

Rodovia	Tipo
MG 020	Radial
MG 030	Radial
MG 220	Transversal
MG 228	Transversal
MG 231	Transversal
MG 259	Transversal
MG 262	Transversal
MG 323	Diagonal
MG 424	De ligação
MG 440	De ligação
MG 442	De ligação
MG 800	De ligação

Fonte: DER/MG, 2013.

Em relação à **comunicação**, segundo dados do Censo Demográfico, 2010, estima-se que 95,3% dos domicílios da bacia contaram com serviços de telefone, sendo que 56,3% declararam serem atendidos pelos serviços de telefonia fixa e móvel.

Conforme dados da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), 12 municípios da bacia hidrográfica do rio das Velhas são atendidos por serviços de TV por assinatura, aproximadamente 1,2 milhões de domicílios atendidos, o que corresponde a 3,8 milhões de pessoas

No que se refere aos **estabelecimentos de ensino**, segundo o Censo Escolar de 2012, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Ministério da Educação (MEC), apontou que no conjunto de municípios da bacia do rio das Velhas há aproximadamente 2 milhões de estudantes matriculados, considerando-se a Educação Básica, Creche, Pré-Escola e o Ensino Fundamental. Com relação ao número de estabelecimentos de ensino, os municípios da bacia totalizaram 2.854 escolas de Educação Básica, 1.236 Creches, 1.516 Pré-Escolas e 1.847 Escolas de Ensino Fundamental. No que se refere ao Ensino Médio, são 599 escolas e pouco mais de 208 mil alunos matriculados. A Educação Profissional conta com 127 escolas e 41.258 matrículas. Os estabelecimentos de ensino voltados a educação de jovens e adultos somam 529 escolas, com 93.786 alunos matriculados. Por fim, a Educação Especial registrou 66 estabelecimentos e 5.790 matrículas.

Quanto aos **estabelecimentos de saúde**, o conjunto de municípios da bacia hidrográfica do rio das Velhas, registrou em julho de 2013, segundo dados do Ministério da Saúde, 7.954 estabelecimentos de saúde, incluindo as secretarias municipais de saúde, ausentes em três municípios, quais sejam: Confins; Matozinhos e Morro da Garça.

Dos estabelecimentos registrados, aproximadamente 60,1% são consultórios e 15,1% são clínicas especializadas/ambulatórios especializados. Menos de 10% dos estabelecimentos, são Centros de Saúde/Unidade Básica de Saúde - UBS (8,7%), sendo que pouco mais de um terço destes estabelecimentos (39,9%) estão concentrados nos municípios de Belo Horizonte e Contagem, que juntos somam 276 UBS's.

As unidades hospitalares somaram 134 estabelecimentos no conjunto de municípios da bacia, ou seja, 1,7% do total de estabelecimentos, sendo 32 hospitais especializados, 76 hospitais geral e 26 hospitais dia. Quanto à natureza, 79,5% dos estabelecimentos são de natureza privada e somente 1,1% são de natureza pública, divididos em Fundação Pública, com 68 estabelecimentos, Empresa Pública com nove estabelecimentos e 12 Organizações Sociais Públicas. Destacam-se ainda 1.266 estabelecimentos classificados como Administração Direta da Saúde, correspondente a 15,9%.

## **7.4 CONDIÇÕES DE VIDA DA POPULAÇÃO**

As informações relativas as condições de vida da população foram compiladas da Pesquisa de Informações Básicas Municipais – Perfil dos Municípios Brasileiros do IBGE de 2011. As pesquisas levantaram informações sobre a gestão e equipamentos municipais, abrangendo temas como: estrutura administrativa, legislação, instrumentos de planejamento, recursos, habitação, transporte e cultura. Entretanto, a cada edição a pesquisa é restruturada podendo assim haver supressão de alguns temas, como constado em relação as duas últimas edições, justificando deste modo a utilização das duas pesquisas nesta análise.

### **7.4.1 Domicílios e infraestrutura de serviços públicos**

Na bacia do rio das Velhas somente 3,9% dos municípios possuem secretaria municipal exclusiva de habitação, 64,7% dos municípios possuem órgão gestor de habitação subordinado a outra secretaria ou em conjunto com outras políticas, 3,9% são órgãos da administração indireta e 27,5% não possuem estrutura.

Na maioria dos municípios, a demanda sobre os serviços habitacionais é captada por cadastros ou levantamentos de famílias (94,1%), sendo que 72,5% dos municípios possuem Conselho Municipal de Habitação. Menos de um terço dos municípios (27,5%) possui Plano Municipal de Habitação, 37,3% estão em processo de elaboração, os demais (35,2%), não possuem este instrumento, apesar de ser condicionante para acesso a recursos não onerosos do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social.

### **7.4.2 Educação**

Quanto à forma como essa gestão se constitui administrativamente, verifica-se a existência de órgão gestor da educação na estrutura da totalidade das 51 prefeituras municipais. Desse modo, a Secretaria Municipal de Educação é o órgão que exerce as atribuições do poder público municipal em matéria de educação, distribuindo-se entre secretarias municipais exclusivas (70,6%) e secretarias municipais em conjunto com outras políticas (29,4%).

Segundo dados do Perfil dos Municípios Brasileiros do IBGE (2011), 84,6% dos municípios da bacia hidrográfica possuem sistemas de ensino vinculados ao sistema estadual, sendo somente 15,7% próprio do município.

A maior parte dos municípios contam com Conselhos Municipais de Educação (88,2%), 84,3% possuem Plano Municipal de Educação e 45,1% possuem Fundo Municipal de Educação.

### 7.4.3 Saúde

Na bacia hidrográfica do rio das Velhas, a totalidade dos municípios possuem secretarias municipais, sendo 94,1% exclusivas. O conselho municipal da saúde está presente em todos os municípios. Com exceção do município de Rio Acima, todos os demais também apresentam plano municipal de saúde.

Quanto ao atendimento em saúde, a maior presença de unidades nos municípios refere-se aos laboratórios de análises clínicas e farmácias populares ambos com 86,3% de representatividade cada, e a menor de maternidades (37,3%). Por sinal, somente um município, Sete Lagoas, dispõe de maternidade com posto de registro civil de nascimento. O Programa de Saúde da Família (PSF) está presente em todos os municípios.

### 7.4.4 Desenvolvimento Humano

O comportamento do IDH nos 51 municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio das Velhas, aponta inicialmente uma melhoria generalizada da qualidade de vida entre 2000 e 2010, visto a evolução positiva em termos percentuais em todos os municípios, apesar de alguns terem perdido posição no ranking estadual.

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano de 2013, as faixas de IDHM estabelecidas são:

**Quadro 7.6: Faixas de IDHM estabelecidas pelo Atlas de Desenvolvimento Humano (2013).**

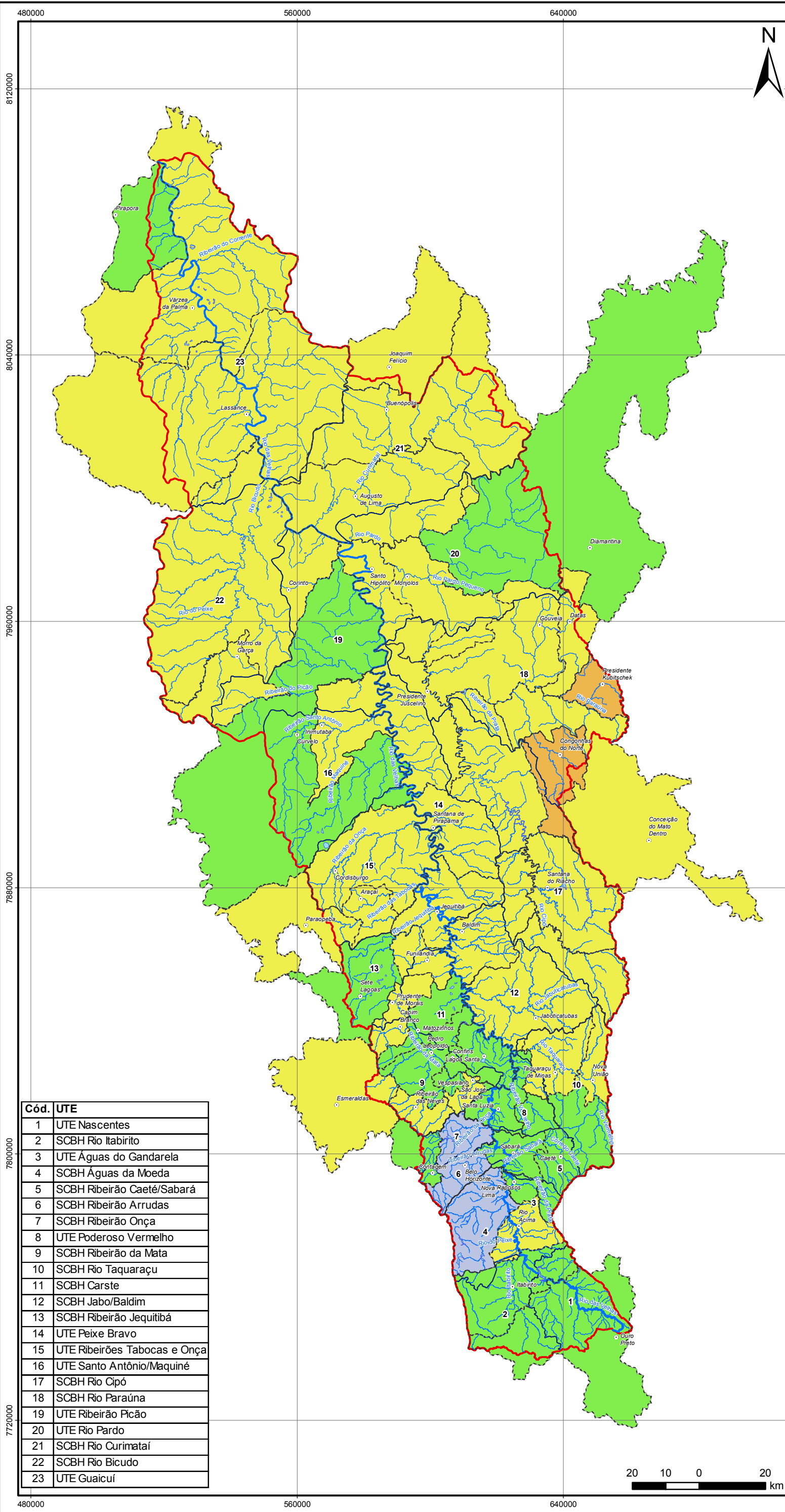
Muito baixo: 0 - 0,499
Baixo: 0,500 - 0,599
Médio: 0,600 - 0,699
Alto: 0,700 - 0,799
Muito Alto: 0,800 - 1

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano de 2013 (PNUD, 2013).

Deste modo, entre os 51 municípios, nenhum figura na faixa de 'muito baixo' desenvolvimento humano. Entretanto, dois municípios, Presidente Kubitschek e Congonhas do Norte foram classificados como 'baixo' desenvolvimento humano, isto é, IDHM entre 0,500 a 0,599.

A maioria dos municípios (60,8%) situou-se entre 0,600 e 0,699 (médio desenvolvimento humano) e 31,4% ficaram na faixa 'alto' desenvolvimento humano. Apenas dois municípios, Nova Lima e Belo Horizonte, registram um IDHM 'muito alto', associado aos padrões de países mais desenvolvidos (Figura 7.3).

Com relação ao quadro evolutivo, verifica-se que somente 35 municípios alcançaram uma melhor posição no ranking estadual, os demais perderam posição. Dentre os municípios melhores posicionados destacam-se: Belo Horizonte (2ª lugar); Nova Lima (1º lugar) e Lagoa Santa (9º Lugar).



**Figura 7.3: Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- ⊙ Sede Municipal
- ~ Rio das Velhas
- ~ Rios Principais
- ~ Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- ▭ Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - ▭ Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- IDH Municipal**
- ▭ Baixo: 0,500 - 0,599
  - ▭ Médio 0,600 - 0,699
  - ▭ Alto 0,700 - 0,799
  - ▭ Muito Alto: 0,799 - 1

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - IDHM: PNUD (Atlas de Desenvolvimento Humano)

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.150.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

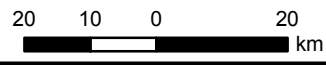
**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização





## 7.5 SANEAMENTO AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA

Na bacia do rio das Velhas observou-se que 25% dos municípios (13) não possuem Planos de Saneamento, em 75% dos municípios os planos encontram-se aprovados ou em elaboração. A principal fonte oficial de dados é o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS), elaborado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental vinculada ao Ministério das Cidades.

Neste item serão descritos os dados gerais da bacia, no âmbito do saneamento ambiental e saúde pública. Serão apresentados os temas: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana e saúde pública. O RP02A apresenta o diagnóstico detalhado destes temas para os municípios da bacia.

### 7.5.1 Abastecimento de Água

A partir da análise dos dados, verificou-se que a COPASA administra os serviços de água da maior parte dos municípios da bacia, possuindo concessão em 39 municípios, o que representa 76% do total.

A bacia do rio das Velhas possui um índice de atendimento urbano de água de 93,4%, sendo, portanto, maior do que o índice brasileiro, de 91,4%. O município de Monjolos, situado na UTE Rio Pardo, apresenta o pior índice de cobertura, 66,80%. O segundo pior índice de atendimento de água é do município de Jaboticatubas com sede na UTE Jabo/Baldim, 78,40%. Como a população urbana de Monjolos é muito pequena (1.403 habitantes), a influência no índice médio da UTE é menor. Dos 44 municípios com sedes localizadas na bacia, 35 declaram níveis elevados de atendimento variando de 98% a 100%, podendo-se, portanto, considerar como atingida a universalização do abastecimento de água nesses municípios. Os demais municípios com sede na bacia apresentam índices de atendimento superiores à 82%.

O consumo médio *per capita* de água da bacia do rio das Velhas é de 136,2 l/hab/dia e o volume anual produzido na bacia é de 415.279.560,00 m<sup>3</sup>. Os indicadores médios de perdas de faturamento e por ligação em sistemas de abastecimento nos municípios da bacia do rio das Velhas correspondem a 27,8%.

Em relação à qualidade da água, dos 38 municípios que informaram dados ao SNIS (2010), 34 atendem parcialmente à Portaria nº 518/2004 (atual Portaria nº 2.914/2011) do Ministério da Saúde, 4 não responderam a esse item, são eles: Caeté, Congonhas do Norte, Itabirito e Sete Lagoas. Nenhum dos 38 municípios que informaram dados ao SNIS atende integralmente à Portaria nº 518/2004, vigente em 2010.

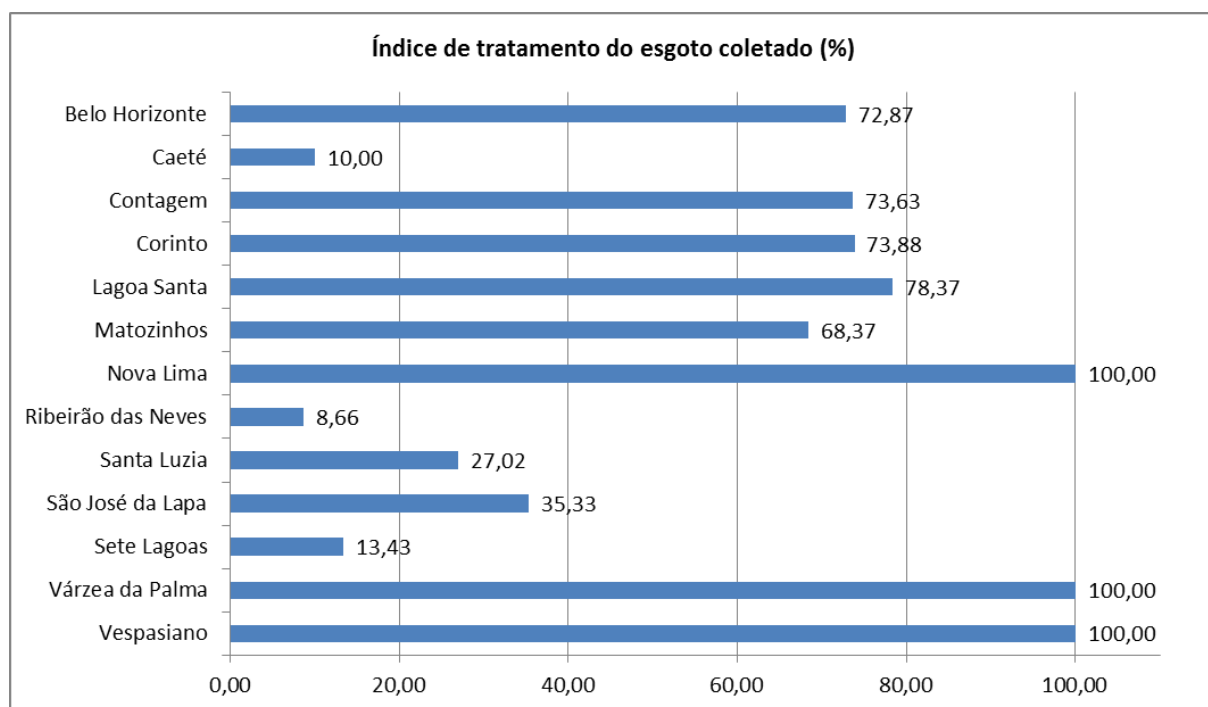
Segundo o Atlas de Abastecimento de Água da ANA, os investimentos previstos para 2010 na bacia do rio das Velhas foram de R\$ 29.762.000,00, e em 2025, estimou-se o investimento de R\$ 29.000.000,00 na ampliação do sistema de água.

### 7.5.2 Esgotamento Sanitário

O levantamento de dados relativos ao esgoto sanitário permitiu observar que a COPASA administra os serviços de esgoto em 19 dos 51 municípios da bacia do rio das Velhas, o que representa 38,0% do

total. Dos 38 municípios da bacia que declararam dados ao SNIS em 2010, 16 não possuem coleta e nem tratamento de esgoto, são eles: Araçá, Augusto de Lima, Baldim, Buenópolis, Capim Branco, Confins, Congonhas do Norte, Inimutaba, Jaboticatubas, Jequitibá, Monjolos, Nova União, Presidente Juscelino, Santana do Riacho, Santo Hipólito e Taquaraçu de Minas.

A Figura 7.4 apresenta os índices de tratamento do esgoto coletado nos municípios com coleta e tratamento de esgoto.



**Figura 7.4: Percentual de tratamento de serviços de esgotos sanitário nos municípios com coleta e tratamento de esgoto da bacia do rio das Velhas. Fonte: SNIS (2010). Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

Na bacia do rio das Velhas os índices de atendimento de coleta variam significativamente. A grande maioria dos municípios não tem coleta ou apresenta um indicador baixíssimo. Nova Lima, Várzea da Palma e Vespasiano com 100% de tratamento do esgoto coletado são os melhores. Estes indicadores devem ser analisados com cautela, porque a maioria dos municípios não dispõe de cadastro e praticamente em todos eles as redes são muito antigas e misturadas com redes de águas pluviais. O tratamento de esgotos é extremamente deficitário na bacia gerando uma significativa carga remanescente de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) incompatíveis com a autodepuração na maioria dos trechos.

#### 7.5.2.1 Empreendimentos de esgotamento sanitário em andamento e previstos na bacia do rio das Velhas

Segundo a prefeitura de Caeté está sendo construído pelo PAC, através da CODEVASF, os interceptores do córrego Caeté e afluentes, e as ETEs Principal (135 L/s) e ETE do Bairro Santa Frutuosa que deverá atender mais de 90% de todo o esgoto produzido na cidade de Caeté.



Em Itabirito, o SAAE iniciou a construção da ETE Itabirito que terá capacidade para receber todo o esgoto do município. Além destas, a COPASA desenvolve o "Programa Caça Esgotos", que objetiva identificar e eliminar os lançamentos indevidos em redes pluviais e córregos.

#### 7.5.2.2 Ações do Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (SISEMA)

No ano de 2006 a SEMAD constatou que 97% dos municípios de Minas Gerais lançavam os esgotos brutos nos corpos d'água e emitiu a Deliberação Normativa nº 96, de 12/04/2006 que convocava os municípios para o licenciamento ambiental de sistemas de tratamento de esgotos e dava outras providências.

Das 20 ETEs em funcionamento na bacia do rio das Velhas, 18 são licenciadas ou estão em andamento no processo de licenciamento, conforme dados do SIAM/SEMAD.

### 7.5.3 Resíduos Sólidos

O lixão é a destinação final de resíduos sólidos que predomina na bacia do rio das Velhas, sendo evidenciado em 33% (14 municípios) do total de municípios com sede na bacia do rio das Velhas. O aterro controlado representa o segundo maior destino dos resíduos sólidos na bacia, ocorrendo em 29% (12 municípios) do total de municípios. Belo Horizonte, Buenópolis, Caeté, Contagem, Itabirito, Lagoa Santa, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Rio Acima, Sabará são os únicos municípios com aterro sanitário regularizados, correspondendo 26% do total de municípios com sede na bacia.

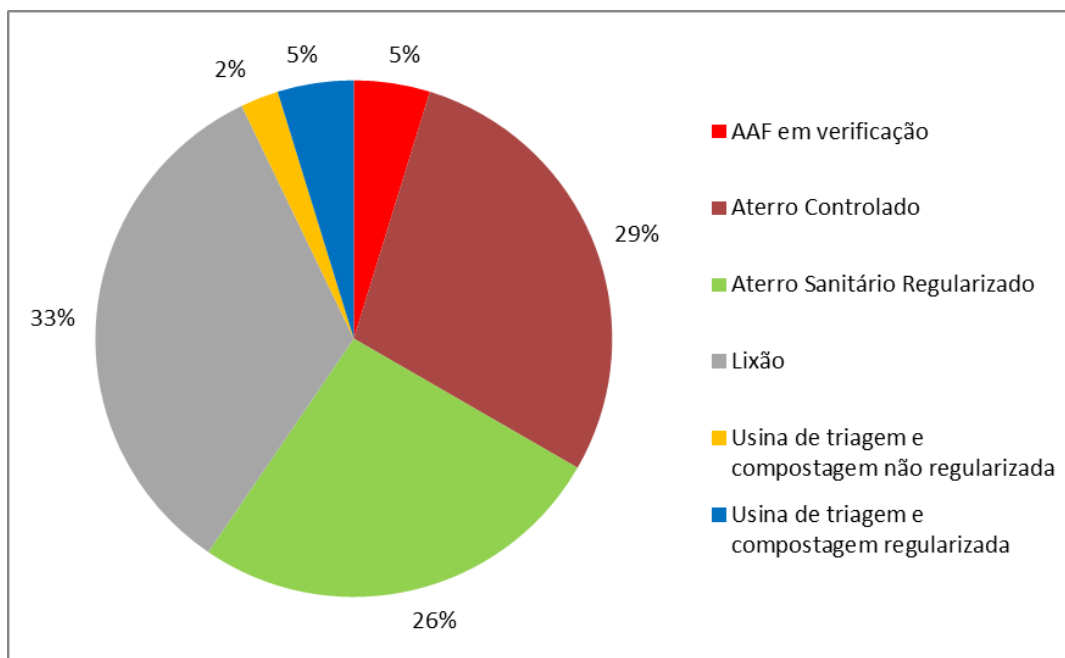


Figura 7.5: Destinação final ou tratamento dos resíduos sólidos na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

#### 7.5.4 Drenagem Urbana

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), 37% dos municípios (19 municípios) com sede na bacia possuem áreas sem infraestrutura de drenagem. Até os dias atuais, um número próximo a 200 km de cursos d'água foram submetidos à canalização, que associada à urbanização dos respectivos fundos de vale causa graves problemas de drenagem urbana e inundações devido à impermeabilização do solo. A partir de 2006, com a implementação do PMS e do financiamento de obras do Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte (Drenurbs) e do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, entre outros, foram direcionados grandes recursos para solução integrada dos problemas de inundação e saneamento. Porém, considerando-se a grande carência acumulada ao longo das décadas, ainda há muito a se fazer em obras de tratamento de cursos d'água, além daquelas já asseguradas.

Considerando que, mesmo após os avanços alcançados, ainda pode-se identificar como causadores dos problemas de drenagem da cidade:

- Dificuldades para a efetiva gestão integrada do sistema municipal de drenagem, principalmente no que se refere às interferências com as redes de água e esgotos, sob a responsabilidade da COPASA;
- A existência de lançamentos clandestinos de esgotos em redes de drenagem e de águas pluviais em redes coletoras de esgotos, cujos cadastros ainda são falhos nas identificações dessas ocorrências e sem uma definição clara quanto às responsabilidades institucionais para sua correção;
- A execução apenas parcial de obras de drenagem, principalmente por falta de recursos;
- A insuficiência da estrutura técnica e administrativa para fazer frente às demandas de obras emergenciais, principalmente no âmbito das Administrações Regionais, e dos setores responsáveis pela elaboração de projetos para o atendimento com a agilidade necessária aos setores de manutenção;
- Recursos ainda insuficientes, ainda que com os financiamentos dos organismos nacionais e internacionais, para fazer frente a todos os problemas relacionados à drenagem urbana no município;
- Inexistência de modelos de chuva x vazão calibrados.

Foram identificadas Políticas Públicas Estaduais e Municipais para Drenagem na bacia do rio das Velhas, listadas nos itens abaixo:

- Projeto SWITCH;
- Seminário Internacional sobre Revitalização de Rios;
- Projeto DRENURBS - Prefeitura de Belo Horizonte;
- Projeto Águas Vermelhas.

As conclusões do diagnóstico apontam que um modelo sustentável de drenagem urbana deve seguir as seguintes premissas básicas:

- Conservação da vegetação e solos nativos;
- Elaboração de projetos que respeitem peculiaridades locais naturais;
- Direcionamento do escoamento superficial para áreas vegetadas;
- Emprego de técnicas de manejo hídrico junto à fonte de geração de água; e
- Manutenção, prevenção à poluição e educação.

### 7.5.5 Saúde Pública

O saneamento básico constitui um dos mais importantes meios de prevenção de doenças, dentre todas as atividades de saúde pública. No Diagnóstico Geral (RP02A) foram abordados os temas que relacionam saúde pública ao saneamento, proliferação de cianobactérias, doenças relacionadas à falta de saneamento, Gestão da Saúde Pública, Qualidade de Vida e Expectativa de Vida.

O relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais na bacia do rio das Velhas (IGAM, 2010) registrou no ano de 2009 valores acima de 10.000 células/mL de cianobactérias no rio das Velhas a montante do rio Pardo Grande, a jusante do rio Pardo Grande, na cidade de Várzea da Palma e a montante de sua foz no rio São Francisco e no rio das Velhas a jusante do ribeirão da Mata e na ponte Raul Soares. Os lançamentos de esgotos domésticos da RMBH e da carga difusa proveniente de extensas áreas de plantio no médio e baixo rio das Velhas podem ser apontados como os principais fatores que contribuem para o aumento de nutrientes no rio das Velhas, que propiciam a floração de cianobactérias.

No que se refere às doenças relacionadas à falta de Saneamento na bacia do rio das Velhas, os registros disponíveis no Sistema de Informação de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde (SINAN-MS) fazem referência às seguintes doenças: esquistossomose, febre tifoide, hepatite e leptospirose. Conforme o levantamento realizado SINAN-MS, não foram notificados casos em 2010 de febre tifoide, cólera e difteria nos municípios da bacia do rio das Velhas. Houve 21.392 casos notificados em Minas Gerais no ano de 2010, sendo 1.420 em 17 municípios da bacia do rio das Velhas.

O Quadro 7.7 apresenta a esperança de vida ao nascer e a mortalidade infantil por município na bacia hidrográfica do rio das Velhas.

**Quadro 7.7: Esperança de vida ao nascer e mortalidade infantil por município da bacia hidrográfica do rio das Velhas (1991, 2000 e 2010).**

Município	Esperança de vida ao nascer			Mortalidade infantil		
	1991	2000	2010	1991	2000	2010
Bacia do rio das Velhas	65,73	69,85	74,44	36,63	29,37	16,27
Minas Gerais	66,36	70,55	75,30	35,39	27,75	15,08
Brasil	64,73	68,61	73,94	44,68	30,57	16,70

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013).

### 7.6 PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS EM IMPLANTAÇÃO

A seguir são apresentados os principais planos, programas e projetos em implantação e implantados, organizados de acordo com o âmbito administrativo de origem, ou seja, os níveis federal, estadual ou municipal, e sua área de intervenção. Foram consultados *sites da internet* e feitos contatos com órgãos

relacionados aos planos e programas com vistas a detalhar as informações levantadas. Privilegiou-se os programas relacionados diretamente com os recursos hídricos, embora fossem considerados outros programas com relevância regional.

No âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) encontra-se um grande número de projetos, os quais foram avaliados individualmente e selecionados os que possuem relação direta com a bacia.

### 7.6.1 Âmbito federal

Segue abaixo, no Quadro 7.8 a lista dos programas e projetos de âmbito federal na área de estudo.

**Quadro 7.8: Programas e Projetos de âmbito federal.**

Âmbito Federal
<ul style="list-style-type: none"><li>• Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade e Degradação</li><li>• Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)<ul style="list-style-type: none"><li>• Empreendimentos de Saneamento</li><li>• Prevenção de Áreas de Risco</li><li>• Recursos Hídricos</li><li>• Água em Áreas Urbanas</li><li>• Rodovia</li><li>• Ferrovias</li><li>• Aeroportos</li></ul></li><li>• Reforma Agrária e Programa Nacional de Agricultura Familiar – INCRA</li><li>• Programa Nacional da Agricultura Familiar (PRONAF)</li><li>• Programa Territórios da Cidadania (Noroste de Minas) - Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)</li><li>• Programa Nacional de Águas Subterrâneas MMA<ul style="list-style-type: none"><li>• Subprograma VIII. 1 - Ampliação do Conhecimento Hidrogeológico</li><li>• Subprograma VIII. 2 - Desenvolvimento dos Aspectos Institucionais e Legais</li><li>• Subprograma VIII. 3 - Capacitação, Comunicação e Mobilização Social</li></ul></li></ul>
Programa Bolsa Família – Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS)

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

### 7.6.2 Âmbito estadual

Conforme informações constantes no *site* da Gestão Estratégica de Recursos e Ações do Estado (GERAES), responsável por assessorar órgãos e entidades da administração pública estadual no planejamento, os Projetos Estruturadores são iniciativas estratégicas para atuação do Estado, que conta com 56 projetos estruturadores, todos alvo de um monitoramento intensivo, que se constitui nas seguintes atividades:

- Elaboração de Planos de Projeto;
- Análise de Risco Financeiro;
- Planejamento e Controle Orçamentário;
- Elaboração de Planos de Ação.

No Quadro 7.9 estão apresentados os principais projetos e os eixos estruturadores.

**Quadro 7.9. Principais projetos de âmbito estadual e eixos estruturadores**

<b>Âmbito Estadual</b>
<b>Eixos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade Ambiental</li> <li>• Educação de Qualidade</li> <li>• Vida Saudável</li> <li>• Protagonismo Juvenil</li> <li>• Investimento e Valor Agregado da Produção</li> <li>• Inovação, Tecnologia e Qualidade</li> <li>• Logística de Integração e Desenvolvimento</li> <li>• Vida Saudável</li> <li>• Redução da Pobreza e Inclusão Produtiva</li> <li>• Rede de Cidades e Serviços</li> <li>• Defesa Social</li> <li>• Desenvolvimento do Norte de Minas</li> <li>• Jequitinhonha, Mucuri e Rio Doce</li> <li>• Qualidade Fiscal</li> <li>• Qualidade e Inovação em Gestão Pública</li> </ul>
<b>Projetos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto Estruturador Qualidade Ambiental               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservação do Cerrado e Recuperação da Mata Atlântica</li> <li>• Consolidação da Gestão de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas</li> <li>• Resíduos Sólidos</li> <li>• Revitalização do Rio das Velhas (Meta 2010 e Meta 2014)</li> </ul> </li> <li>• Projeto Conservação do Cerrado e Recuperação da Mata Atlântica</li> <li>• Projeto Consolidação da Gestão de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas</li> <li>• Projeto Potencialização da Infraestrutura logística da Fronteira Agroindustrial</li> <li>• Projeto Saneamento Básico: Mais Saúde para Todos</li> <li>• Programa de Assistência Técnica SEF/COPASA</li> </ul>

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).





# 8

## DISPONIBILIDADE HÍDRICA





## 8 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

### 8.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS

Os estudos hidrológicos para a determinação da disponibilidade hídrica superficial foram desenvolvidos conforme as seguintes etapas metodológicas: (i) Levantamento dos dados de monitoramento hidrológico disponíveis para a bacia do rio das Velhas no sistema *Hidroweb* da Agência Nacional de Águas (ANA); (ii) Análise de consistência dos dados disponíveis; (iii) Determinação de um período de dados homogêneo a partir dos dados das estações fluviométricas; (iv) Homogeneização das séries históricas de vazões médias mensais, por meio de modelos de correlação matemática; (v) Análise de frequência de vazões mínimas e de curvas de permanência, aplicada aos locais das estações fluviométricas, com emprego posterior de técnicas de regionalização hidrológica, para a generalização das vazões de referência em toda a área de abrangência do PDRH Rio das Velhas.

As disponibilidades hídricas foram calculadas pelas seguintes variáveis hidrológicas: vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ), vazão mínima com permanência de 90 e 95% e vazão média de longo período ( $Q_{mlp}$ ).

As vazões mínimas são valores característicos do comportamento da estiagem em uma bacia hidrográfica, enquanto a vazão média de longo período ( $Q_{mlp}$ ) corresponde à síntese de todas as vazões ao longo do tempo. A vazão  $Q_{7,10}$  apresenta um enfoque estatístico pois é considerada como variável aleatória à qual se aplica técnicas estatísticas para avaliar sua probabilidade de ocorrência. Corresponde a um valor que, em média, a cada 10 anos, será igualado ou inferiorizado pelo escoamento médio de estiagem do rio em quaisquer sete dias consecutivos. A curva de permanência de vazões é uma tradicional função hidrológica e por isso as vazões  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$  dela extraídas têm enfoque hidrológico.

#### 8.1.1 Disponibilidades hídricas no rio das Velhas

A disponibilidade hídrica na foz da bacia do rio das Velhas foi determinada pela transferência espacial dos dados das vazões características da estação 41990000, localizada próxima à foz do rio das Velhas, utilizando uma relação de proporção entre a área de drenagem da bacia (27.850 km<sup>2</sup>) e a área de drenagem da estação (26.500 km<sup>2</sup>).

Além da disponibilidade hídrica total na foz da bacia do rio das Velhas, foram calculadas as disponibilidades hídricas para os quatro segmentos do rio das Velhas (Trecho Alto, Trecho Médio Alto, Trecho Médio Baixo e Trecho Baixo) a partir de curvas de regionalização ajustadas com base na área de drenagem das estações fluviométricas localizadas no rio das Velhas para as quatro vazões características consideradas ( $Q_{mlp}$ ,  $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{7,10}$ ).

O Quadro 8.1 apresenta as disponibilidades hídricas incrementais e acumuladas calculadas para os segmentos do rio das Velhas, assim como, a disponibilidade hídrica na foz do rio das Velhas.

**Quadro 8.1: Disponibilidade hídrica superficial do rio das Velhas.**

Trechos do rio das Velhas	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q <sub>MLP</sub>		Q <sub>90</sub>		Q <sub>95</sub>		Q <sub>7,10</sub>	
		m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>
Trecho Alto	2.739,75	46,90	17,12	21,04	7,68	18,71	6,83	13,58	4,96
Trecho Médio Alto	8.630,07	116,04	13,45	40,44	4,69	35,67	4,13	25,94	3,01
Trecho Médio Alto (acumulado)	11.369,82	144,26	12,69	47,31	4,16	41,65	3,66	30,31	2,67
Trecho Médio Baixo	4.276,02	66,66	15,59	27,11	6,34	24,03	5,62	17,46	4,08
Trecho Médio Baixo (acumulado)	15.645,84	185,61	11,86	56,74	3,63	49,84	3,19	36,29	2,32
Trecho Baixo	12.204,17	152,56	12,50	49,26	4,04	43,34	3,55	31,54	2,58
Trecho Baixo (acumulado)	27.850,01	292,63	10,51	78,79	2,83	68,93	2,47	50,23	1,80
<b>Bacia do rio das Velhas</b>	<b>27.850,01</b>	<b>310,38</b>	<b>11,14</b>	<b>75,67</b>	<b>2,72</b>	<b>66,33</b>	<b>2,38</b>	<b>48,31</b>	<b>1,73</b>

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

### 8.1.2 Disponibilidades hídricas nas UTEs

Para a determinação das vazões características das UTEs utilizou-se: (i) regionalização de vazão para as UTEs com pouca ou nenhuma disponibilidade de dados e (ii) transferência espacial de informações (vazão) proporcionalmente a área de drenagem da UTE para aquelas UTEs com disponibilidade de dados.

O Quadro 8.2 apresenta a disponibilidade hídrica das UTEs da bacia do rio das Velhas. Cabe ressaltar que todo o valor de vazões regionalizadas deve ser utilizado com cautela e deve ser substituído no futuro, sempre que possível, por valores de vazão efetivamente medidos.

**Quadro 8.2: Disponibilidade hídrica superficial nas UTEs da bacia do rio das Velhas.**

UTEs	Área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>mlp</sub>		Q <sub>90</sub>		Q <sub>95</sub>		Q <sub>7,10</sub>	
		m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>
UTE Nascentes	541,58	12,91	23,84	6,49	11,98	5,05	9,33	3,59	6,63
SCBH Rio Itabirito	548,89	13,09	23,84	6,57	11,98	5,12	9,33	3,64	6,63
UTE Águas do Gandarela	323,66	6,37	19,67	3,03	9,36	2,76	8,53	2,00	6,18
SCBH Águas da Moeda	544,32	10,70	19,67	5,10	9,36	4,64	8,53	3,36	6,18
SCBH Ribeirão Caeté/Sabarará	331,56	7,82	23,58	3,92	11,82	3,07	9,26	2,20	6,63
SCBH Ribeirão Arrudas	228,37	5,90	25,83	3,02	13,23	2,21	9,70	1,57	6,87
SCBH Ribeirão Onça	221,38	5,77	26,05	2,96	13,37	2,16	9,74	1,53	6,90
UTE Poderoso Vermelho	360,48	8,36	23,18	4,17	11,57	3,31	9,19	2,38	6,59
SCBH Ribeirão da Mata	786,84	9,31	11,84	2,64	3,36	2,23	2,84	1,57	1,99
SCBH Rio Taquaraçu	795,50	12,61	15,85	3,45	4,34	2,84	3,57	2,00	2,52
SCBH Carste	627,02	8,20	13,07	2,20	3,50	1,85	2,95	1,28	2,04
SCBH Jabo/Baldim	1.082,10	12,80	11,83	3,20	2,95	2,73	2,52	1,88	1,74
SCBH Ribeirão Jequitibá	624,08	7,07	11,32	2,20	3,52	1,83	2,93	1,18	1,90
UTE Peixe Bravo	1.169,89	16,63	14,21	4,12	3,52	3,50	2,99	2,53	2,16
UTE Ribeirões Tabocas e Onça	1.223,26	17,49	14,30	4,31	3,52	3,66	2,99	2,66	2,17
UTE Santo Antônio/Maquiné	1.336,82	19,35	14,47	4,71	3,53	4,01	3,00	2,93	2,19
SCBH Rio Cipó	2.184,86	39,70	18,17	7,58	3,47	6,31	2,89	4,57	2,09
SCBH Rio Paraúna	2.337,61	42,48	18,17	8,11	3,47	6,75	2,89	4,89	2,09
UTE Ribeirão Picão	1.716,59	6,66	3,88	0,71	0,41	0,50	0,29	0,16	0,09

UTES	Área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>mp</sub>		Q <sub>90</sub>		Q <sub>95</sub>		Q <sub>7,10</sub>	
		m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>
UTE Rio Pardo	2.235,13	28,98	12,96	2,68	1,20	2,30	1,03	1,59	0,71
SCBH Rio Curimataí	2.218,66	28,76	12,96	2,66	1,20	2,29	1,03	1,58	0,71
SCBH Rio Bicudo	2.274,47	20,26	8,91	1,53	0,67	1,08	0,47	0,12	0,05
UTE Guaicuí	4.136,93	47,49	11,48	10,82	2,62	9,82	2,37	6,95	1,68
<b>Bacia do rio das Velhas</b>	<b>27.850,01</b>	<b>310,38</b>	<b>11,14</b>	<b>75,67</b>	<b>2,72</b>	<b>66,33</b>	<b>2,38</b>	<b>48,31</b>	<b>1,73</b>

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

### 8.1.3 Vazões de referência para Outorga

A Outorga é o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos. São passíveis de outorga todos os usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um curso de água, excetuando-se os usos considerados insignificantes que são, entretanto, passíveis de cadastramento junto à autoridade outorgante.

Em Minas Gerais, a Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1.548 de 29 de março de 2012, dispõe a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado. A resolução limita a bacia do rio das Velhas em 30% (trinta por cento) da Q<sub>7,10</sub>, como limite máximo de captações e lançamentos a serem outorgadas, por cada seção considerada em condições naturais. Dessa forma, o Quadro 8.3 apresenta o limite outorgável por UTE e trechos do rio das Velhas.

**Quadro 8.3: Vazão de referência para outorga nas UTEs da bacia do rio das Velhas.**

UTE	Área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>7,10</sub>		Vazão outorgável	
		m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>
UTE Nascentes	541,60	3,59	6,63	1,08	1,99
SCBH Rio Itabirito	548,90	3,64	6,63	1,09	1,99
UTE Águas do Gandarela	323,70	2,00	6,18	0,60	1,85
SCBH Águas da Moeda	544,30	3,36	6,18	1,01	1,85
SCBH Ribeirão Caeté/Sabará	331,60	2,20	6,63	0,66	1,99
SCBH Ribeirão Arrudas	228,40	1,57	6,87	0,47	2,06
SCBH Ribeirão Onça	221,40	1,53	6,90	0,46	2,07
UTE Poderoso Vermelho	360,50	2,38	6,59	0,71	1,98
SCBH Ribeirão da Mata	786,80	1,57	1,99	0,47	0,60
SCBH Rio Taquaraçu	795,50	2,00	2,52	0,60	0,75
SCBH Carste	627,00	1,28	2,04	0,38	0,61
SCBH Jabo/Baldim	1.082,10	1,88	1,74	0,56	0,52
SCBH Ribeirão Jequitibá	624,10	1,18	1,90	0,36	0,57
UTE Peixe Bravo	1.169,90	2,53	2,16	0,76	0,65
UTE Ribeirões Tabocas e Onça	1.223,30	2,66	2,17	0,80	0,65
UTE Santo Antônio/Maquiné	1.336,80	2,93	2,19	0,88	0,66
SCBH Rio Cipó	2.184,90	4,57	2,09	1,37	0,63
SCBH Rio Paraúna	2.337,60	4,89	2,09	1,47	0,63
UTE Ribeirão Picão	1.716,60	0,16	0,09	0,05	0,03
UTE Rio Pardo	2.235,10	1,59	0,71	0,48	0,21
SCBH Rio Curimataí	2.218,70	1,58	0,71	0,47	0,21

UTE	Área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>7,10</sub>		Vazão outorgável	
		m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	l/s.km <sup>2</sup>
SCBH Rio Bicudo	2.274,50	0,12	0,05	0,03	0,02
UTE Guaicuí	4.136,90	6,95	1,68	2,09	0,50
Rio das Velhas - Trecho Alto	2.739,75	13,58	4,96	4,07	1,49
Rio das Velhas - Trecho Médio Alto	8.630,07	25,94	3,01	7,78	0,90
Rio das Velhas - Trecho Médio Baixo	4.276,02	17,46	4,08	5,24	1,22
Rio das Velhas - Trecho Baixo	12.204,17	31,54	2,58	9,46	0,78
<b>Bacia do rio das Velhas</b>	<b>27.850,01</b>	<b>48,31</b>	<b>1,73</b>	<b>14,49</b>	<b>0,52</b>

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

## 8.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A presente caracterização dos recursos hídricos subterrâneos está embasada na análise e discussão de dados secundários. Para isso, foi realizada uma ampla consulta a trabalhos produzidos por empresas públicas e privadas, com diferenciados níveis de detalhamento, que serão resumidos em cada item apresentado.

### 8.2.1 Caracterização dos sistemas aquíferos

O Quadro 8.4 resume as principais características dos sistemas aquíferos mapeados na bacia hidrográfica do rio das Velhas.

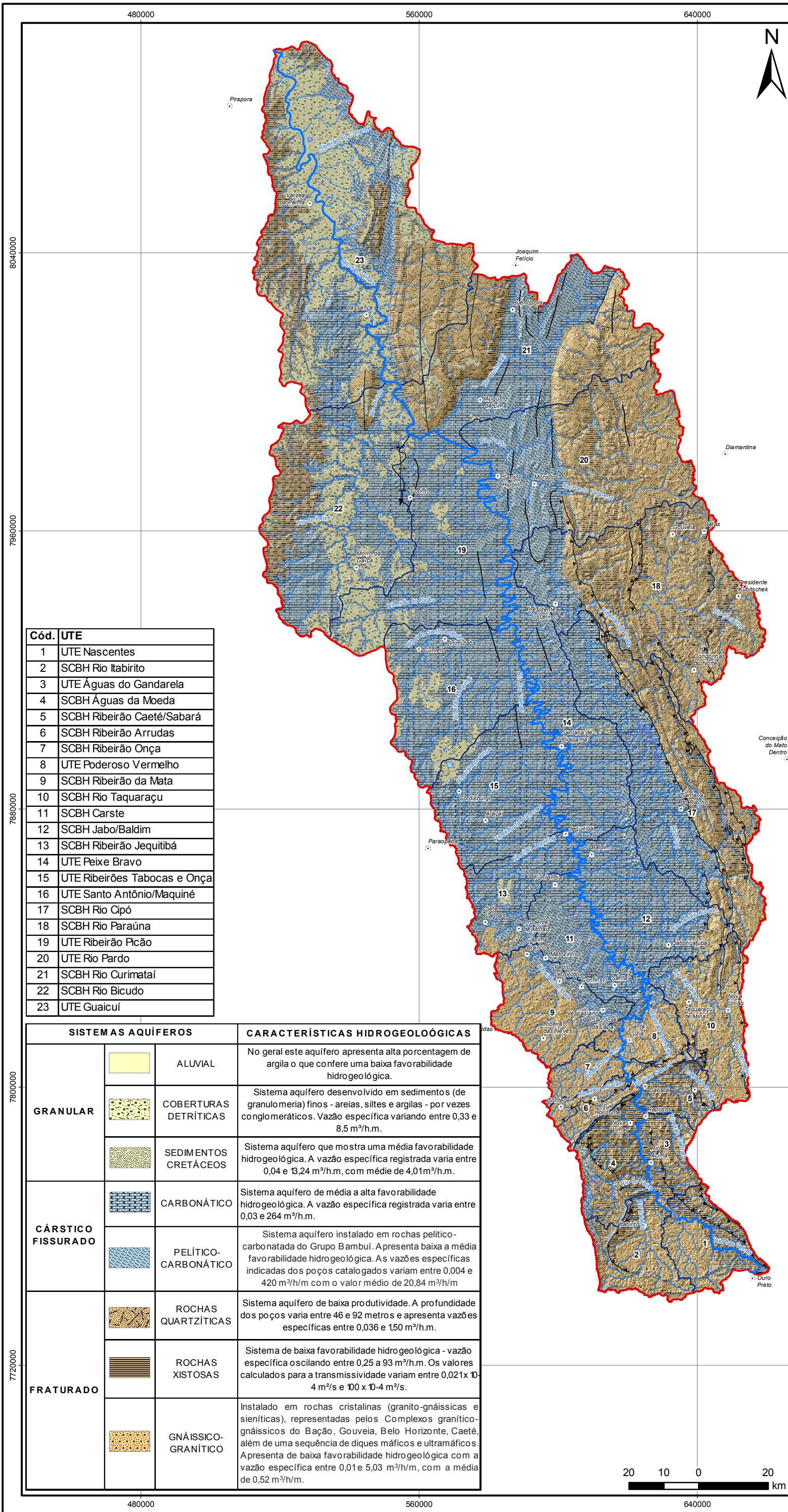
**Quadro 8.4: Resumo das características hidrogeológicas dos aquíferos mapeados na bacia hidrográfica do rio das Velhas.**

Sistemas Aquíferos	Tipo	Litologia Predominante	Unidades Geológicas	Características do Aquífero
Granular ou Poroso	Depósitos Aluvionares	Areias, Argilas e Cascalhos	Aluviões	Permeabilidade depende da granulometria dos sedimentos. Pode fornecer vazões de até 5 l/s em captações por meio de poços manuais.
	Coberturas Detrito-Lateríticas e Regolito	Areias, Siltes e Argilas	Coberturas Detríticas	Permeabilidade variável e pequena espessura, raramente excedendo 20 metros. Produção de água limitada devido à heterogeneidade e pequena espessura dos sedimentos.
	Arenitos Cretácicos	Arenitos puros e Arenitos argilosos	Grupo Areado	Aquífero livre, espessura bastante variada podendo atingir 100 metros. Localmente oferece boas condições para captação de águas por meio de poço tubular.
Cárstico-Fissurado	Carbonático (Cárstico)	Calcários, Dolomitos, Calcarenitos, Calsilitos e Calciruditos. Siltos subordinados	Grupo Bambuí (Formação Sete Lagoas, Lagoa do Jacaré e Serra de Santa Helena, Grupo Itabira - F. Gandarela)	Transmissividade variando entre $1,1 \times 10^{-3}$ a $9,9 \times 10^{-3}$ m <sup>2</sup> /s, indicando aquíferos de regular a ótima produtividade nas áreas com carstificação acentuada.

Sistemas Aquíferos	Tipo	Litologia Predominante	Unidades Geológicas	Características do Aquífero
	Metapelitos-Carbonático	Ardósia, Silitos e Margas com lentes de calcário subordinadas	Grupo Bambuí Indiviso	Vazões específicas médias da ordem de 0,5 l/s. Transmissividade média de $3,5 \times 10^{-3}$ m <sup>2</sup> /s. Ocorrência de água restrita às zonas de fratura.
Fissurado	Quartzítico	Quartzitos, Itabiritos, Arcóseos e Metaconglomerados	Supergrupo Espinhaço, Grupo Diamantina Indiviso, Grupo Macaúbas, Supergrupo Minas, Supergrupo Rio das Velhas e Grupo Itacolomy	
	Xistosos	Filito, Silito, Ardósia, Xistos, Mica-Xistos e Metadiamicititos	Grupo Conselheiro Mata Indiviso, Supergrupos Espinhaço, Minas e Rio das Velhas, Supergrupo Rio Paraúna, Grupo Bambuí - Formações (Três Marias, Fonseca)	
	Granito-Gnaisse	Associação de Gnaisses, Granitos Indiferenciados	Complexo Bação, Complexo Belo Horizonte, Granitos Intrusivos, Complexo Gouveia	

Fonte: SIAGAS/CPRM, CETEC (1998) e UFMG (1999).





**Figura 8.1: Mapa Hidrogeológico da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- ~ Rio das Velhas
- ~ Rios Principais
- ~ Massa d'água

**Legenda**

- ▭ Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - ▭ Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Estruturas**
- ↔ Braquianticlinal ou braquiantiforme
  - ⊥ Braquissinclinal ou braquissinforme
  - ↘ Falha contracional (inversa ou empurrão)
  - ↗ Falha extensional (normal)
  - Falha indiscriminada
  - ↗ Falha ou zona de cisalhamento compressional
  - Falha ou zona de cisalhamento indiscriminada
  - Lineamentos estruturais: traços de superfícies S
  - ↗ Sinclinal ou sinforme normal com caimento indicado

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'Água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Hidrogeologia/Estruturas: Elaborado com base no mapa geológico do CPRM

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

SISTEMAS AQUIFÉROS		CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOÓGICAS	
GRANULAR	ALUVIAL	No geral este aquífero apresenta alta porcentagem de argila o que confere uma baixa favorabilidade hidrogeológica.	
	COBERTURAS DETRÍTICAS	Sistema aquífero desenvolvido em sedimentos (de granulometria) finos - areias, siltes e argilas - por vezes conglomeráticos. Vazão específica variando entre 0,33 e 8,5 m³/h.m.	
	SEDIMENTOS CRETÁCEOS	Sistema aquífero que mostra uma média favorabilidade hidrogeológica. A vazão específica registrada varia entre 0,04 e 3,24 m³/h.m, com média de 4,01 m³/h.m.	
CÁRSTICO FISSURADO	CARBONÁTICO	Sistema aquífero de média a alta favorabilidade hidrogeológica. A vazão específica registrada varia entre 0,03 e 264 m³/h.m.	
	PELÍTICO-CARBONÁTICO	Sistema aquífero instalado em rochas pelítico-carbonatada do Grupo Bambuí. Apresenta baixa a média favorabilidade hidrogeológica. As vazões específicas indicadas dos poços catalogados variam entre 0,004 e 420 m³/h.m com o valor médio de 20,84 m³/h.m	
FRATURADO	ROCHAS QUARTZÍTICAS	Sistema aquífero de baixa produtividade. A profundidade dos poços varia entre 46 e 92 metros e apresenta vazões específicas entre 0,036 e 1,50 m³/h.m.	
	ROCHAS XISTOSAS	Sistema de baixa favorabilidade hidrogeológica - vazão específica oscilando entre 0,25 a 93 m³/h.m. Os valores calculados para a transmissividade variam entre 0,021x 10 <sup>-4</sup> m²/s e 100 x 10 <sup>-4</sup> m²/s.	
	GNÁISSICO-GRANÍTICO	Instalado em rochas cristalinas (granito-gnáissicas e sieníticas), representadas pelos Complexos granítico-gnáissicos do Bação, Gouveia, Belo Horizonte, Caeté, além de uma sequência de diques máficos e ultramáficos. Apresenta de baixa favorabilidade hidrogeológica com a vazão específica entre 0,01 e 5,03 m³/h.m, com a média de 0,52 m³/h.m.	



**PDRH RIO DAS VELHAS**

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: **ecoplan** ENGENHARIA

Apoio Técnico: **SKILL** ENGENHARIA

Realização: **CBH Rio das Velhas**

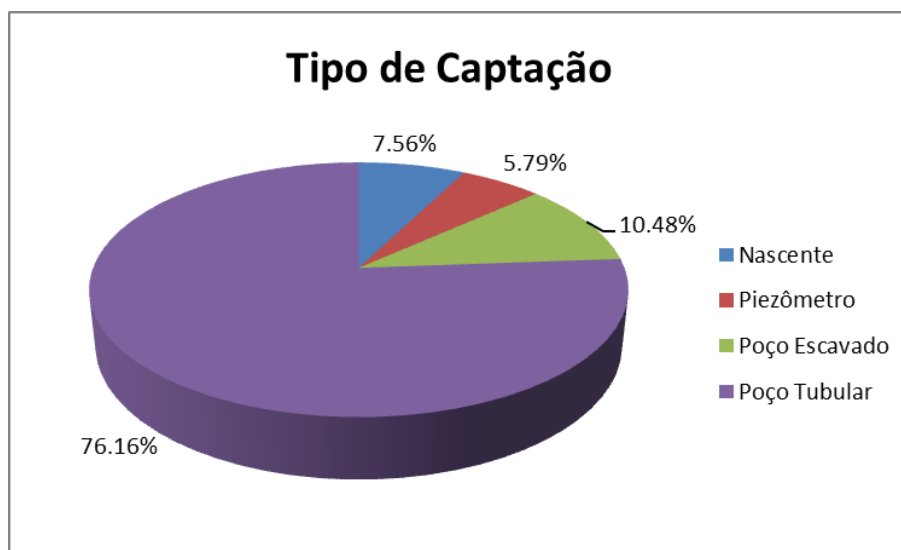




## 8.2.2 Características dos pontos de água inventariados

Os pontos d'água subterrânea inventariados na bacia do rio das Velhas são procedentes do levantamento nos bancos de dados SIAGAS/CPRM (consulta em março de 2013), CETEC (1985) e UFMG (1995). Complementam as informações os dados obtidos junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM/MG), e Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG).

No total foram inventariados 3.503 pontos de captação de água subterrânea. A Figura 8.2, mostra o tipo de captação inventariada na bacia do rio das Velhas.



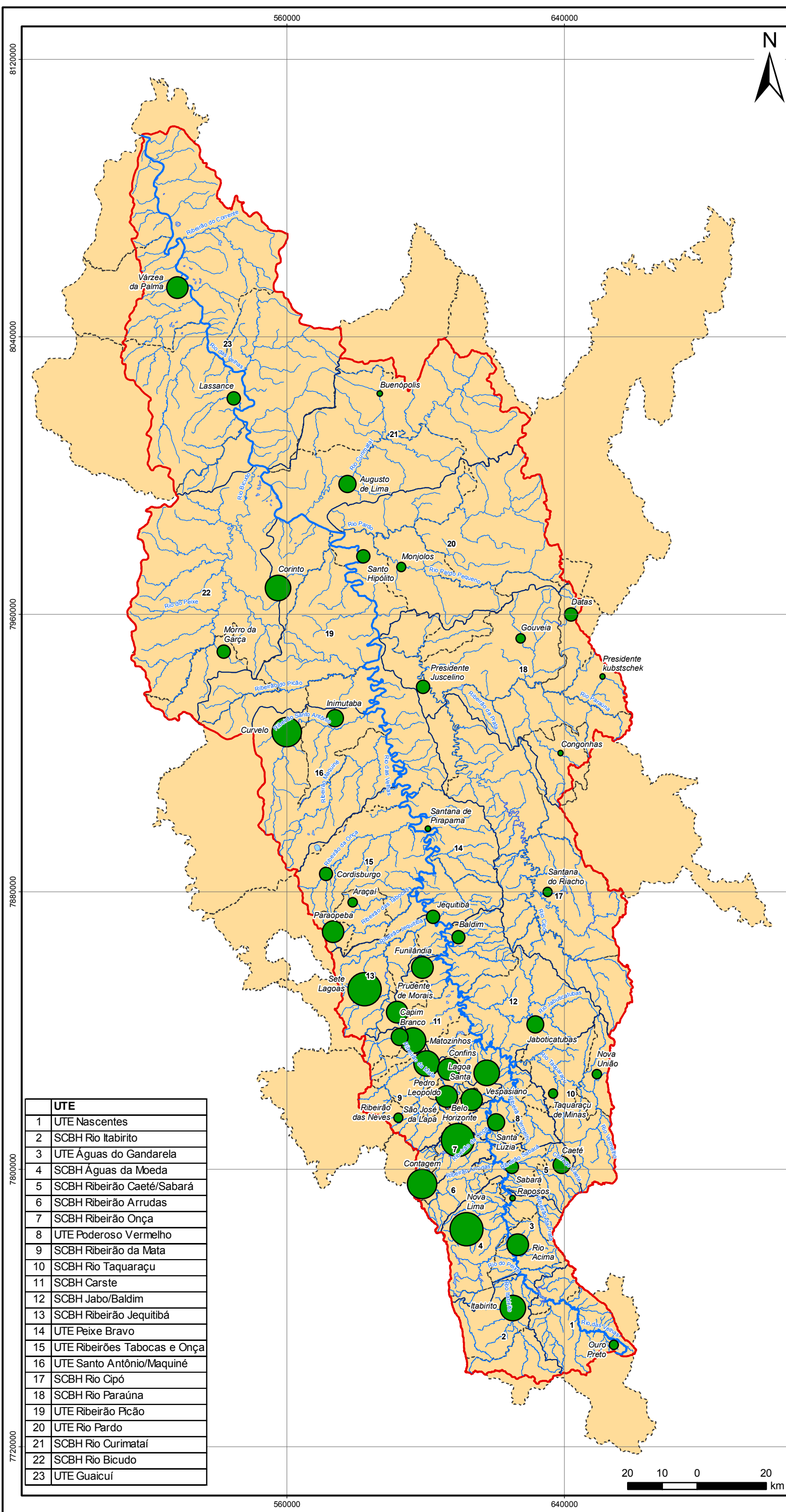
**Figura 8.2: Tipo de captação de água subterrânea encontradas na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

A Figura 8.2 mostra que a grande maioria (76,16%) das captações de água subterrânea na bacia é feita por meio de poços tubulares. Os poços escavados (cacimbas e captações em nascentes) também têm um grande número na região, ou seja, 18,04% das captações inventariadas pertence a essa categoria. Outra interferência no sistema aquífero existente na bacia ocorre através de 131 piezômetros que estão devidamente outorgados no IGAM.

As captações foram representadas na sede do município, para efeito de melhor visualização do mapa (Figura 8.3).

A distribuição territorial das captações de águas subterrânea na bacia do rio das Velhas mostra uma grande concentração na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Sobre esta distribuição deve ser considerado que os poços inventariados são em sua maioria provenientes do banco de dados da CPRM/SIAGAS que busca as informações junto ao IGAM. Assim, é possível afirmar que estes poços são os que possuem a outorga do direito de uso das águas subterrâneas. Estes dados levam a induzir que ainda existe uma boa gama de poços tubulares que não estão registrados no sistema, principalmente na porção norte e centro-norte da bacia.





**Figura 8.3: Mapa das Captações Subterrâneas Inventariadas na Bacia do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Número de Poços por Município**
- 0 - 5
  - 6 - 10
  - 11 - 20
  - 21 - 30
  - 31 - 50
  - 51 - 100
  - 101 - 200
  - 201 - 389
- Municípios
  - Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Captações: Compilado de SIAGAS, CETEC e UFMG

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

UTE	
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimatá
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaiçuí

**PDRH RIO DAS VELHAS**  
 Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: Apoio Técnico: Realização:



### 8.2.3 Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Os estudos da hidrologia subterrânea constituem uma ferramenta para conhecer o potencial das águas subterrâneas numa determinada região fornecendo informações sobre as condições de ocorrência e os volumes exploráveis sem prejuízo ambiental na utilização deste recurso. Neste contexto, foram avaliados, para a bacia do rio das Velhas, o potencial e a disponibilidade hídrica subterrânea por meio de dois métodos:

- A capacidade de produção dos poços expressa em vazão específica, tomando por base as captações existentes na bacia;
- A capacidade de armazenamento calculada com o estudo do regime de recessão ou de esgotamento do escoamento superficial.

A capacidade de produção representa o potencial de exploração de água subterrânea tomando por base os poços construídos na bacia. Já a capacidade de armazenamento foi obtida nos hidrogramas com as curvas de recessão ou esgotamento do escoamento superficial, parâmetro que reflete o volume das descargas subterrâneas aos rios (escoamento de base) e, conseqüentemente, indica as reservas renováveis de águas subterrâneas, das quais uma parcela constitui os recursos exploráveis com segurança para aquífero.

Para a estimativa do potencial e das disponibilidades hídricas subterrâneas utilizou-se a seguinte metodologia:

- **Coleta e análise dos dados disponíveis:** as informações de interesse para os estudos hidrogeológicos foram obtidas por meio de uma pesquisa bibliográfica seguida de análise e sistematização dos dados. Assim, foram selecionados os poços tubulares nos bancos de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS/CPRM) e estudo da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1981);
- **Produtividade das captações por meio de poços tubulares:** tratamento estatístico e análise dos parâmetros que mantém uma íntima relação com os parâmetros hidráulicos dos sistemas aquíferos, ou seja, permeabilidade, transmissividade e porosidade efetiva;
- **Capacidade de armazenamento subterrâneo:** construção dos hidrogramas de vazões diárias, compiladas no banco de dados da HIDROWEB da ANA, referentes a 16 estações fluviométricas escolhidas na bacia para subsidiar os cálculos dos volumes de escoamento subterrâneo anuais para viabilizar o cálculo das reservas renováveis e dos recursos hídricos subterrâneos exploráveis na bacia;
- **Áreas favoráveis à captação de água subterrânea:** definição das áreas favoráveis à captação de água subterrânea com base nas informações referentes à hidrogeologia, vazão dos poços existentes e qualidade das águas subterrâneas.

#### 8.2.3.1 Potencialidade e Disponibilidade Hídrica

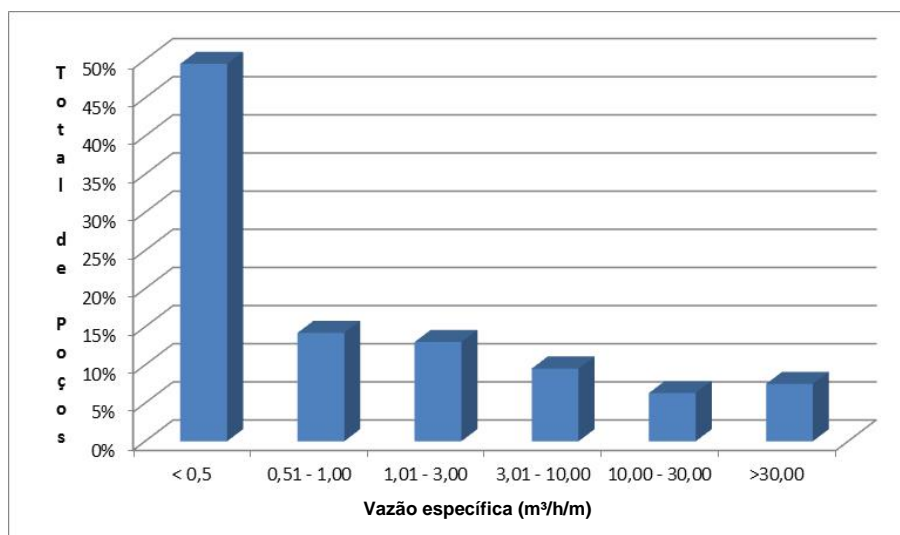
Potencialidade representa o volume total de água acumulada no aquífero que pode ser extraída por bombeamento, drenagem ou outro método direto. Ou seja, o conceito de potencialidade de um sistema

aquífero retrata as reservas totais. Já disponibilidade, agrega a vertente ambiental, referenciando volume que pode ser extraído, sem risco de exaustão ou dano ao sistema aquífero.

Neste trabalho inicialmente apresentam-se os estudos sobre as potencialidades dos sistemas aquíferos existentes na bacia do rio das Velhas, que tem a vazão específica como principal parâmetro de análise. No conjunto de 2.357 dados catalogados, 1.092 apresentam o dado de vazão específica que é base para a análise estatística da potencialidade dos poços na bacia do rio das Velhas.

A Figura 8.4 apresenta o comportamento do parâmetro vazão específica considerando a massa total de dados.

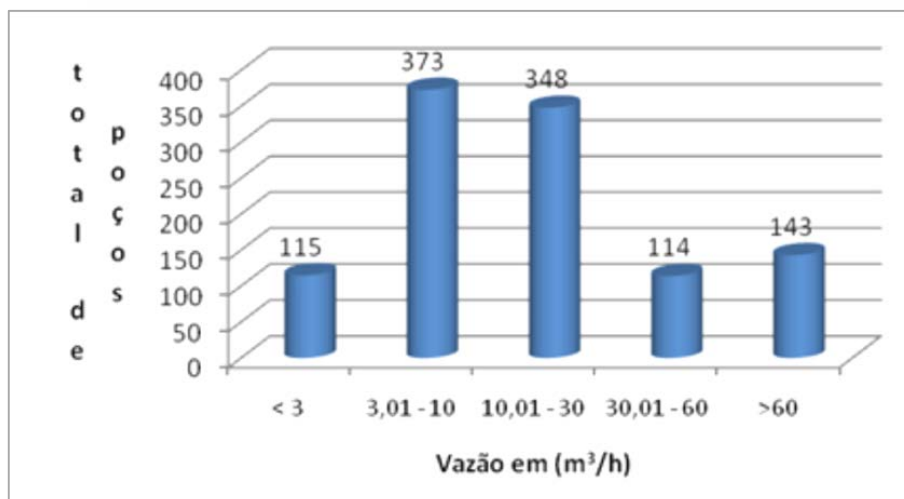
Nos dados de vazão específica, para os 1.092 poços catalogados este parâmetro varia entre 0,004 e 1.691,667 m<sup>3</sup>/h/m. Cerca de 50% (540 poços) apresentam uma vazão abaixo de 0,5 m<sup>3</sup>/h/m e 166 poços apresentam vazão inferior a 0,100 m<sup>3</sup>/h/m. Este gráfico trata os dados independentes do sistema aquífero, ou seja, com características hidrodinâmicas diferentes, conforme pode ser visto na amplitude dos valores encontrados.



**Figura 8.4: Distribuição da vazão específica dos poços inventariados na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

Portanto a partir da análise dos 1.092 poços que apresentam informações sobre a vazão específica, pode-se estimar que o potencial hidrogeológico da bacia do rio das Velhas é baixo a médio, pois 50% dos poços analisados apresentam vazão inferior a 0,5 m<sup>3</sup>/h/m. Como positivo, observa-se que o percentual de poços de alta vazão é significativo, onde cerca de 10% dos poços apresentam vazão superior a 30 m<sup>3</sup>/h/m com valores variando entre 31,54 a 1.691,00 m<sup>3</sup>/h/m.

Para este mesmo conjunto de dados, a vazão, em m<sup>3</sup>/h, determinada em teste de bombeamento, mostra um valor médio alto de 30,32 m<sup>3</sup>/h, porém com uma dispersão muito grande nos dados, 0,13 a 720 m<sup>3</sup>/h. A Figura 8.5 mostra a distribuição da vazão de produção estabelecida em ensaios de bombeamento para os mesmos 1.092 poços considerados na análise da vazão específica.



**Figura 8.5: Distribuição da vazão de produção dos poços inventariados. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

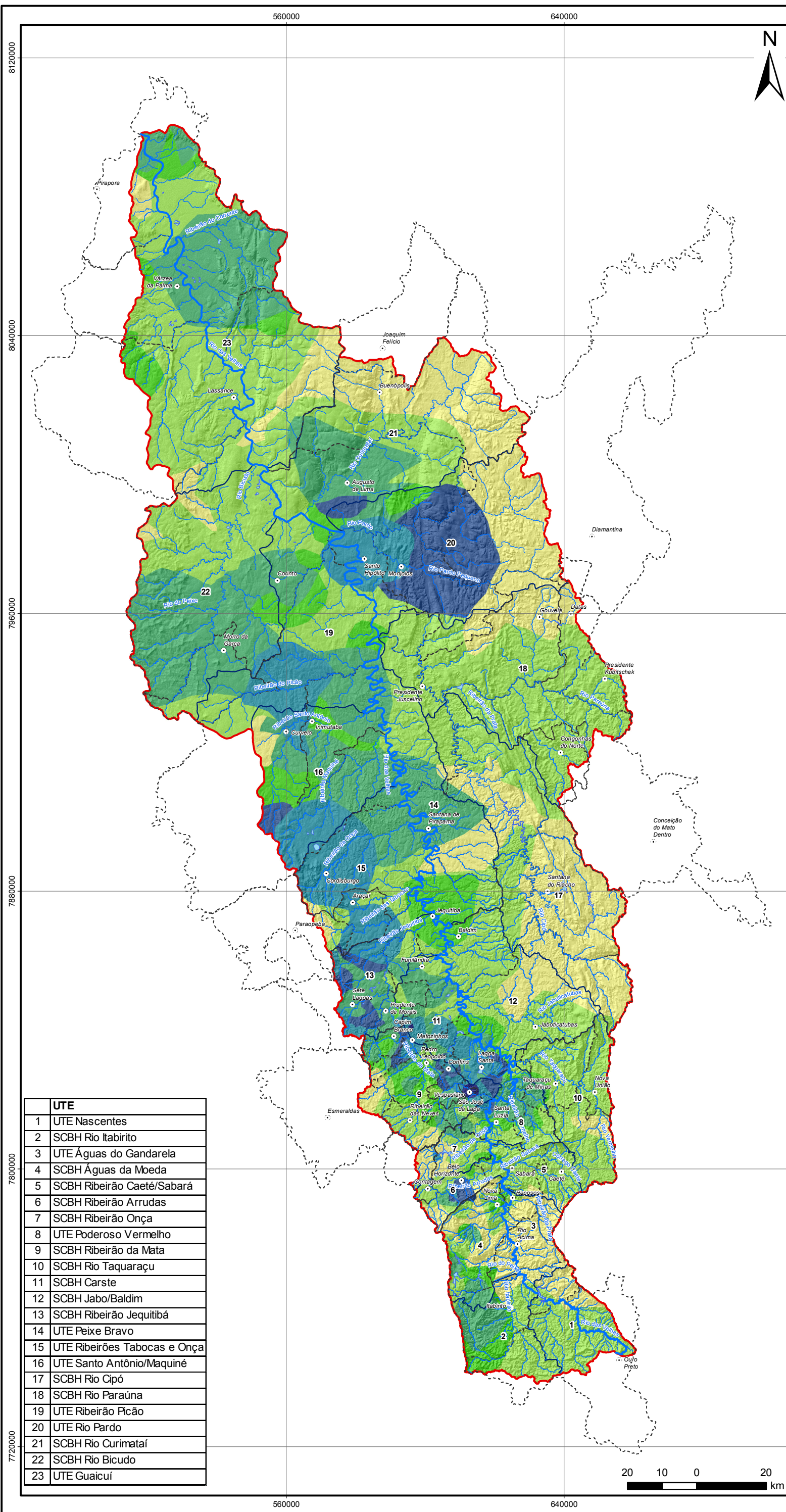
Ao considerar a vazão específica por unidade aquífera, os resultados são mais significativos e refletem a produtividade de cada um dos meios.

#### 8.2.3.2 Capacidade de Armazenamento – Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Para determinar a capacidade de armazenamento da bacia do rio Velhas, a metodologia adotada parte da decomposição dos hidrogramas elaborados com dados fluviométricos das estações em operação na bacia. Com isso, a capacidade de armazenamento será obtida nos hidrogramas com as curvas de recessão ou de esgotamento do escoamento superficial. Este parâmetro reflete o volume das descargas subterrâneas aos rios (escoamento de base) e, conseqüentemente, possibilita o cálculo das reservas renováveis de águas subterrâneas, das quais uma parcela constitui o potencial do aquífero passível de ser explorado, estimado em 35%, para a bacia como um todo.







**Figura 8.6: Mapa de Distribuição das Vazões Específicas dos Poços Inventariados na Bacia do Rio das Velhas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
- Unidades Territoriais Estratégicas - UTE

- Vazão Específica (m³/h/m)**
- 0 - 0,1
  - 0,1 - 0,5
  - 0,5 - 1
  - 1 - 5
  - 10 - 50
  - 5 - 10
  - > 50

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Vazão Específica: Elaborado a partir de dados do SIAGAS/CPRM

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

UTE	
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

**PDRH RIO DAS VELHAS**  
 Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: Apoio Técnico: Realização:



### 8.2.3.3 Capacidade de Armazenamento Subterrâneo

Capacidade de armazenamento subterrâneo ( $V_0$ ) é equivalente às reservas reguladoras de uma bacia hidrográfica, segundo Castany (1975). Corresponde ao volume de água livre armazenado em uma seção do aquífero, limitada por dois níveis piezométricos extremos, mínimo e máximo, sempre considerando um determinado período hidrológico.

Com os dados de deflúvios (superficial e subterrâneo) e da descarga subterrânea unitária, mostrados no Diagnóstico Geral (RP-02A) é possível analisar o comportamento hidrogeológico da bacia como um todo e mesmo da área de influência das estações fluviométricas. O percentual do deflúvio subterrâneo em relação ao deflúvio total possibilita tecer os seguintes comentários:

- Considerando o período seco 2000/2001 observa-se que a maioria dos percentuais do escoamento subterrâneos em relação ao total fica próximo a 50%, com o maior valor ocorrendo na estação de Itabirito (rio Itabirito) onde o escoamento total tem a contribuição de 73,25% da componente subterrânea. Esta observação indica que a bacia tem elevado valor de escoamento subterrâneo e por consequência alto índice de infiltração;
- O menor valor encontrado 18,70%, na estação de Ponte do Bicudo, mostra que a região possui uma baixa contribuição subterrânea ao deflúvio superficial;
- A descarga subterrânea específica, em L/s/km<sup>2</sup>, que representa um índice médio de produtividade de água subterrânea, apresenta valores 3,23 L/s/km<sup>2</sup> no período seco e 7,53 L/s/km<sup>2</sup> no período úmido, para a estação de Várzea da Palma, que representa a bacia como um todo. Como era de se esperar a descarga subterrânea específica é baixa considerando a área total da bacia, porém apresenta valores maiores aos valores encontrados na bacia rio Verde Grande, onde o máximo ficou em 1,0 L/s/km<sup>2</sup>;
- A estação de Ponte Raul Soares, localizada no rio das Velhas, município de Lagoa Santa é a que melhor identifica o comportamento do sistema cárstico, mesmo assim, a estação mostra uma pequena área de drenagem sobre este sistema, menos de 30% de sua abrangência total. Os valores do coeficiente de esgotamento ficaram em torno 0,0024 e 0,0025 para o período 1984/1985 e 2000/2001 respectivamente, mostra uma boa capacidade de infiltração na área cárstica da bacia.

### 8.2.3.4 Uso atual das águas subterrâneas

Os dados utilizados deste banco de dados foram coletados no mês de março de 2013, analisados e descartados os que continham inconsistência. No total constam do catálogo do IGAM 1.091 captações de águas subterrâneas e foram selecionadas para a análise estatística 1.001 captações. O Quadro 8.5 traz o número de captações outorgadas pelo IGAM por finalidade de uso.

**Quadro 8.5: Número de captações outorgadas por finalidade de uso na bacia do rio das Velhas (IGAM/MG).**

Finalidade de Uso	Número de Captações
Abastecimento Humano	225
Abastecimento Público	191
Dessedentação Animal	83

Finalidade de Uso	Número de Captações
Animal/Irrigação	21
Lavagem de Veículos	86
Irrigação	46
Industrial	328
Mineração	30
Outros (Lazer, etc.)	81
<b>Total de Outorgas</b>	<b>1.091</b>
<b>Outorgas utilizadas</b>	<b>1.001</b>

A seguir serão comentadas algumas finalidades de uso, tomando por base os dados do IGAM/MG, tendo em vista que os dados cadastrados no SIAGAS/CPRM e no IGAM tem boa parte dos dados duplicados, além de que os dados do SIAGAS acumulam informações de captações, principalmente poços tubulares, desde a década de 30, e muitos destes poços já não devem operar. Mesmo assim, os números apresentados devem ser vistos como estimativa, pois certamente, as outorgas ainda não devem cobrir todas as captações na bacia e o próprio banco traz alguma inconsistência.

**Água para abastecimento público:** As estimativas sobre o uso de águas estão baseadas nas informações levantadas junto ao banco de dados do IGAM/MG. Na verdade, esses dados refletem com maior precisão a disponibilidade de água, já que no inventário não constam dados sobre o regime real de operação, ou seja, a grande maioria das captações ainda não está dotada de hidrômetro e horímetro, que dariam maior confiabilidade aos dados.

No banco de dados do IGAM/MG onde constam as captações subterrâneas outorgadas, constam 189 poços outorgados, na finalidade “abastecimento público”. Para esses poços a vazão outorgada é de  $6,70 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/ano. Todas as captações são por meio de poços tubulares profundos.

**Água para uso pecuário:** No banco de dados do IGAM/MG aparecem duas finalidades para este uso: a dessedentação de animais e irrigação. Nestes dois grupos consta um total de 99 captações outorgadas com a seguinte vazão:  $2,89 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/ano.

**Água para irrigação:** Para esta finalidade o banco de outorgas apresenta um total de 11 poços usados na irrigação, 33 poços em irrigação e consumo humano e 18 poços em irrigação e dessedentação animal. Desse total de poços, o volume outorgado na finalidade irrigação exclusiva é de  $1,50 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/h e na finalidade irrigação e consumo humano é de  $8,53 \times 10^7$  m<sup>3</sup>/ano e irrigação e dessedentação animal o volume outorgado na bacia chega a  $5,31 \times 10^7$  m<sup>3</sup>/ano.

**Indústria e Mineração:** Os dados levantados apontam 342 poços para estas finalidades, deste total 12 foram descartados do cálculo devido à volumes excessivamente altos, que devem representar um erro no registro. Com base nos 330 poços em atividade, a indústria utiliza um montante de  $9,32 \times 10^{10}$  m<sup>3</sup>/ano das águas subterrâneas. Na atividade mineração que engloba as finalidades: pesquisa hidrogeológica, rebaixamento de nível d’água e extração mineral, a vazão anual outorgada alcança  $3,53 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/ano.



9

QUALIDADE DA ÁGUA



## 9 QUALIDADE DA ÁGUA

### 9.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS

A avaliação qualitativa das águas da bacia hidrográfica do rio das Velhas fundamentou-se na série histórica de resultados da rede básica de qualidade das águas do Estado de Minas Gerais operada sistematicamente desde 1997 por meio do Projeto Águas de Minas, executado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Adicionalmente, foram utilizados os dados de monitoramento da qualidade das águas de redes dirigidas operadas pelo IGAM para obtenção de informações de áreas com influências específicas, quais sejam atividades industriais, minerárias e de infraestrutura.

Os subsídios utilizados para a análise da qualidade da água foram:

- Resumo da Disponibilidade Hídrica Qualitativa do PDRH Rio das Velhas (2004);
- Redes de Monitoramento do Projeto Águas de Minas, Alto Velhas e Saneamento e Cidadania;
- Rede de Monitoramento da Pampulha; e
- Rede de Monitoramento da Cidade Administrativa;

No Quadro 9.1 são sintetizadas as bases de dados de qualidade das águas superficiais disponibilizada pelo IGAM.

**Quadro 9.1: Redes de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais Operadas pelo IGAM na bacia do rio das Velhas.**

Rede de Monitoramento	Período de Dados	Número de Estações	Frequência de Monitoramento
Rede básica – Projeto Águas de Minas	1997-2012	46, sendo 19 da Meta 2014	Trimestral Mensal (Meta 2014)
Rede dirigida – Alto Velhas	Nov/2002-2012	24, sendo 7 coincidentes com os pontos do Projeto Águas de Minas	Trimestral
Rede dirigida – Saneamento e Cidadania	Out/2005-2012	33, sendo 13 coincidentes com os pontos do Projeto Águas de Minas e 1 com os pontos da rede do Alto Velhas	Trimestral
Rede dirigida – Pampulha	2006-2012	39	Trimestral
Rede dirigida – Cidade Administrativa	Jan-Out/2012	9	Trimestral

Fonte: IGAM (2013).

A localização dos pontos analisados é mostrada na Figura 9.1, que apresenta a divisão das Unidades Territoriais Estratégicas (UTES) e o enquadramento dos cursos de água, conforme a Deliberação Normativa COPAM nº 20/1997.

Para caracterização da qualidade das águas superficiais foram analisados os resultados dos ensaios físicos, químicos e biológicos (microbiológicos, hidrobiológicos e ecotoxicológico), disponibilizados pelo IGAM. Complementarmente, foram incorporados os indicadores empregados pelo IGAM, quais sejam: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Contaminação por Tóxicos (CT), Índice do Estado Trófico (IET) e o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), além do Índice de Balneabilidade (IB), conforme metodologia estabelecida pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

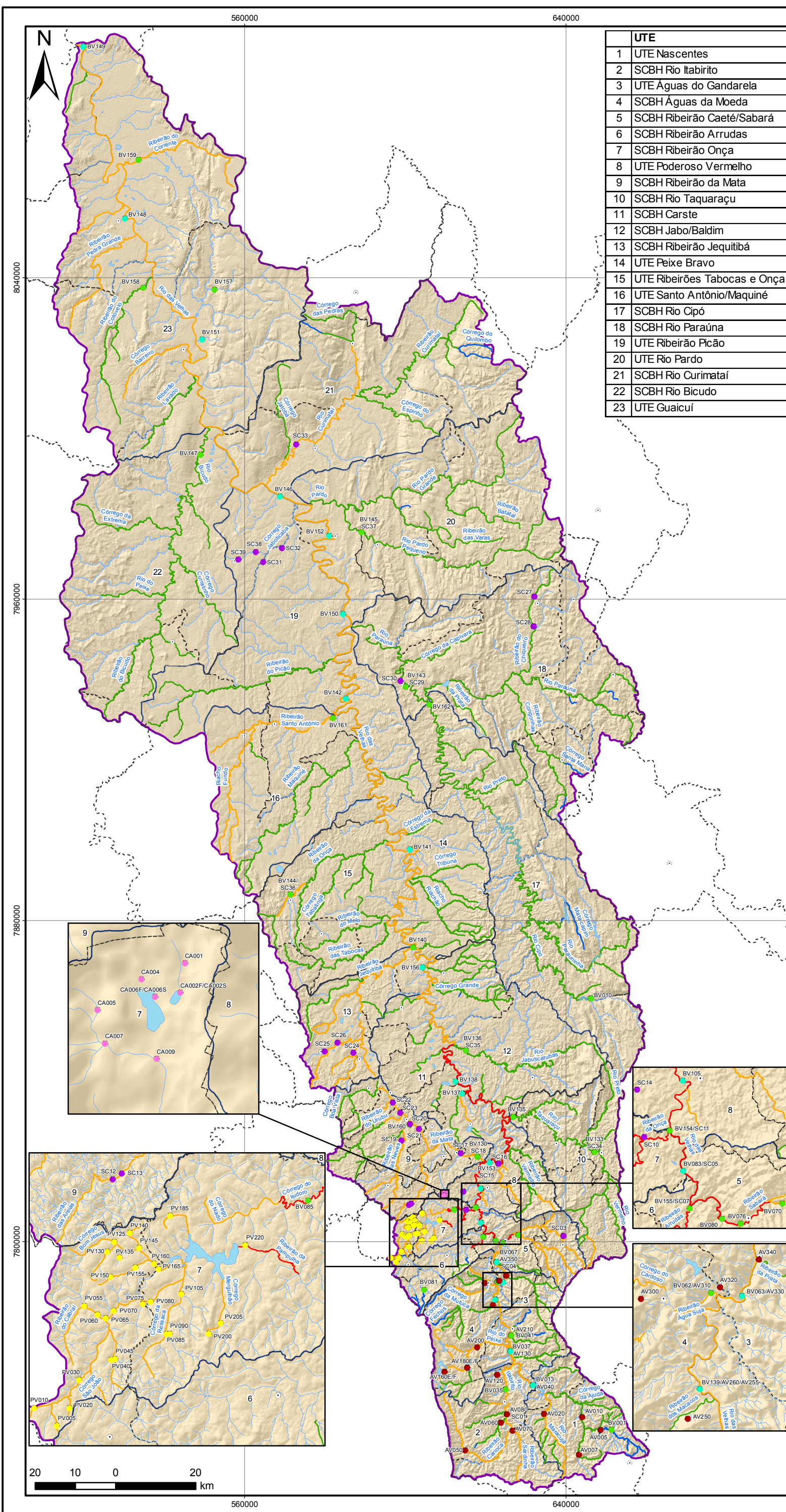
Os dados do período de 2004 a 2012 foram organizados, tratados e apresentados em forma gráfica, sendo realizadas análises temporais e espaciais, observando-se a influência da sazonalidade. Neste contexto foram consideradas as seguintes abordagens distintas:

- 1) Avaliação da qualidade das águas da bacia rio das Velhas, com base nos dados das redes de monitoramento do Projeto Águas de Minas, Alto Velhas e Saneamento e Cidadania;
- 2) Avaliação dos aspectos qualitativos da calha do rio das Velhas, sendo contemplado ainda o entendimento das contribuições dos principais afluentes no rio principal. Ademais, foi analisada em maior detalhe a situação da qualidade do rio no trecho inserido na RMBH, com o propósito de avaliar as alterações ocorridas em função das ações da Meta 2010;
- 3) Avaliação da bacia considerando a divisão em trechos, Alto rio das Velhas, Médio Alto rio das Velhas, Médio Baixo rio das Velhas e Baixo rio das Velhas, em função das diferenças expressivas de contingente populacional, atividades econômicas, agentes poluidores e as modificações na qualidade das águas relacionadas;
- 4) Avaliação das redes dirigidas Pampulha e Cidade Administrativa, devido aos objetivos específicos de cada monitoramento, com identificação do atendimento à legislação e análise dos indicadores IQA, CT, IET e ICE.

Este relatório, com caráter sintético, irá focar na discussão dos resultados das Redes de Monitoramento do Projeto Águas de Minas, Alto Velhas e Saneamento e Cidadania, que compreendem a rede que engloba a bacia em questão, sendo o item (1), supracitado.

O detalhamento da metodologia de análise dos dados, a descrição dos índices utilizados para caracterização da qualidade da água e os itens (2), (3) e (4), são apresentados no Diagnóstico Geral (RP-02A).





UTE	
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimatá
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

**Figura 9.1: Mapa de Localização das Estações de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Redes de Monitoramento da Qualidade das Águas**
- Rede Básica - Projeto Águas de Minas
  - Rede Básica - Projeto Águas de Minas - Meta 2010
  - Rede Dirigida - Alto velhas
  - Rede Dirigida - Saneamento e cidadania
  - Rede Dirigida - Pampulha
  - Rede Dirigida - Cidade Administrativa
- Enquadramento dos Cursos de Água**
- Classe Especial
  - Classe 1
  - Classe 2
  - Classe 3
  - Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Estação de Qualidade da Água: IGAM

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:950.000

**PDRH RIO DAS VELHAS**

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: ecoplan ENGENHARIA

Apoio Técnico: Skill ENGENHARIA

Realização: CBH Rio das Velhas



A seguir serão discutidos os resultados das Redes de Monitoramento do Projeto Águas de Minas, Alto Velhas e Saneamento e Cidadania. Serão apresentados os resultados da avaliação da conformidade com os padrões da legislação, dos índices de qualidade da água: IQA, CT, IET, ICE e IB para a bacia do rio das Velhas. Avaliação semelhante para as águas do rio das Velhas e a influência da sazonalidade se encontram detalhadas no Diagnóstico Geral (RP-02A).

### 9.1.1 Avaliação da conformidade com os padrões da legislação

Os percentuais de resultados que não atenderam aos padrões de qualidade das classes de enquadramento, dos períodos de 1997 a 2003 e 2004 a 2012, para a totalidade de pontos de amostragem das águas superficiais da bacia e exclusivamente para aqueles localizados no curso do rio das Velhas são apresentados na Figura 9.2.

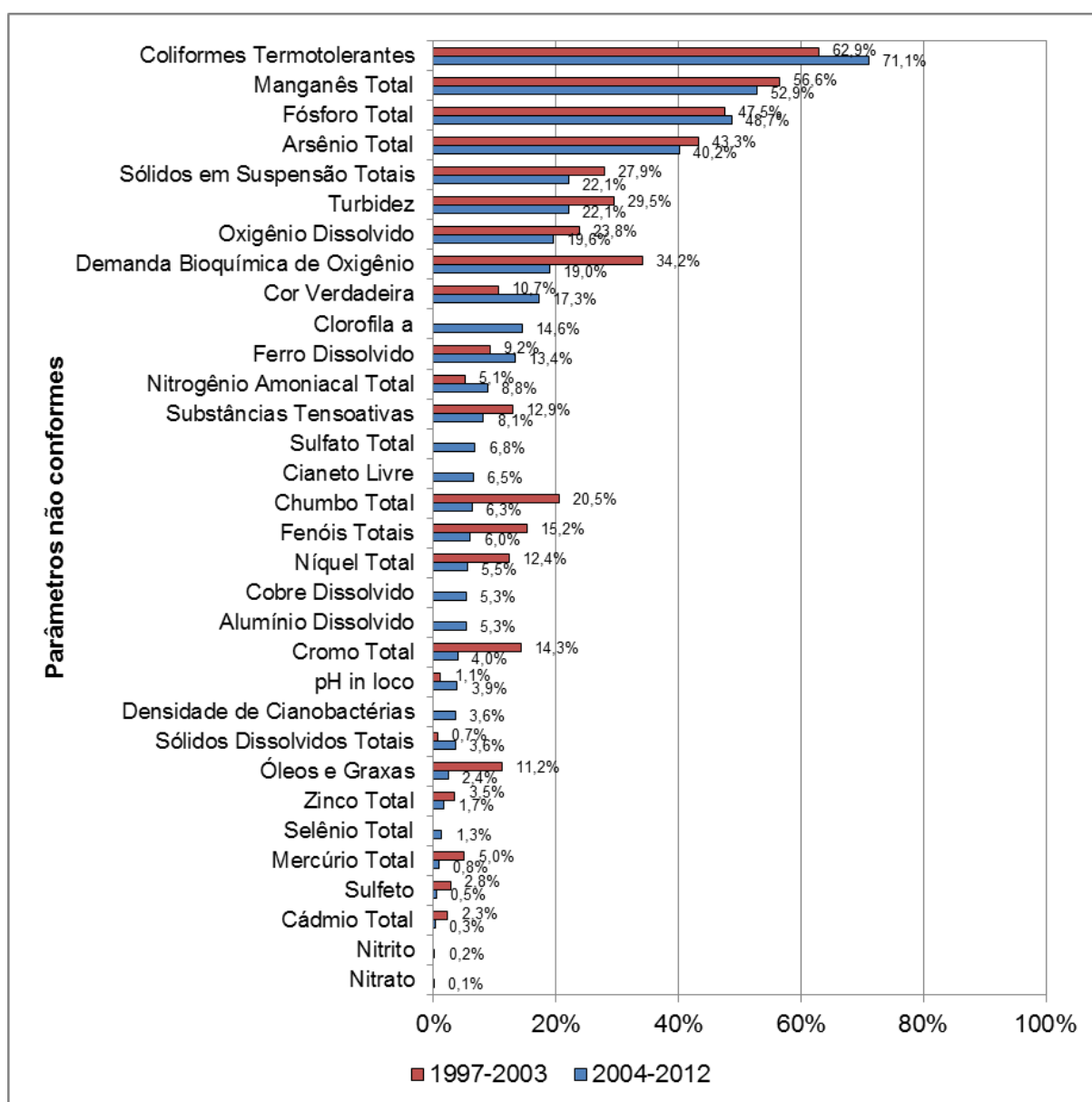


Figura 9.2: Parâmetros não conformes para o conjunto de pontos de amostragem da bacia do rio das Velhas, Períodos 1997-2003 e 2004-2012. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

Relativamente ao conjunto de pontos da bacia do rio das Velhas, foram observados percentuais de desconformidade expressivos para as variáveis Coliformes termotolerantes e Fósforo total, com pequeno aumento temporal, indicando a forte presença de esgotos domésticos nos corpos hídricos monitorados, bem como interferência devido a atividades agropecuárias.

Para as variáveis sanitárias Oxigênio dissolvido, Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno e, principalmente, DBO, houve redução do percentual de resultados não conformes a partir de 2004, esta última de 34,2% (1997 a 2003) para 18,9% (2004 a 2012).

Os expressivos valores de percentuais de ultrapassagem de Manganês total refletiram a sua presença natural no solo, acrescida da contribuição oriunda do Alto rio das Velhas, que abrange parte do Quadrilátero Ferrífero, onde esse metal ocorre de forma abundante. Em relação aos Sólidos em suspensão totais e Turbidez, observou-se uma leve redução no período recente, entre 2004 e 2012. As variáveis Cor verdadeira e Ferro dissolvido mostraram comportamento distinto com pequeno aumento temporal dos percentuais de não atendimento, ressaltando a presença de extensas jazidas de minério de ferro no alto curso da bacia.

Quanto aos componentes tóxicos detectados, vinculados em especial às atividades minerárias e industriais, destacaram-se os percentuais de teores não conformes de Arsênio total, cuja presença na bacia associa-se em especial ao minério de ouro, com importantes jazidas no Quadrilátero Ferrífero. Já os metais na forma total, Chumbo, Cromo e Níquel, e Fenóis totais, apontaram substancial abatimento dos percentuais de não conformidade no período recente.

Cabe destacar o comprometimento microbiológico das águas do rio das Velhas com aumento de contagens não conformes de Coliformes termotolerantes em relação aos padrões das classes de enquadramento, de 64,2% (1997 a 2003) para 71,4% (2004 a 2012), assim como das violações das concentrações de Fósforo total, igual a 55,8% no período recente, indicando, sobretudo, a presença de esgotos domésticos nas águas do rio das Velhas somada à contribuição da agropecuária. Por outro lado, houve expressiva redução nos percentuais de não atendimento de DBO, de 33,6% para 12,8%, respectivamente, entre 1997 e 2003 e 2004 e 2012, evidenciando a diminuição da carga orgânica remanescente, provavelmente associada à ampliação dos sistemas de tratamento de esgotos. As variáveis Clorofila *a* e Densidade de cianobactérias foram avaliadas apenas no período recente e indicaram maior percentual de resultados não conformes nas águas do rio das Velhas, comparativamente ao conjunto de pontos da bacia.

### **9.1.2 Índice de Qualidade das Águas – IQA**

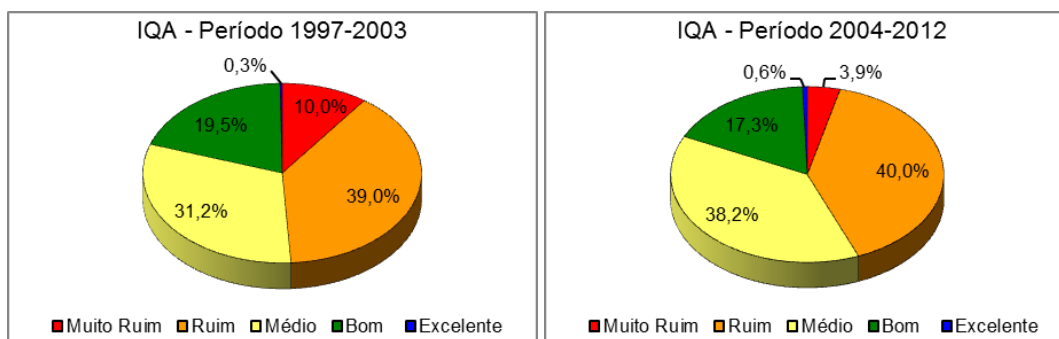
O IQA é calculado com base nos seguintes parâmetros: Oxigênio dissolvido, Coliformes termotolerantes, pH, Demanda bioquímica de oxigênio, Fosfato total, Nitrato, Temperatura, Turbidez e Sólidos totais. O índice varia de 0 a 100 e quanto menor seu valor, pior a qualidade da água relacionada à degradação por esgotos domésticos e outros materiais orgânicos, sólidos e nutrientes. O Quadro 9.2 apresenta as faixas de classificação do IQA.

**Quadro 9.2: Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA.**

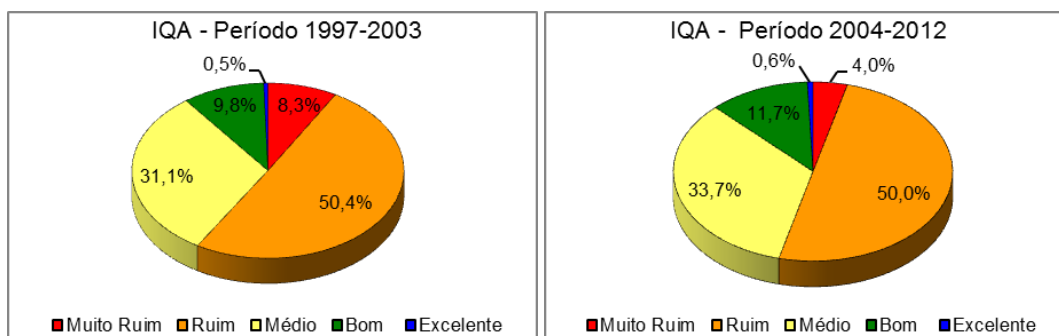
Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$

Fonte: IGAM (2010).

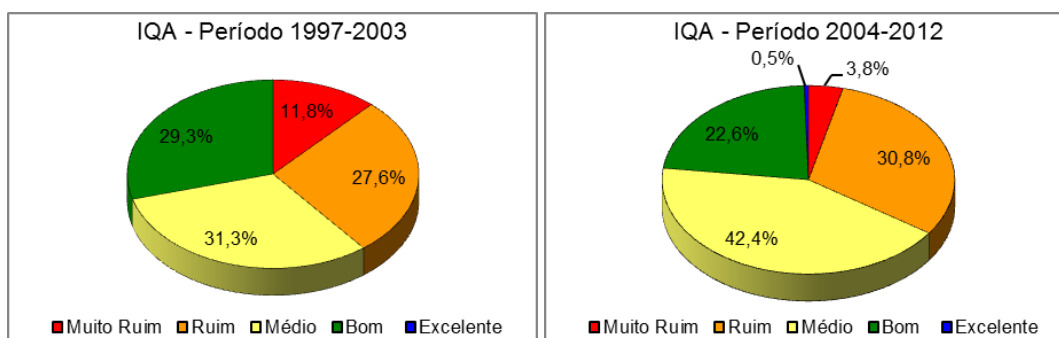
A distribuição percentual das faixas do IQA na bacia do rio das Velhas nos períodos de 1997 a 2003 e 2004 a 2012 é mostrada na Figura 9.3. A influência da sazonalidade é avaliada nas Figura 9.4 e Figura 9.5, respectivamente, para as épocas de chuvas e de estiagem. O detalhamento deste enfoque para o Alto, Médio Alto, Médio Baixo e Baixo rio das Velhas é apresentado no RP02A - Diagnóstico Geral da Bacia.



**Figura 9.3: Distribuição Percentual das Faixas de IQA para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**



**Figura 9.4: Distribuição Percentual das Faixas de IQA na Época de Chuvas para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**



**Figura 9.5: Distribuição Percentual das Faixas de IQA nas Épocas de Estiagem para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

Observou-se discreta melhora na qualidade das águas ao longo dos anos, sobressaindo-se a redução do percentual do nível Muito Ruim de 10% para 3,9% e o aumento do Médio de 31,2% para 38,2%, respectivamente, entre 1997 e 2003 e 2004 e 2012, para o conjunto de pontos da bacia.

A influência sazonal foi acentuada, com pior condição na época de chuvas, sendo que cerca de 50% dos valores de IQA indicaram categoria Ruim nos dois períodos de tempo avaliados. Na época de estiagem predominaram os níveis Médio e Bom.

Avaliação semelhante para as águas do rio das Velhas encontra-se detalhada no Diagnóstico Geral (RP-02A).

### 9.1.3 Contaminação por Tóxicos - CT

A distribuição percentual das faixas da CT na bacia do rio das Velhas nos períodos de 1997 a 2003 e 2004 a 2012 é mostrada na Figura 9.6.

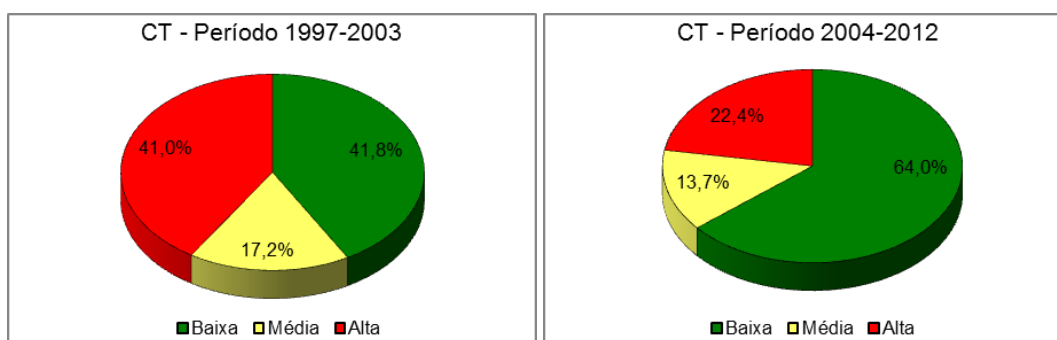


Figura 9.6: Distribuição Percentual dos Valores de CT para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

Observou-se para o conjunto de pontos de amostragem operados na bacia significativa melhora da qualidade das águas ao longo dos anos associada à distribuição percentual das faixas da CT. Ocorreu aumento dos percentuais da faixa Baixa, de 41,8% para 64,0%, respectivamente, entre 1997 e 2003 e 2004 e 2012, concomitante à redução dos valores da faixa Alta, de 41,0% para 22,4%.

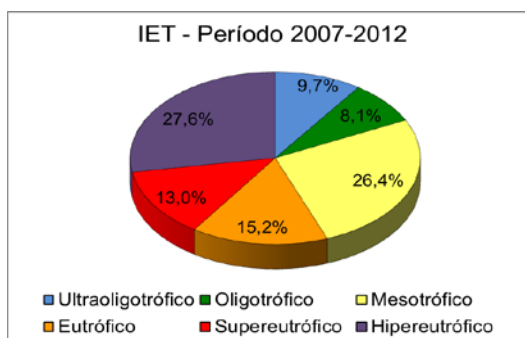
A análise dos dados de qualidade das águas indicou que os parâmetros responsáveis pela ocorrência da faixa de CT Alta foram, principalmente, o Arsênio total e Chumbo total, Cianeto livre, Nitrogênio amoniacal total e Fenóis totais, sendo que os dois últimos possivelmente estão associados ao excesso de esgotos domésticos presentes nos cursos de água. Os metais Chumbo e Níquel, o Cianeto livre e, ainda, os Fenóis totais, podem ser originados das atividades industriais, com ênfase para o ramo metalúrgico. Quanto à ocorrência de altos teores de Arsênio total, como mencionado anteriormente, a despeito de estar presente naturalmente no Alto rio das Velhas, pode relacionar-se também à atividade de mineração desenvolvida nesta região.

### 9.1.4 Estado Trófico – IET

O cálculo do IET foi implementado na rede básica do estado de Minas Gerais a partir de 2007, com a inclusão no monitoramento do ensaio de Clorofila *a*, variável utilizada no cálculo deste índice juntamente com o parâmetro Fósforo total. Este índice avalia a qualidade das águas quanto ao

enriquecimento por nutriente e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas e cianobactérias, por meio da classificação em diferentes graus de trofia.

A distribuição percentual das faixas do IET para o conjunto de pontos da bacia do rio das Velhas entre 2007 e 2012 é mostrada na Figura 9.7.



**Figura 9.7: Distribuição Percentual das Faixas de IET para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

Predominou alto grau de trofia, com 55,8% dos valores do IET entre Eutrófico e Hipereutrófico, apenas 18,2% nas faixas consideradas de baixa trofia, Ultraoligotrófico e Oligotrófico, e um pouco mais de um quarto indicaram classificação Mesotrófica. Quanto à influência da sazonalidade, o quadro mais crítico ocorreu na época de estiagem, com 57,3% dos valores de IET retratando alta trofia, dos quais 31% relativos à categoria Hipereutrófica, em contraposição à época de chuvas, equivalente a 54,1% de condição de alta trofia, sendo 23,9% no nível Hipereutrófico.

### 9.1.5 Índice de Conformidade ao Enquadramento - ICE

O ICE foi calculado de acordo com conjunto de parâmetros selecionados pelo IGAM, que estão associados aos lançamentos de esgotos domésticos e das atividades industriais na bacia, denominado ICE (Sanitário +Industrial). Ainda, foi feita uma adaptação considerando-se para o cálculo deste índice o conjunto completo de parâmetros e apenas aqueles relacionados às pressões decorrentes das indústrias, denominados ICE (Industrial).

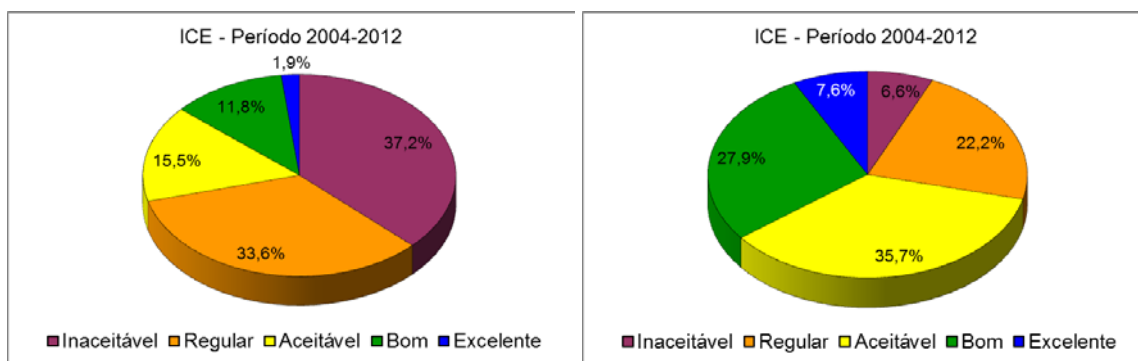
Em geral, os resultados do ICE (Sanitário+Industrial) identificou situação consideravelmente mais crítica em comparação aos resultados do ICE (Industrial), reiterando a influência dos esgotos domésticos na degradação da qualidade das águas da bacia, como detalhado na sequência.

Os resultados da avaliação do ICE (Industrial) médio anual apontaram acentuada melhora, variando predominantemente entre Bom e Aceitável, até mesmo nos tributários ribeirões Arrudas, do Onça e da Mata, que recebem lançamentos de expressivos de efluentes do polo industrial instalado na RMBH. Observou-se, contudo, no rio das Velhas a partir da confluência com o rio Jaboticatubas (BV156) resultados na faixa Inaceitável, assim como no córrego do Diogo (SC25) e ribeirão do Matadouro que recebem os lançamentos de Sete Lagoas.

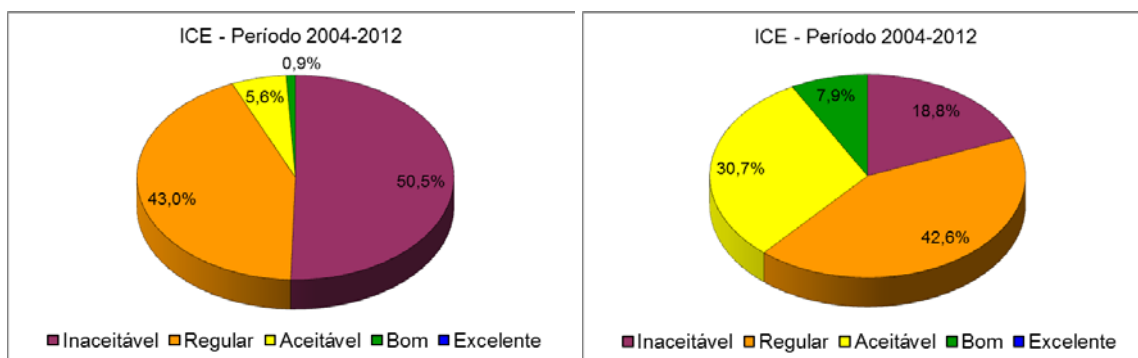
Em complementação é apresentada na Figura 9.8 a distribuição percentual das faixas do ICE (Sanitário+Industrial) e ICE (Industrial) na bacia do rio das Velhas, no período de 2004 a 2012. A influência da sazonalidade é avaliada nas Figura 9.9 e Figura 9.10, respectivamente, para as épocas

de chuva e de estiagem. Na bacia do rio das Velhas a distribuição percentual das faixas de ICE (Sanitário+Industrial) mostrou predomínio da faixa Regular (33,6%) e Inaceitável (37,2%), enquanto que em relação ao ICE (Industrial), 63,6% dos resultados indicaram os níveis Bom e Aceitável. A análise sazonal indicou pior condição na época de chuvas, nas duas abordagens consideradas para o cálculo deste índice.

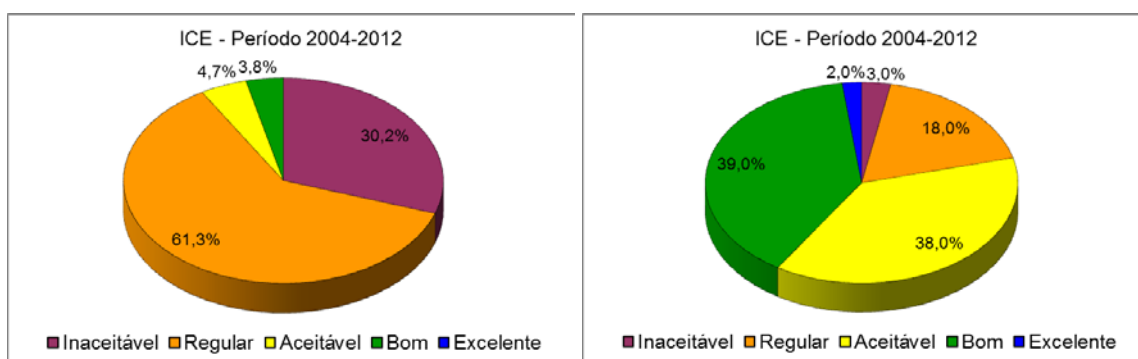
Dessa forma, com base no ICE ficou evidente o impacto das chuvas e, conseqüentemente das cargas difusas, na piora da condição de qualidade das águas da bacia do rio das Velhas.



**Figura 9.8: Distribuição Percentual das Faixas de ICE (Sanitário+Industrial) à esquerda e ICE (Industrial) à direita para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**



**Figura 9.9: Distribuição Percentual das Faixas de ICE (Sanitário+Industrial) à esquerda e ICE (Industrial) à direita na Época de Chuvas para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**



**Figura 9.10: Distribuição Percentual das Faixas de ICE (Sanitário+Industrial) à esquerda e ICE (Industrial) à direita na Época de Estiagem para a bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

Avaliação semelhante para as águas do rio das Velhas se encontra detalhada no Diagnóstico Geral (RP-02A).



### 9.1.6 Ensaios Ecotoxicológicos

A avaliação da condição ecotoxicológica das águas integra as informações de qualidade química das águas, uma vez que determina efeitos tóxicos causados por uma variável ou uma mistura dessas aos organismos aquáticos. Os efeitos são detectados por respostas fisiológicas, sendo que o efeito Agudo decorre da ação deletéria de agentes tóxicos a organismos vivos em curto período de exposição, enquanto o efeito Crônico relaciona-se à exposição que pode abranger parte ou a totalidade do ciclo de vida dos organismos. A distribuição percentual dos resultados dos Ensaios de Ecotoxicidade relativos a 2004 e 2007 a 2012 para a bacia é apresentada na Figura 9.11.

Observou-se o predomínio de registros não tóxicos sobre os organismos teste - *Ceriodaphnia dubia*. Os resultados de efeito tóxico Crônico não excederam 34% em nenhum dos anos avaliados e os percentuais de efeito tóxico Agudo se limitaram a 2,8% das determinações a partir de 2009, ressaltando a condição bem mais crítica observada em 2004 (9,1%).

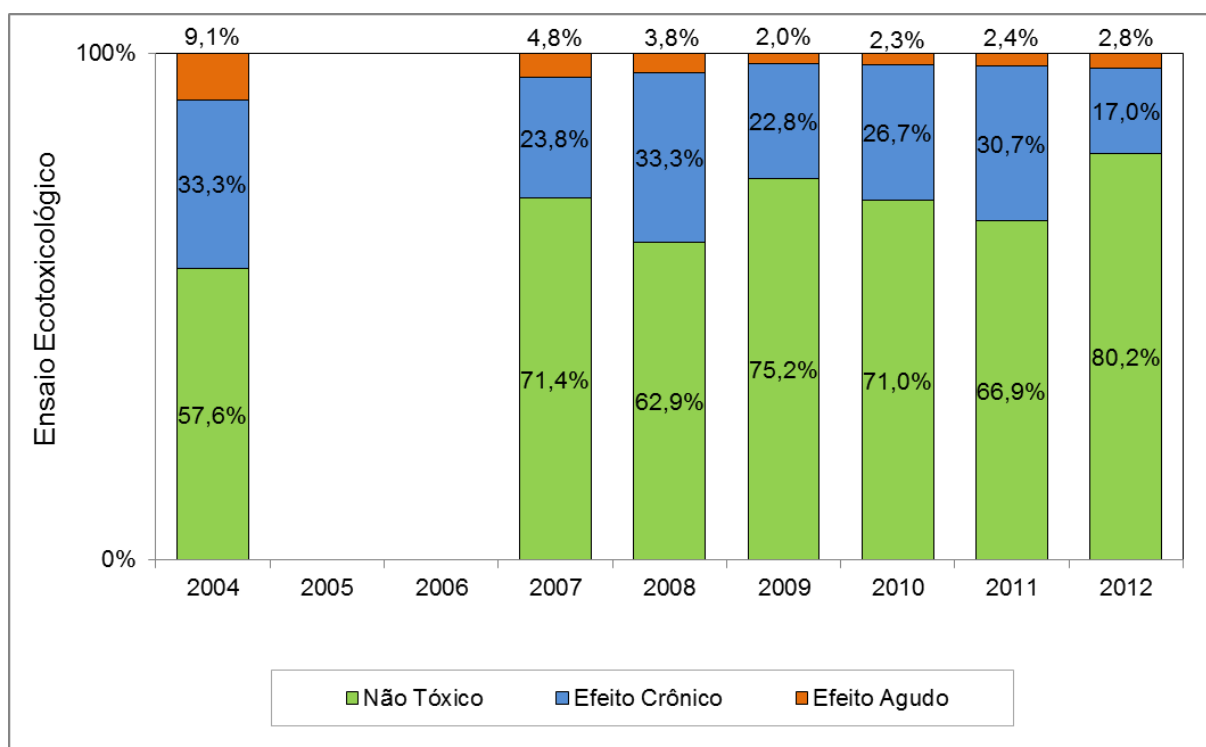


Figura 9.11: Evolução temporal dos Resultados de Ensaios Ecotoxicológicos. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

### 9.1.7 Índice de Balneabilidade – IB

A qualificação anual das águas do rio das Velhas, para fins de contato primário, com base nos resultados mensais de Coliformes termotolerantes, do período de 2009 a 2012, obtidos em 19 estações de amostragem da Meta 2014 é apresentada no Quadro 9.3.

Observa-se que a totalidade dos trechos monitorados do rio das Velhas apontou categoria Ruim ou Péssima, em termos de balneabilidade, apresentando na quase totalidade condições impróprias para recreação de contato primário em percentual igual ou superior a 50% do ano.

**Quadro 9.3: Classificação Anual das Águas do Rio das Velhas Quanto ao Índice de Balneabilidade – IB.**

Código da Estação	Categorias de Índice de Balneabilidade			
	2009	2010	2011	2012
BV013	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV037	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV063	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV067	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV083	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV105	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV137	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV138	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV139	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV141	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV142	Péssima	<b>Ruim</b>	<b>Ruim</b>	Péssima
BV146	<b>Ruim</b>	Péssima	Péssima	Péssima
BV148	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV149	<b>Ruim</b>	Péssima	Péssima	<b>Ruim</b>
BV150	Péssima	Péssima	Péssima	<b>Ruim</b>
BV151	<b>Ruim</b>	Péssima	Péssima	<b>Ruim</b>
BV152	Péssima	Péssima	Péssima	<b>Ruim</b>
BV153	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima
BV156	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

## 9.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Com relação às águas subterrâneas, embora tenham sido encaminhados à COPASA e às prefeituras municipais ofícios com a solicitação de dados de monitoramento de qualidade das águas, não foram obtidas tais informações. Dessa maneira, esse aspecto constitui uma lacuna do conhecimento no diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas no âmbito da bacia em estudo.



10

USOS DA ÁGUA E DEMANDAS HÍDRICAS



## 10 USOS DA ÁGUA E DEMANDAS HÍDRICAS

### 10.1 DEMANDAS HÍDRICAS

O presente estudo baseia-se na existência de três grandes grupos de usos da água, relativamente às formas com que interagem com os mananciais hídricos: usos consuntivos, usos não-consuntivos e usos qualitativos.

Ao primeiro grupo pertencem aqueles usos que importam na retirada (derivação) de água do manancial, diminuindo, por consequência, a disponibilidade de água a jusante. Já os usos não-consuntivos, como o próprio nome denota, caracterizam-se pela ausência de retirada de água do manancial, embora demandem certas vazões ou quantidades disponíveis para que tenham condições plenas de ocorrência. Podem também englobar aqueles usos que retiram água dos mananciais, mas que as devolvem sem haver subtração significativa em termos quantitativos. Os usos qualitativos são aqueles referentes ao lançamento de carga poluidora no manancial.

A metodologia de cálculo e maior detalhamento do diagnóstico por município e por UTE encontra-se detalhado no Diagnóstico Geral (RP-02A).

#### 10.1.1 Usos Consuntivos

As categorias de uso consuntivo consideradas neste trabalho foram abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais e mineração.

Foram consideradas como vazões de retirada as vazões captadas, vazões de retorno as vazões lançadas nos corpos d'água após o seu uso e as vazões consumidas a diferença entre as vazões de retirada e de retorno.

##### 10.1.1.1 Abastecimento Humano (Urbano e Rural)

Para o cálculo da demanda para o abastecimento urbano foram utilizados os volumes de água disponibilizados no SNIS para o ano de 2010. Para os municípios onde não havia dados no SNIS, foram utilizados os dados do Atlas de Abastecimento de Água (ANA, 2010) e dados fornecidos pela prestadora de serviço da localidade.

A Norma Brasileira nº 9.649, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), recomenda, na falta de valores experimentais, o valor de 0,8 para o coeficiente de retorno.

No Quadro 10.3 estão apresentadas as vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas para o abastecimento humano urbano na bacia do rio das Velhas.

**Quadro 10.1: Vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas para abastecimento humano na bacia do rio das Velhas.**

Demanda para a Bacia do rio das Velhas	Vazões		
	Retirado (m <sup>3</sup> /s)	Retornado (m <sup>3</sup> /s)	Consumido (m <sup>3</sup> /s)
Abastecimento Urbano	8,7734	10,5386	6,5554
Abastecimento Rural	0,1654	0,0827	0,0827

Fonte: SNIS (2010) e Atlas de Abastecimento de Água (ANA, 2010).  
Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

Em virtude da transposição de água da bacia do rio Paraopeba para a bacia do rio das Velhas, a vazão de retorno na bacia do rio das Velhas supera a vazão de retirada. A maior vazão de retirada é evidenciada na calha do rio das Velhas, em decorrência da captação do Sistema Integrado Rio das Velhas, onde ocorre a retirada de água para atender 74% das demandas de Belo Horizonte, como também dos municípios de Raposos, Nova Lima, Sabará e Santa Luzia. O retorno da vazão captada no rio das Velhas acaba acontecendo principalmente na UTE Ribeirão Arrudas, onde está situada a sede de Belo Horizonte.

#### 10.1.1.2 Abastecimento Industrial

Para a estimativa das vazões de retirada para a indústria foram utilizadas as vazões outorgadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Considerou-se o valor de coeficiente de retorno semelhante ao utilizado para o segmento urbano, ou seja, 0,8. A vazão consumida foi determinada pela diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno. No Quadro 10.2 estão apresentadas as vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas para o abastecimento industrial.

**Quadro 10.2: Vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas pelo abastecimento industrial na bacia do rio das Velhas.**

Bacia do rio das Velhas	Vazões		
	Retirado (m³/s)	Retornado (m³/s)	Consumido (m³/s)
Abastecimento Industrial	3,3617	2,6893	0,6723

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

#### 10.1.1.3 Dessedentação de Animais

Na determinação da demanda de água por esse segmento usuário foi utilizado o parâmetro BEDA (Bovino Equivalente para Demanda de Água) desenvolvido pelo Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil - PLIRHINE (SUDENE, 1980).

Para o cálculo do BEDA foram utilizados os rebanhos identificados na Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE para o ano de 2010, de cada município pertencente à região de estudo. Para determinação da demanda animal final, multiplicou-se o valor de BEDA pelo consumo de 50 L/BEDA/dia. Foi adicionado a este valor o consumo correspondente à criação de aves, assumindo-se o coeficiente igual a 0,4 L/ave/dia, conforme utilizado por ANA (2007).

Considerou-se a vazão de retorno como 20% da vazão de retirada e a vazão consumida foi obtida pela diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno.

No Quadro 10.3 são apresentadas as vazões retiradas (demandas), consumidas e retornadas para a dessedentação de animais na bacia do rio das Velhas.

**Quadro 10.3: Vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas para dessedentação animal na Bacia do rio das Velhas.**

Bacia do rio das Velhas	Vazões		
	Retirado (m³/s)	Retornado (m³/s)	Consumido (m³/s)
Dessedentação Animal	0,4399	0,0880	0,3519

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

#### 10.1.1.4 Irrigação

Para a estimativa das vazões de retirada e consumida pela irrigação na área em estudo utilizaram-se os dados de vazões contidos no estudo denominado Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil - Produto 6: Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada (MMA, 2010).

Para a estimativa das vazões foram utilizados os dados de área irrigada nos municípios da bacia a partir das informações disponibilizadas pelo IBGE no Censo Agropecuário de 2006, em que foram considerados diferentes métodos de irrigação, a saber: Inundação, Sulcos, Aspersão (pivô central), Aspersão (outros métodos), Gotejamento. As vazões foram atualizadas para o ano de 2010 com base nas áreas irrigadas levantadas pelo Plano Diretor (Quadro 10.4).

**Quadro 10.4: Áreas irrigadas nos municípios da bacia do rio das Velhas em 2006 (Censo Agropecuário) e 2010 (Plano Atual) e a relação entre elas.**

Municípios	Área irrigada na bacia em 2006 (km <sup>2</sup> )	Área irrigada na bacia em 2010 (km <sup>2</sup> )
Total	38,03	63,45
<b>Relação entre as áreas de 2010 e 2006</b>		<b>1,67</b>

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário (2006) e Mapeamento do Uso do Solo elaborado por este Plano Diretor.  
Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

No Quadro 10.5 estão apresentadas as vazões médias de retirada e consumida, bem como as respectivas vazões no mês em que a demanda pela irrigação foi máxima (agosto) na bacia do rio das Velhas.

**Quadro 10.5: Vazões retiradas (demandas) e consumidas pela irrigação nas UTEs e segmentos do rio das Velhas.**

UTE	Vazões (m <sup>3</sup> /s)			
	Retirada média	Retirada máxima	Consumida média	Consumida máxima
Irrigação	7,9579	21,7228	4,7317	12,9163

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

Na bacia do rio das Velhas a vazão de retirada pela irrigação foi 7,96 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, chegando a 21,72 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> no mês de maior demanda. As UTEs que apresentaram uma maior demanda de água por este segmento usuário de água foram as UTEs Guaicuí, Ribeirão Jequitibá, Ribeirões Tabocas e Onça, Rio Cipó, Ribeirão da Mata, Rio Bicudo e UTE Peixe Bravo, as quais são responsáveis por 62% do total demandado de água pela irrigação na bacia.

#### 10.1.1.5 Mineração

Para a estimativa das vazões de retirada para mineração foram utilizadas as vazões contidas no Cadastro Censitário e Declaratório dos Usuários de Recursos Hídricos Significativos na UPGRH Rio das Velhas (SF5), realizado pela IRRIPLAN e que se insere no Plano de Trabalho do Convênio ANA/IGAM/SEMAD. Foram considerados os registros cadastrados na finalidade Mineração e alguns registros cadastrados na finalidade Outros, mas que se inseriam como destinadas a Mineração.

Considerou-se o valor de coeficiente de retorno semelhante ao utilizado para o segmento urbano, ou seja, 0,8. O Quadro 10.6 apresenta as vazões retiradas (demandas), consumidas e retornadas para a mineração na bacia do rio das Velhas.

**Quadro 10.6: Vazões retiradas (demandas), retornadas e consumidas para mineração nas UTEs e segmentos da bacia do rio das Velhas.**

UTEs/ Segmentos	Vazões		
	Retirado (m <sup>3</sup> /s)	Retornado (m <sup>3</sup> /s)	Consumido (m <sup>3</sup> /s)
Mineração	3,5079	2,8064	0,7016

Fonte: IRRIPLAN.

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

Conforme o detalhamento apresentado no Diagnóstico Geral (RP-02A), as UTEs Rio Itabirito, Águas da Moeda e Ribeirão da Mata são as unidades com maiores demandas para o setor da mineração na bacia hidrográfica do rio das Velhas, representando 78,74% do total da vazão de retirada para esse setor na bacia.

### 10.1.2 Usos Não Consuntivos

Para fins deste diagnóstico, foram identificadas as categorias mais relevantes de usos não consuntivos, que serão apresentadas na sequência: Turismo e Recreação, Pesca, Navegação, Geração de Energia e Preservação Ambiental.

#### 10.1.2.1 Turismo e Recreação

Tendo em vista a disponibilidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas, alguns empreendimentos envolvendo lazer, recreação e turismo já estão instalados e se caracterizam como usuários não consuntivos de água. Desta forma, é de inegável importância o planejamento das atividades turísticas para prevenir e minimizar os impactos socioambientais decorrentes da atividade recreacional.

Além das inúmeras belezas naturais da bacia, como as cachoeiras e lagos, serras, riachos, cascatas e cachoeiras, destacam-se os circuitos dos Diamantes, da Estrada Real e das Grutas que potencializam o turismo na bacia. Os locais com grande potencial turístico diagnosticados na bacia são descritos no relatório RP02A.

#### 10.1.2.2 Pesca

No Estado de Minas Gerais, a pesca ainda é incipiente em relação aos grandes produtores do país, mas encontra-se a frente de outros estados que também possuem grande potencial hídrico a ser melhor utilizado, ocupando a 14ª posição no ranking nacional no ano de 2010, sendo o Estado de Santa Catarina como maior produtor de pescado no país.

A bacia do rio das Velhas possui 18 dos 51 municípios constituintes com registro de pescadores profissionais segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura, com 12.229 pescadores cadastrados.



### 10.1.2.3 Navegação

Este item apresenta a pesquisa realizada nos recursos hídricos da bacia SF5, para diagnosticar a existência de hidrovias. O levantamento foi realizado no site do Ministério dos Transportes e da Administração da Hidrovia do São Francisco - AHSFRA.

Segundo a AHSFRA, de montante para jusante, os principais afluentes do rio São Francisco são: rio Paraopeba (MG), rio Pará (MG), rio Abaeté (MG), rio das Velhas (MG), rio Jequitai (MG), rio Paracatu (MG), rio Uruçuia (MG), rio Verde Grande (MG/BA), rio Carinhanha (MG/BA), rio Corrente (BA) e rio Grande (BA). Os principais, em termos de navegação, são o próprio São Francisco e os rios Grande e Corrente.

Diagnosticou-se que a navegação fluvial é praticada, de forma regular e comercial, apenas no próprio rio São Francisco, conforme é indicado na Figura 10.1.



Figura 10.1: Hidrovias no rio São Francisco. Fonte DNIT disponível em <<http://www.dnit.gov.br/hidrovias/hidrovias-interiores>>, acesso em abril de 2013.

#### 10.1.2.4 Geração de Energia Hidrelétrica

O Estado de Minas Gerais possui uma capacidade instalada de geração de pouco mais de 19GW, o que corresponde a 15,99% do total nacional (ANEEL). A geração de energia elétrica em Minas Gerais em 2005 foi de 53,4GWh, representando 13,3% da geração no país. Segundo o relatório da Matriz Energética de Minas, a geração hidráulica é predominante no Estado, representando quase 92,5% da capacidade instalada mineira (17GW), sendo a grande maioria referente a usinas hidrelétricas de grande porte. O principal consumidor de energia elétrica é o setor industrial, que utiliza 62% da energia faturada no Estado.

Segundo o PERH (2011), articuladas ao Sistema Interligado Nacional (SIN), praticamente todas as bacias que drenam Minas Gerais têm usinas hidroelétricas instaladas, sejam a fio d'água ou com reservatórios.

Segundo o levantamento realizado no Banco de Informação de Geração (BIG) da ANEEL, a bacia SF5 possui 48 usinas e centrais geradoras, detalhadas no relatório RP-02A.

#### 10.1.3 Usos Qualitativos

Este item apresenta o confronto entre as cargas poluidoras verificadas na bacia e a capacidade de assimilação de tais cargas pelos corpos d'água.

Os maiores problemas de qualidade de água na bacia estão associados, principalmente, aos esgotos sanitários. As cargas poluidoras de origem urbana consideradas são as cargas remanescentes de DBO apresentadas no item 7.5.2: Esgotamento Sanitário. Além das cargas de esgoto estimou-se a carga assimilável e a capacidade de assimilação das cargas pelos corpos de água. Relativamente ao enquadramento das águas, para cada UTE da bacia do rio das Velhas foi adotada a classe predominante na rede básica de monitoramento da qualidade das águas superficiais do Projeto Águas de Minas, a rede Alto Velhas, a rede Saneamento e Cidadania, as redes dirigidas Pampulha e Cidade Administrativa.

Para a estimativa da carga assimilável, multiplicou-se uma determinada vazão ( $Q_{mld}$ ,  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{90}$ ) pelo valor do limite máximo de  $DBO_{5,20}$ . Para a estimativa da capacidade de assimilação dos corpos de água, os valores de cargas de esgoto foram divididos pelas cargas assimiláveis calculadas para as referidas vazões. Valores superiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada no rio é superior a carga assimilável. Valores inferiores a 1 indicam que a carga orgânica lançada é inferior a carga assimilável.

No Quadro 10.7 são apresentadas a relação de carga orgânica e carga orgânica assimilável para a  $Q_{mld}$ ,  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{90}$  em cada UTE da bacia do rio das Velhas

**Quadro 10.7: Valores da capacidade de assimilação dos corpos de água considerando a  $Q_{mld}$ ,  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{90}$ .**

UTE	Capacidade de Assimilação dos Corpos de Água			
	$Q_{MLP}$	$Q_{90}$	$Q_{95}$	$Q_{7,10}$
UTE Nascentes*	-	-	-	-
SCBH Rio Itabirito	0,412	0,819	1,051	1,481
UTE Águas do Gandarela	0,286	0,600	0,659	0,909

UTE	Capacidade de Assimilação dos Corpos de Água			
	Q <sub>MLP</sub>	Q <sub>90</sub>	Q <sub>95</sub>	Q <sub>7,10</sub>
SCBH Águas da Moeda	0,870	1,828	2,007	2,769
SCBH Ribeirão Caeté/Sabará	2,491	4,968	6,339	8,853
SCBH Ribeirão Arrudas	17,838	34,820	47,502	67,024
SCBH Ribeirão Onça*	-	-	-	-
UTE Poderoso Vermelho	1,306	2,617	3,296	4,595
SCBH Ribeirão da Mata	5,473	19,303	22,813	32,531
SCBH Rio Taquaraçu	0,076	0,279	0,339	0,482
SCBH Carste	0,482	1,801	2,135	3,097
SCBH Jabo/Baldim	0,220	0,879	1,030	1,494
SCBH Ribeirão Jequitibá	3,347	10,773	12,958	19,982
UTE Peixe Bravo**	-	-	-	-
UTE Ribeirões Tabocas e Onça	0,055	0,225	0,264	0,365
UTE Santo Antônio/Maquiné	0,466	1,913	2,249	3,081
SCBH Rio Cipó	0,012	0,063	0,075	0,104
SCBH Rio Paraúna	0,062	0,326	0,391	0,540
UTE Ribeirão Picão	0,245	2,302	3,258	10,300
UTE Rio Pardo	0,014	0,149	0,173	0,250
SCBH Rio Curimataí	0,046	0,495	0,576	0,834
SCBH Rio Bicudo	0,016	0,208	0,294	2,755
UTE Guaicuí	0,079	0,345	0,380	0,536

\*Não há sedes municipais localizadas nessas UTEs.

\*\*Os dados de DBO remanescentes não foram informados para o município de Santana do Pirapama, único com sede na UTE Peixe Bravo.

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

#### 10.1.4 Áreas com restrição de uso com vistas a proteção dos recursos hídricos

Na perspectiva atual que considera os instrumentos disponíveis para restringir o uso do solo com vistas à proteção dos recursos naturais, incluindo os corpos hídricos, existem as Unidades de Conservação - UCs, que são legalmente instituídas pelo poder público nas esferas municipal, estadual e federal.

As UCs são divididas em dois grupos: Proteção Integral e Uso Sustentável. As UCs listadas como de Proteção Integral na bacia do rio das Velhas totalizam cerca de 930 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,34% da área da bacia e têm como objetivo básico preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais. Já as UCs listadas como de Uso Sustentável totalizam cerca de 4.445,91 km<sup>2</sup>, correspondendo a 15,96% da área da bacia e têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais.

Dessa forma devem ser consideradas como áreas com restrição de uso com vistas a proteção dos recursos hídricos as UCs de Proteção Integral em sua totalidade e as UCs de Uso Sustentável nas áreas previstas em seu Plano de Manejo.

A criação de UCs é uma estratégia adotada em sistemas ambientais e deve ser utilizada como ferramenta de gestão de recursos hídricos, pois permite a conservação da biodiversidade, a conservação de mananciais hídricos e a manutenção da integridade dos ecossistemas aquáticos. A

definição de áreas com vistas à proteção dos recursos hídricos na bacia deve considerar também a necessidade de fortalecimento e manutenção das UCs existentes, que são frequentemente ameaçadas pelo uso do solo em suas adjacências.

Além das Unidades de Conservação, ainda devem ser consideradas como áreas com restrição de uso com vistas a proteção dos recursos hídricos as Áreas de Preservação Permanentes – APPs que tem por finalidade preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Resolução CONAMA nº 302/2002).

O Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) define como APP, as áreas situadas:

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto, em faixa marginal cuja largura mínima será: de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- h) em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação.
- i) nas áreas metropolitanas definidas em lei.

Além das APPs, o art. 12º do Código Florestal estabelece que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, ou seja, áreas localizadas no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Dessa forma, também são consideradas áreas com restrição de uso, as Reservas Legais conforme previsto do artigo 12º ao artigo 24º da Lei Federal nº 12.651/2012.

Por fim, também são consideradas áreas com restrição de uso na bacia do rio das Velhas os rios de preservação permanente previstos na Lei Mineira nº 15.082, de 27 de abril de 2004, em que fica proibido conforme o art. 3º da mesma lei a modificação do leito e das margens, ressalvada a competência da União sobre os rios de seu domínio; o revolvimento de sedimentos para a lavra de

recursos minerais; o exercício de atividade que ameace extinguir espécie da fauna aquática ou que possa colocar em risco o equilíbrio dos ecossistemas; a utilização de recursos hídricos ou execução de obras ou serviços com eles relacionados que estejam em desacordo com os objetivos de preservação expressos no art. 2º desta lei. São rios de preservação permanente na bacia do rio das Velhas o rio Cipó, afluente do rio Paraúna, e seus tributários.

## 10.2 CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS DE DEMANDA

Na consolidação dos dados de demanda hídrica para a bacia do rio das Velhas serão apresentados os resultados das estimativas de forma integrada, mostrando quais os maiores usuários em cada região da bacia, e qual a relação entre a estimativa de demanda, e o efetivamente cadastrado e outorgado.

O principal objetivo do banco de dados de usos e usuários de recursos hídricos outorgáveis, outorgados e de usos significantes é identificar todas as pessoas que utilizam as águas superficiais e subterrâneas de uma determinada região. Com base nessas informações, o órgão gestor tem condição de regularizar o uso de recursos hídricos, definir cotas e emitir outorgas de uso das águas de forma mais rápida e tecnicamente mais segura. O diagnóstico da bacia hidrográfica do rio das Velhas apresentou os dados obtidos pelo cadastro de outorgas do IGAM, do cadastro de usuários do IRRIPLAN e a separação das demandas subterrâneas e superficiais, que encontram-se detalhadas no Diagnóstico Geral (RP-02A).

### 10.2.1 Cadastro de Outorgas (IGAM)

O Banco de Outorgas fornecidos pelo IGAM, conta com 1.574 usuários de água outorgados na bacia do rio das Velhas.

Na Figura 10.2 podem ser identificados os pontos de outorgas superficial e/ou subterrânea concedidas pelo IGAM para a bacia do rio das Velhas. O Quadro 10.8 apresenta as vazões outorgadas na bacia.

**Quadro 10.8: Vazões outorgadas na bacia do rio das Velhas - captação em água superficial e subterrânea.**

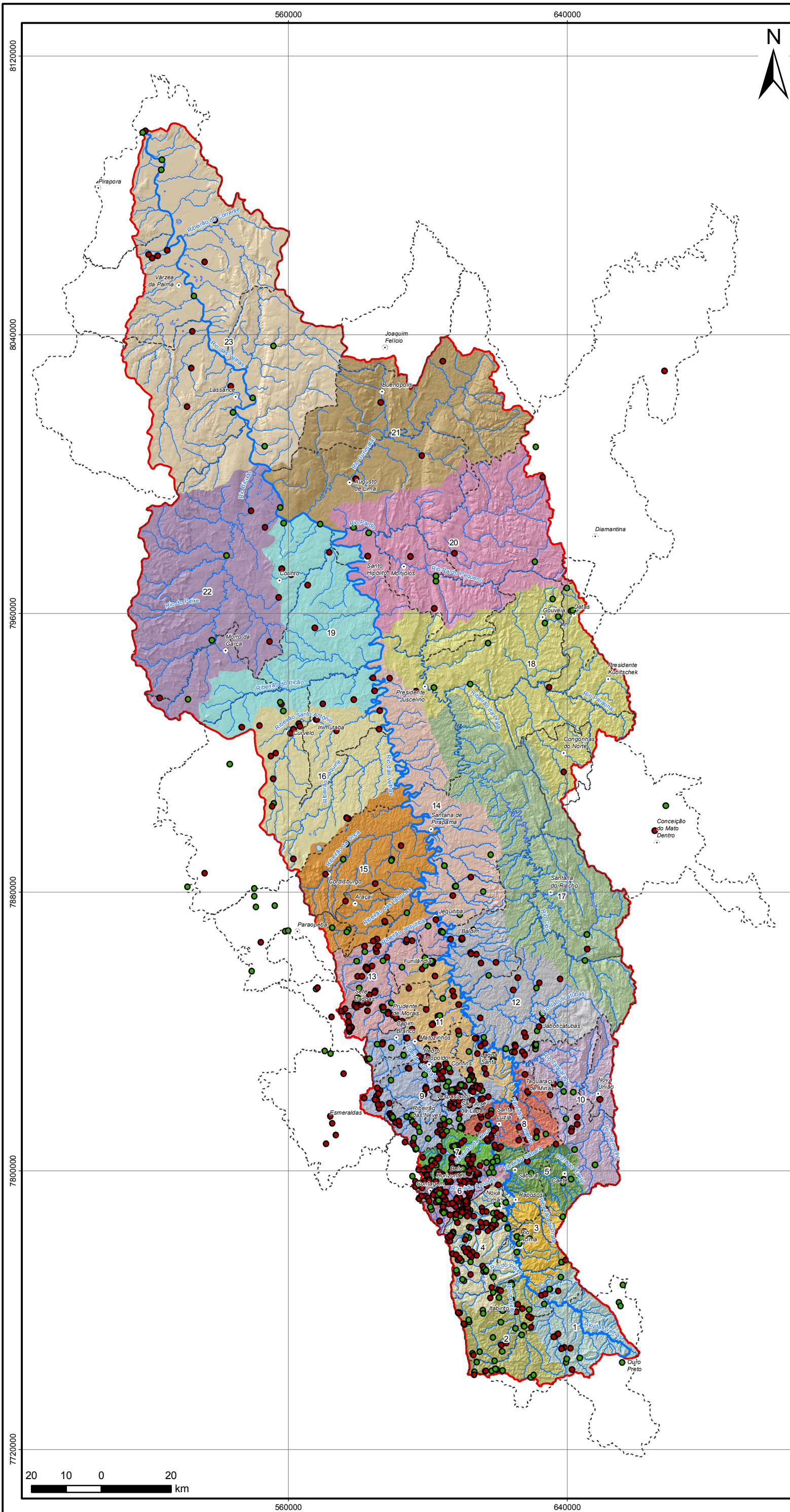
Vazões Outorgadas IGAM	
Finalidade/Uso	Vazão (m³/s)
Captação superficial	7,7158
Captação subterrânea	5,7972

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

Os usos com captação superficial mais outorgados na bacia do rio das Velhas são a irrigação (29,38%), consumo industrial (29,21%), abastecimento público (16,54%) e dessedentação de animais (13,58%) que somam 88,71%, ou seja, 6,84 m³/s dos cerca de 7,71 m³/s totais outorgados para captação em água superficial.

O uso outorgado com maior captação subterrânea na bacia do rio das Velhas é o abastecimento público, com 42,74%, ou seja, 2,47 m³/s dos cerca de 5,79 m³/s totais outorgados para captação em água subterrânea.





**Figura 10.2: Mapa de localização das outorgas**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

**Outorga**

- Subterrânea
- Superficial
- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

**Unidades Territoriais Estratégicas - UTE**

- 1 - UTE Nascentes
- 2 - SCBH Rio Itabirito
- 3 - UTE Águas do Gandarela
- 4 - SCBH Águas da Moeda
- 5 - SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
- 6 - SCBH Ribeirão Arrudas
- 7 - SCBH Ribeirão Onça
- 8 - UTE Poderoso Vermelho
- 9 - SCBH Ribeirão da Mata
- 10 - SCBH Rio Taquaraçu
- 11 - SCBH Carste
- 12 - SCBH Jabo/Baldim
- 13 - SCBH Ribeirão Jequitibá
- 14 - UTE Peixe Bravo
- 15 - UTE Ribeirões Tabocas e Onça
- 16 - UTE Santo Antônio/Maquiné
- 17 - SCBH Rio Cipó
- 18 - SCBH Rio Paraúna
- 19 - UTE Ribeirão Picão
- 20 - UTE Rio Pardo
- 21 - SCBH Rio Curimatá
- 22 - SCBH Rio Bicudo
- 23 - UTE Guaiçuí

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)  
 - Outorgas: IGAM

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização





## 10.2.2 Cadastro de Usuários (IRRIPLAN)

Os dados apresentados nesse item estão contidos no Cadastro Censitário e Declaratório dos Usuários de Recursos Hídricos Significativos na UPGRH Rio das Velhas (SF5). Esses dados referem-se à sistematização dos resultados obtidos durante campanha de campo e informações do cadastro no CNARH/ANA (Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos/Agência Nacional de Águas) referentes às atividades do Cadastro Censitário e Declaratório dos Usuários de Recursos Hídricos Significativos na UPGRH Rio das Velhas (SF5), objeto do Contrato nº 22.41.01.01.80/2008, assinado em 19 de dezembro de 2008 entre a IRRIPLAN e o IGAM.

Na Figura 10.3 podem ser identificados os pontos cadastrados (superficial e subterrânea) e no Quadro 10.9 podem ser visualizadas as vazões cadastradas utilizando captação superficial e subterrânea.

**Quadro 10.9: Usos e vazões do cadastro realizado pela IRRIPLAN na bacia do rio das Velhas - captação em água superficial e subterrânea.**

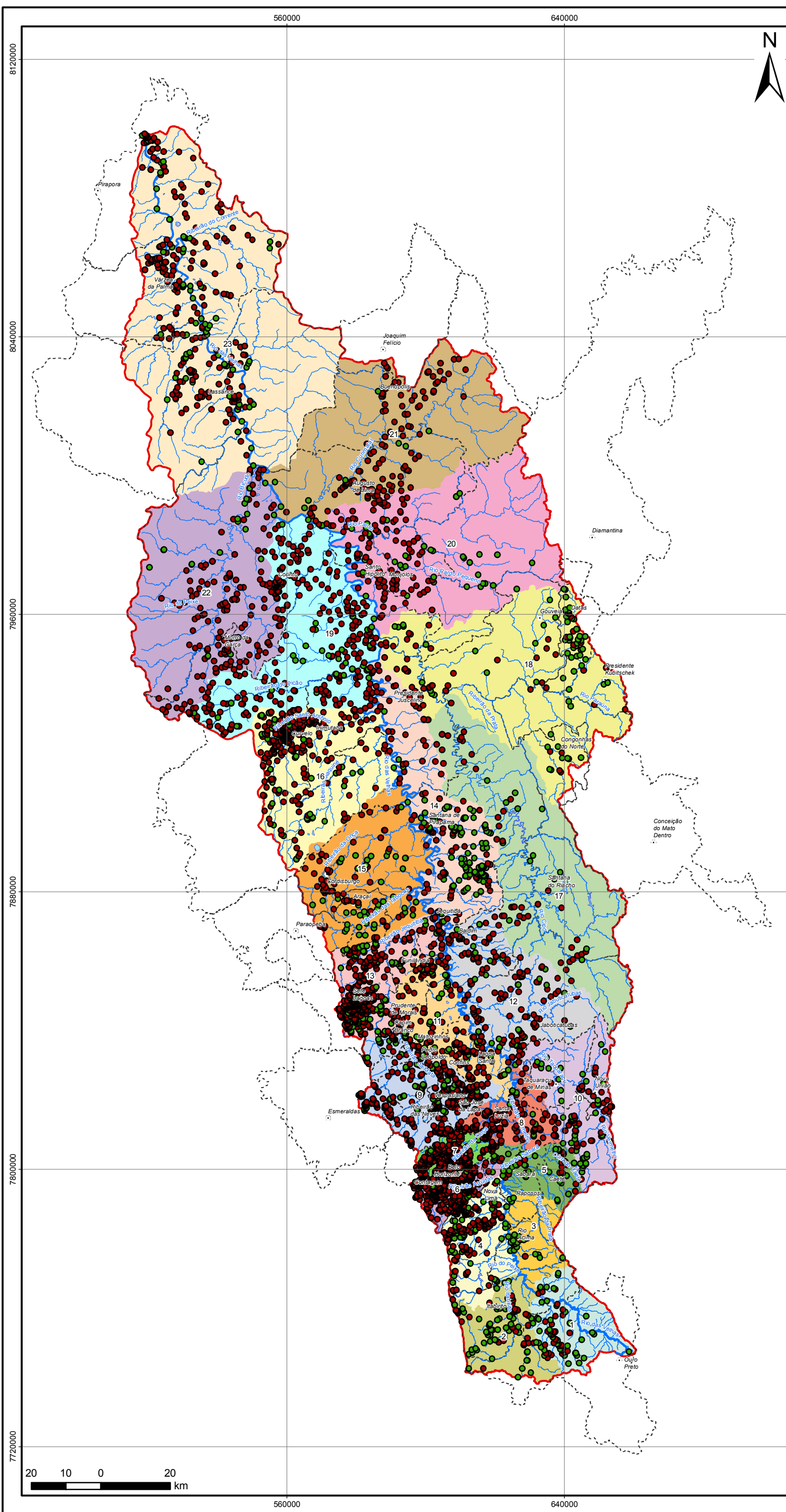
Vazões Cadastro IRRIPLAN	
Finalidade/Uso	Vazão (m³/s)
Captação superficial	131,7278
Captação subterrânea	11,1495

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

Os usos cadastrados com captação superficial mais demandados na bacia do rio das Velhas são a irrigação (86,18%), o abastecimento público (5,61%) e o esgotamento sanitário (4,98%) que somam 96,77% ou seja, 127,48 m³/s dos cerca de 131,72 m³/s totais cadastrados para captação em água superficial.

Os usos cadastrados com captação subterrânea que mais retiram água na bacia do rio das Velhas são os especificados como outras finalidades (26,90%), seguido pelo abastecimento público (20,29%), indústria (15,54%) e esgotamento sanitário (14,01%) que somam 76,74%, ou seja, 8,55 m³/s dos cerca de 11,15 m³/s totais cadastrados para captação em água subterrânea.





**Figura 10.3: Pontos (Captações Superficial e Subterrânea) do Cadastro Censitário e Declaratório dos Usuários de Recursos Hídricos Significativos na UPGRH Rio das Velhas (SF5), realizado pela IRRIPLAN**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Captações**
- Subterrânea
  - Superficial
- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**
- Unidades Territoriais Estratégicas - UTE**
- 1 - UTE Nascentes
  - 2 - SCBH Rio Itabirito
  - 3 - UTE Águas do Gandarela
  - 4 - SCBH Águas da Moeda
  - 5 - SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
  - 6 - SCBH Ribeirão Arrudas
  - 7 - SCBH Ribeirão Onça
  - 8 - UTE Poderoso Vermelho
  - 9 - SCBH Ribeirão da Mata
  - 10 - SCBH Rio Taquaraçu
  - 11 - SCBH Carste
  - 12 - SCBH Jabo/Baldim
  - 13 - SCBH Ribeirão Jequitibá
  - 14 - UTE Peixe Bravo
  - 15 - UTE Ribeirões Tabocas e Onça
  - 16 - UTE Santo Antônio/Maquiné
  - 17 - SCBH Rio Cipó
  - 18 - SCBH Rio Paraúna
  - 19 - UTE Ribeirão Picão
  - 20 - UTE Rio Pardo
  - 21 - SCBH Rio Curimatá
  - 22 - SCBH Rio Bicudo
  - 23 - UTE Guaiçuí

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:

- Hidrografia: IGAM
- Limite UTE: CBH Velhas
- Limite Municipal: IBGE
- Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas
- Massa d'água: Projeto Manuelzão
- Sede Municipal: IGA (cedido pelo Projeto Manuelzão)
- Captações: Cadastro do IRRIPLAN

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

**PDRH RIO DAS VELHAS**

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: **ecoplan** ENGENHARIA

Apoio Técnico: **SKILL** ENGENHARIA

Realização: **CBH** Rio das Velhas



### 10.2.3 Separação de demandas subterrâneas e superficiais

A seguir são apresentadas as demandas subterrâneas e superficiais por tipo de uso, compreendendo os dados estimados no item dos usos consuntivos bem como os dados outorgados pelo IGAM.

No Quadro 10.10 são apresentadas as vazões de retirada para o abastecimento urbano, rural, para a indústria, dessedentação animal, irrigação e mineração e as vazões superficiais e subterrâneas outorgadas pelos órgãos gestores.

**Quadro 10.10: Vazões de retirada para o abastecimento rural e as vazões superficiais e subterrâneas outorgadas pelo IGAM para este segmento de usuário.**

Usos	Vazões de retirada (m <sup>3</sup> /s)	Vazões Outorgadas (m <sup>3</sup> /s)	
		Superficial	Subterrânea
Abastecimento urbano	8,7734	1,2763	2,4777
Abastecimento rural	0,1656	0,0119	0,3908
Indústria	3,3617	2,2543	1,1073
Dessedentação animal	0,4399	1,0482	0,3547
Irrigação	7,9579	2,2672	0,2068
Mineração	3,5079	0,0428	0,9451

Fonte: IGAM e Cadastro Censitário e Declaratório dos Usuários de Recursos Hídricos Significativos na UPGRH Rio das Velhas (SF5).

### 10.2.4 Síntese das demandas

No Quadro 10.11 são apresentados os valores de vazões médias de retirada e de consumo para a bacia do rio das Velhas. Os principais segmentos responsáveis pelo consumo de água na bacia do rio das Velhas são o abastecimento urbano e a irrigação, responsáveis por 50,48% e 36,44% do total consumido, respectivamente.

O maior consumo de água é registrado no trecho alto do rio das Velhas onde está localizada a RMBH, que consome em média 5,94 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (45,79% do total consumido na bacia do rio das Velhas). O alto consumo decorre do Sistema Integrado Rio das Velhas, onde ocorre a captação de água para atender 74% da demanda do abastecimento urbano de Belo Horizonte, como também dos municípios de Raposos, Nova Lima, Sabará e Santa Luzia.

**Quadro 10.11: Vazões retiradas e consumidas médias nas UTEs.**

Bacia do rio das Velhas	Vazões retiradas (m <sup>3</sup> /s)						
	Urbano	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Mineração	Total
	8,7734	0,1656	0,4393	3,3617	7,9579	3,5079	24,2058
Vazões consumidas (m <sup>3</sup> /s)							
6,5554	0,0827	0,3513	0,6723	4,7317	0,7016	13,0950	

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

Quando são analisadas as vazões de retirada, a proporção representada pela retirada para abastecimento urbano se torna mais baixa, tendo em vista o fato de que os outros segmentos usuários são responsáveis por percentuais de retorno mais elevados. A demanda de água por esse segmento prevalece sobre os demais correspondendo a 37%, seguido pela irrigação, mineração e indústria com 33,7%, 14,8% e 11,9%, respectivamente.

A irrigação possui uma particularidade que aumenta a sua criticidade em relação aos demais segmentos, que é o fato de apresentar a maior variação sazonal do consumo de água, e deste consumo crescer expressivamente no período crítico, ou seja, de estiagem.

No mês de maior demanda pela irrigação, este setor é responsável por 61% do consumo total de água na bacia do rio das Velhas, o abastecimento urbano por 31% e a mineração por 3,3%.



# 11

## BALANÇO HÍDRICO: DISPONIBILIDADE X DEMANDA





## 11 BALANÇO HÍDRICO: DISPONIBILIDADE X DEMANDA

A elaboração do balanço entre demandas e disponibilidades hídricas constitui atividade elementar para consecução de um plano diretor de recursos hídricos, a ponto da Lei nº 9.433/1997, em seu art. 7º, considerá-lo como requisito básico, devendo ser realizado e apresentado em todo e qualquer plano de bacia.

O balanço hídrico permite retratar as peculiaridades das grandezas comparadas, fornecendo subsídio à gestão integrada dos recursos hídricos, podendo inclusive ser utilizado como indicativo dos principais conflitos hídricos atuais e futuros.

O balanço hídrico realizado com base na vazão média de longa duração considerou, além das vazões captadas no corpo de água, também as captadas em poços. Esse procedimento foi adotado em virtude da  $Q_{MLT}$  representar a disponibilidade hídrica potencial. Desse modo, a retirada de água subterrânea interfere diretamente nesta disponibilidade, à medida que promove uma abstração da quantidade de água que atinge a hidrografia.

Em relação ao balanço hídrico relativo às vazões mínimas, o balanço hídrico foi realizado considerando somente as vazões superficiais captadas.

A disponibilidade hídrica é expressa pelas vazões mínimas, representadas pela  $Q_{MLP}$ ,  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{90}$ . O Quadro 10.11 e o Quadro 11.2 apresentam as vazões médias e máximas retiradas e consumidas por UTE.

Na bacia do rio das Velhas a vazão média e máxima total de retirada corresponderam a 7,2% e 12,2% da  $Q_{MLP}$ , respectivamente. A situação é confortável em todas as UTEs quando são comparadas as retiradas médias com a  $Q_{MLP}$ . Se comparadas as demandas máximas superficiais com a  $Q_{90}$ , as UTEs Ribeirão Jequitibá e Ribeirão Picão ultrapassam o limite de água disponível, devido a grande retirada de água para irrigação. Na UTE Rio Bicudo a demanda máxima superficial chega ao limite, representando 98,9% da  $Q_{90}$ , também em função da retirada de água para irrigação.

Na bacia do rio das Velhas, as vazões médias e máximas de retirada superficial correspondem a 29,6% e 50,4% da  $Q_{95}$ . Nesse caso a situação se torna crítica nas UTEs Ribeirão da Mata, Ribeirão Jequitibá, Ribeirão Picão e Rio Bicudo, cujas retiradas médias superficiais passam a representar 67,2%, 62%, 72,7% e 54,7% da  $Q_{95}$ . A situação é agravada nos períodos de estiagem quando as retiradas superficiais são máximas e nesse caso as quatro UTEs apresentam maior retirada do que disponibilidade de água. A situação se torna menos confortável também nas UTEs Rio Itabirito, Carste, Ribeirões Tabocas e Onça, e no trecho alto da calha do rio das Velhas onde as retiradas superficiais representam 26,5%, 22,2%, 21% e 34,6% da  $Q_{95}$ , respectivamente.

Em virtude do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) considerar a vazão máxima outorgável igual a 30% da  $Q_{7,10}$  e a Agência Nacional de Águas (ANA) permitir a concessão de outorgas até um limite correspondente a 70% da  $Q_{95}$ , nas Figura 11.1 a Figura 11.4 são apresentadas as unidades onde as vazões de retirada média e máxima excederam os critérios permissíveis para retirada de água.

Pelo critério mais restritivo de uso da água, o adotado por Minas Gerais, não seria possível permitir a retirada de água uma vez que a vazão média de retirada é superior a 30% da  $Q_{7,10}$ , em seis UTEs, a saber: Rio Bicudo, Ribeirão Picão, Ribeirão da Mata, Ribeirão Jequitibá, Rio Itabirito, UTE Carste e trecho alto da calha do rio das Velhas.

Situação preocupante é evidenciada nas UTEs Águas da Moeda, Jabo/Baldim, UTE Peixe Bravo e Ribeirões Tabocas e Onça, onde a vazão média de retirada está entre 20 e 30% da  $Q_{7,10}$ . Quando considerada as vazões máximas de retirada, a mesma situação se estende para as UTEs Rio Taquaraçu, Santo Antônio/Maquiné e Rio Cipó, chegando a ultrapassar os 30% da  $Q_{7,10}$  nas duas últimas.

Em relação ao limite outorgável estabelecido pela ANA, não há possibilidade de retirar água na UTE Ribeirão Picão cujas retiradas ultrapassam o limite estabelecido, chegando a representar 72,7% da  $Q_{95}$ . Com base nas vazões máximas de retirada e a  $Q_{95}$ , as UTEs Ribeirão da Mata, Ribeirão Jequitibá, Ribeirão Picão e Rio Bicudo não poderiam mais retirar água da UTE.

**Quadro 11.1: Vazões retiradas e consumidas médias nas UTEs.**

UTE	Vazões retiradas (m³/s)							Vazões consumidas (m³/s)						
	Urbano	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Mineração	Total	Urbano	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Mineração	Total
UTE Nascentes	0,0000	0,0051	0,0033	0,0356	0,0584	0,0550	<b>0,1574</b>	0,0000	0,0026	0,0027	0,0071	0,0347	0,0110	<b>0,0581</b>
UTE Rio Itabirito	0,1453	0,0039	0,0040	0,7171	0,0482	1,1041	<b>2,0226</b>	0,0291	0,0019	0,0032	0,1434	0,0286	0,2208	<b>0,4270</b>
UTE Águas do Gandarela	0,0450	0,0031	0,0014	0,1036	0,0166	0,0102	<b>0,1799</b>	0,0450	0,0015	0,0011	0,0207	0,0099	0,0020	<b>0,0802</b>
UTE Águas da Moeda	0,2877	0,0035	0,0012	0,3207	0,0074	1,1829	<b>1,8034</b>	0,0925	0,0017	0,0009	0,0641	0,0044	0,2366	<b>0,4002</b>
UTE Ribeirão Caeté/Sabará	0,0203	0,0048	0,0024	0,0423	0,0554	0,1503	<b>0,2754</b>	0,0000	0,0024	0,0019	0,0085	0,0329	0,0301	<b>0,0757</b>
UTE Ribeirão Arrudas	0,1169	0,0010	0,0016	0,1927	0,0098	0,0393	<b>0,3613</b>	0,0000	0,0005	0,0013	0,0385	0,0058	0,0079	<b>0,0540</b>
UTE Ribeirão Onça	0,0000	0,0008	0,0017	0,1367	0,0102	0,0000	<b>0,1494</b>	0,0000	0,0004	0,0013	0,0273	0,0061	0,0000	<b>0,0351</b>
UTE Poderoso Vermelho	0,0160	0,0028	0,0051	0,0722	0,0396	0,0000	<b>0,1357</b>	0,0160	0,0014	0,0041	0,0144	0,0236	0,0000	<b>0,0595</b>
UTE Ribeirão da Mata	0,1586	0,0284	0,0248	0,7147	0,5393	0,4751	<b>1,9408</b>	0,0000	0,0142	0,0199	0,1429	0,3207	0,0950	<b>0,5927</b>
UTE Rio Taquaraçu	0,0961	0,0111	0,0114	0,0139	0,1632	0,0198	<b>0,3154</b>	0,0847	0,0055	0,0091	0,0028	0,0970	0,0040	<b>0,2031</b>
UTE Carste	0,2687	0,0124	0,0206	0,0306	0,3619	0,0167	<b>0,7109</b>	0,0627	0,0062	0,0164	0,0061	0,2152	0,0033	<b>0,3099</b>
UTE Jabo/Baldim	0,0278	0,0087	0,0138	0,0118	0,3373	0,0000	<b>0,3994</b>	0,0056	0,0043	0,0110	0,0024	0,2006	0,0000	<b>0,2238</b>
UTE Ribeirão Jequitibá	0,8738	0,0077	0,0224	0,6885	0,7643	0,0231	<b>2,3797</b>	0,1783	0,0039	0,0179	0,1377	0,4544	0,0046	<b>0,7968</b>
UTE Peixe Bravo	0,0223	0,0072	0,0262	0,0025	0,5094	0,0000	<b>0,5676</b>	0,0223	0,0036	0,0209	0,0005	0,3029	0,0000	<b>0,3502</b>
UTE Ribeirões Tabocas e Onça	0,0185	0,0060	0,0326	0,0000	0,7300	0,0000	<b>0,7871</b>	0,0037	0,0030	0,0261	0,0000	0,4341	0,0000	<b>0,4668</b>
UTE Santo Antônio/Maquiné	0,1783	0,0048	0,0262	0,0246	0,2041	0,0084	<b>0,4463</b>	0,0357	0,0024	0,0210	0,0049	0,1213	0,0017	<b>0,1870</b>
UTE Rio Cipó	0,0063	0,0124	0,0246	0,0000	0,6721	0,0059	<b>0,7213</b>	0,0013	0,0062	0,0197	0,0000	0,3996	0,0012	<b>0,4280</b>
UTE Rio Paraúna	0,0602	0,0137	0,0255	0,0094	0,2945	0,0299	<b>0,4331</b>	0,0098	0,0069	0,0204	0,0019	0,1751	0,0060	<b>0,2200</b>
UTE Ribeirão Picão	0,0306	0,0053	0,0361	0,0219	0,3132	0,0017	<b>0,4087</b>	0,0000	0,0027	0,0289	0,0044	0,1862	0,0003	<b>0,2225</b>
UTE Rio Pardo	0,0376	0,0054	0,0259	0,0052	0,0773	0,0278	<b>0,1792</b>	0,0366	0,0027	0,0207	0,0010	0,0460	0,0056	<b>0,1125</b>
UTE Rio Curimataí	0,0179	0,0052	0,0279	0,0151	0,0950	0,0290	<b>0,1901</b>	0,0036	0,0026	0,0223	0,0030	0,0565	0,0058	<b>0,0938</b>
UTE Rio Bicudo	0,0150	0,0042	0,0399	0,0000	0,5334	0,0000	<b>0,5925</b>	0,0125	0,0021	0,0319	0,0000	0,3172	0,0000	<b>0,3637</b>
UTE Guaicuí	0,0735	0,0081	0,0607	0,0649	1,2234	0,0000	<b>1,4306</b>	0,0147	0,0040	0,0486	0,0130	0,7274	0,0000	<b>0,8077</b>
Rio das Velhas - Trecho Alto	6,2570	0,0000	0,0000	0,0260	0,0000	0,1930	<b>6,4761</b>	5,9016	0,0000	0,0000	0,0052	0,0000	0,0386	<b>5,9454</b>
Rio das Velhas - Trecho Médio Alto	0,0000	0,0000	0,0000	0,1119	0,3834	0,0548	<b>0,5501</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0224	0,2280	0,0110	<b>0,2613</b>
Rio das Velhas - Trecho Médio Baixo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2620	0,0000	<b>0,2620</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1558	0,0000	<b>0,1558</b>
Rio das Velhas - Trecho Baixo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2487	0,0811	<b>0,3299</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1479	0,0162	<b>0,1641</b>
<b>Bacia do rio das Velhas</b>	<b>8,7734</b>	<b>0,1656</b>	<b>0,4393</b>	<b>3,3617</b>	<b>7,9579</b>	<b>3,5079</b>	<b>24,2058</b>	<b>6,5554</b>	<b>0,0827</b>	<b>0,3513</b>	<b>0,6723</b>	<b>4,7317</b>	<b>0,7016</b>	<b>13,0950</b>

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

**Quadro 11.2: Vazões retiradas e consumidas máxima nas UTEs.**

UTE	Vazões retiradas (m³/s)							Vazões consumida(m³/s)						
	Urbano	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Mineração	Total	Urbano	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Mineração	Total
UTE Nascentes	0,0000	0,0051	0,0033	0,0356	0,1594	0,0550	<b>0,2583</b>	0,0000	0,0026	0,0027	0,0071	0,0948	0,0110	<b>0,1182</b>
UTE Rio Itabirito	0,1453	0,0039	0,0040	0,7171	0,1314	1,1041	<b>2,1059</b>	0,0291	0,0019	0,0032	0,1434	0,0782	0,2208	<b>0,4766</b>
UTE Águas do Gandarela	0,0450	0,0031	0,0014	0,1036	0,0454	0,0102	<b>0,2086</b>	0,0450	0,0015	0,0011	0,0207	0,0270	0,0020	<b>0,0973</b>
UTE Águas da Moeda	0,2877	0,0035	0,0012	0,3207	0,0202	1,1829	<b>1,8162</b>	0,0925	0,0017	0,0009	0,0641	0,0120	0,2366	<b>0,4078</b>
UTE Ribeirão Caeté/Sabará	0,0203	0,0048	0,0024	0,0423	0,1511	0,1503	<b>0,3711</b>	0,0000	0,0024	0,0019	0,0085	0,0899	0,0301	<b>0,1327</b>
UTE Ribeirão Arrudas	0,1169	0,0010	0,0016	0,1927	0,0268	0,0393	<b>0,3783</b>	0,0000	0,0005	0,0013	0,0385	0,0159	0,0079	<b>0,0641</b>
UTE Ribeirão Onça	0,0000	0,0008	0,0017	0,1367	0,0278	0,0000	<b>0,1670</b>	0,0000	0,0004	0,0013	0,0273	0,0165	0,0000	<b>0,0456</b>
UTE Poderoso Vermelho	0,0160	0,0028	0,0051	0,0722	0,1081	0,0000	<b>0,2042</b>	0,0160	0,0014	0,0041	0,0144	0,0643	0,0000	<b>0,1003</b>
UTE Ribeirão da Mata	0,1586	0,0284	0,0248	0,7147	1,4721	0,4751	<b>2,8737</b>	0,0000	0,0142	0,0199	0,1429	0,8753	0,0950	<b>1,1474</b>
UTE Rio Taquaraçu	0,0961	0,0111	0,0114	0,0139	0,4454	0,0198	<b>0,5976</b>	0,0847	0,0055	0,0091	0,0028	0,2648	0,0040	<b>0,3709</b>
UTE Carste	0,2687	0,0124	0,0206	0,0306	0,9879	0,0167	<b>1,3369</b>	0,0627	0,0062	0,0164	0,0061	0,5874	0,0033	<b>0,6821</b>
UTE Jabo/Baldim	0,0278	0,0087	0,0138	0,0118	0,9207	0,0000	<b>0,9828</b>	0,0056	0,0043	0,0110	0,0024	0,5475	0,0000	<b>0,5707</b>
UTE Ribeirão Jequitibá	0,8738	0,0077	0,0224	0,6885	2,0862	0,0231	<b>3,7017</b>	0,1783	0,0039	0,0179	0,1377	1,2405	0,0046	<b>1,5829</b>
UTE Peixe Bravo	0,0223	0,0072	0,0262	0,0025	1,3904	0,0000	<b>1,4487</b>	0,0223	0,0036	0,0209	0,0005	0,8267	0,0000	<b>0,8740</b>
UTE Ribeirões Tabocas e Onça	0,0185	0,0060	0,0326	0,0000	1,9927	0,0000	<b>2,0498</b>	0,0037	0,0030	0,0261	0,0000	1,1849	0,0000	<b>1,2176</b>
UTE Santo Antônio/Maquiné	0,1783	0,0048	0,0262	0,0246	0,5570	0,0084	<b>0,7993</b>	0,0357	0,0024	0,0210	0,0049	0,3312	0,0017	<b>0,3969</b>
UTE Rio Cipó	0,0063	0,0124	0,0246	0,0000	1,8346	0,0059	<b>1,8839</b>	0,0013	0,0062	0,0197	0,0000	1,0909	0,0012	<b>1,1192</b>
UTE Rio Paraúna	0,0602	0,0137	0,0255	0,0094	0,8039	0,0299	<b>0,9425</b>	0,0098	0,0069	0,0204	0,0019	0,4780	0,0060	<b>0,5229</b>
UTE Ribeirão Picão	0,0306	0,0053	0,0361	0,0219	0,8548	0,0017	<b>0,9504</b>	0,0000	0,0027	0,0289	0,0044	0,5083	0,0003	<b>0,5446</b>
UTE Rio Pardo	0,0376	0,0054	0,0259	0,0052	0,2110	0,0278	<b>0,3129</b>	0,0366	0,0027	0,0207	0,0010	0,1254	0,0056	<b>0,1920</b>
UTE Rio Curimataí	0,0179	0,0052	0,0279	0,0151	0,2594	0,0290	<b>0,3545</b>	0,0036	0,0026	0,0223	0,0030	0,1543	0,0058	<b>0,1915</b>
UTE Rio Bicudo	0,0150	0,0042	0,0399	0,0000	1,4560	0,0000	<b>1,5152</b>	0,0125	0,0021	0,0319	0,0000	0,8657	0,0000	<b>0,9123</b>
UTE Guaicuí	0,0735	0,0081	0,0607	0,0649	3,3395	0,0000	<b>3,5468</b>	0,0147	0,0040	0,0486	0,0130	1,9857	0,0000	<b>2,0659</b>
Rio das Velhas - Trecho Alto	6,2570	0,0000	0,0000	0,0260	0,0000	0,1930	<b>6,4761</b>	5,9016	0,0000	0,0000	0,0052	0,0000	0,0386	<b>5,9454</b>
Rio das Velhas - Trecho Médio Alto	0,0000	0,0000	0,0000	0,1119	1,0467	0,0548	<b>1,2133</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0224	0,6224	0,0110	<b>0,6557</b>
Rio das Velhas - Trecho Médio Baixo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7152	0,0000	<b>0,7152</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4252	0,0000	<b>0,4252</b>
Rio das Velhas - Trecho Baixo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6790	0,0811	<b>0,7601</b>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4037	0,0162	<b>0,4199</b>
<b>Bacia do rio das Velhas</b>	<b>8,7734</b>	<b>0,1656</b>	<b>0,4393</b>	<b>3,3617</b>	<b>21,7228</b>	<b>3,5079</b>	<b>37,9707</b>	<b>6,5554</b>	<b>0,0827</b>	<b>0,3513</b>	<b>0,6723</b>	<b>12,9163</b>	<b>0,7016</b>	<b>21,2796</b>

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

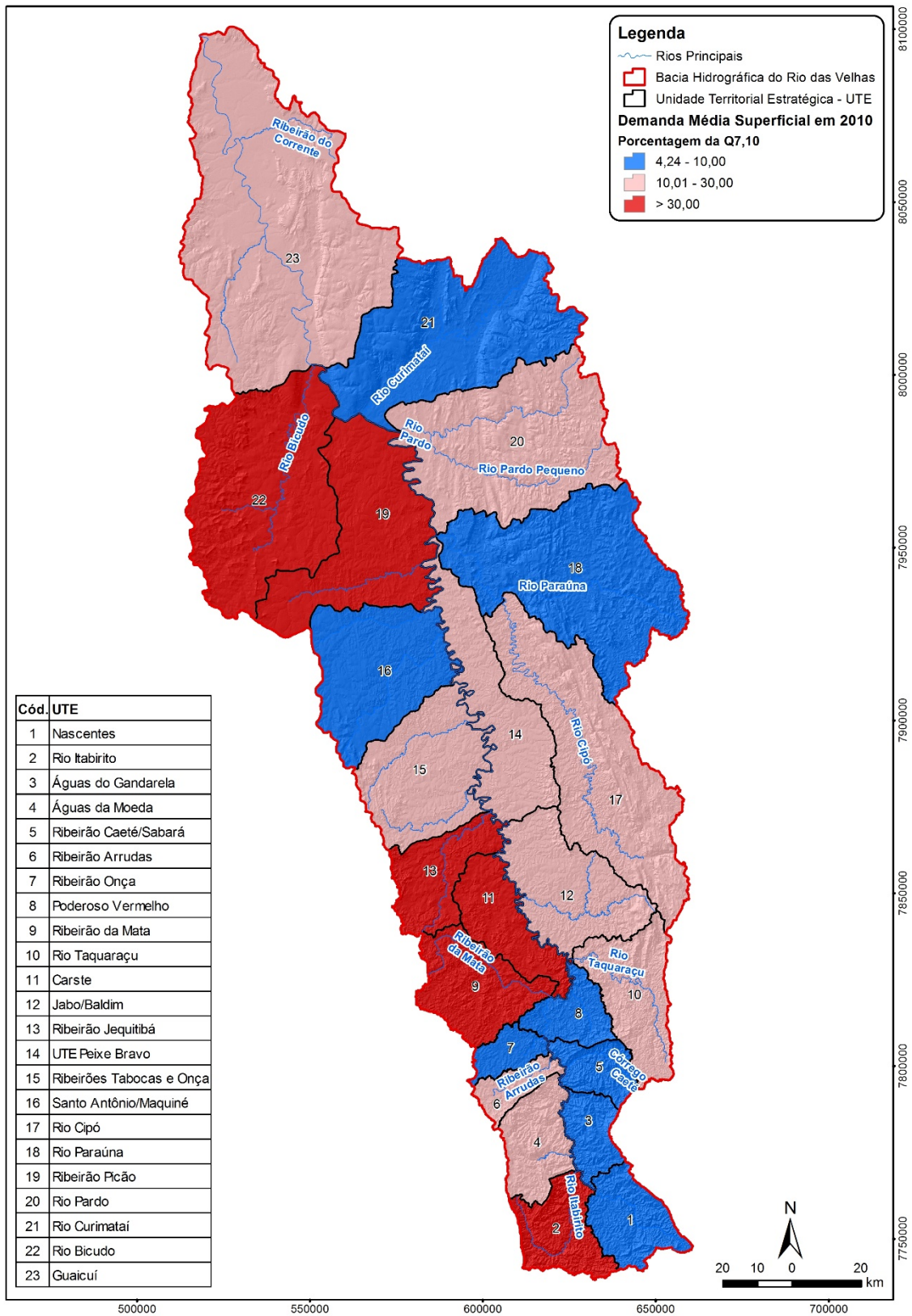


Figura 11.1: Avaliação do balanço entre a vazão média de retirada superficial e a Q<sub>7,10</sub>. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

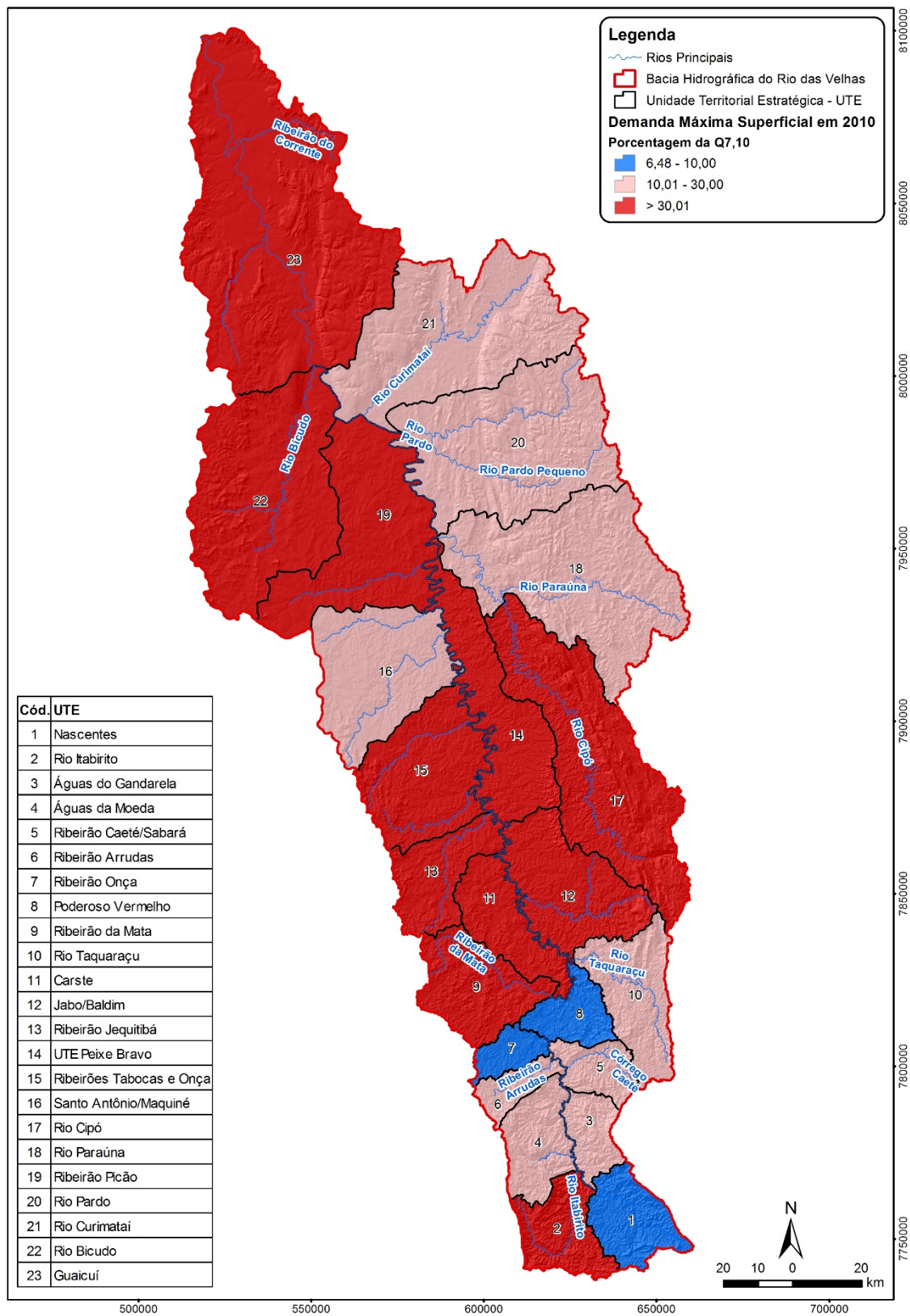


Figura 11.2: Avaliação do balanço entre a vazão máxima de retirada superficial e a Q7,10. Elaboração: Consórcio EcoPlan/Skill (2013).

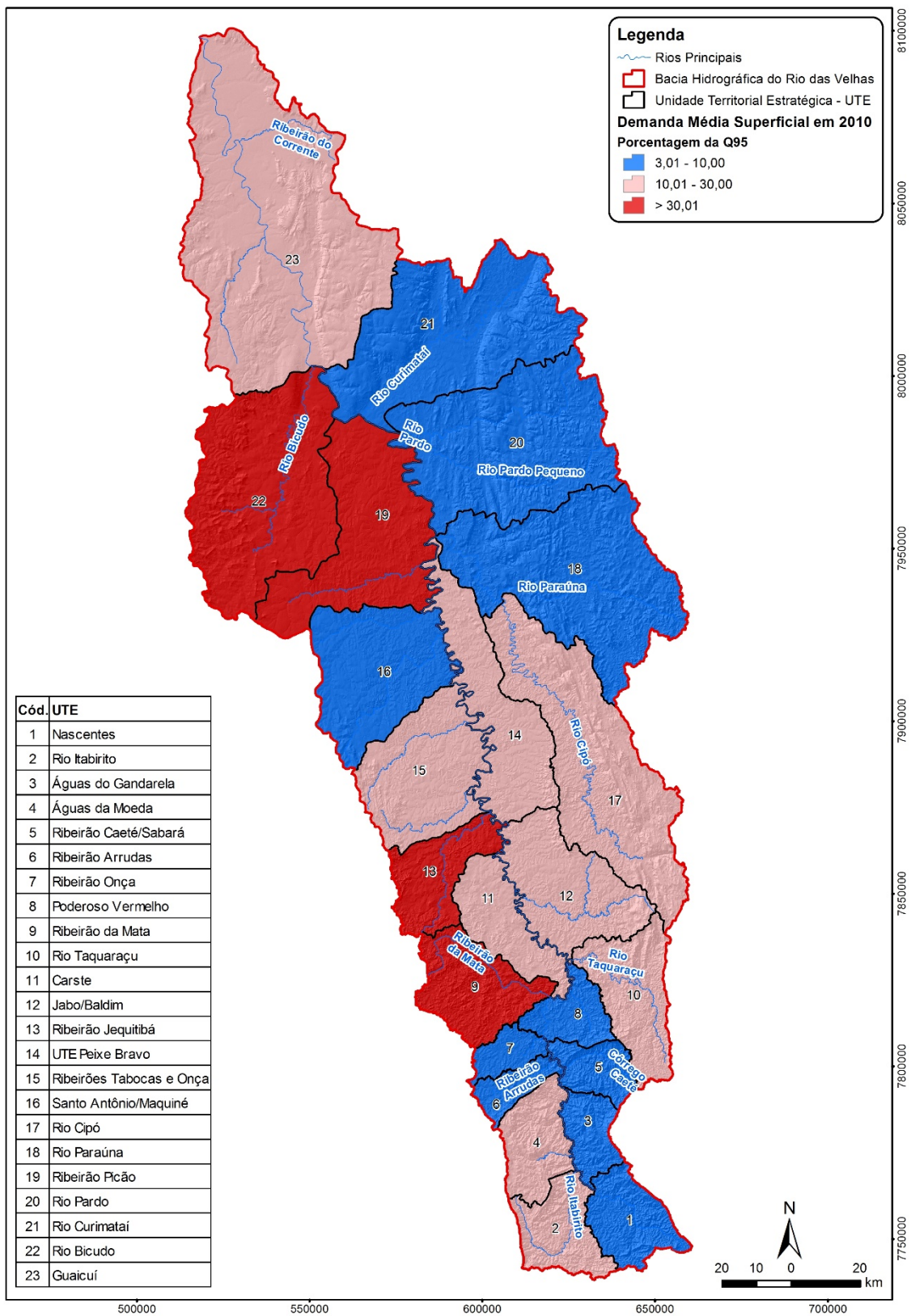


Figura 11.3: Avaliação do balanço entre a vazão média de retirada superficial e a Q<sub>95</sub>. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

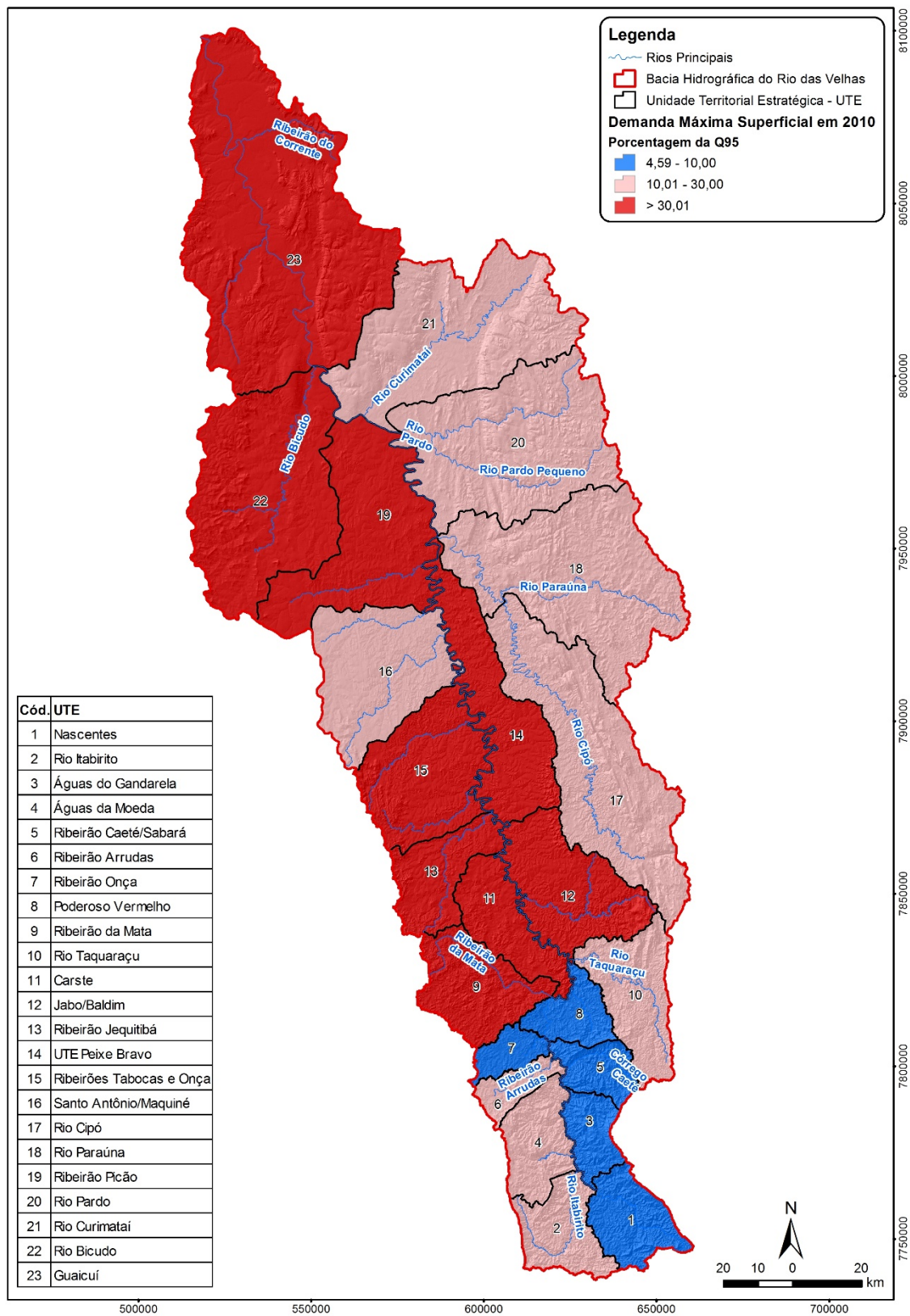


Figura 11.4: Avaliação do balanço entre a vazão máxima de retirada superficial e a Q<sub>95</sub>. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).





**12**

**SIMULAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA**



## 12 SIMULAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA NO CENÁRIO ATUAL

A simulação quali-quantitativa foi baseada na aplicação de um modelo matemático de qualidade da água para avaliar de forma integrada os usos da água (demandas hídricas) na bacia do rio das Velhas, considerando sua distribuição espacial frente à disponibilidade hídrica da bacia, a fim de se obter balanços hídricos por trechos para diferentes cenários. A modelagem possibilita a avaliação da qualidade da água ao longo da rede de drenagem, considerando de forma integrada os diferentes tempos de percurso em cada trecho, suas cargas poluidoras pontuais e difusas e a disponibilidade hídrica para diluição dessas cargas.

Para a simulação matemática foi utilizado o modelo QUAL-2K (Q2K) (Chapra *et al.*, 2006). O modelo possui uma vasta aplicabilidade ao longo dos anos em diversos cursos d'água ao redor do mundo, sendo utilizado principalmente como ferramenta suporte na tomada de decisão no gerenciamento integrado dos recursos hídricos no âmbito de bacia hidrográfica.

Os dados utilizados para ajuste do modelo referem-se à concentração média do parâmetro simulado no período 2003-2012. Os parâmetros utilizados na calibração foram DBO, OD, fósforo total e coliformes termotolerantes. A vazão média ( $Q_{MLP}$ ) foi adotada como disponibilidade hídrica na etapa de ajuste ou calibração do modelo. Posteriormente, foi realizada uma simulação considerando como disponibilidade hídrica a  $Q_{90}$ . Esse cenário de vazão foi utilizado para caracterização do cenário atual em uma situação de estiagem.

A metodologia empregada para a utilização do modelo e as etapas de pré-processamento, pós-processamento e de ajuste e calibração do modelo às condições atuais podem ser encontradas com maior nível de detalhamento no RP-03 – Análise Integrada, Articulação e Compatibilização dos Interesses Internos e Externos, Cenários e Prognósticos.

A seguir são apresentados os resultados da modelagem matemática com o QUAL-2K para o cenário atual de cargas poluidoras (indústrias, esgotos domésticos e difusas) e demandas hídricas na bacia do rio das Velhas em condição de estiagem.

### 12.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Neste item são apresentados mapas que espacializam o atendimento de classe das variáveis demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio amoniacal ( $NH_4$ ), nitratos ( $NO_3$ ), fósforo total (FT) e coliformes termotolerantes conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005. Nesse caso, o modelo foi rodado para uma situação de estiagem, considerando uma situação com a  $Q_{90}$  como disponibilidade hídrica.

A Figura 12.6 até a Figura 12.6 apresentam as classes de atendimento das concentrações dos parâmetros simulados.

Para o parâmetro indicador de carga orgânica (DBO) verifica-se a predominância de classes de qualidade das águas mais restritivas em trechos de mananciais localizados junto aos centros urbanos da margem esquerda do rio das Velhas. O trecho mais restritivo (classes 3 e 4) estende-se desde a confluência do Ribeirão Sabará até o Ribeirão do Melo.

Para OD verifica-se a predominância da classe 1 nos mananciais que formam o rio das Velhas. Entre as classes mais restritivas (Classes 3 e 4), localizadas nos afluentes ao rio das Velhas simulados, destacam-se a região metropolitana de Belo Horizonte, e os trechos a jusante de Ribeirão das Neves, Pedro Leopoldo e Vespasiano.

Em termos de atendimento de classe quanto ao nitrogênio amoniacal -  $\text{NH}_4$  verifica-se um comportamento semelhante a DBO. As classes mais restritivas ocorrem juntos aos mananciais que drenam os esgotos de centros urbanos. Para o nitrato -  $\text{NO}_3$  apesar do incremento de montante para jusante por processos de nitrificação, verifica-se exclusivamente águas de classe 1.

Quanto ao Fósforo total (FT) verifica-se a predominância das classes 3 e 4 nos afluentes ao rio das Velhas que cortam os principais centros urbanos, assim como corre com a DBO e o  $\text{NH}_4$ . O rio das Velhas apresenta classe 3 desde a confluência com o rio do Peixe até o ribeirão Sabará, passando então a classe 4 até sua foz.

Em termos de coliformes termotolerantes verifica-se a predominância das classes 3 e 4 nos trechos afluentes que drenam os esgotos domésticos de sedes municipais. No rio das Velhas o trecho mais restritivo ocorre entre a confluência com o rio Itabirito e o riacho Riachão, trecho sob influência da RMBH. No trecho médio e final, são verificados trechos em classes 1 e 2 de forma intercalada, dependendo da carga de coliformes recebida de tributários.

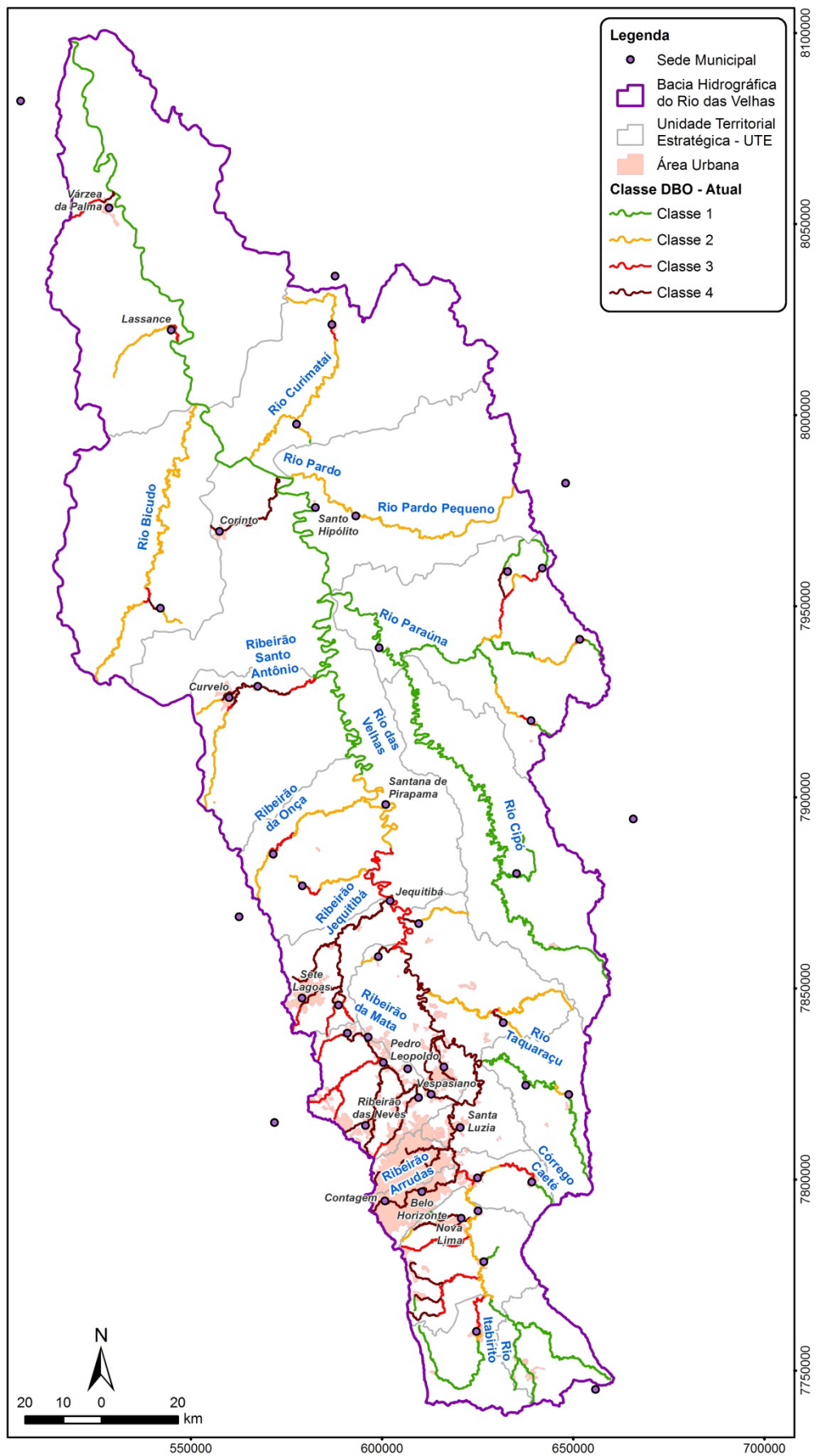


Figura 12.1: Atendimento de classe para as concentrações de DBO simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica Q90.

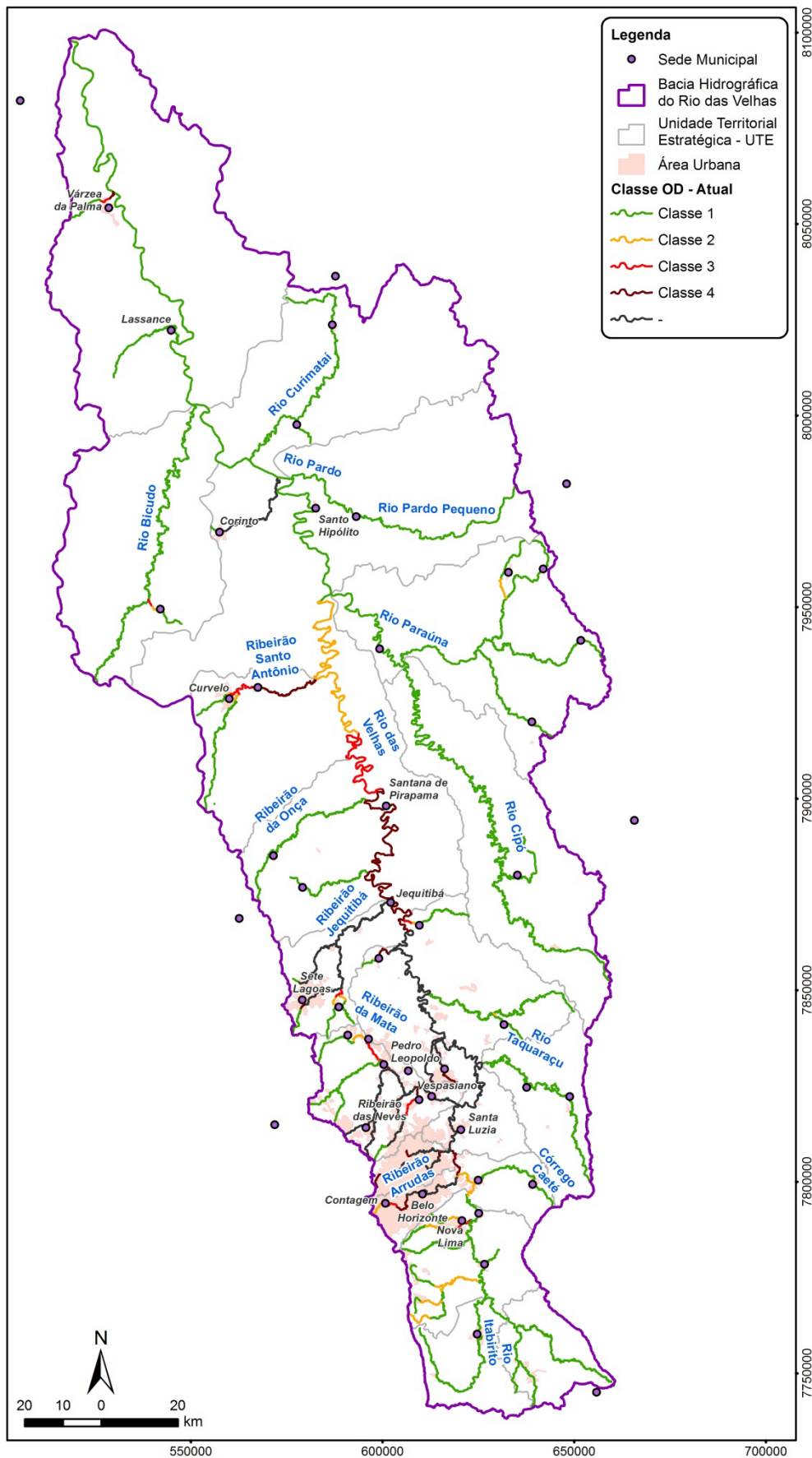


Figura 12.2: Atendimento de classe para as concentrações de OD simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica Q90.

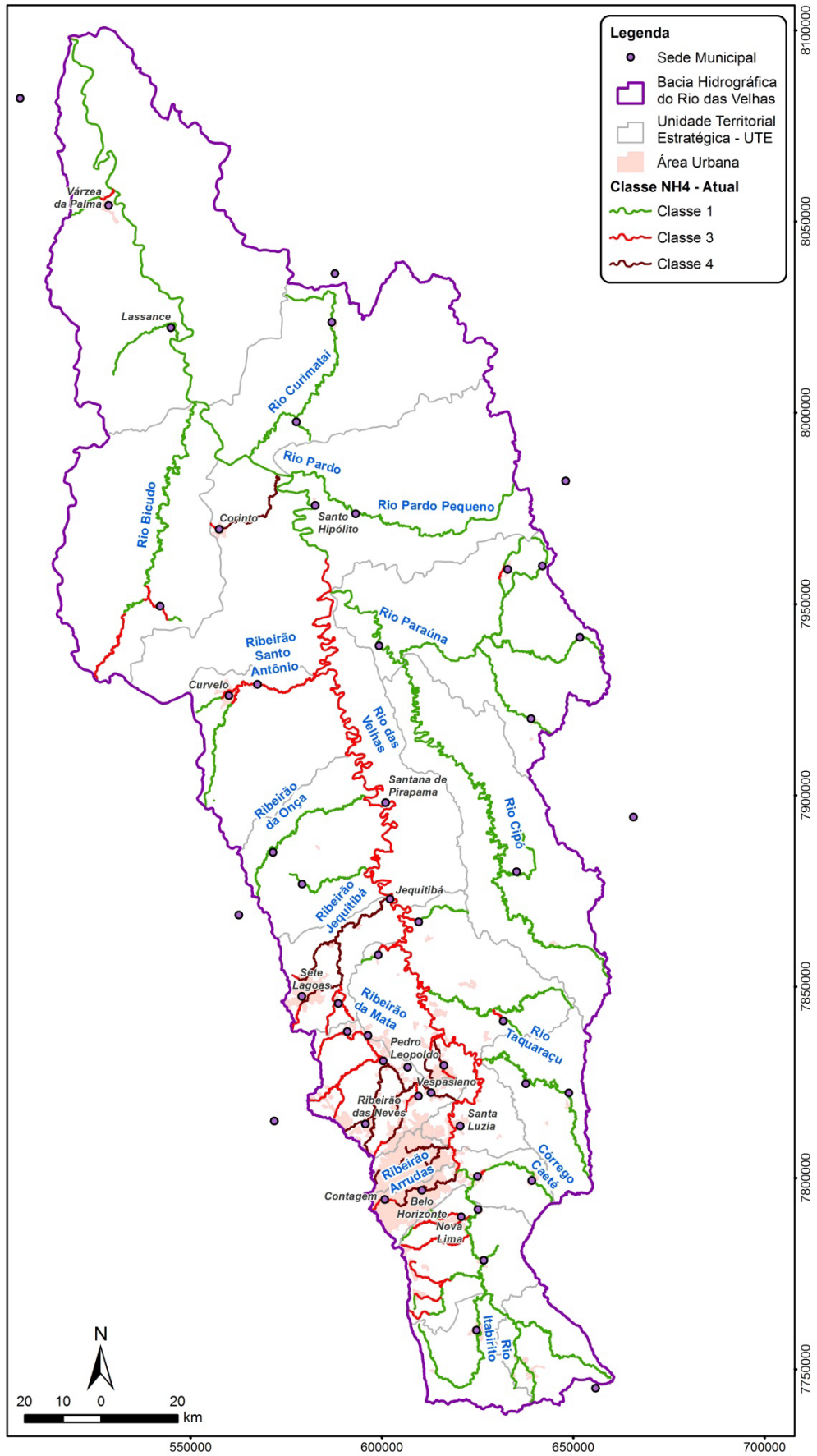


Figura 12.3: Atendimento de classe para as concentrações de NH4 simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica Q90.

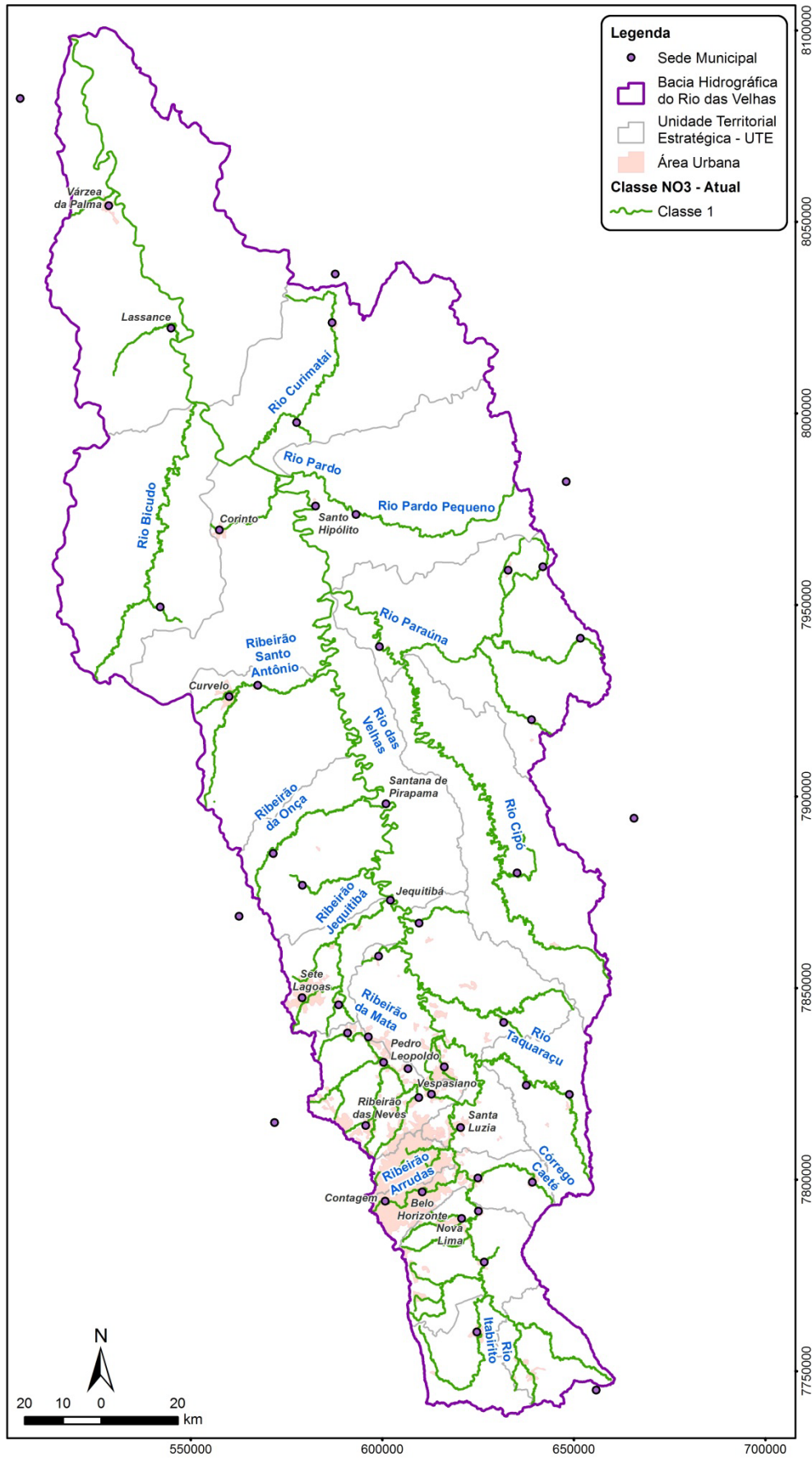


Figura 12.4: Atendimento de classe para as concentrações de NO3 simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica Q90.



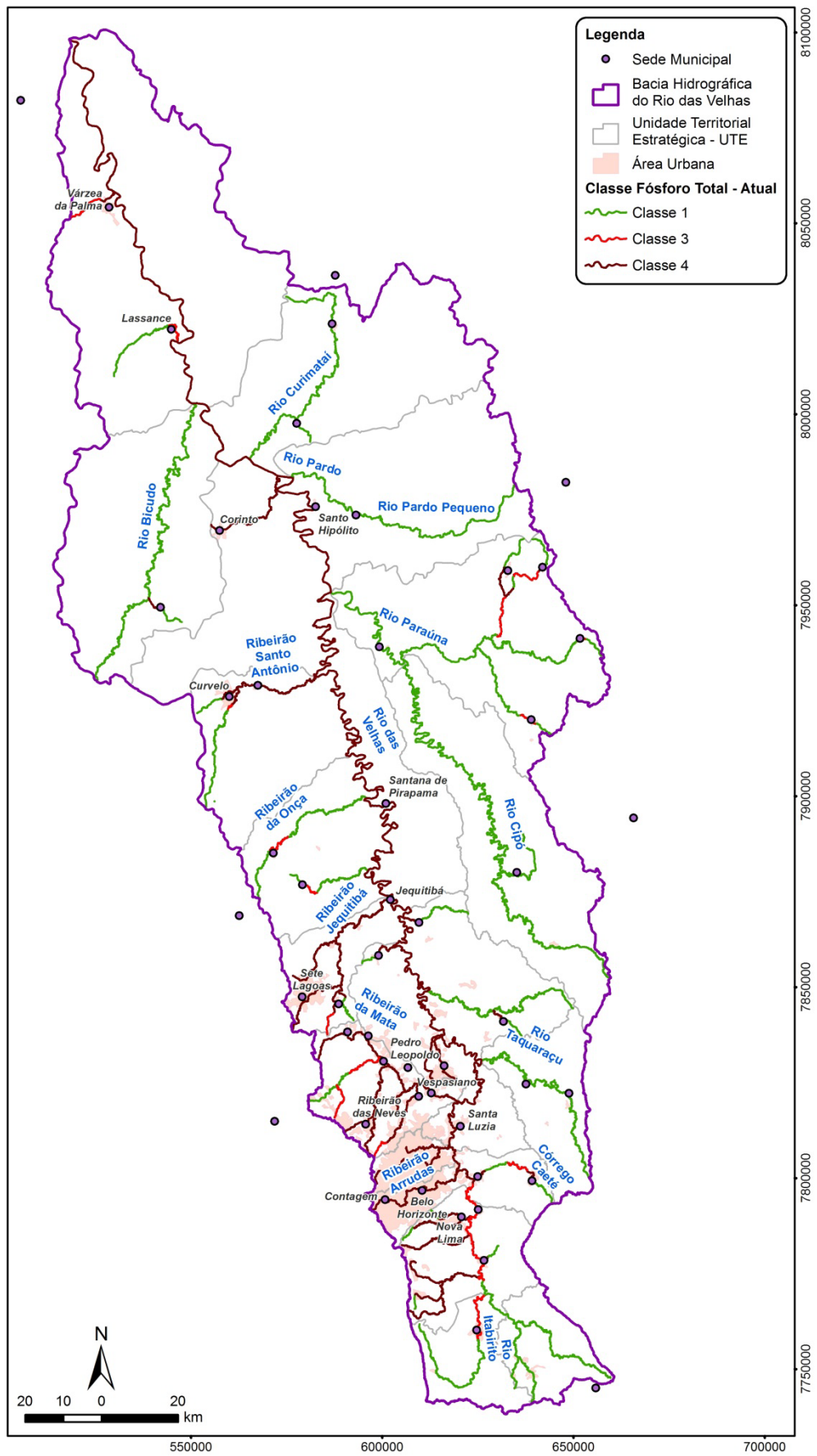


Figura 12.5: Atendimento de classe para as concentrações de Fósforo Total simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica Q90.

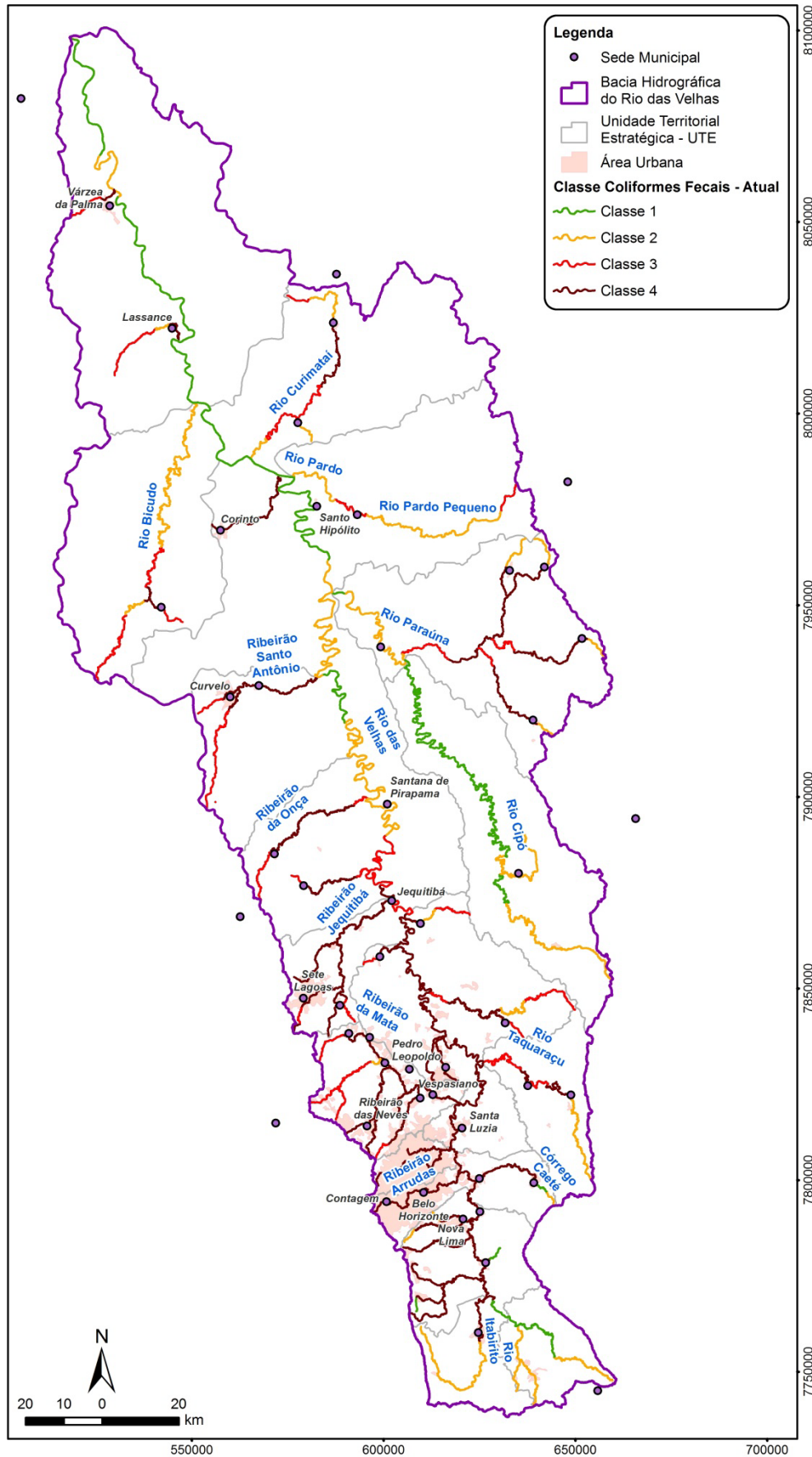


Figura 12.6: Atendimento de classe para as concentrações de Coliformes fecais simuladas no cenário atual – Disponibilidade Hídrica Q90.

## 12.2 ANÁLISE DAS CARGAS POLUIDORAS

O modelo foi aplicado para avaliar a representatividade de cada setor poluidor em cada um dos segmentos contemplados na modelagem da qualidade da água. Vale salientar que essa análise foi realizada somente para o parâmetro DBO. O resultado é dado em termos percentuais, representando a contribuição relativa a cada segmento da carga de DBO de origem industrial, cloacal de sedes urbanas e difusa, relacionada ao uso do solo.

Da Figura 12.7 a Figura 12.9 é apresentada quanto da carga de DBO remanescente na rede de drenagem é oriunda de fontes difusas relacionadas ao uso do solo, ou de fontes pontuais da indústria ou esgotos domésticos.

Com base nesses resultados, de uma maneira geral, é possível identificar que as cargas difusas apresentam maior representatividade somente nos trechos a montante de sedes urbanas ou em trechos distantes de aglomerados urbanos, onde a DBO exercida por esgotos e indústrias sofreu decaimento (Figura 12.7). Em termos de fontes industriais (Figura 12.8) os maiores percentuais são pontuais e encontram-se nos seguintes trechos: Ribeirão da Mata, alto córrego Mutuca, Ribeirão dos Macacos e porção médio-superior do rio Itabirito. Já a parcela competente aos esgotos (Figura 12.9) destaca-se junto aos centros urbanos, principalmente nas regiões de Belo Horizonte, Contagem, Sete Lagoas, Ribeirão das Neves e Curvelo.

Deve-se salientar que ao combinar esse resultado com as concentrações de DBO, nota-se que a predominância de cargas difusas sobre as demais não gera uma piora na qualidade da água. Ao contrário disso, nos trechos em que a carga de DBO é predominantemente de sedes urbanas, verificam-se elevadas concentrações de DBO e depleção na concentração de OD.

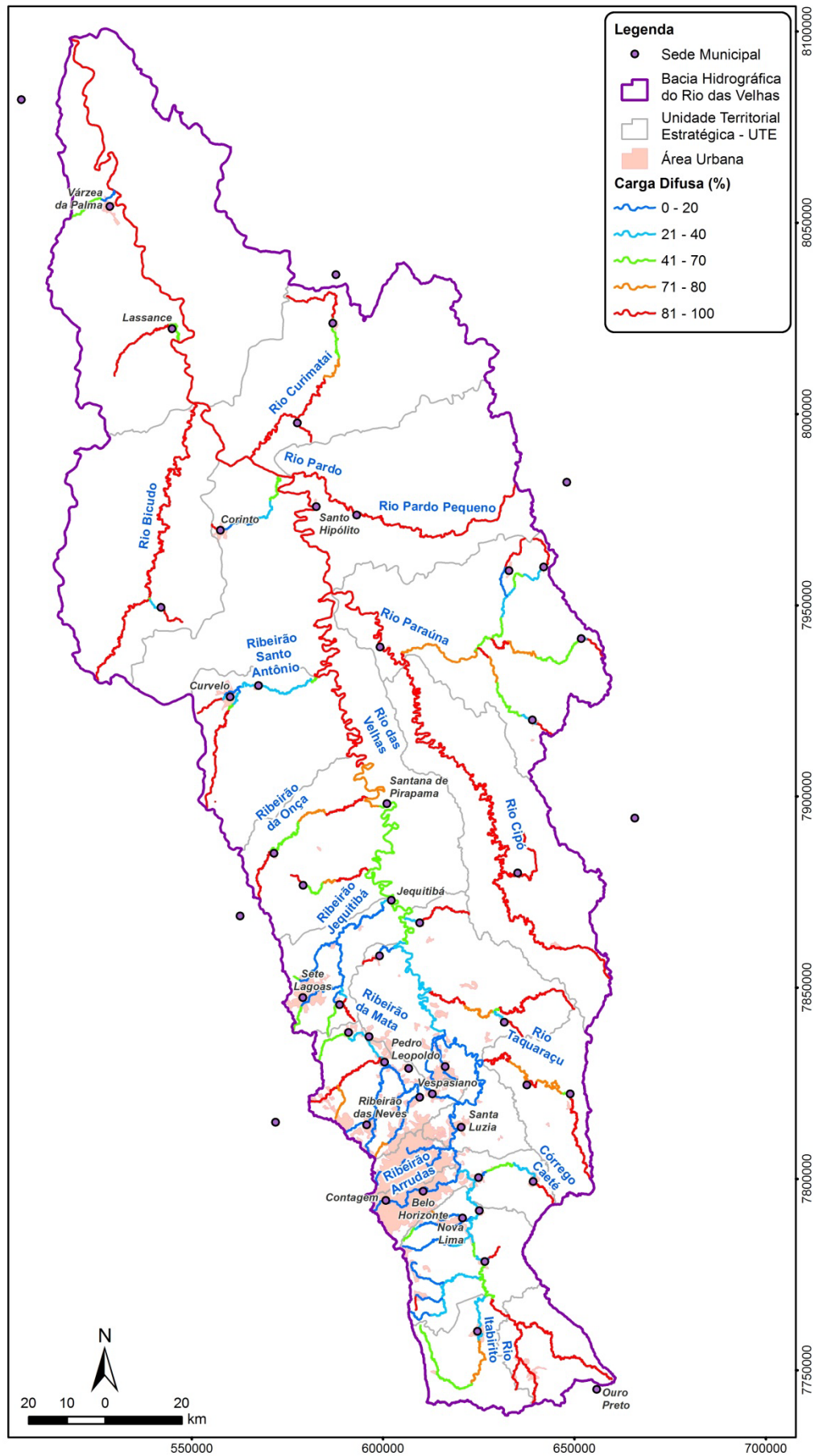


Figura 12.7: Percentual da carga de DBO de fontes difusas ao longo do sistema simulado.

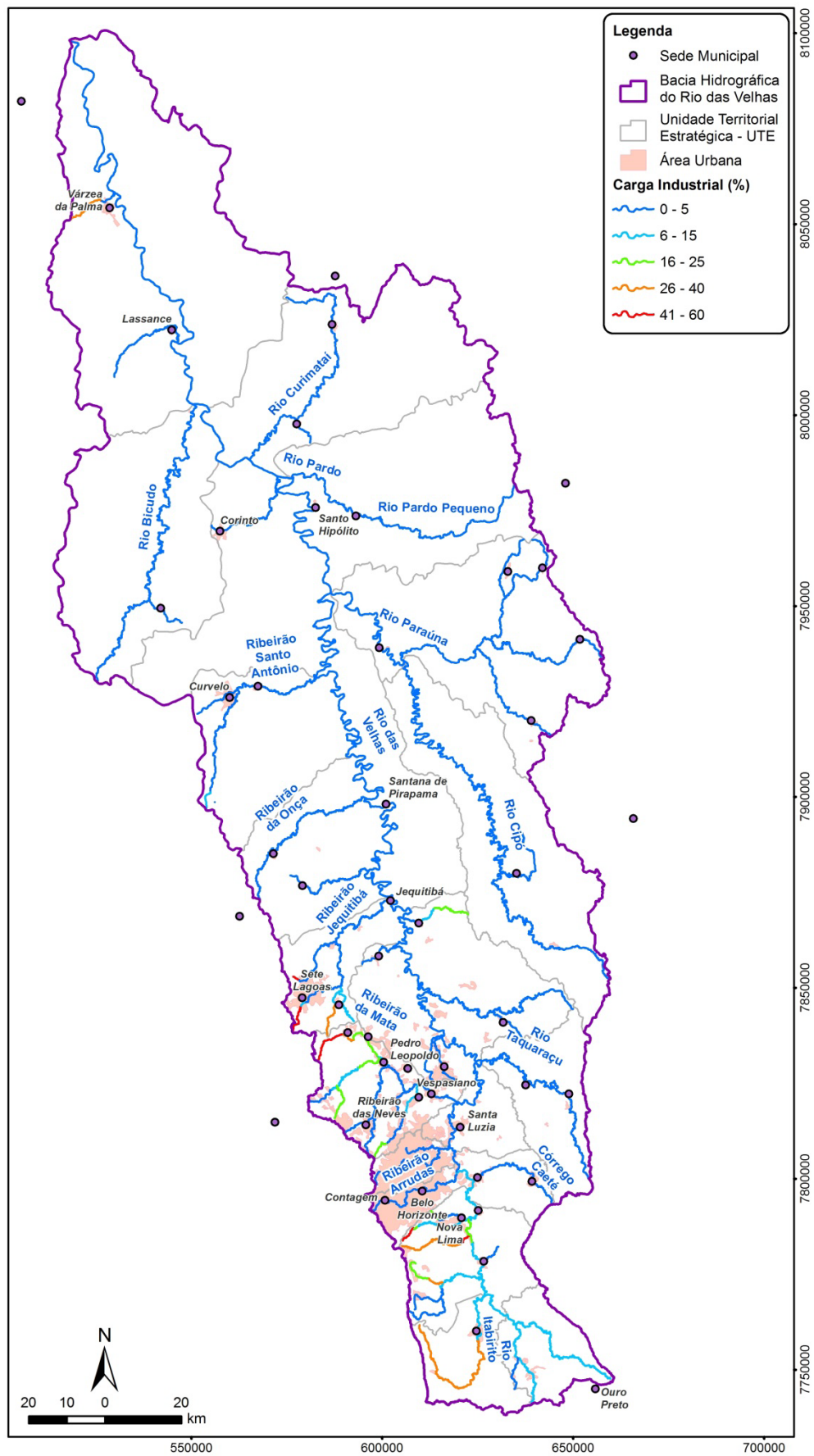


Figura 12.8: Percentual da carga de DBO de fontes industriais ao longo do sistema simulado.

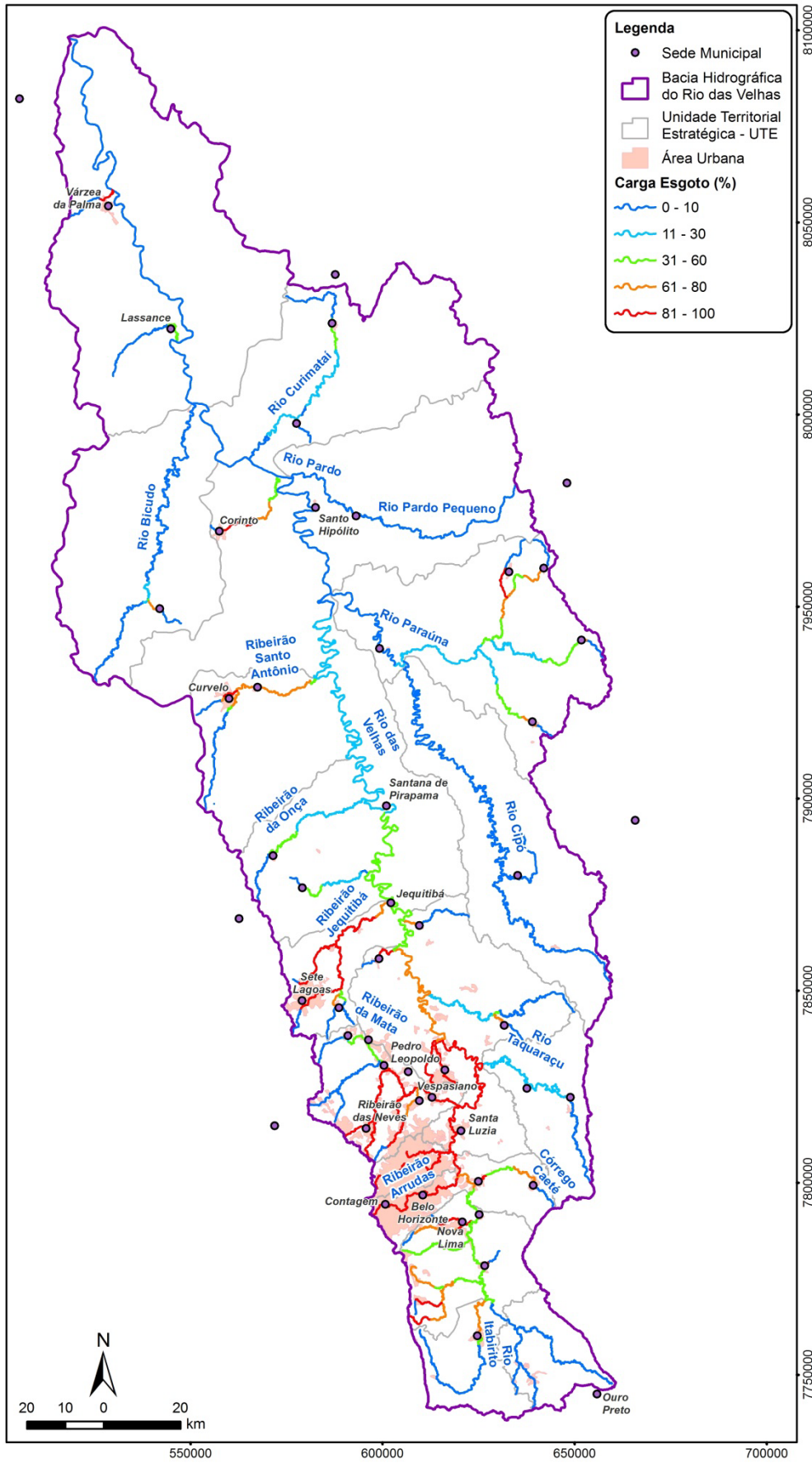


Figura 12.9: Percentual da carga de DBO de esgoto doméstico (sedes urbanas) ao longo do sistema simulado.

### 12.3 ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO

Além dos cenários para avaliação da qualidade da água foi realizada uma simulação de balanço hídrico para avaliar trechos críticos de disponibilidade hídrica e também para fornecer subsídios para a determinação de uma vazão de referência para a outorga. Esse balanço foi realizado para uma vazão de estiagem com 7 dias de duração e recorrência de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ).

A Figura 12.10 apresenta o resultado do balanço hídrico na rede de drenagem simulado considerando como disponibilidade hídrica a vazão de estiagem com duração de 7 dias e tempo de recorrência de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ). Esse resultado do modelo evidencia o grau de comprometimento da disponibilidade hídrica, no caso a  $Q_{7,10}$ , frente à alocação de água para os diversos usos. Os trechos onde ocorrem os maiores índices de comprometimento da disponibilidade frente às demandas para um cenário de  $Q_{7,10}$  referem-se aos afluentes da margem esquerda: rio Bicudo, ribeirão da Onça, ribeirão Jequitibá e ribeirão da Mata, e da margem direita: rio Jaboticatubas. Nesses trechos e ao longo do trecho principal do rio das Velhas a representatividade da demanda diante da disponibilidade varia predominantemente de 60 a 160%. Nos demais trechos afluentes simulados as demandas representam até 20% da disponibilidade.

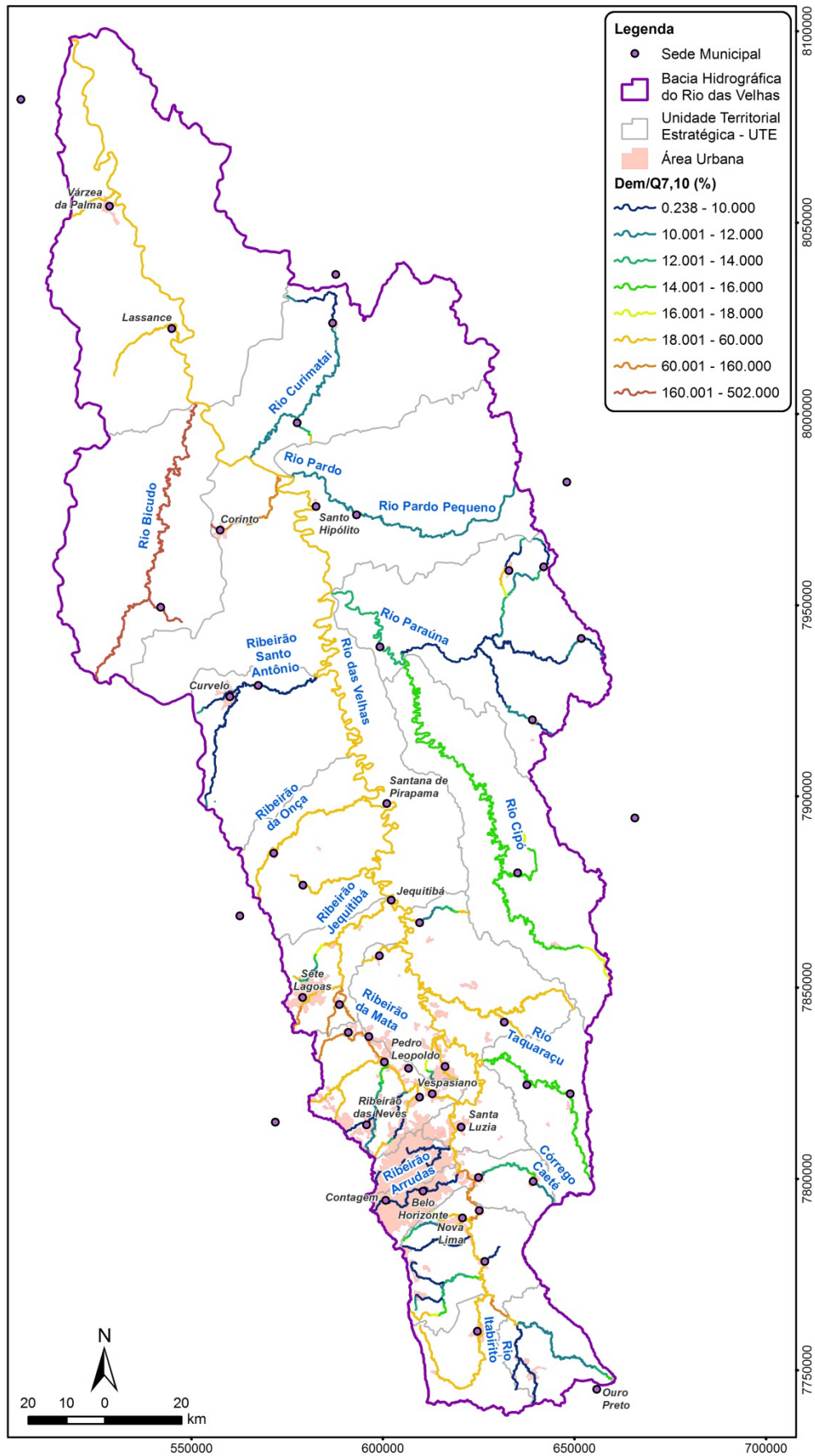


Figura 12.10: Variação da relação entre demandas hídricas e vazão  $Q_{7,10}$  ao longo do sistema simulado.



## 12.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo foi capaz de reproduzir a variabilidade espacial, ao longo do perfil longitudinal do rio das Velhas, das concentrações médias observadas para os parâmetros simulados. As baixas concentrações a montante da RMBH, o incremento de carga no trecho influenciada pela RMBH e o trecho de decaimento das cargas foi bem representado pelo modelo para os principais parâmetros (DBO, coliformes, OD e fósforo total). Esse resultado indica que as contribuições oriundas de tributários estão coerentes com a realidade.

Ao considerar na modelagem a disponibilidade hídrica com 90% de permanência verificou-se uma piora significativa da qualidade da água em razão da baixa capacidade de diluição dos cursos d'água simulados. Em uma situação de estiagem, os resultados do modelo mostram invariavelmente a classe 4 em afluentes que recebem os esgotos domésticos de sedes urbanas. Alguns tributários possuem incrementos significativos de vazão a jusante frente às cargas, auxiliando na recuperação do sistema na própria bacia como, por exemplo, ocorre no rio Paraúna. Em outros casos, a bacia de drenagem é pequena, resultando em incrementos de vazão pouco significativos para diluir a carga remanescente de efluentes urbanos e industriais. Um exemplo disso são os rios urbanos que cortam a RMBH. Há também situações em que a carga de origem urbana ou industrial não é tão significativa, porém está alocada em trechos de cabeceira, onde a capacidade suporte do sistema é ainda baixa. O rio do Peixe se enquadra nesse caso. O trecho médio do rio das Velhas, que recebe afluentes que drenam a RMBH e esgotos diretos de sedes urbanas situadas nas suas margens, também representa um trecho crítico quanto à qualidade da água.

Da análise integrada das cargas poluidoras, verificou-se de uma maneira geral que o esgoto doméstico de sedes urbanas é o principal responsável pelos incrementos significativos de DBO na rede de drenagem. A jusante das sedes urbanas, pelo menos 80% da carga de DBO é oriunda de esgotos domésticos. Essas entradas são responsáveis pelas elevadas concentrações de DBO e depleção de OD. Em alguns trechos, os efluentes industriais respondem pela maior parcela da carga de DBO remanescente no curso d'água. No entanto, tanto as cargas de indústrias, quanto aquelas relacionadas ao uso do solo, não são suficientes para impactar significativamente a qualidade da água em uma escala de bacia hidrográfica.

Como foi visto nesse capítulo, invariavelmente, o controle de poluição hídrica deverá passar pela coleta e tratamento dos esgotos cloacais urbanos. Além disso, a modelagem serviu para mapear cursos d'água com baixa capacidade suporte ou que já atingiram essa capacidade devido às cargas já existentes.





13

ANÁLISE INTEGRADA



## 13 ANÁLISE INTEGRADA

A proposta metodológica para a análise integrada do diagnóstico da bacia do rio das Velhas, suas regiões e UTEs, subsídio para a posterior construção do prognóstico da bacia e de planos e programas para a gestão dos recursos hídricos, utilizou um sistema de “agendas”, que buscam definir os aspectos emergentes que melhor traduzem a situação geral das unidades territoriais analisadas através da classificação de cada UTE em uma escala de importância dos temas em cada agenda. Trata-se de uma adaptação de metodologia similar utilizada na Conferência Rio+10.

O enquadramento das UTEs em agendas compreende uma análise da situação da unidade territorial em termos dos padrões de uso e cobertura do solo, de tal forma que seja possível identificar e avaliar as feições preponderantes da paisagem (distribuição quantitativa das áreas), associada a aspectos qualitativos que descrevam processos e situações importantes. O objetivo é trazer à luz elementos significativos do ponto de vista das forças que dirigem a dinâmica socioambiental das unidades territoriais e que, mesmo não sendo preponderantes em termos espaciais (abordagem quantitativa), contribuem de forma relevante (abordagem qualitativa) para a composição de um retrato da situação da bacia, suas regiões e UTEs.

Dessa forma, a análise integrada do diagnóstico da bacia e UTEs que compõem a bacia do rio das Velhas se valeu basicamente de dois recursos metodológicos principais. O primeiro constitui-se em uma abordagem segmentada por agendas. O segundo, conforme previsto nos Termos de Referência do estudo e guiado a partir dos resultados preliminares do primeiro, buscou aprimorar, detalhar e validar resultados para as UTEs e para o conjunto da bacia através da discussão e avaliação do conjunto de consultores que realizaram o diagnóstico através de dois workshops, o primeiro em 16/09/2013 com a participação apenas da equipe do Consórcio, o segundo em 17/09/2013 ampliando a participação para representantes do Comitê (CBH Rio das Velhas) e da Agência de Bacia (AGB Peixe Vivo) e para representantes do Órgão Gestor de Recursos Hídricos (IGAM).

No início do processo de composição das agendas para o PDRH Rio das Velhas, foram propostas quatro agendas de base. Com o decorrer dos trabalhos optou-se por criar uma quinta agenda. As cinco agendas foram posteriormente confrontadas, através da discussão entre os consultores e membros do Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT) do PDRH, considerando-se temas relevantes para o entendimento do cenário atual de recursos hídricos da bacia, resultando, no final do processo, na composição de cinco mapas intermediários, qualificados pela discussão dos consultores, representativos de cada agenda.

As agendas foram elaboradas partindo-se, basicamente, das principais classes de uso e ocupação do território da bacia, conforme o mapeamento de uso e ocupação elaborado pelo diagnóstico, a saber:

- **Agenda Cinza** - Descreve a situação atual da atividade de mineração.
- **Agenda Laranja** - Descreve a situação atual da atividade agropecuária.
- **Agenda Marrom** - Descreve a situação atual da urbanização, associada ou não à industrialização.
- **Agenda Verde** - Descreve a situação atual de espaços territoriais especialmente protegidos em unidades de conservação ou com remanescentes florestais significativos.
- **Agenda Azul** - Descreve o grau de importância dos aspectos qualitativos e quantitativos das águas da bacia e engloba a percepção populacional, referente à problemática da bacia

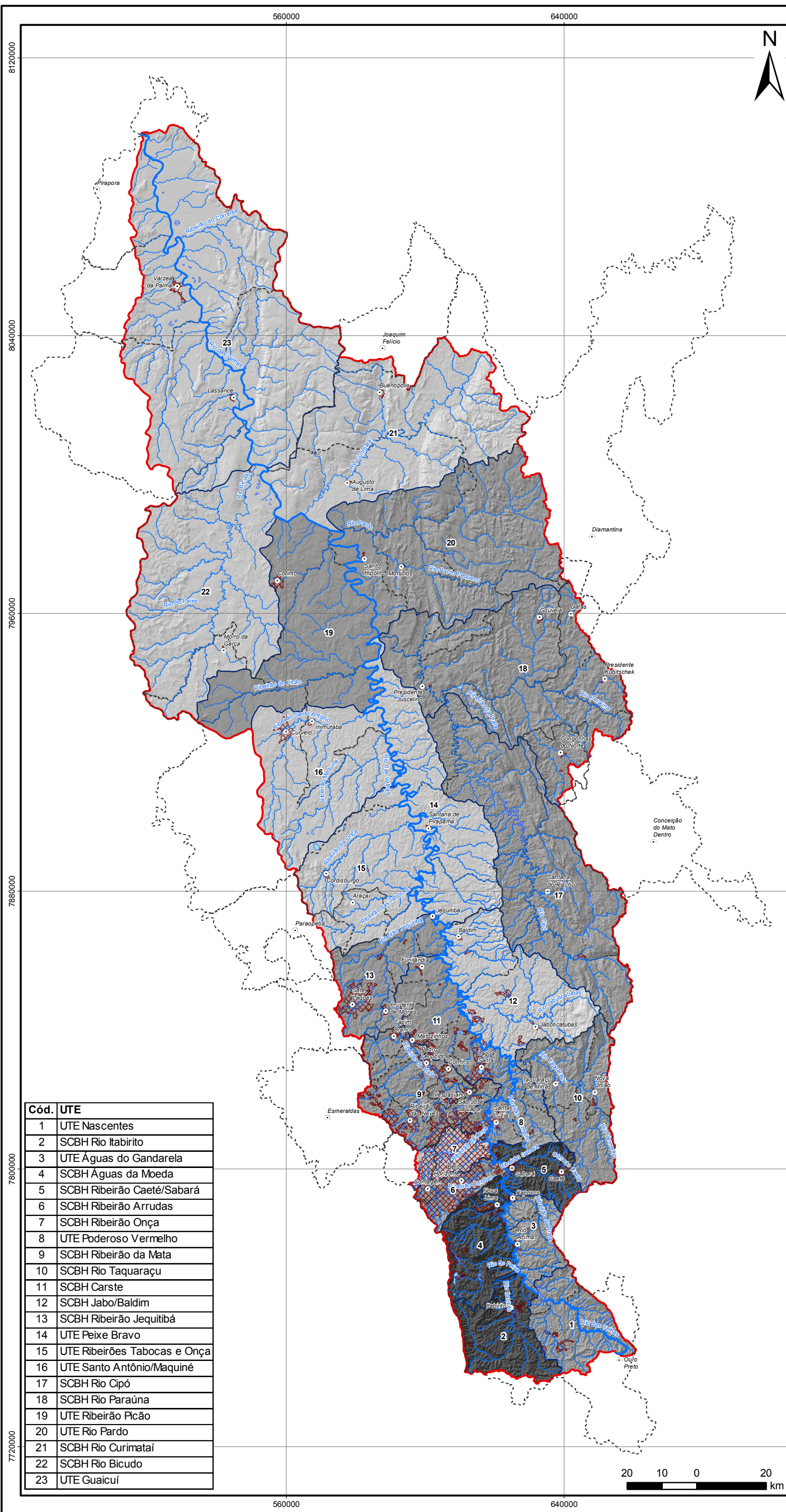
As agendas foram construídas voltadas a identificar, para cada tema:

- UTEs onde a atividade foco da agenda é relevante e os problemas ambientais e de gestão dos recursos hídricos decorrentes desta atividade demandam prioridade pelo PDRH, configurando a situação chamada “**relevante**”;
- UTEs onde a respectiva atividade é importante, porém, não preponderante na problemática hídrica da UTE, configurando a situação “**relevância intermediária**”, demandando ações e controles do PDRH, porém, não de forma prioritária para as respectivas UTEs;
- UTEs onde a atividade é inexistente ou irrelevante para a gestão de recursos hídricos, configurando a situação “**pouco relevante**”.

Os três níveis de importância foram então traduzidos em valores numéricos, da seguinte forma:

- Valor 2 - Agenda relevante;
- Valor 1 - Agenda de relevância intermediária;
- Valor 0 - Agenda pouco relevante.

Os resultados das agendas por UTE podem ser observados na Figura 13.1 (Agenda Cinza), Figura 13.2 (Agenda Laranja), Figura 13.3 (Agenda Marrom), Figura 13.4 (Agenda Verde) e Figura 13.5 (Agenda Azul). Cabe ressaltar que os resultados refletem o produto final de todo o processo de construção da análise integrada, ou seja, todas as modificações promovidas pelos consultores do Consórcio nas várias revisões, bem como o acolhimento das contribuições e questionamentos manifestados durante o workshop com a participação de representantes das instituições que fazem parte do GAT.



**Figura 13.1: Mapa Síntese da Agenda Cinza**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
  - Área Urbana
- Agenda Cinza**
- 0 - Pouco relevante
  - 1 - Relevância intermediária
  - 2 - Muito relevante

**Localização**

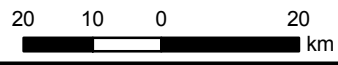


**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Agenda Cinza: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaiçuí



**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

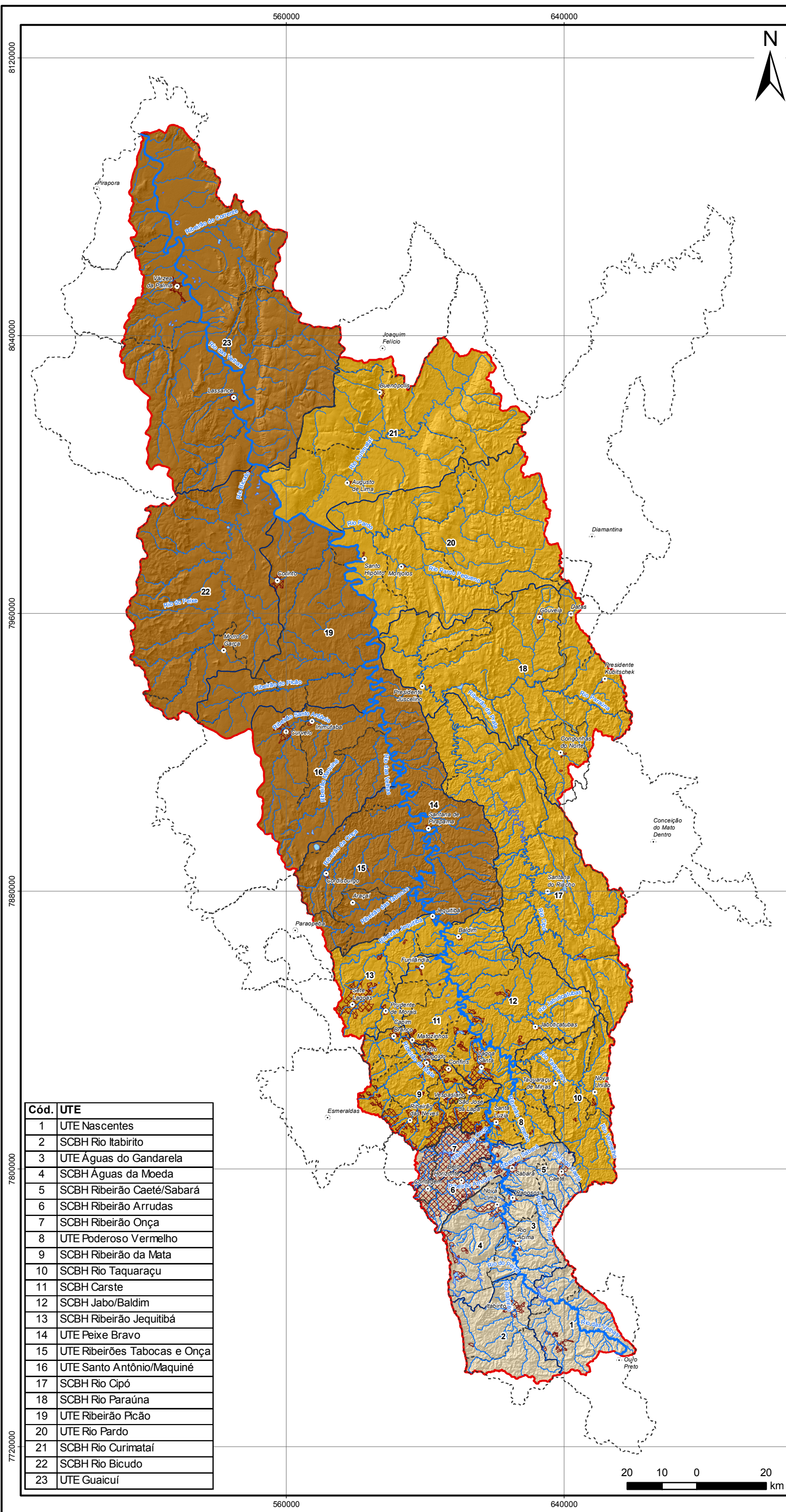
Execução

Apoio Técnico

Realização







**Figura 13.2: Mapa Síntese da Agenda Laranja**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
  - Área Urbana
- Agenda Laranja**
- 0 - Pouco relevante
  - 1 - Relevância intermediária
  - 2 - Muito relevante

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:

- Hidrografia: IGAM
- Limite UTE: CBH Velhas
- Limite Municipal: IBGE
- Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas
- Massa d'água: Projeto Manuelzão
- Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)
- Agenda Laranja: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pirão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização



**Figura 13.3: Mapa Síntese da Agenda Marrom**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
  - Área Urbana
- Agenda Marrom**
- 0 - Pouco relevante
  - 1 - Relevância intermediária
  - 2 - Muito relevante

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Agenda Marrom: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

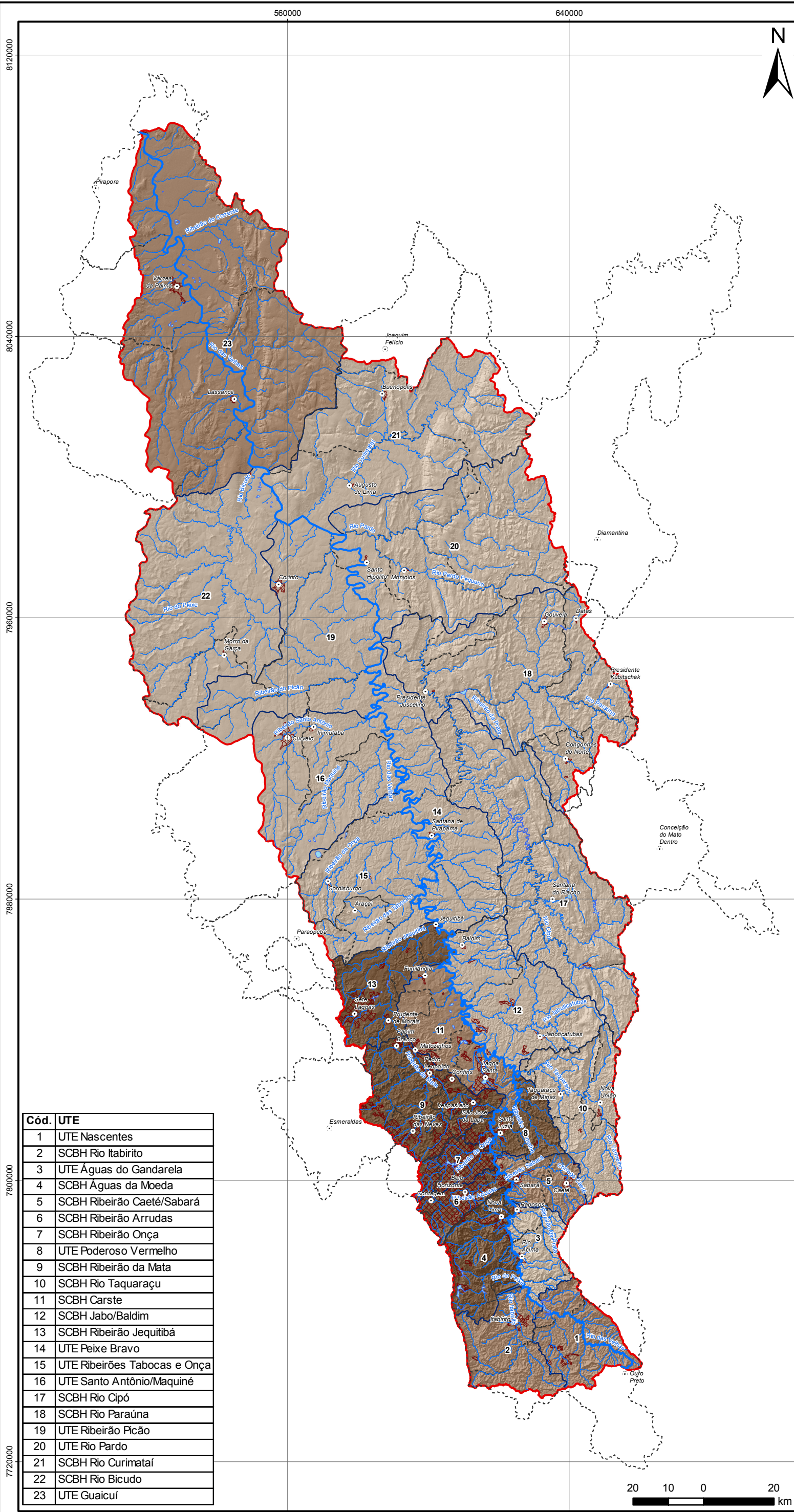
**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

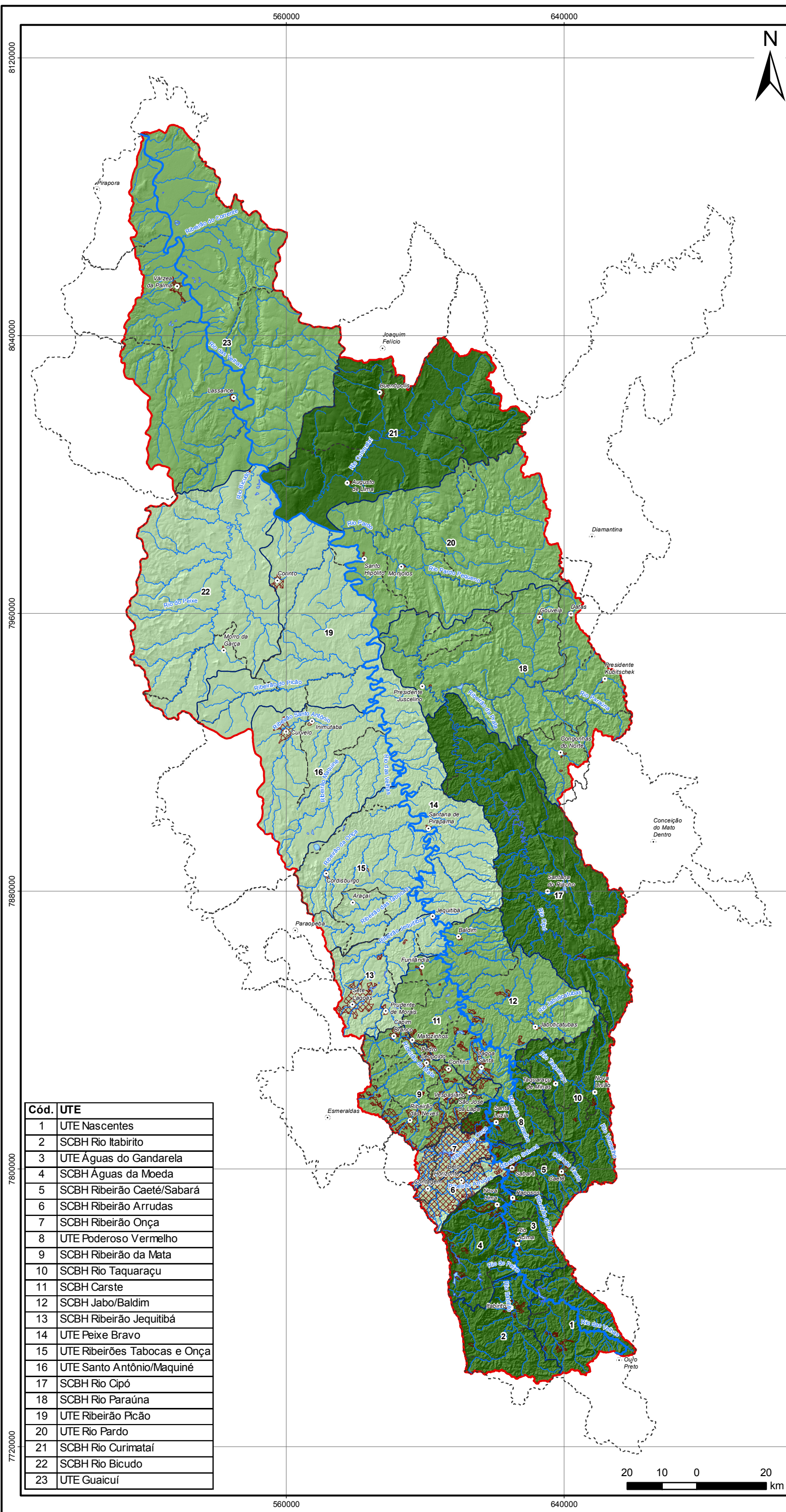
Apoio Técnico

Realização



Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaiçuí





**Figura 13.4: Mapa Síntese da Agenda Verde**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
  - Área Urbana
- Agenda Verde**
- 0 - Pouco relevante
  - 1 - Relevância intermediária
  - 2 - Muito relevante

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Agenda Verde: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

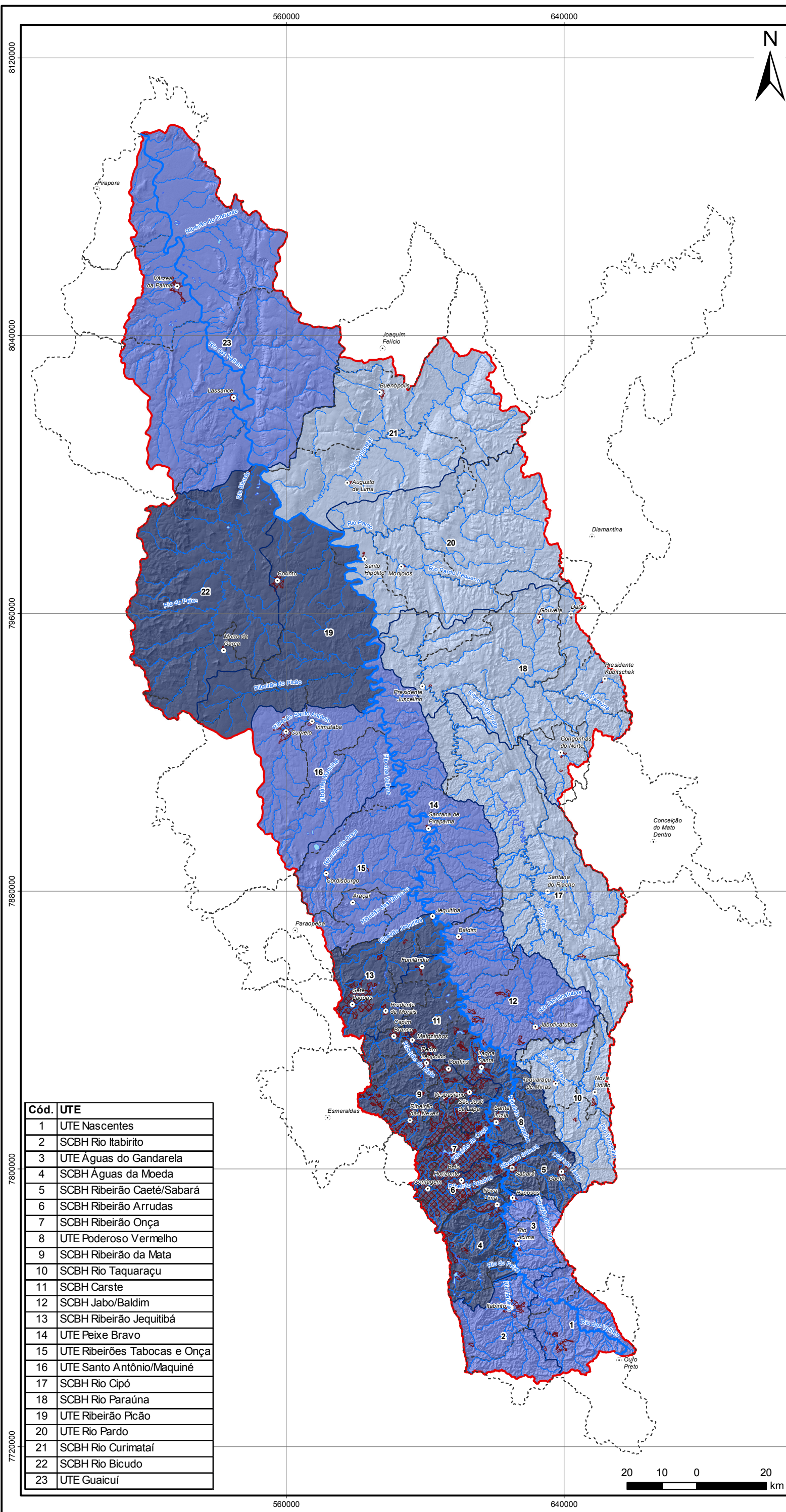
Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização





**Figura 13.5: Mapa síntese da Agenda Azul**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
  - Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
  - Área Urbana
- Agenda Azul**
- 0 - Pouco relevante
  - 1 - Relevância intermediária
  - 2 - Muito relevante

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Agenda Azul: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Picão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí

**PDRH RIO DAS VELHAS**  
 Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução: **ecoplan** ENGENHARIA  
 Apoio Técnico: **SKILL** ENGENHARIA  
 Realização: **CBH** Rio das Velhas





Para fins de uma síntese das principais características das UTEs que emergem da avaliação por agendas e uma aproximação de um ranking das UTEs pelo grau de criticidade em relação aos recursos hídricos, as cinco agendas resultantes da Análise Integrada (Cinza, Laranja, Marrom, Verde e Azul) foram somadas, oferecendo um ordenamento comparativo das UTEs em termos de sua relevância frente aos temas e aspectos considerados.

No entanto, a Agenda Verde reflete uma situação contrária ao aplicado às demais agendas, uma vez que trata do grau de proteção e/ou conservação das UTEs e não dos riscos e pressões sobre os recursos hídricos. Dessa forma, para fins de soma das agendas para obtenção do valor síntese de cada UTE, os valores da Agenda Verde foram invertidos, de forma que o valor zero foi atribuído àquelas UTEs em melhor situação do ponto de vista da conservação, ao passo que o valor 2 foi atribuído às UTEs em que o grau de proteção/conservação é significativamente menor.

Não obstante o entendimento de que os resultados gerais das agendas são compatíveis com o conhecimento e a vivência dos participantes em relação à realidade da bacia, foi levantado que na UTE Ribeirão Arrudas e na UTE Ribeirão Onça, quase que integralmente ocupados pela mancha urbana da Região Metropolitana de Belo Horizonte, abrigando situação muito complexa e crítica, ficou em posição idêntica ou inferior a outras UTEs, principalmente devido ao efeito somado das agendas cinza e laranja.

Visando ajustar essa condição particular expressa nas UTEs Ribeirão Arrudas e Ribeirão Onça, adotou-se um parâmetro auxiliar na composição da matriz de somatório das agendas para fins de hierarquização do grau de criticidade entre as UTEs e para a elaboração do mapa-síntese. Foi utilizado um fator ponderador, com valor 1 ou 2, que foi multiplicado pelo valor da UTE na Agenda Marrom. O fator populacional, como foi denominado, relativo a densidade demográfica da UTE, registrou valor 2 apenas para a UTE Ribeirão Arrudas e a UTE Ribeirão Onça, amplificando sua participação no somatório final, restando para as demais UTEs valor idêntico ao somatório simples, por serem multiplicadas pelo fator 1.

Os resultados finais das agendas por UTE e do seu valor final síntese, podem ser observados no Quadro 13.1 e na Figura 13.6. A metodologia completa dos valores atribuídos às agendas das UTEs está descrita no RP03 - Análise Integrada, Articulação e Compatibilização dos Interesses Internos e Externos, Cenários e Prognósticos.

**Quadro 13.1: Classificação das UTEs nas Agendas Estratégicas da Análise Integrada do Diagnóstico.**

UTE	Agenda Cinza	Agenda Laranja	Agenda Marrom	Agenda Verde	Agenda Azul	Valor síntese <sup>1</sup>	Grupo <sup>2</sup>
UTE Nascentes	1	0	1	2	1	3	D
SCBH Rio Itabirito	2	0	1	2	1	4	M
UTE Águas do Gandarela	1	0	0	2	1	2	D
SCBH Águas da Moeda	2	0	2	2	2	6	DP
SCBH Ribeirão Caeté/Sabará	2	0	1	2	2	5	M
SCBH Ribeirão Arrudas	1	0	2	0	2	9	U
SCBH Ribeirão Onça	0	0	2	0	2	8	U
UTE Poderoso Vermelho	1	1	2	2	2	6	DP
SCBH Ribeirão da Mata	1	1	2	1	2	7	DP
SCBH Rio Taquaraçu	1	1	0	2	0	2	D
SCBH Carste	1	1	1	1	2	6	D
SCBH Jabo/Baldim	0	1	0	1	1	3	A
SCBH Ribeirão Jequitibá	1	1	2	0	2	8	DP
UTE Peixe Bravo	0	2	0	0	1	5	A
UTE Ribeirões Tabocas e Onça	0	2	0	0	1	5	A
UTE Santo Antônio/Maquiné	0	2	0	0	1	5	A
SCBH Rio Cipó	1	1	0	2	0	2	D
SCBH Rio Paraúna	1	1	0	1	0	3	D
UTE Ribeirão Picão	1	2	0	0	2	7	A
UTE Rio Pardo	1	1	0	1	0	3	D
SCBH Rio Curimataí	0	1	0	2	0	1	A
SCBH Rio Bicudo	0	2	0	0	2	6	A
UTE Guaicuí	0	2	1	1	1	5	A

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).

<sup>1</sup> Para o cálculo do valor síntese que representa o grau de criticidade do ponto de vista dos riscos e pressões sobre os recursos hídricos das UTEs, o valor da agenda verde foi invertido pois esta agenda reflete uma situação contrária ao aplicado às demais agendas, uma vez que trata justamente do grau de proteção e/ou conservação das UTEs.

<sup>2</sup> A – Agropecuária; D – Diverso; DP – Diverso Preponderante; M – Mineração; U – Urbanização.

**Figura 13.6: Mapa síntese da Análise Integrada**

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Rio das Velhas
- Rios Principais
- Massa d'água
- Limite Municipal

**Legenda**

- Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
- Unidades Territoriais Estratégicas - UTE
- Área Urbana

**Síntese da Análise Integrada**

**U - Urbanização:**

- Valor síntese: 8
- Valor síntese: 9

**M - Mineração:**

- Valor síntese: 2
- Valor síntese: 4
- Valor síntese: 5

**A - Agropecuária:**

- Valor síntese: 1
- Valor síntese: 3
- Valor síntese: 5
- Valor síntese: 6
- Valor síntese: 7

**DP - Diverso Preponderante:**

- Valor síntese: 6
- Valor síntese: 7
- Valor síntese: 8

**D - Diversificado:**

- Valor síntese: 2
- Valor síntese: 3
- Valor síntese: 6

**Localização**



**Informações**

Fonte de dados:  
 - Hidrografia: IGAM  
 - Limite UTE: CBH Velhas  
 - Limite Municipal: IBGE  
 - Limite Bacia do Rio das Velhas: CBH Velhas  
 - Massa d'água: Projeto Manuelzão  
 - Sede Municipal: IGA (cedido pelo projeto Manuelzão)  
 - Síntese: Ecoplan/Skill

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: SIRGAS2000  
 Fuso: 23  
 Escala 1:1.100.000

**PDRH**  
RIO DAS VELHAS

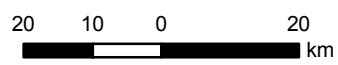
Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

Execução

Apoio Técnico

Realização

Cód.	UTE
1	UTE Nascentes
2	SCBH Rio Itabirito
3	UTE Águas do Gandarela
4	SCBH Águas da Moeda
5	SCBH Ribeirão Caeté/Sabará
6	SCBH Ribeirão Arrudas
7	SCBH Ribeirão Onça
8	UTE Poderoso Vermelho
9	SCBH Ribeirão da Mata
10	SCBH Rio Taquaraçu
11	SCBH Carste
12	SCBH Jabo/Baldim
13	SCBH Ribeirão Jequitibá
14	UTE Peixe Bravo
15	UTE Ribeirões Tabocas e Onça
16	UTE Santo Antônio/Maquiné
17	SCBH Rio Cipó
18	SCBH Rio Paraúna
19	UTE Ribeirão Pcão
20	UTE Rio Pardo
21	SCBH Rio Curimataí
22	SCBH Rio Bicudo
23	UTE Guaicuí







# 14 ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONAIS



## 14 ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONAIS

Este capítulo apresenta a estrutura institucional e legal que condiciona a dinâmica social da bacia hidrográfica do rio das Velhas. A partir da identificação dos atores e segmentos setoriais com importância estratégica no processo de mobilização e participação social, é discutido o potencial de mobilização e os prováveis obstáculos com vistas ao processo de planejamento e gestão de recursos hídricos na bacia.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída através da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, mesma Lei a qual criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGRH). Esse diploma legal configurou um marco de profunda mudança valorativa em relação aos usos múltiplos da água, às prioridades desses usos, ao seu valor econômico, à sua finitude e à participação popular na gestão.

### 14.1 SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (SINGREH)

O SINGREH fundamenta-se em um conjunto de conceitos a seguir mencionados: O primeiro, associado à gestão de recursos hídricos, considera a água um bem ambiental, assegurando-se sua gestão indissociável do contexto ambiental, embora com especificidades. Pelo segundo, a água é também um bem econômico, pois apresenta características de escassez potencial ou efetiva, em função dos usos que dela são feitos, confrontados com sua disponibilidade, tanto em termos de quantidade, como de qualidade.

O terceiro pilar conceitual apoia-se nos dispositivos constitucionais que colocam as águas entre os bens do domínio da União e dos estados, sendo, portanto públicas. A Constituição Federal de 1988 não fez referência à ocorrência de águas particulares. Pertencem à União os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos do seu domínio, ou que banhem mais de um estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais (art. 20, III). Incluem-se entre os bens dos estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União (art. 26, I).

Dessa forma, por se tratar de um bem público, a gestão da água cabe à União ou ao Estado, os quais, em nome da sociedade, deve garantir sua conservação, prevenindo os riscos que possam afetar a qualidade, quantidade ou acessibilidade a todos os usuários legítimos, arbitrando os conflitos de uso e promovendo a sua racionalização.

Por esta característica de confluência de processos naturais e sociais, a bacia hidrográfica, sendo a unidade física de distribuição da água na natureza, é também a unidade de gestão a ser adotada pelo sistema.

Os preceitos constitucionais acima apontados colocaram a gestão das águas, no Brasil, na condição de bem do domínio público, e distribuíram sua gestão aos níveis federal e estadual e, como complementação ao nível municipal.

A Constituição Federal estabelece, ainda, que à União compete "instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direito de seu uso" (art. 21, XIX).

No âmbito nacional, a Lei nº 9.433 de 1997 disciplina a determinação constitucional, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A mencionada Lei Federal é, por muitos, considerada uma das mais modernas do mundo, superior às legislações de vários países desenvolvidos, pois contempla instrumentos (econômicos e de controle) que estão sendo discutidos e implementados mundialmente na área.

A Figura 14.1 apresenta o Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos no âmbito Nacional.

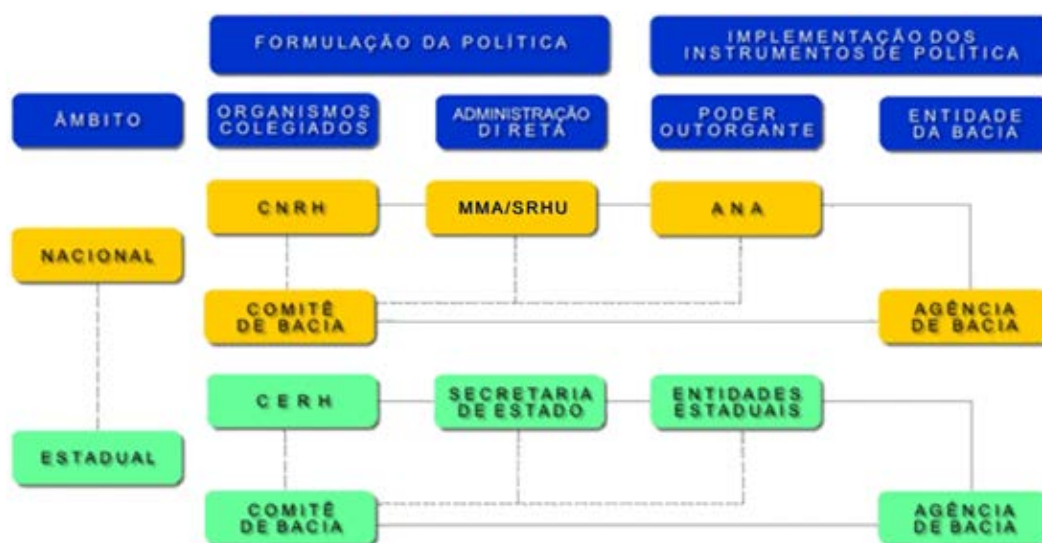


Figura 14.1: Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Fonte: CNRH.

A seguir será apresentado o sistema de implementação das políticas nacional e regionais de recursos hídricos, de modo a estabelecer um panorama evolutivo da gestão dos recursos hídricos na Bacia, bem como da implementação do sistema e dos instrumentos da política no estado de Minas Gerais.

A gestão de recursos hídricos, institucionalmente, é parte integrante **do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA)**, o qual foi instituído pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990. O SISNAMA é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

O **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**, criado em novembro de 1992, tem como missão promover a adoção de princípios e estratégias para o conhecimento, a proteção e a recuperação do meio ambiente, o uso sustentável dos recursos naturais, a valorização dos serviços ambientais e a inserção do desenvolvimento sustentável na formulação e na implementação de políticas públicas, de forma transversal e compartilhada, participativa e democrática, em todos os níveis e instâncias de governo e sociedade.



O **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)** é um colegiado representativo de cinco setores, a saber: órgãos federais, estaduais e municipais, setor empresarial e sociedade civil, os quais contam com representação no Plenário.

O **Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)** tem como principal função executar as políticas nacionais de meio ambiente nas atribuições federais permanentes por meio de uma gestão compartilhada. Seu objetivo principal é preservar a qualidade ambiental do país. O IBAMA é responsável, também, pelo controle e fiscalização, especialmente no licenciamento ambiental, de empreendimentos potencialmente geradores de impacto ambiental; nos recursos naturais renováveis e ecossistemas; na pesquisa, divulgação; e desenvolvimento sustentável.

Recentemente o IBAMA teve parte de suas atribuições transferidas para o **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)**, o mais novo órgão ambiental do governo brasileiro, criado pela Lei nº 11.516 de 28 de agosto de 2007. A sua principal missão institucional é administrar as unidades de conservação (UC) federais, que são áreas de importante valor ecológico, executando as ações da política nacional de unidades de conservação, podendo propor, implantar, gerir, proteger, fiscalizar e monitorar as UC instituídas pela União.

Ainda no âmbito do SISNAMA, o **Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)** foi criado há mais de 20 anos e hoje é o principal fundo público de fomento ambiental do Brasil. O FNMA, criado pela Lei nº 7.797 de 10 de julho de 1989, com a missão de contribuir, como agente financiador, por meio da participação social, para a implementação da Política Nacional do Meio Ambiente. Trata-se de importante fonte para custear iniciativas voltadas a aspectos socioambientais normalmente não atendidos por programas voltados para áreas específicas, tais como saneamento, unidades de conservação, ou outras.

O **Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)** foi criado através da Lei nº 9.433, mesma que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos, embora a União e os estados sejam os responsáveis pela gestão de recursos hídricos, seu caráter de bem de uso múltiplo e de participação social na gestão é contemplado na Política Nacional na figura dos **Comitês de Bacia Hidrográfica**.

Posteriormente à Lei nº 9.433/1997, o processo de institucionalização do Sistema Nacional contou com outros dispositivos legais importantes, tais com a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, a qual criou a **Agência Nacional de Água (ANA)**, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O Decreto Federal nº 6.101 de 2007 também criou a **Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU)**, que atua como Secretaria-Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e é composta por 3 departamentos: de **Recursos Hídricos (DRH)**, de **Ambiente Urbano (DAU)**, e de **Revitalização de Bacias (DRB)**.

O **Departamento de Recursos Hídricos (DRH)** foi criado a partir da reestruturação regimental do MMA (Decreto nº 6.101, de 26 de abril de 2007) que criou a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano.

O **Sistema de Acompanhamento e Avaliação da Implementação da Política de Recursos Hídricos (SIAPREH)** constitui-se num conjunto de dados e informações que são levantados periodicamente junto às entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH.

Complementarmente ao sistema de gestão ambiental, destaca-se como órgão de controle e fiscalização o **Ministério Público**, com atribuições exclusivas em relação ao sistema de gestão ambiental e de recursos hídricos (atua em diversas áreas de interesse público), mas que tem apresentado destacada atuação nesta área, especialmente quando outros atores não dispõem de organização e força institucional para exercer suas atribuições de controle e fiscalização. A principal atribuição do Ministério Público é a defesa da ordem jurídica, ou seja, o zelo pela observância e pelo cumprimento da lei.

## 14.2 SISTEMA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – SEGRH/MG

Todos os estados e o Distrito Federal têm legislação própria para gestão dos recursos hídricos do seu domínio. Com a implementação e consolidação do sistema de gestão das águas do domínio da União, que tem implicação com os do domínio dos estados, e a progressiva regulamentação dos dispositivos legais instituídos, a tendência é que venha a se consolidar o verdadeiro sistema nacional de gestão dos recursos hídricos, embora ainda parem dúvidas sobre o ritmo e a eficácia final deste processo.

A **Constituição Mineira**, na Seção VI, versa sobre a Política Hídrica e Minerária.

A Lei Estadual nº 13.199/1999, regulamentada pelo Decreto nº 41.578 de 2001, alterado pelo Decreto nº 44.945 de 2008, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH) do estado de Minas Gerais atuando em conformidade com a legislação federal.

Recentemente a Lei Delegada nº 180, de 20 de janeiro de 2011, alterou a estrutura orgânica da Administração Pública do Poder Executivo do Estado de Minas, em seu Art. 2º ressalta-se: *"o Poder Executivo adotará o modelo de gestão transversal de desenvolvimento, orientado pelas diretrizes de colaboração institucional e de intersetorialidade no âmbito governamental e extragovernamental; de transparência administrativa e participação social; de qualidade do gasto, eficiência e compartilhamento na gestão; e de melhoria dos indicadores institucionais, administrativos, econômicos, sociais e humanos, com ênfase nas prioridades estratégicas do Governo, regionais ou setoriais, observados o Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI), e o Plano Plurianual de Ação Governamental (PPAG).*

A seguir será apresentado a estrutura institucional de gerenciamento dos recursos hídricos no estado de Minas Gerais, identificando os principais atores institucionais e seus papéis.

Segundo o Art. 202, o **Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA)** tem a finalidade de integrar o regime de proteção e defesa do meio ambiente e dos recursos hídricos a cargo do Estado no Sistema Nacional do Meio Ambiente, criado pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado pela Lei Federal

nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, por meio da articulação coordenada dos seguintes órgãos e entidades que o integram:

- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD).
- Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM).
- Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).
- Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).
- Instituto Estadual de Florestas (IEF).
- Núcleos de gestão ambiental das demais Secretarias de Estado.
- Polícia Ambiental da Polícia Militar de Minas Gerais.
- Comitês de bacias hidrográficas.
- Agências de bacias hidrográficas.

A **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD)** é formada por:

- Por subordinação administrativa, os seguintes conselhos:
  - Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM).
  - Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).
- Por vinculação:
  - Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).
  - Autarquias: Instituto Estadual de Florestas (IEF) e Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM.

O **Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM** foi criado em 1977, como Comissão de Política Ambiental e tornou-se o Conselho Estadual em 1987 sendo, atualmente, órgão normativo, colegiado, consultivo e deliberativo, subordinado à SEMAD, regulamentado pelo do Decreto nº 44.667, de 3 de dezembro de 2007.

A **Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM** é um dos órgãos seccionais de apoio do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e atua vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD).

O **Instituto Estadual de Florestas - IEF** é autarquia vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Foi criada em 5 de janeiro de 1962 pela Lei nº 2.606, regulamentada pelo Decreto nº 44.807, de 12/05/2008.

O **Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH** foi criado pelo Decreto nº 37.191 de 1995, sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG. Tem como objetivo “promover o aperfeiçoamento dos mecanismos de planejamento, compatibilização, avaliação e controle dos recursos hídricos do estado, tendo em vista os requisitos de volume e qualidade necessários aos seus múltiplos usos”.

O CERH está organizado em Plenária e três Câmaras Técnicas: Câmara Institucional e Legal - CTIL; Câmara Planejamento de Recursos Hídricos (CTPLAN); Câmara de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos (CTIG).

O **IGAM** foi criado pela Lei Estadual nº 12.584 de 1997 e regulamentado através do Decreto nº 45.818 de 16 de dezembro de 2011.

Segundo a Lei Delegada nº 180 de 2011, o IGAM tem por finalidade executar a política estadual de recursos hídricos e de meio ambiente formulada pela SEMAD, pelo CERH e pelo COPAM.

As **Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SUPRAM** tem a finalidade de planejar, supervisionar, orientar e executar as atividades relativas à Política Estadual de Proteção do Meio Ambiente e de gerenciamento dos recursos hídricos formuladas e desenvolvidas pela SEMAD dentro de suas áreas de abrangência territorial. Apóia técnica e administrativamente as Unidades Regionais Colegiadas do COPAM em suas áreas de jurisdição. Ao todo, este órgão possui nove regionais.

Para orientar as ações relacionadas à aplicação da Política Estadual de Recursos Hídricos, foram identificadas e definidas Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos no estado (UPGRH).

As unidades de planejamento, que são físico-territoriais, identificadas dentro das bacias hidrográficas do estado, apresentam uma identidade regional caracterizada por aspectos físicos, socioculturais, econômicos e políticos.

O **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas - CBH Rio das Velhas**, foi criado pelo Decreto Estadual nº 39.692, de 29 de junho de 1998. O CBH Rio das Velhas é composto, atualmente, de 28 de membros, sendo sua estruturação paritária entre Poder Público Estadual, Poder Público Municipal, Usuários de recursos hídricos e Sociedade Civil Organizada.

As **Agências de Bacias Hidrográficas** são unidades executivas descentralizadas de apoio aos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica, destinadas a prestar-lhes suporte administrativo, técnico e econômico. As agências de bacias são instituídas pelo estado por meio de decreto do Poder Executivo, mediante autorização legislativa.

Complementarmente ao sistema de gestão ambiental estadual, o **Ministério Público Estadual de Minas Gerais - MPEMG** tem o mesmo campo de atuação do Ministério Público Federal, porém no que diz respeito ao nível estadual, dispõe da Coordenadoria Regional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente das Bacias dos Rios Verde Grande e Pardo de Minas, como órgão especializado na área de meio ambiente mais próximo da bacia.

Também na esfera de controle e fiscalização, porém com atribuições de uso da força para fins de aplicação da lei, existem as Polícias Ambientais dos estados. A **Polícia Militar Ambiental** existe atualmente em 25 dos 27 estados da federação brasileira, além do Distrito Federal. A Polícia Militar de Minas Gerais conta com a divisão de Polícia Ambiental (PMAmb).

A Lei Estadual nº 15.910, de 21 de dezembro de 2005, modificada pelas Leis nº 16.315 de 2006, nº 16.908 de 2007 e nº 18.024 de 2009; e regulamentada pelo Decreto nº 45.230 de 2009, institui o **Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais (FHIDRO)**.

### 14.3 SISTEMAS MUNICIPAIS DE MEIO AMBIENTE

No âmbito municipal, o órgão público responsável pela fiscalização, controle e a avaliação das ações relativas à preservação e conservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado, incluindo os recursos hídricos, são as Secretárias de Meio Ambiente, que, em algumas regiões, está vinculado à Secretaria da Agricultura ou correlatas.

Desde a edição da Lei Federal nº 6.938/81, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente e dispôs sobre o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) constituído pela União, estados e Municípios, pouco se avançou na esfera municipal, especialmente quanto ao sistema municipal do meio ambiente.

A implantação de uma política ambiental eficiente depende da completa gestão compartilhada e integrada dos entes federativos: União, Estados e Municípios para o efetivo exercício do dever de proteção do meio ambiente, conforme estabelecido no art. 23 da Constituição Federal.

Ressalta-se que a Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, estabelece diretrizes gerais da política urbana. No art. 41, estatui que o plano diretor é obrigatório para cidades que tenham mais de vinte mil habitantes.

Alguns municípios da bacia possuem a Secretaria de Agricultura separada da Secretaria de Meio Ambiente. Num âmbito geral, esta Secretaria, normalmente instituída na Lei Orgânica, tem como premissa o planejamento, organização, coordenação, execução, controle e avaliação das ações relativas à agropecuária, ao desenvolvimento rural, à promoção e ao fomento da indústria e comércio.

As Secretarias Municipais de Meio Ambiente presentes nos municípios da bacia têm como premissa, num âmbito geral, o planejamento, a organização, coordenação, execução, o controle e a avaliação das ações relativas à preservação e conservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como desenvolver atividades direcionadas à formulação de políticas públicas de sustentabilidade.

### 14.4 PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Os Planos de Recursos Hídricos são instrumentos de planejamento estratégico das respectivas regiões de abrangência, destacando-se o caráter participativo durante a sua elaboração, conforme previsto na Lei. Os Planos de Recursos Hídricos são de grande importância, pois estabelecem diretrizes que norteiam as políticas públicas, bem como a definição dos investimentos que serão necessários para reverter danos causados pelo uso inadequado da água, prevenindo também a sua escassez.

Os Planos de Recursos Hídricos são um dos instrumentos preconizados pela Lei nº 9.433/1997, para a sua aplicação, e se constituem em planos diretores para fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento destes.

Pela lei federal, os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e devem ter o seguinte conteúdo mínimo (art. 7º):

- I. Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;*
- II. Análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;*
- III. Balanço entre disponibilidades e demandas 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 das metas previstas;*
- VI. VETADO*
- VII. VETADO*
- VIII. Prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;*
- IX. Diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;*
- X. Propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.”*

A Resolução CNRH nº 145 de 12 de dezembro de 2012, baseada na Lei nº 9.433/1997, estabelece as diretrizes para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.

Assim, a implementação dos Planos de Recursos Hídricos é atividade fundamental, visto que estes têm por objetivo orientar as políticas públicas de recursos hídricos nos âmbitos das bacias hidrográficas, do estado, ou do país. Os planos devem ser constantemente aprimorados, atualizados, corrigidos e aprofundados, na medida das possibilidades e das demandas, constituindo-se em processo permanente de planejamento.

Neste contexto, os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH), integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, exercem papel decisivo na elaboração dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERHs), já que a eles cabe aprová-los e acompanhar a sua implementação, assim como os Comitês de Bacia, os quais têm este papel no plano da respectiva bacia.

A elaboração dos planos é, também, apoiada pela participação ampla da sociedade, buscando refletir seus anseios quanto ao uso, controle e proteção das águas doces (subterrâneas e superficiais), estuarinas e litorâneas, conforme as características de cada bacia. Desse modo, a implementação dos Planos de Recursos Hídricos, é vital, como base orientadora da continuidade e garantia da política pública de gestão de recursos hídricos.

O PERH de Minas Gerais foi aprovado pelo Conselho Estadual em 27 de outubro de 2010. Este documento possui a seguinte estrutura:

- Volume 1 - Aspectos Estratégicos para a Gestão de Recursos Hídricos em Minas Gerais;
- Volume 2 - Instrumentos para a Gestão de Recursos Hídricos em Minas Gerais;
- Volume 3 - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais – SEGRH/MG;
- Volume 4 - Marco Lógico, Organização e Detalhamento dos Componentes e Programas de Ações Instrumentais, Institucionais, Estruturais e de Gerenciamento Executivo;
- Volume 5 - Edição do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais – PERH/MG.

Os principais itens abordados no volume 1 foram:

- Identificação de Políticas, Programas e Projetos dos Principais Setores Usuários de Recursos Hídricos: Saneamento, Geração de Energia, Indústria e Mineração, Agropecuária, Cultivos Irrigados, Hidronavegação e Turismo.
- Síntese do Quadro Atual de Recursos Hídricos: Disponibilidades, Demandas de Setores Usuários e Atual Alocação de Água – Identificação de Regiões e Setores Críticos em Termos de Quantidade e Qualidade Hídrica.
- Cenários Prospectivos de Desenvolvimento, Projeção de Balanços Hídricos e Identificação de UPGRHs com Potenciais Problemas Regionais Relacionados aos Recursos Hídricos e aos Principais Setores Usuários.

Com base nos estudos realizados, que compuseram o volume 1, foi possível diagnosticar os principais problemas do quadro atual sobre demandas e disponibilidades hídricas, além de gerar informações relevantes para a Gestão de Recursos Hídricos e assim elaborar diretrizes para a consolidação do SEIRH/MG, constituindo-se no volume 2.

Neste volume também foram apresentadas as questões referentes ao cadastro de usos e usuários, monitoramento das águas, outorga para direito de uso de recursos hídricos, enquadramento dos corpos de água em classes, cobrança e outros Instrumentos econômicos para a gestão de recursos hídricos: compensação financeira a municípios mediante pagamento por serviços ambientais e ICMS – Ecológico.

Entre os itens abordados no volume 3, cabe ressaltar a avaliação da representatividade e de resultados e objetivos do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH/MG, sendo possível propor uma estratégia institucional e recomendações para ajustes e aprimoramentos na estrutura e no funcionamento deste sistema.

O volume 4 é constituído pela consolidação do Marco Lógico e da Estruturação de Componentes, além dos programas e subprogramas, apresentados a seguir:

- Programa: Consolidação do SEIRH/MG:
  - Subprograma: Regularização Continuada de Usos e Cadastramento de Usuários de Recursos Hídricos em Minas Gerais;

- Subprograma: Rede Estratégica Hidrológica, Hidrogeológica e de Monitoramento da Qualidade da Água;
- Subprograma: Estudos sobre Disponibilidades Hídricas – Regionalização de Vazões;
- Subprograma: Modelos de Simulação e Sistemas de Apoio à Decisão;
- Subprograma: Articulação entre Fontes de Informação e Ações para a Consolidação do SIG de Recursos Hídricos;
- Programa: Metodologias para Enquadramento de Corpos Hídricos:
  - Subprograma: Propostas de Critérios Regionais e Metodologia para Enquadramento, de acordo com as UEGs de Minas Gerais;
  - Subprograma: Atualização e ajustes nas Propostas de Enquadramento dos Planos de UGRHs.
- Programa: Novos Critérios e Procedimentos para Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos:
  - Subprograma: Propostas de Novos Critérios para a Emissão de Outorgas em UEGs de Minas Gerais;
  - Subprograma: Estudos sobre os Padrões de Uso e Perfis de Usuários de Recursos Hídricos.
- Programa: Cobrança pelo Uso da Água:
  - Subprograma: Propostas para aprimoramentos dos Procedimentos e do Fluxograma Financeiro e Institucional da Cobrança;
  - Subprograma: Estudos Jurídicos e Operacionais sobre a Gestão e Funcionamento do FHIDRO;
  - Subprograma: Proposta de Operação de Crédito para Antecipação de Receitas da Cobrança pelo Uso da Água.

Cabe salientar que, conforme previsto na legislação mineira, a partir de recursos gerados pela cobrança, de aplicação obrigatória na própria bacia, bem como de outras fontes, serão supridas as necessidades e demandas de gestão de qualidade e quantidade de recursos hídricos. Para que isso ocorra, entretanto, é necessário estabelecer um referencial técnico objetivo sobre qual o perfil exato das necessidades e demandas a serem atendidas, especialmente no que isso implica na negação da outorga para determinados usos e outorga de outros. Considerando que o uso das águas se dá por meio de atores sociais interessados, a simples mediação política e institucional é insuficiente para assegurar um sistema de tomada de decisão justo e ponderado, entre os interesses particulares de grupos e empresas, e os interesses coletivos, em relação à sustentabilidade do uso dos recursos hídricos em uma bacia.

- Programa: Instrumentos Econômicos de Gestão.
  - Subprograma: Instrumento da Compensação a Municípios, via ICMS Ecológico.
- Programa: Avaliação da Eficiência e Efetividade do SEGRH/MG e Promoção de Novos Avanços Institucionais:
  - Subprograma: Estudos para avaliação do atual funcionamento e definição de estratégia institucional para promover novos avanços no SEGRH/MG;



- Subprograma: Proposta para criação de Grupos de Trabalho na Câmara Técnica de Planejamento (CTPLAN) do CERH/MG;
- Subprograma: Estudos para o Planejamento Institucional Estratégico do IGAM.
- Programa: Base Jurídico-legal Vigente:
  - Subprograma: Estudos sobre Adequações e Complementações da Base Jurídico-legal Vigente.
- Programa: Programas sob Financiamentos Específicos:
  - Subprograma: Gestão de Recursos Hídricos em Áreas de Elevada Densidade Urbano-Industrial – PGRH-URBI;
  - Subprograma: Manejo e Conservação de Solo e Águas em Micro-bacias da Zona Rural de Minas Gerais – PMCSA-RURAL;
  - Subprograma: Otimização do Uso da Água em Irrigação – POA-IRRIGAR.
- Programa: Programa de Linhas de Crédito:
  - Subprograma: Melhoria na Eficiência do Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais – Próagua Eficiente.
- Programa: Grandes Obras e Intervenções em Infraestrutura Hídrica:
  - Subprograma: Estudos e Projetos de Grandes Obras e Intervenções em Infraestrutura Hídrica com escala Estadual e Macrorregional.
- Programa: Estudos Estratégicos do PERH/MG:
  - Subprograma: Atualização de Diagnósticos e Cenários Prospectivos relacionados à Inserção Macrorregional e Gestão de Recursos Hídricos de MG;
  - Subprograma: Estudos sobre Políticas e Projetos de Setores Usuários para Identificação de Potenciais Rebatimentos e Impactos sobre a Gestão de Recursos Hídricos.
- Programa: Gerenciamento Executivo do PERH/MG:
  - Subprograma: Gerenciamento, Monitoramento de Indicadores e Avaliação da Execução e dos Resultados Obtidos por Programas do PERH/MG;
  - Subprograma: Propostas de Ajustes, Correções e Aprimoramentos em Programas e respectivas Metas do PERH/MG.
- Programa: Ações de Comunicação Social e Capacitação:
  - Subprograma: Comunicação Social do PERH/MG;
  - Subprograma: Ações de Capacitação relacionadas à Implementação do PERH/MG.

Ao final do volume 4 foi apresentado uma análise de potenciais fontes de financiamento para a implementação dos programas propostos.

O volume 5 é constituído pelo Resumo Executivo dos volumes anteriores e uma proposta de Modelo Institucional para o Gerenciamento Executivo, Monitoramento e Avaliação de Objetivos e Metas traçadas pelo PERH/MG. Ao final deste tomo é apresentado o Decreto para Aprovação do PERH/MG e Instituição da Unidade de Gerenciamento do Plano (UGP – PERH/MG).

## 14.5 OUTRAS LEGISLAÇÕES RELACIONADAS A RECURSOS HÍDRICOS

Além dos Planos de Bacias e demais normas a nível federal, estadual e municipal, referentes à gestão dos recursos hídricos, existe uma série de leis a serem observadas durante a elaboração de um plano de bacia, conforme as citadas a seguir.

### 14.5.1 Águas Subterrâneas

Quanto à legislação referente à preservação e proteção das águas subterrâneas pertencentes ao estado de Minas Gerais ressaltam-se:

- Lei nº 13.771, de 11 de dezembro de 2000, alterada pela Lei Estadual nº 14.596 de 2003, sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas do domínio do estado;
- Resolução nº 15/2001 do CNRH: reconhece a interação entre água superficial e água subterrânea e a indissociabilidade da gestão destes dois recursos e reconhece que os limites de um aquíferos não necessariamente coincidem com os de bacias hidrográficas; a implementação da política nacional de recursos hídricos deve reconhecer a interdependência entre as várias formas de ocorrência da água; dispõe sobre as diretrizes a serem observadas na aplicação de instrumentos de gestão no gerenciamento das águas subterrâneas;
- Resolução nº 145/2012 do CNRH - Art. 10º: Os Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas deverão ser constituídos pelas etapas de diagnóstico, prognóstico e plano de ações, contemplando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e estabelecendo metas de curto, médio e longo prazos e ações para seu alcance, observando o art. 7º da Lei nº 9.433, de 1997
- Resolução nº 91/2008 do CNRH que dispõe sobre procedimentos gerais para enquadramento de águas superficiais e subterrâneos.

### 14.5.2 Saneamento Básico

Recentemente, a Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, sobre as diretrizes nacionais para o saneamento básico, veio a afetar, de forma importante, o Sistema Nacional, estabelecendo a integração entre a gestão de recursos hídricos e a política de saneamento básico do país.

Quanto à legislação referente ao saneamento básico no estado de Minas Gerais citem-se:

- Lei nº 11.720 de 1994, sobre a Política Estadual de Saneamento Básico
- Lei nº 13.663, de 2000, sobre a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, originária da alteração da denominação da Companhia Mineira de Água e Esgoto COMAG, tendo como objeto planejar, projetar, executar, ampliar, remodelar e explorar serviços públicos de saneamento básico, mediante contrato de concessão ou convênio específico com os municípios. Nas regiões Norte e Nordeste do Estado, atua a sua subsidiária COPASA – COPANOR – Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais. S.A.

- Lei nº 18.309, de 2009, sobre normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, e respectivo órgão regulador que é a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais – ARSAE-MG, autarquia especial, criada pela lei e vinculada à Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana – SEDRU.

### **14.5.3 Resíduos Sólidos**

Quanto à legislação referente aos resíduos produzidos no Estado de Minas Gerais aponta-se:

- Lei nº 13.766 de 2000, sobre a política estadual de apoio e incentivo à coleta seletiva de lixo;
- Lei nº 14.577 de 2003, que altera a Lei nº 13.766, de 30 de novembro de 2000, sobre a política estadual de apoio e incentivo à coleta seletiva de lixo;
- Lei nº 18.031 de 2009, sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

### **14.5.4 Uso e Ocupação do Solo**

- Lei nº 12.596 de 1997, sobre a ocupação, o uso, o manejo e a conservação do solo agrícola.

### **14.5.5 Proteção e Preservação dos Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais**

Quanto à legislação referente à proteção e preservação dos recursos hídricos no Estado de Minas Gerais, citem-se:

- Lei nº 10.793 de 1992, sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado;
- Lei nº 12.503 de 1997, que cria o Programa Estadual de Conservação da Água;
- Lei nº 13.771 de 2000, sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas do domínio do Estado;
- Lei nº 15.082 de 2004, sobre os rios de preservação permanente.





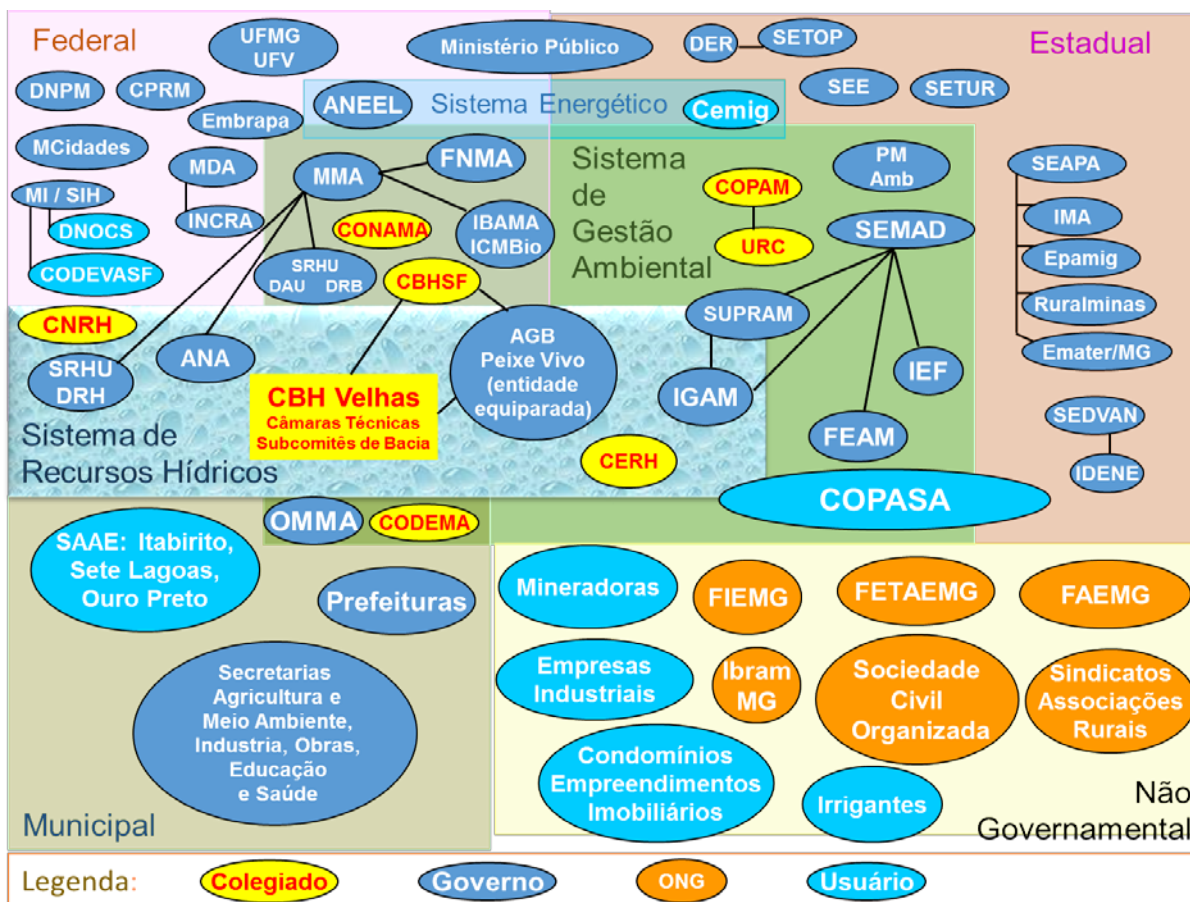
**15**

**QUADRO ATUAL DO GERENCIAMENTO  
DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA**



## 15 QUADRO ATUAL DO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA

Na Figura 15.1 é apresentado o organograma do arranjo institucional que dá suporte à gestão de recursos hídricos na bacia do rio das Velhas. Este organograma articula as esferas de governo federal, estadual e municipal, com a atuação da sociedade civil, e também os sistemas de gestão de recursos hídricos e ambiental, oferecendo uma visão geral do arranjo institucional atual na bacia.



**Figura 15.1: Organograma do Arranjo Institucional na bacia do rio das Velhas. Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).**

O IGAM, como órgão gestor do sistema de recursos hídricos, era responsável, originalmente, pela emissão de outorgas de uso de água no Estado de Minas Gerais. Em 2003, contudo, ocorreu uma reestruturação do SISEMA, focada, principalmente, na desconcentração das ações e na descentralização da regularização ambiental. O Governo do Estado promoveu a integração dos órgãos executivos e a criação das Unidades Regionais Colegiadas – URC do COPAM, constituindo o Sistema Integrado de Gestão Ambiental, chamado “Agenda Branca”, a partir dos dispositivos da Resolução SEMAD nº 146/2003, cujo objetivo foi a integração dos processos de autorizações e licenciamento do SISEMA e dos órgãos executivos em um único sistema e banco de dados. Ou seja, o propósito desta reestruturação era de, ao mesmo tempo em que concentra e reúne ações relacionadas a meio ambiente e recursos hídricos, descentraliza fisicamente as estruturas de atendimento das demandas de autorização, licenciamento e fiscalização.

Foram criadas 10 URC's do COPAM, dotadas de equipes de apoio operacional que atuam em estruturas físicas denominadas SUPRAM – Superintendências Regionais de Regularização Ambiental, supervisionadas pela SEMAD. As URC's, segundo o Decreto Estadual nº 43.278/2003, são órgãos deliberativos e normativos, encarregados de analisar planos, projetos e atividades de proteção ambiental, sendo responsáveis por compatibilizá-los com as normas aplicáveis a cada caso, no âmbito de sua competência territorial.

Os processos de licenciamento e também de outorga, sejam estas últimas associadas a um empreendimento em licenciamento, ou solicitações de outorga “solteiras”, atualmente, são analisadas e julgadas de forma regionalizada, contando com a estrutura técnica dos órgãos ambientais de uma mesma instituição, a URC.

Esta reestruturação, portanto, criou nove Supram para atender as dez URC's, sendo as Supram o braço executivo das URC's, compostas por equipes multidisciplinares dotadas de profissionais de diferentes áreas técnicas e também jurídica. As Supram, contudo, não normatizam ou definem critérios para os procedimentos, estando subordinadas administrativamente à SEMAD e tecnicamente à FEAM, ao IEF e ao IGAM no que diz respeito às áreas de competência de cada órgão. Ou seja, este modelo de organização previa que os órgãos técnicos da SEMAD se concentrassem na normatização e produção da base de conhecimentos necessária para gestão de suas respectivas áreas de competência, restando às Supram a tarefa, em linguagem simplificada, de ser o “balcão de atendimento” do SISEMA.

Este novo modelo de organização da área ambiental tem seus méritos no foco que foi buscado de descentralizar o processo de licenciamento, aproximando a estrutura técnica de avaliação e decisão do estado da região do demandante do licenciamento.

Contudo, a eficácia desta descentralização está fundamentada na utilização de uma base de dados comum e completa, fornecida por um sistema integrado regionalmente e cobrindo todo o Estado, acompanhada da definição clara de procedimentos e normas a serem observadas para o processamento das licenças e outorgas. Entretanto, é avaliação corrente entre os atores estratégicos do sistema de gestão de recursos hídricos e parcialmente reconhecido pelas próprias Supram, que o sistema integrado não tem sido atualizado adequadamente, tanto em termos de suas bases técnicas, quanto em termos dos procedimentos de registro, resultando numa precária padronização dos processos e em elevado grau de diferenciação das análises conforme a subjetividade e as características pessoais de cada equipe de técnicos.

A crítica que é formulada em relação especificamente à concessão de outorgas é que estas estão distanciadas de uma avaliação sistêmica de recursos ambientais e são recortadas como o atendimento ou não de critérios de disponibilidade pontuais, critérios estes muito questionados tendo em vista a fragilidade da base de informações que subsidia os valores de referência para a tomada de decisão. Esta crítica se reforça pelo fato da regionalização das Supram não obedecer a critérios hidrográficos, mas puramente administrativos, fazendo com que uma bacia tenha mais de uma Supram promovendo outorgas (no caso da bacia do rio das Velhas são duas, sendo que a Supram Central cobre a maior parte de seu território e abrange a maior concentração de atividades).



Esta situação tem sérias consequências sobre a gestão de recursos hídricos, destacando-se um aspecto em especial. Com a operacionalização da outorga sendo realizada de forma descentralizada, os registros dos procedimentos relativos a este instrumento necessitam ser reunidos e formatados em um sistema que ofereça informações gerenciais consistentes e úteis, tais como a vazão efetivamente outorgada, a localização precisa e situação destas outorgas, o encadeamento destas outorgas nos sistemas de drenagem da bacia, etc.

O sistema de informações atualmente utilizado não está oferecendo consistência e formato adequado para os registros de outorga, dificultando muito a geração de informações confiáveis para a tomada de decisão e para a monitoramento do uso da água na bacia. Somando-se a esta dificuldade estrutural as dificuldades operacionais que limitam a capacidade dos órgãos de governo exercerem suas atribuições atendendo a contento o nível de demanda da sociedade (disponibilidade de quantidade suficiente de profissionais qualificados, infraestrutura adequada para análise, monitoramento e fiscalização, etc.), fica estabelecido um cenário atual de gestão precária no que tange ao efetivo conhecimento do volume real e do comprometimento efetivo de quantidade e qualidade dos recursos hídricos utilizados na bacia do rio das Velhas. Nenhum dos atores estratégicos com os quais este tema foi debatido avaliou que a informação disponível sobre os recursos hídricos da bacia é suficiente e minimamente segura para subsidiar as tomadas de decisão sobre a concessão de outorgas na bacia. A eficácia do instrumento de outorga na bacia do rio das Velhas se restringe às situações pontuais, vinculadas a processos específicos, especialmente os atrelados a processos de licenciamento ambiental. Porém, do ponto de vista agregado, para o conjunto da bacia e sub-bacias, fundamental para o entendimento das repercussões a montante e jusante de cada situação pontual, fundamental também para a tomada de decisão estratégica e para a gestão de médio prazo, todas as manifestações foram unânimes no sentido de que o estado atual de gestão do sistema de informações é bastante insuficiente.

A esse histórico de estruturação do órgão gestor de recursos hídricos e do processo de organização dos registros públicos necessários para a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos na bacia se soma a trajetória de organização do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

Um aspecto destacado, a este respeito, do histórico da bacia do rio das Velhas é o seu pioneirismo em relação a outras bacias em Minas Gerais e no Brasil. Em termos cronológicos é significativo observar, também, a agilidade com que os instrumentos de gestão de recursos hídricos na bacia do rio das Velhas foram sendo implantados.

A instituição do CBH Rio das Velhas ocorreu pelo Decreto Estadual nº 39.692/1998, anteriormente, portanto, à própria legislação de águas do Estado de Minas Gerais, que é de janeiro de 1999, regulamentada em 2001.

O primeiro PDRH da bacia foi aprovado no final de 2004 (DN 03/2004 e DN 06/2004), contando com estudos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas, elaborado em 1997, no âmbito do Programa de Saneamento das Bacias do Arrudas e do Onça – PROSAM.

Antes mesmo da construção e aprovação do PDRH 2004, o CBH Rio das Velhas aprovou em 14/10/2002 (DN 02/2002) procedimentos provisórios para a apreciação dos processos de outorga, até que o Plano Diretor da Bacia do Rio das Velhas estivesse aprovado e devidamente homologado pelo CERH-MG. Estes procedimentos tratavam do rito de recebimento, avaliação, eventual diligenciamento e submissão ao plenário do Comitê dos pedidos de outorga considerados de grande porte e potencial poluidor.

A concepção do PDRH 2004 estava diretamente vinculada com o Meta 2010, conforme explicitado pela DN 04/2004, considerando que a proposta do Projeto Manuelzão, consubstanciada na “Meta 2010 – Navegar, pescar e nadar no rio das Velhas”, foi aprovada pelo Governo do Estado de Minas Gerais e formalizada como ação governamental em Termo de Compromisso assinado em 22 de março de 2004 e publicado no Diário Oficial de Minas Gerais em 23 de março de 2004, em que representantes do Poder Público, do setor empresarial e da sociedade civil resolvem conjugar todos os esforços, visando a atender às metas de qualidade para o reenquadramento de corpos d’água da bacia do rio das Velhas, no trecho da confluência com o ribeirão Sabará até a confluência com o rio Jaboticatubas na Classe 2 até o ano de 2010.

Efetivamente, ainda em dezembro de 2004, o CBH Rio das Velhas aprovou a DN 05/2004, que propõe a modificação do Enquadramento, apresentando uma proposta de reenquadramento dos corpos d’água na Classe 2, e incorporando a mesma ao PDRH 2004.

A DN 05/2004 estabelece que o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas apresentará ao CERH proposta de reenquadramento, na Classe 2, dos corpos d’água da bacia hidrográfica do rio das Velhas enquadrados em Classe 3, segundo a Deliberação Normativa COPAM nº 20/1997.

O CERH não se manifestou especificamente (via resolução) sobre esta revisão do enquadramento, mas há entendimento jurídico de que a aprovação do PDRH 2004 pelo CERH, onde aparece a proposta de reenquadramento, dá validade jurídica a esta proposta, conforme ata da 60ª Reunião Ordinária do CERH de 17/11/2009.

Em fevereiro de 2006 foram instituídas, em caráter permanente, as câmaras técnicas do Comitê: Câmara Técnica Institucional e Legal – CTIL (DN 01/2006), Câmara Técnica de Outorga e Cobrança – CTOC (DN 02/2006) e Câmara Técnica de Planejamento, Projetos e Controle – CTPC (CN 03/2006). Através da DN 07/2006 foi instituída, também, a Câmara Técnica de Comunicação do CBH Rio das Velhas, a qual foi revogada em 2011, pela DN 02/2011 que instituiu a Câmara Técnica de Educação, Comunicação e Mobilização – CTCOM.

Os esforços de estruturação dos instrumentos de gestão na bacia do rio das Velhas e de aprimoramento do arranjo institucional responsável por sua implementação culminaram, em 2009, na assinatura do Contrato de Gestão da AGB Peixe Vivo com o IGAM, implementando a Agência de Bacia e com a aprovação dos critérios e procedimentos de cobrança pelo uso da água na bacia (DN 03/2009 e DN 04/2009), as quais possibilitaram o início da cobrança no ano de 2010 e a operação efetiva da agência de bacia.

A contratação, em 2009, da Agência de Bacia - AGB Peixe Vivo se deu na condição de entidade equiparada para o exercício das funções de Agência de Bacia do rio das Velhas. A AGB Peixe Vivo é uma associação civil, pessoa jurídica de direito privado, criada em 2006, para exercer as funções de Agência de Bacia para sete comitês estaduais mineiros, prestando-lhes apoio técnico, financeiro e administrativo. A AGB Peixe Vivo, além dos comitês estaduais mineiros, em 2010 foi equiparada e contratada como Agência de Águas do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, CBHSF.

Ou seja, considerando a trajetória de evolução do CBH Rio das Velhas sumariamente apresentada, há pouco mais de uma década da instituição do CBH Rio das Velhas, a bacia já contava com a instituição de seus principais instrumentos de gestão previstos na legislação.

Outra característica destacada do histórico de organização do CBH Rio das Velhas é sua vinculação tanto com as questões de conservação ambiental, quanto seu esforço de mobilização social. O início da organização do CBH Rio das Velhas teve grande influência das ações do Projeto Manuelzão, que é uma extensão do Internato Rural do Departamento de Medicina Social e Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, que adotou como metodologia a bacia hidrográfica como unidade territorial e a bacia do rio das Velhas com foco específico de ação, embora tenha no rio São Francisco sua referência de valor ambiental a ser preservado. Através da bandeira de preservação do rio São Francisco, os aspectos ambientais mais gerais, socioculturais e especificamente relacionados aos recursos hídricos se integram e se fundem em uma postura combativa, denunciatória das ações consideradas prejudiciais à preservação do rio e também ativa na criação de instâncias que deem voz e vez às ações e propostas.

Atualmente o Projeto Manuelzão é um dos mais destacados defensores da revitalização do rio das Velhas e tem o mérito de ter formulado, mobilizado a sociedade e promovido a incorporação pelo Governo de Minas Gerais em seus projetos estruturantes da proposta denominada de Meta 2010, que previa para aquele ano a possibilidade de navegar, pescar e nadar no rio das Velhas em sua passagem pela região metropolitana de Belo Horizonte. Esta ação resultou em uma série de melhorias que foram implementadas na bacia, principalmente na área de saneamento e foi ampliada para a proposta Meta 2014 que visava assegurar a volta do peixe e a possibilidade nadar no trecho do rio das Velhas na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Ainda que com sucesso parcial, o efeito mobilizador desencadeado a partir da proposição destas metas demonstra a grande capacidade de articulação e a importância do Projeto Manuelzão no arranjo institucional atual da bacia.

Assim, foram propostos e instituídos os Subcomitês de bacia hidrográfica do rio das Velhas através da DN 02/2004, seguindo o modelo estrutural do Comitê. Os subcomitês começaram a ser criados onde a mobilização iniciada pelo Projeto Manuelzão já estava avançada, requerendo no mínimo três membros de cada segmento (poder público, sociedade civil e usuários).

Atualmente já foram instituídos 14 subcomitês, com caráter consultivo e propositivo, mas com importante viés mobilizador da sociedade local e forte interesse nas questões ambientais.

A ampla utilização da mobilização social como ferramenta de construção da base social do Comitê e pressão para o aprimoramento da gestão de recursos hídricos na bacia é uma característica muito forte

no histórico do CBH Rio das Velhas, estando presente desde suas origens e evoluindo para um formato bastante profissionalizado atualmente.

O trabalho de mobilização social do CBH Rio das Velhas não é proposto apenas de forma reativa, no sentido de assegurar a mobilização necessária para o bom funcionamento do Comitê, mas também enquanto mobilização social ativa, que busca construir e consolidar percepções ambientalmente mais comprometidas, organizando e instrumentalizando a sociedade para garantir a preservação dos recursos hídricos localmente. A mobilização social é vista como o fator de manutenção e expansão das funções do CBH Rio das Velhas.

Porém, a estratégia predominante até o presente de mobilização social nas sub-bacias, com interferências pontuais através de projetos hidroambientais financiados a partir do valor da cobrança pelo uso da água, pode não ser suficiente para fazer frente aos desafios da gestão de recursos hídricos na bacia. A implantação plena dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, em especial atualmente a gestão da oferta a partir da outorga e as ações estruturais requeridas para uma mudança efetiva da qualidade das águas especialmente no trecho alto e médio-alto da bacia, estão exigindo um patamar superior de atuação destes atores.

Para uma intervenção estratégica na gestão de recursos hídricos na bacia é requerida atualmente uma base de conhecimento que não está disponível às instituições responsáveis, embora as avaliações realizadas com as informações disponíveis apontem para limitações iminentes. O risco de ocorrência de períodos de escassez hídrica com a deflagração de conflitos pela água opondo diferentes segmentos de usuários é elevado, atualmente, especialmente no trecho alto e médio alto e sazonalmente no trecho baixo.

Frente a este cenário, mesmo com elevada capacidade de mobilização e promovendo a denúncia contundente dos riscos implicados, o CBH Rio das Velhas e sua agência de bacia não dispõem atualmente de ferramentas técnicas apropriadas para intervir no processo indicando diretrizes e apontando soluções.

A simples aplicação do princípio da precaução, que reza que em situações de incerteza a melhor medida a ser tomada é conter a utilização de um determinado recurso, neste caso, se apresenta como insuficiente, pois estima-se que o uso já instalado estaria extrapolando os limites de disponibilidade seguros para a sustentabilidade hídrica da bacia.

Para o CBH Rio das Velhas e sua agência de bacia enfrentarem discussões como a proposta de elevação da parcela outorgável da  $Q_{7,10}$  dos atuais 30% para 50% já praticados em outras bacias, como uma solução segura para atender ao aumento da demanda de água na bacia, por exemplo, talvez não seja suficiente evocar o princípio da precaução, tendo em vista que talvez este limite já esteja sendo extrapolado em alguns segmentos da bacia.

Situações como esta, e diversas poderão ser enumeradas, tais como o controle ambiental da expansão urbana (os chamados “condomínios”) se servindo de elevadas vazões subterrâneas, as soluções e investimentos implicados na mudança de classe de enquadramento requerida para atender aos

objetivos da Meta, entre outras tantas, passarão a exigir um posicionamento do sistema de gestão de recursos hídricos em bases técnicas bem mais consistentes que as disponíveis atualmente.

De parte do CBH Rio das Velhas e da agência de bacia, é possível adotar a posição de que tais bases técnicas requeridas são de competência do órgão gestor, que deverá produzi-las e disponibilizá-las. Entretanto, esta solução exige a necessidade do órgão gestor investir em recursos e estrutura para solucionar as deficiências do sistema de informações, conforme apontado anteriormente. Tendo em vista o histórico de evolução da gestão de recursos hídricos na bacia, mesmo que uma decisão política firme fosse adotada no sentido de prover os recursos necessários para sanar as deficiências de gestão, o tempo requerido para que estas medidas surtisse efeito e o risco de futuros retrocessos remetem novamente a questão para o posicionamento estratégico que o CBH Rio das Velhas deverá assumir, ou seja, se ele vai investir esforços e recursos na melhoria do sistema de informações para a tomada de decisão estratégica, instrumentalizando sua agência de bacia, no limite, para assumir certas funções técnicas e gerenciais na implementação dos instrumentos, ou se vai se manter na posição de apontar e reivindicar as soluções requeridas para a melhoria da gestão na bacia.

O resultado geral das reuniões mantidas com os atores estratégicos do arranjo institucional de sustentação da gestão de recursos hídricos na bacia do rio das Velhas, aponta para um posicionamento intermediário entre estes dois extremos, ou seja, desenvolver iniciativas e estabelecer diretrizes que ofereçam de imediato e de forma criativa soluções para lacunas e inconsistências críticas do atual estágio de implementação dos instrumentos de gestão, porém, reconhecendo que são soluções provisórias e intermediárias, por que não dizer emergenciais, até que a estrutura pública de normatização e processamento dos instrumentos de gestão de recursos hídricos na bacia evolua e solucione as graves deficiências apontadas anteriormente.

Este posicionamento estratégico é muito importante em termos de suas repercussões sobre as diretrizes estabelecidas para os instrumentos de gestão de recursos hídricos e a programação de metas e ações a serem desenvolvidas nos programas do PDRH. Este tipo de posicionamento estratégico acarreta um significativo risco de dispersão de esforços e dos reduzidos recursos disponíveis, devido à dificuldade de avaliar adequadamente a eficácia efetiva destas ações intermediárias. Estas soluções intermediárias, a exemplo de um esforço de atualização da situação das outorgas através de lançamento de informações sobre a base de SIG produzida para este PDRH, normalmente envolvem arranjos de cooperação entre atores públicos e privados, especialmente usuários de água com grandes demandas na bacia, elevando significativamente os custos de transação envolvidos e o risco de arranjos institucionais frágeis se desorganizarem, provocando perda e dispersão de esforços.





16

ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS





## 16 ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS

O levantamento dos atores sociais estratégicos com atuação direta e/ou indireta em relação a recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas foi parte integrante do Diagnóstico Geral da Bacia (RP 02A). Entretanto, em face às atividades e entrevistas de campo realizadas durante a elaboração do PDRH Rio das Velhas, procedeu-se a sua revisão e complementação, o que resultou na inclusão de uma série de atores, tendo em vista as suas responsabilidades, interferência política, administrativa, econômica e social no contexto da bacia hidrográfica do rio das Velhas. O texto revisado, com breve comentário sobre cada instituição, pode ser encontrado no Relatório das Consultas Públicas (RP 02C).

A seguir é apresentada a matriz institucional resultante deste levantamento, onde buscou-se caracterizar a instituição, os tipos de atividades exercidas e sua relevância no processo de planejamento e gerenciamento da bacia hidrográfica do rio das Velhas.

A construção da matriz no âmbito do PDRH Rio das Velhas visa contribuir para com os processos de comunicação e participação social, garantindo assim, mecanismos democráticos e legítimos na tomada de decisão, construção de alinhamentos e consensos entorno da gestão dos recursos hídricos.

**Quadro 16.1: Matriz Institucional da bacia hidrográfica do rio das Velhas.**

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
4 Cantos do Mundo – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Verde Azul	
Agência de Bacia (AGB Peixe Vivo)	Regulamentação e apoio técnico	Não Governamental	Estadual	Direto	X			Azul	
Agência Nacional de Águas (ANA)	Regulamentação e apoio técnico	Governo	Federal	Direto	X			Azul	
Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	Apoio técnico e regulação	Governo	Federal	Indireto	X			Azul Cinza	
Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE)	Regulamentação e apoio técnico	Governo	Estadual	Direto	X			Azul	
Associação Ambiental e Cultural Zeladoria do Planeta – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Verde Azul	
Associação Ambiental Onda Verde – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Verde Azul	
Associação Ambientalista Naturae Vox (AANVOX) – Ribeirão das Neves	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Indireto		UTE Ribeirão da Mata		Verde Azul	
Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS)	Representação Social	Não Governamental	Federal	Indireto	X			Azul	
Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)	Representação Social	Não Governamental	Federal	Indireto	X			Azul Marrom	
Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)	Representação Social	Não Governamental	Federal	Indireto	X			Azul	
Associação Comunitária de São Gonçalo do Bação - Itabirito	Representação Social	Não Governamental	Municipal	Indireto			Itabirito	Verde Azul Marrom	
Associação Comunitária São Judas Tadeu - Ribeirão do Eixo - Itabirito	Representação Social	Não Governamental	Municipal	Indireto			Itabirito	Verde Azul Marrom	
Associação de Desenvolvimento Artes e Ofícios – Matozinhos	Representação Social	Não Governamental	Municipal	Indireto			Matozinhos	Verde Azul	
Associação de Meio Ambiente do Morro do Chapéu – Nova Lima	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Indireto			Nova Lima	Verde Azul	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Associação de Moradores do Vale do Sol	Representação Social	Não Governamental	Municipal	Indireto			Nova Lima	Verde Azul Marrom	
Associação dos Condomínios Horizontais - Nova Lima	Representação Social	Não Governamental	Municipal	Indireto			Nova Lima	Verde Azul Marrom	
Associação Mineira de Defesa do Ambiente (AMDA)	Proteção e conservação	Não Governamental	Estadual	Indireto	X			Verde Azul	
Associação para Proteção Ambiental do Vale do Mutuca – Nova Lima	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Indireto			Nova Lima	Verde Azul	
Associação Pedroleopoldense de Defesa do Ambiente (APDA) – Pedro Leopoldo	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Indireto		UTES Carste e Ribeirão da Mata		Verde Azul	
Associação Praeservare – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Verde Azul	
Brasil Ação Solidária (BRASOL) – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público	Regional	Indireto		UTES da Região Metropolitana de Belo Horizonte		Verde Azul Marrom	
BRIGADA1 (B1) – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Não Governamental	Estadual	Indireto	X			Verde	
Centro de Ecologia Integral (CEI) – Belo Horizonte	Ecologia Integral	Não Governamental	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Verde	
Centro de Recuperação Árvore Viva (CRAV) – Belo Horizonte	Assistência Social	Não Governamental	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Neutro	
Cia Vale do Rio Doce	Empresa com atuação na área de mineração, logística, siderurgia e energia.	Não Governamental	Federal	Indireto			Belo Horizonte	Cinza	
Comitê da Bacia hidrográfica do Rio Doce (CBH Rio Doce)	Órgão gestor	Colegiado	Federal	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Comitê da Bacia hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF)	Órgão gestor	Colegiado	Federal	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Comitê da Bacia hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Rio Jequitinhonha (JQ1)	Órgão gestor	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Comitê da Bacia hidrográfica dos Rios Jequitai e Pacuí (SF6)	Órgão gestor	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Comitê da Bacia hidrográfica do Entorno da Represa de Três Marias (SF4)	Órgão gestor	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Comitê da Bacia hidrográfica do Rio Paraopeba (SF3)	Órgão gestor	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Comitê da Bacia hidrográfica do Rio Piranga (DO1)	Órgão gestor	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Comitê da Bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (DO2)	Órgão gestor	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Comitê da Bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio (DO3)	Órgão gestor	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Comitê de Bacia hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas)	Órgão gestor	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF)	Desenvolvimento, inclusão econômica e social	Governo	Federal	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA)	Definir e executar a Política de Saneamento.	Governo	Estadual	Direto			Araçá, Augusto de Lima, Belo Horizonte, Buenópolis, Capim Branco (esgoto), Conceição do Mato Dentro, Confins, Contagem, Cordisburgo, Corinto, Curvelo, Diamantina, Esmeraldas, Funilândia, Gouveia, Inimutaba, Jequitibá, Joaquim Felício, Lagoa Santa, Matozinhos, Monjolos, Morro da Garça, Nova Lima, Nova União, Paraopeba, Pedro Leopoldo, Presidente Juscelino, Prudente de Moraes, Raposos, Ribeirão das Neves, Sabará, Santa Luzia, Santana do Riacho, Santo Hipólito, São José da Lapa, Taquaraçu de Minas, Várzea da Palma, Vespasiano.	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	Projeto Saneamento Básico: Mais Saúde para Todos (Divisão de Saneamento Rural - DVRS)  Programa de Assistência Técnica SEF/COPASA
Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG)	Concessionária do setor elétrico	Governo	Estadual	Direto	X			Azul	
Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM)	Implementa a Política Estadual do Meio Ambiente, promoção da qualidade ambiental.	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)	Formulação e deliberação sobre políticas de Recursos Hídricos.	Colegiado	Estadual	Direto	X			Azul	
Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)	Formulação e deliberação sobre políticas de meio ambiente	Colegiado	Federal	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)	Formulação e deliberação sobre políticas de Recursos Hídricos.	Colegiado	Federal	Direto	X			Azul	
Conselhos Municipais de Meio Ambiente	Formulação e deliberação sobre políticas de Meio Ambiente	Governo	Municipal	Direto			Araçá, Augusto de Lima, Baldim, Belo Horizonte, Buenópolis, Caeté, Capim Branco, Conceição do Mato Dentro, Confins, Congonhas do Norte, Contagem, Cordisburgo, Corinto, Curvelo, Diamantina, Esmeraldas, Funilândia, Itabirito, Jaboticatubas, Joaquim Felício, Lagoa Santa, Lassance, Matozinhos, Monjolos, Morro da Garça, Nova Lima, Nova União, Ouro Preto, Paraopeba, Pedro Leopoldo, Pirapora, Presidente Kubitschek, Prudente de Morais, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia, Santana de Pirapama, Santana do Riacho, Santo Hipólito, São José da Lapa, Sete Lagoas, Taquaraçu de Minas, Várzea da Palma e Vespasiano.	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Conservation International do Brasil (CI) – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Não Governamental	Federal	Indireto	X			Verde Azul	
Coordenadoria de Ecologia, Reflorestamento e Meio Ambiente – Prudente de Morais	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Municipal	Direto			Prudente de Morais	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER)	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Estadual	Indireto	X			Neutro	Projeto Potencialização da Infraestrutura logística da Fronteira Agroindustrial

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Departamento de Recursos Hídricos (DRH)	Coordenação, gestão e elaboração de planos, acompanhamento da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.	Governo	Federal	Direto	X			Azul	
Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)	Gestor do patrimônio mineral brasileiro	Governo	Federal	Indireto	X			Cinza	
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)	Pesquisa, desenvolvimento e inovação	Governamental	Federal	Indireto	X			Laranja	
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER)	Assistência técnica e extensão	Governo	Estadual	Indireto	X		Belo Horizonte, Curvelo, Diamantina e Sete Lagoas	Laranja	
Escritórios Regionais									
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)	Execução de pesquisa agropecuária	Governo	Estadual	Indireto	X			Laranja	
Federação da Agricultura e Pecuária de Minas Gerais (FAEMG)	Representação de classe	Não Governamental	Estadual	Indireta	X			Laranja	
Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG)	Representação de classe	Não Governamental	Estadual	Indireto	X			Marrom	
Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Minas Gerais (FETAEMG)	Entidade de classe	Não Governamental	Estadual	Indireto	X			Laranja	
Fórum Nacional da Sociedade Civil na Gestão de Bacias Hidrográficas – Belo Horizonte	Preservação e conservação	Não Governamental	Federal	Direto			Belo Horizonte	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Fundação Biodiversitas para a Conservação da Diversidade Biológica – Belo Horizonte	Preservação e conservação	Não Governamental	Estadual	Indireto	X			Verde Azul	
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC)	Promoção crescimento econômico e social	Governo	Estadual	Indireto	X			Marrom	
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)	Agência de Fomento	Governo	Estadual	Indireto	X			Marrom	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM)	Órgão executor	Governo	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Fundação Israel Pinheiro (FIP) – Caeté	Desenvolvimento urbano, cultural, ambiental e tecnológico	Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público	Estadual	Indireto	X			Azul Verde Marrom	
Fundação Pró-Natureza (FUNATURA)	Preservação e conservação	Não Governamental	Federal	Indireto	X			Verde Azul	
Fundação Rural Mineira (RURALMINAS)	Planejar, desenvolver, dirigir, coordenar, fiscalizar e executar projetos – desenvolvimento rural	Governo	Estadual	Indireto	X			Laranja	
Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)	Agente financiador	Governo	Federal	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA)	Aplicação e execução da Política Nacional do Meio Ambiente e ações de fiscalização	Governo	Federal	Direto	X			Azul Laranja Cinza	
Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)	Representação Social	Não Governamental	Federal	Indireto	X			Cinza	
Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade (ICMBio)	Aplicação e execução da Política Nacional de Meio Ambiente e ações de fiscalização	Governo	Federal	Indireto	X			Verde	
Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas (IDENE)	Desenvolvimento econômico e social das regiões Norte e Nordeste de Minas Gerais	Governo	Estadual	Direto	X			Marrom Azul	
Instituto de Estudos Pró-Cidadania – Nova Lima	Inclusão Social	Não Governamental	Federal	Indireto	X			Neutro	
Instituto Estadual de Florestas (IEF)	Desenvolvimento e execução das políticas florestal, de pesca, de recursos naturais renováveis e de biodiversidade	Governo	Estadual	Indireto	X			Azul	Projeto Conservação do Cerrado e Recuperação da Mata Atlântica
Instituto Guaicuy – SOS Rio das Velhas – Belo Horizonte	Preservação e conservação	Não Governamental	Municipal	Direto			Belo Horizonte	Verde Azul	



Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA)	Inspecção e Fiscalização	Governo	Estadual	Indireto	X			Laranja	
Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM)	Órgão Gestor de Recursos Hídricos; Cadastro de usuários; outorga; cobrança	Governo	Estadual	Direto	X			Azul	Projeto Consolidação da Gestão de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas
Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)	Implementação de Políticas Públicas	Governamental	Federal	Indireto	X			Laranja	Reforma Agrária e Programa Nacional de Agricultura Familiar
Instituto Oksigeno – Belo Horizonte	Preservação e conservação	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Verde Azul	
Instituto Reciclar T3 – Belo Horizonte	Instituto de Pesquisa, Criação e Capacitação para o Design Ambiental	Não Governamental	Estadual	Indireto	X			Verde Azul Marrom	
Instituto Rede de Informação Ambiental (RIA) – Belo Horizonte	Defesa de direitos sociais	Não Governamental	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Neutro	
Instituto Terra Brasilis de Desenvolvimento Sócio Ambiental – Belo Horizonte	Preservação e conservação	Não Governamental	Estadual	Indireto	X			Verde Azul	
Ministério da Integração Nacional (MI)	Formulação de políticas governamentais	Governo	Federal	Indireto	X			Azul Laranja	
Ministério das Cidades (MCidades)	Formulação de políticas governamentais	Governo	Federal	Indireto	X			Marrom	
Ministério de Minas e Energia (MME)	Formulação de políticas governamentais	Governo	Federal	Indireto	X			Azul Cinza	
Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)	Formulação de políticas governamentais	Governo	Federal	Indireto	X			Laranja	Programa Nacional da Agricultura Familiar (PRONAF) Programa Territórios da Cidadania (Nordeste de Minas)
Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS)	Formulação de políticas governamentais	Governo	Federal	Indireto	X			Marrom	(MDS) Programa Bolsa Família – Ministério do Desenvolvimento Social e Combate

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Ministério de Meio Ambiente (MMA)	Formulação de políticas governamentais	Colegiado	Federal	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade e Degradação Programa Nacional de Águas Subterrâneas
Ministério do Planejamento, Orçamento E Gestão (MP)	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Federal	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Ministério Público Estadual (MPMG)	Defesa dos direitos constitucionais	Governo	Estadual	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Ministério Público Federal (MPF)	Defesa dos direitos constitucionais	Governo	Federal	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Movimento pelas Águas e Atmosfera – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Não Governamental	Municipal	Direto			Belo Horizonte	Verde Azul	
Organização Ponto Terra – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público	Federal	Indireto	X			Verde Azul	
Polícia Ambiental (PMMA-mb)	Fiscalização	Governo	Estadual	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG)	Fiscalização	Governo	Estadual	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Prefeituras Municipais	Poder executivo municipal	Governo	Municipal	Direto			Todos municípios da Bacia	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Projeto Manuelzão – Belo Horizonte	Organização Social Formulação de políticas governamentais	Não Governamental	Estadual	Direto	X		Belo Horizonte	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	Revitalização do Rio das Velhas, Meta 2014.
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA)	Formulação de políticas governamentais	Governo	Estadual	Indireto	X			Laranja	
Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino (SECTES)	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Estadual	Indireto	X			Neutro	
Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana (SEDRU)	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Estadual	Indireto	X			Marrom	
Secretaria de Estado de Educação (SEE)	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Estadual	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD)	Formulação de políticas governamentais	Governo	Estadual	Direto	X			Azul Laranja Marrom Cinza	Projeto Estruturador Qualidade Ambiental
Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas (SETOP)	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Estadual	Indireto	X			Neutro	
Secretaria de Estado para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas (SEDEVAN)	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Estadual	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Secretaria de Infraestrutura Hídrica (SIH) do Ministério da Integração Nacional	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Federal	Indireto	X			Azul Laranja	
Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano – Santa Luzia	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Municipal	Direto			Santa Luzia	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Secretaria de Obras/Gerência Ambiental – Curvelo	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Municipal	Direto			Curvelo	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU)	Gerenciamento de Recursos Hídricos	Governo	Federal	Direto	X			Azul Marrom	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Secretaria de Turismo do Estado de Minas Gerais (SETUR)	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Estadual	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Secretarias Municipais de Meio Ambiente	Formulação de políticas governamentais.	Governo	Municipal	Direto			Rio Acima, Nova Lima, Raposos, Caeté, Sabará, Itabirito, Matozinhos, Santa Luzia, Nova União, Sete Lagoas, Augusto de Lima, Gouveia, Corinto, Morro da Garça, Belo Horizonte.	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAEE)	Gestão e distribuição.	Governo	Municipal	Direto			Caeté, Itabirito, Sete Lagoas.	Azul Marrom	
Serviço de Assistência Social Viver Bem – Belo Horizonte	Assistência Social	Não Governamental	Municipal	Indireto			Belo Horizonte	Neutro	
Serviço Geológico do Brasil (CPRM)	Executor do Programa Geologia do Brasil,	Governo	Federal	Indireto	X			Cinza	
Sindicato de Trabalhadores Rurais – Gouveia	Entidade de classe.	Não Governamental	Municipal	Indireto			Gouveia	Laranja	
Sociedade de Amigos da Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte	Preservação e conservação	Não Governamental	Municipal	Direto			Belo Horizonte	Verde Azul	
Subcomitês de Bacia	Subcomitê Ribeirão Arrudas	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Belo Horizonte, Contagem e Sabará	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Águas da Moeda	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Itabirito, Nova Lima, Raposos, Rio Acima e Sabará	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Carste	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Confins, Funilândia, Lagoa Santa, Matozinhos, Pedro Leopoldo e Prudente de Moraes	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Jabo/Baldim	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Baldim e Jaboticatubas	Azul Verde Laranja	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
								Marrom Cinza	
	Subcomitê Rio Cipó	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Baldim, Congonhas do Norte, Jaboticatubas, Presidente Juscelino, Santana de Pirapama e Santana do Riacho	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê do Rio Bicudo	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Corinto e Morro da Garça	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Rio Caeté/Sabará	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Caeté, Sabará, Santa Luzia e Raposos	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Rio Curimataí	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Augusto de Lima, Buenópolis e Joaquim Felício	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Rio Itabirito	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Itabirito, Ouro Preto e Rio Acima	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Rio Jequitibá	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Capim Branco, Funilândia, Jequitibá, Prudente de Moraes e Sete Lagoas	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Ribeirão da Mata	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Capim Branco, Confins, Esmeraldas, Lagoa Santa, Matozinhos, Pedro Leopoldo, Ribeirão das Neves, Santa Luzia, São José da Lapa e Vespasiano.	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
	Subcomitê Ribeirão do Onça	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto		Contagem e Belo Horizonte	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	

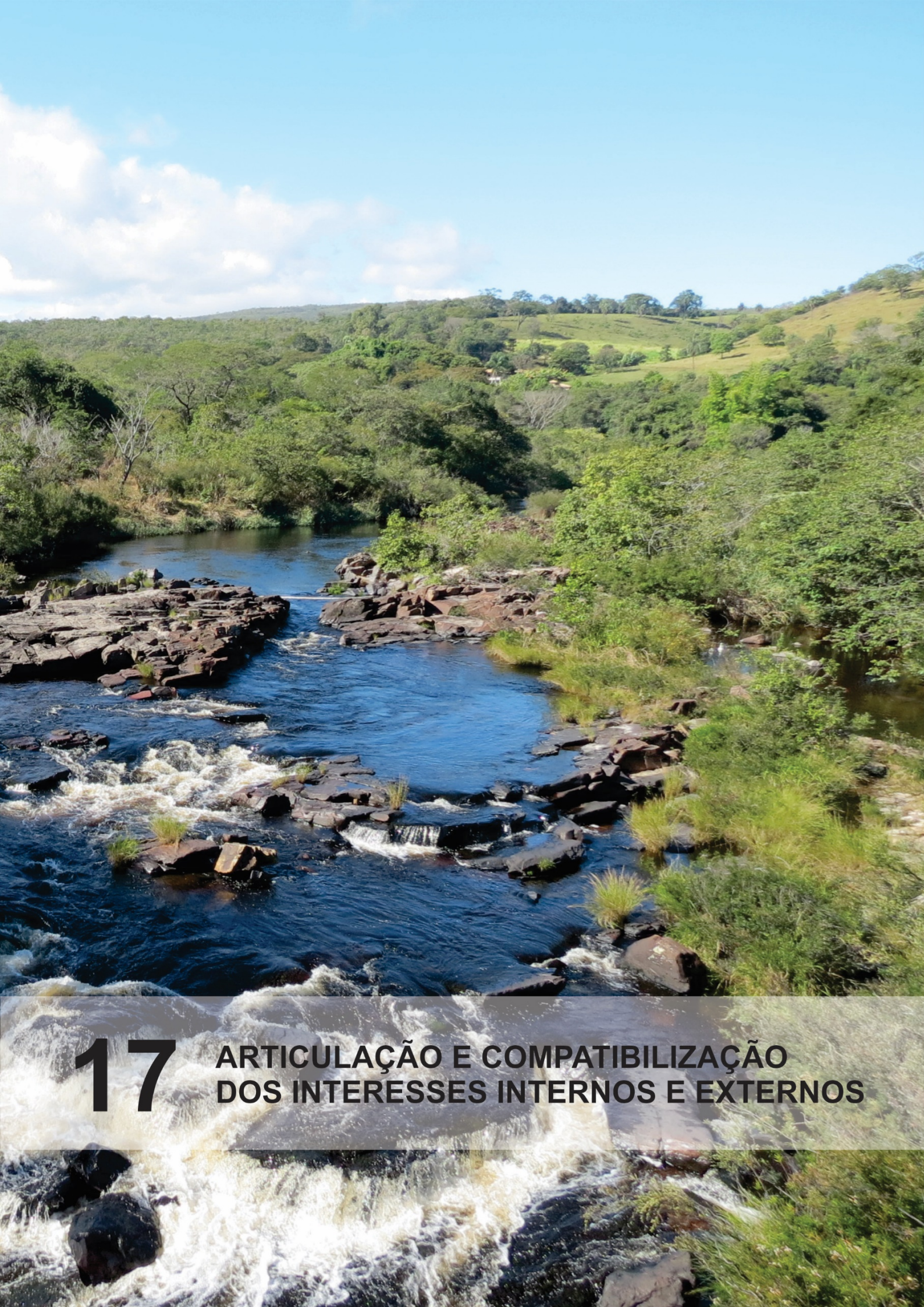
Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
	Subcomitê Rio Paraúna	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto			Santana de Pirapama, Conceição do Mato Dentro, Presidente Kubitschek, Datas, Gouveia, Santo Hipólito, Presidente Juscelino, Congonhas do Norte e Monjolos	Azul Verde Laranja Marrom Cinza
	Subcomitê Rio Taquaraçu	Gestão	Colegiado	Municipal	Direto			Caeté, e Taquaraçu de Minas	Azul Verde Laranja Marrom Cinza
<p>Superintendências Regionais de Regularização Ambiental (SUPRAM)</p> <p>Supram Central – Metropolitana (Unidade Regional Colegiada (URC) Rio Paraopeba, Núcleo Regional de Regularização Ambiental de Belo Horizonte, Núcleo Regional de Regularização Ambiental de Conselheiro Lafaiete, Núcleo Regional de Regularização Ambiental de Curvelo, Núcleo Regional de Regularização Ambiental de Sete Lagoas).</p> <p>SUPRAM Jequitinhonha (Núcleo Regional de Regularização Ambiental do Serro).</p> <p>SUPRAM Norte de Minas (Núcleo Regional de Regularização Ambiental de Pirapora).</p>	Planejamento e supervisão; processos de outorga.	Governo	Estadual	Direto			Esmeraldas, Joaquim Felício, Paraopeba, Belo Horizonte (sede); Caeté; Contagem; Nova Lima; Nova União; Raposos; Ribeirão das Neves; Rio Acima; Sabará; Santa Luzia; São José da Lapa; Taquaraçu de Minas; Vespasiano, Itabirito, Ouro Preto, Joaquim Felício; Augusto de Lima; Buenópolis; Corinto; Curvelo (sede); Inimutaba; Monjolos; Morro da Garça; Presidente Juscelino; Santo Hipólito, Paraopeba; Araçá; Baldim; Capim Branco; Confins; Cordisburgo; Funilândia; Jaboticatubas; Jequitibá; Lagoa Santa; Matozinhos; Pedro Leopoldo; Prudente de Moraes; Santana do Pirapama; Santana do Riacho; Sete Lagoas (sede), Conceição do Mato Dentro; Congonhas do Norte; Datas; Diamantina; Gouveia; Presidente Kubitschek, Jequitai; Lassance; Pirapora (sede); Várzea da Palma.	Azul Verde Laranja Marrom Cinza	

Instituição	Atribuições	Espaço Institucional	Âmbito	Nível Relação	Área de Atuação			Agenda	Planos Programas
					Bacia	UTE	Município		
Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG).	Educação	Governo	Estadual	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Educação	Governo	Federal	Direto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)	Educação	Governo	Federal	Indireto	X			Azul Verde Laranja Marrom Cinza	
Valor Natural – Belo Horizonte	Proteção e conservação	Não Governamental	Estadual	Indireto	X			Verde Azul	

Elaboração: Consórcio Ecoplan/Skill (2013).







**17**

**ARTICULAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO  
DOS INTERESSES INTERNOS E EXTERNOS**



## 17 ARTICULAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DOS INTERESSES INTERNOS E EXTERNOS

Os interesses internos e externos de uma bacia hidrográfica devem ser compatibilizados e articulados com interesses de outros órgãos tanto em âmbito Federal quanto Estadual e Regional. Na esfera da articulação dos interesses da bacia hidrográfica do rio das Velhas estão incluídos os planos de recursos hídricos e os planos diretores de recursos hídricos das bacias hidrográficas limítrofes, bem como os planos de desenvolvimento setoriais.

O PDRH Rio das Velhas foi articulado com os seguintes planos de recursos hídricos:

- Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH);
- Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (PERH/MG);
- Plano Decenal de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco (PBHSF);
  - Plano Diretor das Águas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (SF3);
  - Plano Diretor de Recursos Hídricos dos rios Jequitai e Pacuí (SF6);
- Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia do rio Doce.

É importante ressaltar que as bacias adjacentes do Alto rio Jequitinhonha (JQ1) e entorno da represa Três Marias (SF4) ainda não possuem Planos de Bacias, sendo que estes se encontram em fase de elaboração ou contratação. Já o Plano Diretor das Águas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (SF3), começou a ser elaborado em 2008, e encontra-se em fase de aprovação pelo respectivo comitê e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais.

Os planos setoriais de interesse da bacia hidrográfica do rio das Velhas são:

- Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI);
- Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) do Programa de Geração Hidrelétrica em Minas Gerais (PGHMG);
- Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Estado de Minas Gerais (PAI-MG);
- Plano Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável da Agricultura Familiar (PEDRS).

Em todos os planos citados anteriormente foram pesquisadas e sumarizadas diretrizes gerais, programas e referências específicas ao relacionamento com a bacia do rio das Velhas, de modo a identificar as oportunidades de articulação e integração, destacando os elementos que podem servir de base para isso. Dentre os elementos que compõem os referidos Planos foi dada maior ênfase aos Programas que pudessem interessar especificamente a bacia do rio das Velhas.

Sabe-se que a elaboração de um plano de bacia deve manter a lógica participativa e descentralizada, estabelecendo metas e indicando soluções de curto, médio e longo prazo, com horizontes de planejamento compatíveis com seus programas e projetos. Assim, articular Planos que demonstrem interesse por um mesmo programa ou meta configura-se como uma estratégia fundamental para a gestão integrada dos recursos hídricos.



A scenic landscape featuring a calm body of water in the foreground, which perfectly reflects the sky above. The sky is filled with large, white, fluffy clouds against a bright blue background. In the middle ground, there are rolling green hills and mountains, some with patches of brown earth. The overall scene is peaceful and natural.

# 18 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## 18 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEVAP – AGÊNCIA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 2007. *Cenário de Esgotamento Sanitário da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*. 44 p. Disponível em: <[www.ceivap.org.br](http://www.ceivap.org.br)> Acesso em: agosto de 2011.
- ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M.T.,1999. *Coleta e transporte de esgoto sanitário*. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 548p.
- ALKMIM F.F, MARTINS - NETO M.A. 2001. *A Bacia Intracratônica do São Francisco: Arcabouço Estrutural e Cenários Evolutivos*. In Martins - Neto M.A, Pinto C.P.(ed.). *A Bacia do São Francisco - Geologia e Recursos Naturais*. SBG/MG, Belo Horizonte, 9-30.
- ALKMIM, F. F., 2004. *O que faz de um cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e as revelações Almeidaianas ao delimitá-lo*. In: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C. D. R.; Brito-Neves, B. B. (eds.). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Ed. Beca, p. 17-35.
- ALMEIDA F.F.M., 1977. *O Cráton do São Francisco*. *Revista Brasileira de Geociências*, 7: 285-295.
- ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S., 2001 (Org.). *Peixes do Rio das Velhas, Passado e Presente*. 1ed. Belo Horizonte: Segrac, 196p.
- ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S., 2005. *Historical changes in the Rio das Velhas fish fauna - Brazil*. In: JOHN N. RINNE; ROBERT M. HUGHES; BOB CALAMUSSO. (Org.). *Historical changes in large river fish assemblages of the Americas*. 1ed. Bethesda: American Fisheries Society, v. 45, p. 587-602.
- ALVES, C. B. M., POMPEU, P. S., 2008. *A ictiofauna da bacia do rio das Velhas como indicador de qualidade ambiental*. In. LISBOA, A. H., GOULART, E. M. A., DINIZ, L. F. M. (Orgs) *Projeto Manuelzão: A história da mobilização que começou entorno de um rio*. Belo Horizonte.
- ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S.; LEAL, C. G.; SANTOS, M. L.; SILVA, L. M.; VAZ, C. L.; LEITE, M. F.; SANTOS, C. C.; SOUZA, G. A.; SANTOS, J. R.; ROCHA, L. C.; ANDRADE, C. M. F.; FRANKLIN, J.; FERREIRA, A. A., 2009. *Peixes como bioindicadores na bacia do rio das Velhas*. Divulgação. Disponível em: <<http://www.projetomanuelzao/biomonitoramento>> Acesso em: abril de 2013.
- AMARAL, F. C. S., et al., 2004. *Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 95 p. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 63).
- AMARAL, N. F., FERNANDES, C. P., 2006. *Movimentos de Massa: Uma Abordagem Geológica – Geomorfológica*. In: Guerra A.T. & Cunha, S.B. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Ed. Bertran Brasil, Rio de Janeiro.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2003. Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água contidas no documento "*Base de referência do plano nacional de recursos hídricos*". Nota Técnica 010/SPR/2003. Brasília: Superintendência de Outorgas da Agência Nacional de Águas. 30p.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2007. *Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil*. Caderno de Recursos Hídricos. Disponível em: <[www.ana.gov.br/](http://www.ana.gov.br/)> Acesso em: março de 2013.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2010. *Atlas de Abastecimento Urbano de Água da ANA*. Disponível em:<[www.ana.gov.br/](http://www.ana.gov.br/)> Acesso em: março de 2013.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013. *HidroWeb: Sistemas de Informações Hidrológicas*. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: março de 2013.
- ASSIS, W. L., 2001. *Análise do campo térmico e hídrico em Belo Horizonte*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: UFMG/IGC, 150p.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2012. *Anuário Estatístico de Crédito Rural 2012*. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/creditorural/2012/pronaf.asp?idpai=RELRURAL2012>>. Acesso em: 22 maio 2013.

- BERTACHINI, A. C. - 1994. *Hidrogeologia e desaguamento da Mina de Águas Claras*. Anais do 8o Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas - ABAS. Recife - PE. pp. 274-283.
- BOMFIM, L. F. C. (Coord.) et al., 2006. Mapa de domínios/subdomínios hidrogeológicos do Brasil 1:2.500.000: arquivos de impressão. Salvador: CPRM, 2006. CD-ROM. Projeto SIG de Disponibilidade Hídrica do Brasil (SDHB).
- BRITSKI, H. A., 2001. Sobre a obra Velhas-Flodens Fiske [Peixes do rio das Velhas]. Pp. 15-22. In: ALVES, C. B. M. & P. S. POMPEU. (Eds.). *Peixes do rio das Velhas: passado e presente*. Belo Horizonte, SEGRAC, 196p.
- CALLISTO, M.; MORENO, P., 2008. *Programa de biomonitoramento de qualidade da água e biodiversidade bentônica na bacia do rio das Velhas*. IN: Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio / Organizadores: Apolo Heringer Lisboa, Eugênio Marcos Andrade Goulart, Letícia Fernandes Malloy Diniz. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 260p.
- CARVALHO JÚNIOR, O. A. et al., 2008. *Ambientes Cárnicos*. In: FLORENZANO, T. G. (org.) *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos.
- CASTANY, G., 1975. *Propección y Explotación de Las Águas Subterrâneas*. Barcelona: Omega.
- CBHPCJ - COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ; 2004. IRRIGART - Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2002/2003*.
- CBHSF - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, 2004. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*, Módulo 1 Resumo Executivo, Proposta para Apreciação pelo Plenário do CBHSF, Salvador.
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1980. *Pesquisa e Avaliação de Recursos Hídricos Subterrâneos em "karst" por meio de Sensores Remotos*. Belo Horizonte. (Relatório Final).
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1981. *2º Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro – Recursos Naturais*. Belo Horizonte.
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1983. *Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais*. Série de Publicações Técnicas/SPT-010. Belo Horizonte, p. 1-158.
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1983b. *Estudos Integrados de Recursos Naturais: Bacia do Alto São Francisco e Parte Central da Área Mineira da SUDENE*. Belo Horizonte.
- CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1999. *Desenvolvimento de Metodologia para Recuperação de Dados Cartográficos para Utilização em Bancos de Dados Georreferenciados – Bacia do Rio das Velhas*.
- CHEREM, L. F. S., 2008. *Análise morfométrica da Bacia do Alto do Rio das Velhas – MG – Tese de Mestrado*, UFMG.
- COPASA – COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS, 2009. *Programa de Saneamento Ambiental para a Bacia do Ribeirão da Mata*. Belo Horizonte: COPASA.
- COPPETEC - FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS, 2006. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Diagnóstico dos Recursos Hídricos (Relatório Final)*. 2006. 201p. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf>>. Acesso em julho de 2011.
- CORDEIRO, J. C., 2008. *Gerenciamento de Resíduos Gerados em Estações Tradicionais de Tratamento de Águas de Abastecimento*. São Carlos, SP.
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1997. *Zoneamento Ambiental da APA Carste de Lagoa Santa – MG*. Belo Horizonte.
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 2004. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - Folhas Rio de Janeiro e Belo Horizonte, código MIR respectivamente SF23 e SE 23, escala 1:1.000.000*.



- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 2006. *Mapa de Domínios / Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil*, escala 1:2.500.000, (BOMFIM et al., 2006).
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 2010. *Programa Geologia do Brasil – Projeto Sete Lagoas – Abaeté*, Estado de Minas Gerais.
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. *Banco de Dados do Sistema de informações das Águas Subterrâneas (SIAGAS)*. Acesso em: março de 2013.
- CRUZ, W. B., 1996. *Plano Diretor de Recursos Hídricos - Bacias do Leste – Estudos Hidrogeológicos – HIGESA*.
- CUSTÓDIO E LLAMAS, 1976. *Hidrologia Subterrânea*. Barcelona, Editora Omega.
- DAVIS, E. G.; PINTO, E. J. A.; PINTO, M. C. F., 2005. *Projeto APA Sul RMBH. Estudos do Meio Físico. Hidrologia. Volume 9. Parte A. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG. Belo Horizonte*.
- DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Cadastro Mineiro*. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: abril de 2013.
- DORR, J. V. N., 1958a. *The Cauê Itabirite*. In: SBG, Bol. Soc. Bras. Geoc. São Paulo. v. 7. p.61-62.
- DORR, J. V. N., 1958b. *The Gandarela Formation*. In: SBG, Bol. Soc. Bras. Geoc. São Paulo. v. 7. p.63-64.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- ESCHMEYER, W. N. (ed). *Catalog of Fishes*. California Academy of Sciences (<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version. Acesso em: abril de 2013.
- FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010. *Plano para incremento do percentual de tratamento de esgotos sanitários na Bacia do Rio das Velhas / Gerência de Saneamento - Belo Horizonte: 299p*.
- FERREIRA, W. R., 2004. *Monitoramento de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do rio das Velhas (MG)*. UFMG/ICB, Monografia. 45p.
- FERREIRA, W. R., RODRIGUES, D. N., ALVES, C. B. M., CALLISTO, M., 2012. *Biomonitoramento de longo prazo da bacia do rio das Velhas através de um índice multimétrico bentônico*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.17, n.3, p. 253-259.
- GMG - GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2002. *Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias de Afluentes do Rio São Francisco em Minas Gerais - Relatório Parcial de Estudos Ambientais e Levantamento de Dados (R1)*. v. 1 - Diagnóstico, Tomo IIc - Caracterização do Meio Físico: Solos e Aptidão Agrícola. RURALMINAS/IGAM.
- GOMES, M. S., 1985. *Petrologische - Geochemische Untersuchungen in Bação - Komplex, Eisernes Viereck, Minas Gerais, Brasilien. Clausthal – Zellerfeld*. 209 p. (Tese de Doutorado).
- GOULART, Eugênio Marcos Andrade. (Org.). *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: Instituto Guaiacuy - SOS Rio das Velhas. UFMG, 2005, 1v. 187 p.
- GOULART, Eugênio Marcos Andrade. (Org.). *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Belo Horizonte: Instituto Guaiacuy - SOS Rio das Velhas. UFMG, 2005, 2v. 754 p.
- GOVERNO FEDERAL. *Territórios da Cidadania – Ações do Governo Federal*, matriz 2013. Disponível em: <[http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/one-community?page\\_num=0](http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/one-community?page_num=0)>. Acesso em: 10 maio 2013.
- GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T., 2008. *Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico*. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- GUIMARÃES, D.; MELO, S. M.; MELO, E. A. V., 1967. *O Complexo de Bação*. Bol. 1G/EM/UFOP. 2:1-12.

- HELLER, L., 1995. *Associação entre cenários de saneamento e diarreia em Betim-MG: o emprego do delineamento epidemiológico caso-controle na definição de prioridades de intervenção*. Tese de Doutorado. Ano de obtenção: 1995. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1991. *Censo Demográfico 1991*. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 16 mar. 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2000. *Censo Demográfico 2000*. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 16 mar. 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2004. *Mapa de Biomas do Brasil*. Rio de Janeiro. Disponível em <[ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas\\_tematicos/mapas\\_murais/biomas.pdf](ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/biomas.pdf)> Acesso em 08 mar. 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006. *Censo Agropecuário 2006*. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 08 mar. 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007. *Manual Técnico de Pedologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 2ª Edição.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008*. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)> Acesso em: março de 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008. *Regiões de Influência das Cidades – 2007*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm?c=6>>. Acesso em: 22 mar. 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2008. *Série Relatórios Metodológicos 37. Contas Regionais do Brasil*. Rio de Janeiro, 2008. 67 p. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003\\_2007/SRM\\_contasregionais.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2007/SRM_contasregionais.pdf)>. Acesso em 04 mar. 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. *Censo Demográfico 2010*. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 16 mar. 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011. *Perfil dos Municípios Brasileiros – 2011*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2011/default.shtm>>. Acesso em 05 mar. 2013
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012. *Perfil dos Municípios Brasileiros – 2012*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2012/default.shtm>>. Acesso em 20 mar. 2014
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA,, 2010. *Pesquisa Pecuária Municipal 2010*. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: março de 2013.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Agropecuária Municipal – 2002/2011*. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?e=v&t=1&p=PA&z=t&o=3>>. Acesso em 08 mar. 2013
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2004. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas*. Resumo Executivo – Dezembro/2004. Belo Horizonte : Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. 228p.
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2010. *Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais na Bacia do Rio das Velhas em 2009*. Belo Horizonte: IGAM. 206p.
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012. *Relatório de implantação das estações de amostragem de biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos*. Belo Horizonte, MG, Implantação da Rede de Biomonitoramento na Bacia Hidrográfica do das Velhas (SF5) – 1ª etapa.

- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012. Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais/ Grupo de Pesquisa da UFV, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte. 415 p.
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Banco de Dados Hidrogeológicos do Instituto Mineiro de Gestão das Águas*. Consulta ao Banco de Dados de Outorgas de Direito do Uso de Águas Subterrâneas. Consulta em março de 2013.
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Cadastro Censitário e Declaratório dos Usuários de Recursos Hídricos Significativos na UPGRH SF5.
- INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 2001. *Relatório de Gestão do exercício 2011*. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/index.php/servicos/publicacoes/relatorios/file/1246-sr-06-minas-gerais>>. Acesso em: 11 maio 2013.
- INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992. *Normais Climatológicas (1961 – 1990)*. INMET – Instituto Nacional de Meteorologia/Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.
- INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2013. Divisão de Geração de Imagens, Os satélites LANDSAT 5 e 7, disponível em: <[http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57\\_PT.php](http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php)>. Acesso em abril de 2013.
- JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A., 2005. Tratamento de esgotos domésticos. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005. 932 p.
- JUNQUEIRA, N. T.; LEAL, C. G.; ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S., 2012. *Morphological diversity of fish along the rio das Velhas, Minas Gerais, Brazil*. Neotropical Ichthyology, v. no, p. 00-00.
- JUNQUEIRA, V. M.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S.; FRANÇA, E. S., 2000. *Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do alto rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados*. Acta Limnologica Brasiliensia. v.12, p. 73 – 87.
- LEAL, C. G., JUNQUEIRA, N. T., POMPEU, P. S., 2011. *Morphology and habitat use by fishes of the Rio das Velhas basin in southeastern Brazil*. Environmental Biology of Fishes , v. 90, p. 143-157
- LUTKEN, C. F. 2001. *Peixes do rio das Velhas: uma contribuição para a ictiologia do Brasil*. Pp. 23-164. ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S.. (Org.). Peixes do Rio das Velhas, Passado e Presente. 1ed. Belo Horizonte: Segrac, 196p.
- MACHADO, A. T. G.; LISBOA, A. H.; ALVES, C. B. M.; LOPES, D. A.; GOULART, E. M. A.; LEITE, F. A.; POLIGNANO, M. V., 2010. *Revitalização de Rios no Mundo: América, Europa e Ásia*. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 344 p.
- MAIA, L. F. P. G., 1988. *Alguns Aspectos Dinâmico-Climatológicos em Minas Gerais*. Dissertação (mestrado em climatologia). Instituto Universidade Federal de Viçosa. 164 p.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. *Relatório de Informações Sociais*. Disponível em: <<http://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/Rlv3/geral/index.php>>. Acesso em: 29 maio 2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO GOVERNO FEDERAL, 2002. *Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias de Afluentes do rio São Francisco em Minas Gerais*. Relatório Parcial de Estudos Ambientais e Levantamento de Dados (R1). Volume 1 - Diagnóstico. Tomo II a - Caracterização do Meio Físico Clima.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006. Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/\\_arquivos/mapas\\_cobertura\\_vegetal.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/mapas_cobertura_vegetal.pdf)>. Acesso em: 08 mar. 2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007. *Portaria n° 9, de 23 de janeiro de 2007* do Ministério do Meio Ambiente.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2008. MMA difunde boas práticas no manejo das águas pluviais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/5013-mma-difunde-boas-praticas-no-manejo-das-aguas-pluviais>. Acesso em: 28 abr. 2013.

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010. *Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil - Produto 4: Minuta da Matriz de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada*. Brasília: MMA, 80 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Revitalização de Bacias Hidrográfica*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/bacias-hidrograficas/revitaliza%C3%A7%C3%A3o-de-bacias-hidrogr%C3%A1ficas>>. Acesso em: 29 maio 2013.
- MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. *Programa de Aceleração do Crescimento (PAC2)*. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/>>. Acesso em: 29 maio 2013.
- MOREIRA, J. L. B., 2002. *Estudo da distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte e em seu entorno*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: UFMG/IGC, 107p.
- MORENO, P.; CALLISTO, M., 2004. *Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas*. In: Ferracini V. L.; Queiroz S. C. N. & Silveira M. P. (Org.). *Bioindicadores de Qualidade da Água*. 1 ed. Jaguariuna: EMBRAPA, 2004, v. 1, p. 95-116.
- MORENO, P.; FRANÇA, J. S.; FERREIRA, W. R.; PAZ, A. D. ; CALLISTO, M., 2009. *Use of the BEAST model for biomonitoring water quality in a neotropical basin*. *Hydrobiologia*, n. 630, p. 231-242.
- MOTA, S., 2000. *Introdução à engenharia ambiental*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES).
- NIMER, E. 1979. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE. 422 p.
- NOVO, E. M. L. M., 2008. *Ambientes Fluviais*. In: FLORENZANO, T. G. (org.) *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos.
- OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2006. *Guías para La calidad del agua potable*. 408 p.
- ONS – OPERADOR NACIONAL DE SISTEMAS, 2003. *Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do sistema interligado nacional – SIN*. Brasília: ONS, 201 p.
- ONS – OPERADOR NACIONAL DE SISTEMAS, 2005. *Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN*. Brasília: NOS, 205p.
- PILÓ, L. B., 2000. *Geomorfologia Cártisca*. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Volume 1, Nº 1, p 88 – 102.
- PINTO. J. A. O., 2006. *Avaliação de métodos para a regionalização de curvas de permanência de vazões para a Bacia do Rio das Velhas*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. 219 p.
- PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2013. *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br>>. Acesso em: 05 março 2014.
- POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M., 2003. *Local fish extinction in a small tropical lake*. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, v. 1, n.2, p. 133-135.
- POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M., 2010. *A ictiofauna do rio das Velhas: Revitalização, Barragens e Conexões com o rio São Francisco*. Parecer Técnico. Comitê de Bacia Hidrográfica do rio das Velhas. Belo Horizonte.
- POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M.; CALLISTO, M., 2005. *The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas basin, Brazil*. In: L. R. BROWN, R. M. HUGHES, R. GRAY, & M. R. MEADOR. (Org.). *Effects of urbanization on stream ecosystems*. 1ed. Bethesda: American Fisheries Society, p. 12-22.
- PROJETO MANUELZÃO, 2010. *Revitalização de Rios no Mundo: América, Europa e Ásia / Org.: Antônio Thomáz Gonzaga da Matta Machado, Apolo Heringer Lisboa, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves, Danielle Alves Lopes, Eugênio Marcos Andrade Goulart, Fernando Antônio Leite, Marcus Vinícius Polignano*. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010. 344p.: il.
- PROJETO MANUELZÃO, 2012. *Diagnóstico Preliminar – Meta 2014: Revitalização da Bacia do Rio das Velhas*. Belo Horizonte/MG.

- PROJETO MANUELZÃO. *Termo de Compromisso pela Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas: Assegurar a volta do peixe e nadar na RMBH em 2014*. Disponível em: <<http://www.manuelzao.ufmg.br/assets/files/noticias/documentometa2014assinado.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2013.
- QUADROS, M. F. L., 1994. *Estudo de episódios de zona de convergência do Atlântico Sul sobre a América Latina*. São José dos Campos: INPE. Dissertação de Mestrado, 94p.
- RENGER, F. E., NOCE, C. M., ROMANO, A. W., MACHADO, N., 1994. *Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero*, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos*, 2:1-11.
- ROSS, J. L. S. , FIERZ, M. S. M., 2005. *Algumas Técnicas de Pesquisa em Geomorfologia*. In: VENTURI, Luis Antonio Bittar(org.). *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos.
- ROSS, J. L. S., 1985. *Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação*. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 4, São Paulo, 25 – 39p.
- ROSS, J. L. S., 1994. *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*. In *Revista do Depto. De Geografia - FFLCH-USP*. n. 8, São Paulo.
- ROSS, J. L. S., 2009. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Editora EDUSP.
- SÁ, M. L, BENITES, L., ANDRADE, K. W., QUEIROGA, G. N. *Estratigrafia e Evolução Geomorfológica do Grupo Bambuí de Morro da Garça*. *Geonomos*.
- SEAPA – SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2010. *Relatório do Programa Minas Carne 2004 a 2010*. Disponível em <<http://www.cigeneticabovina.com.br/downloads/e7261c28-RELAT%C3%93RIO%20DO%20PROGRAMA%20MINASCARNE.pdf>>. Acesso em: março de 2013.
- SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (SEAPA). *Relatório do Programa Minas Carne 2004 a 2010*. Disponível em <<http://www.cigeneticabovina.com.br/downloads/e7261c28-RELAT%C3%93RIO%20DO%20PROGRAMA%20MINASCARNE.pdf>>. Acesso em 22 mar. 2013.
- SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Projeto Estruturador PE-17*. Disponível em: [http://200.198.22.171/estruturador\\_pe17.asp](http://200.198.22.171/estruturador_pe17.asp). Acesso em: 29 maio 2013.
- SILVA, A. B. da; SOBREIRO NETO, A. F.; BERTACHINI, A. C. *Potencial das águas subterrâneas no Quadrilátero Ferrífero*. In: CONG. BRAS. de AGUAS SUBTERRÂNEAS, 8, Recife, 1994. *Anais*. Recife: ABAS/DNPM/CPRM, 1994. p.264-283.
- SILVA, A. B., 1988. *Abatimento de solo na cidade de Sete Lagoas*, *Revista Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS*.
- SILVA, A. B., 2009. Capítulo 3.3 – in *Hidrogeologia Conceitos e Aplicações*. CPRM 3ª edição – revisada e ampliada.
- SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2010. *Série Histórica 2010*. Disponível em <[www.snis.gov.br/](http://www.snis.gov.br/)> Acesso em: março de 2013.
- SUDENE — SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE, 1980. *Plano Integrado de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil (PLIRHINE)*, 100 p.
- TUCCI, C. E. M., 2009 (Org.). *Hidrologia: ciências e aplicação*. 4 ed. Porto Alegre, Ed. da Universidade. ABRH, EDUSP. 943 p.
- UFMG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 1995. *Estudos Geológicos, Hidrogeológicos, Geotécnico e Geoambiental Integrados no Município de Belo Horizonte*.
- VELÁSQUEZ, L. N, M, et al., 2009 - *Processos geradores de concentração anômala de fluoreto na água subterrânea em região semi-árida: estudo de caso em aquífero cárstico-fissural do Grupo*

BambuÍ nos municÍpios de Verdelândia, Varzelândia e JaÍba, Minas Gerais - PROJETO DE PESQUISA Processo FAPEMIG: EDT 83032/06.

VELOSO, H. P.; RANGEL Fo, A. L. R. & LIMA, J. C. A., 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro. IBGE - DERMA. 124 p.

VIEIRA, F., SANTOS, G. B., ALVES, C. B. M., 2005. *Ictiofauna do Parque Nacional da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil) e áreas adjacentes*. Lundiana (UFMG), Belo Horizonte, v. 6, n.supplement, p. 77-87.

VON SPERLING. M., 2005. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 425 p.

WHITE, W. B. *Rates processos: Chemical Kinetics and karst landform development*. In: LAFLEUR, R.G. *Groundwater as a geomorphic Agent*. Ed. (Allen an Unwin, Boston), p. 227 – 248.



**Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**  
Rua Carijós, nº 150 - 10º Andar, Centro - Belo Horizonte - MG  
CEP 30.120-060  
[www.cbhvelhas.org.br](http://www.cbhvelhas.org.br)

Realização:  
Consórcio



Apoio Técnico:



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

Acompanhamento:



INSTITUTO MINEIRO  
DE GESTÃO DAS ÁGUAS

