

COMPARTILHANDO  
EXPERIÊNCIAS DAS

# ÁGUAS DE MINAS GERAIS

△ BRASIL ◊

01

COMPARTILHANDO EXPERIÊNCIAS DAS  
**ÁGUAS DE MINAS GERAIS**

- BRASIL -

**ORGANIZADORAS**

CAROLINE MATOS DA CRUZ CORREIA  
MARÍLIA CARVALHO DE MELO  
NÁDIA ANTÔNIA PINHEIRO SANTOS

COMPARTILHANDO EXPERIÊNCIAS DAS  
**ÁGUAS DE MINAS GERAIS**

- BRASIL -

**VOLUME I**

1ª EDIÇÃO

BELO HORIZONTE  
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

2018

**Governo do Estado de Minas Gerais**

Fernando Damata Pimentel

Governador

**Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad**

Germano Luiz Gomes Vieira

Secretário

**Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam**

Marília Carvalho de Melo

Diretora Geral

**Fundação Estadual de Meio Ambiente - Feam**

Maria Cristina da Cruz

Presidente

**Instituto Estadual de Florestas - IEF**

Henri Dubois Collet

Diretor Geral

C737

Compartilhando experiências das águas de Minas Gerais - Brasil /  
Organização, Caroline Matos da Cruz Correia, Marília Carvalho  
de Melo, Nádia Antônia Pinheiro Santos. --- Belo Horizonte:  
Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2018.  
v.1. ; il.

ISBN: 978-85-53054-00-8

Vários colaboradores.

Obra publicada por ocasião do 8º Fórum Mundial das Águas.

1. Recursos hídricos - gestão. 2. Recursos hídricos - Minas  
Gerais. I. Correia, Caroline Matos da Cruz. II. Melo, Marília  
Carvalho de. III. Santos, Nádia Antônia Pinheiro. IV. Instituto  
Mineiro de Gestão das Águas.

CDU: 556.18 (815.1)

Ficha catalográfica elaborada por Márcia Beatriz Silva de Azevedo CRB -1934 /  
Núcleo de Documentação Ambiental do Sisema.

## **COORDENAÇÃO GERAL**

Marília Carvalho de Melo

## **ORGANIZAÇÃO**

Caroline Matos da Cruz Correia

Marília Carvalho de Melo

Nádia Antônia Pinheiro Santos

## **EQUIPE TÉCNICA**

Adriana de Fátima Teixeira Guimarães

Caroline Matos da Cruz Correia

Marília Carvalho de Melo

Nádia Antônia Pinheiro Santos

Thais de Oliveira Lopes

## **COLABORADORES**

Alexandre Magrineli dos Reis

Daniela Giordano

Giselle Aparecida Teixeira Machado

Juliana Maria Silveira

Lucas Fernandes de Oliveira

Sônia de Souza Lima

Thiago Figueiredo Santana

Valquíria Moreira Lopes

Wilson Pereira Barbosa Filho

## **NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA**

Márcia Beatriz Silva de Azevedo

Silvana de Almeida

# AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os autores e instituições que contribuíram com a produção desta publicação, e os demais colaboradores que, direta ou indiretamente, cooperaram para a sua concretização. Especialmente a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) e a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) que apoiaram os dois volumes da obra.

Destacamos, ainda, as instituições abaixo relacionadas que compartilharam suas experiências na área de recursos hídricos, neste volume, juntamente com as instituições que compõem o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais, Brasil (Sisema/MG): Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad); Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam); Instituto Estadual de Florestas (IEF) e Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam).

- Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig
- Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa
- Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – Fiemg
- Instituto BioAtlântica – IBIO-AGB Doce
- Instituto Espinhaço – Biodiversidade, Cultura e Desenvolvimento Socioambiental
- Ministério Público de Minas Gerais – MPMG
- ONG Mover – Movimento Verde de Paracatu / Kinross Paracatu
- Prefeitura Municipal de Igarapé
- Universidade Federal de Lavras – UFLA
- Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
- Universidade Federal de Viçosa – UFV

As fotografias foram cedidas pelo fotógrafo e servidor do Sisema/MG Evandro Rodney.

A elaboração dos documentos que compõem esta publicação são de inteira responsabilidade de seus autores.

# ÁGUAS DE MINAS E DAS GERAIS: PRESERVANDO UM BEM DE TODOS

O Brasil sempre se orgulhou de ser o país com a maior reserva hidrológica do mundo. Mais um motivo de satisfação: estão em seu subsolo dois terços do Aquífero Guarani, o mais extenso estoque acumulado de água doce do planeta, além de importantes rios que compartilham águas com outros países da América do Sul.

Mas o que motiva orgulho também demanda atenção. Podem ser pessimistas, mas certamente não são delirantes as previsões de que os homens que passaram décadas em guerra por petróleo um dia iniciarão uma por causa da água.

Não porque simplesmente falte água, mas porque o acesso a ela está ameaçado pelas mudanças climáticas, pela poluição e pela má distribuição. Ou seja, a preocupação não é apenas quanto à quantidade de água, mas sobretudo quanto à sua qualidade.

O Brasil, com indicação de potencial de água suficiente para saciar a sede de milhões de pessoas por séculos, vive sob a ameaça externa da cobiça de corporações que querem se tornar donas desta riqueza e a ameaça interna da negligência de governos que não atuam para preservá-la como bem de todos.

No mundo, o consumo de água multiplicou por 7 no século XX, embora a população tenha apenas dobrado. No Brasil, o consumo per capita aumentou 10 vezes no mesmo período. E, no entanto, no Brasil e no mundo ainda há milhões de pessoas sem acesso a água potável.

Quinto maior estado brasileiro em extensão (588.528 km<sup>2</sup>), segundo em população (mais de 21 milhões de habitantes) e primeiro em número de cidades (853 municípios), Minas Gerais tem enorme riqueza em recursos hídricos.

Demanda, no entanto, muito cuidado com sua preservação em razão da diversidade de seu clima e de algumas de suas atividades econômicas mais importantes, como a mineração. Minas ainda se recupera da tragédia de Mariana que provocou grandes impactos socioambientais e socioeconômicos na Bacia do Rio Doce.

A iniciativa do Estado em exigir a imediata recuperação e participar das diretrizes de recuperação, em parceria com outros governos, propiciou que esta Bacia tenha se tornado a mais bem monitorada do país, fornecendo indicadores reais para avaliação de sua recuperação ao longo dos próximos anos.

O uso e a preservação da água são uma prioridade do Governo do Estado de Minas Gerais. A legislação está sendo modernizada, com foco na gestão integrada do território e na aliança da política ambiental com a política de recursos hídricos, de modo a orientar medidas de proteção de reservas e nascentes, bem como incentivar técnicas de reutilização.

Foi criado um comitê próprio, no âmbito do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), com participação da sociedade civil e ampla autoridade para definir intervenções em defesa da qualidade e do acesso à água.

O governo também modernizou o Instituto Mineiro de Gestão das Águas e trabalha no fortalecimento da governança hídrica em parceria com os Comitês de Bacia Hidrográfica, em um total de 36.

Por fim, Minas Gerais se tornará o primeiro estado brasileiro a criar um marco regulatório do reuso da água. Os que lerem esta publicação – “Compartilhando Experiências das Águas de Minas Gerais” – terão uma ideia do que está sendo debatido na atual administração e do caráter pluralista desta discussão.

Boa leitura!

Governo do Estado de Minas Gerais

# MENSAGEM DO SISEMA

O Estado de Minas Gerais é cortado por rios e bacias hidrográficas cuja importância ultrapassa os limites do território mineiro, tanto para produção de energia quanto para manutenção do equilíbrio hídrico no país. A expressiva disponibilidade hídrica mineira é alimentada pelas águas de caudalosos rios, como Jequitinhonha, Doce, Grande e Paranaíba. O Estado tem ainda uma das mais importantes bacias do país, a do São Francisco, um rio de integração nacional, por contribuir com o abastecimento, a economia e o meio ambiente de outros estados brasileiros.

As águas que correm em solo mineiro são importantes para indústria, mineração, produção de energia hidrelétrica, irrigação e drenagem, produção agrícola, pecuária, piscicultura, além das atividades turísticas e de abastecimento humano.

Pensar em um recurso tão importante exige gestão firme e atuante. Por isso, a pauta hídrica se tornou ainda mais prioritária em Minas Gerais. E, em 2018, ações como o uso sustentável dos recursos hídricos, a produção de água por meio da preservação de nascentes, compensações ambientais em unidades de conservação, formação de corredores ecológicos, além da recuperação da bacia do rio Doce estão no topo do planejamento ambiental do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema).

A realização do 8º Fórum Mundial da Água, pela primeira vez no Brasil, em Brasília, em março de 2018, reforça essa missão. Além da visibilidade que o evento traz para o assunto no país, já é compromisso no Estado de Minas que o setor público adote sempre medidas fortes e rigorosas para o uso consciente desse recurso tão importante.

Sabemos que há muito a ser feito, especialmente diante da governança e escassez de recursos financeiros e diante de longos períodos de estiagem que o estado e o país têm enfrentado nos últimos anos. Mas, o Governo se antecipou com a criação do Grupo de Acompanhamento da Situação Hídrica (GSH) e com a implantação de inúmeras ações para produção de água. A lista inclui recuperação florestal, de nascentes, de matas ciliares, de áreas de preservação permanente (APP), de veredas e de tantas outras áreas que possam servir de recarga hídrica.

Temos para 2018 a maior de todas as tarefas, que é dar andamento à recuperação da bacia do rio Doce, após o rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana, na Região Central do Estado. Apesar de desafiadora, a recuperação do Doce é possível e já tem mostrado avanços. A bacia se tornou a mais bem monitorada do país, com melhorias já notadas em índices da qualidade da água. Dos 42 programas de recuperação acordados entre os órgãos ambientais, a serem executados pela Fundação Renova, a maior parte deles já tem mostrado avanços.

Por fim, assim como esse tema, todos os demais relacionados à preservação dos recursos hídricos no estado serão tratados com muita seriedade e partindo do ponto de vista da governança. Isso significa envolver não só o poder público, mas também usuários, sociedade civil, academia e todos os demais atores atuantes no tema.

Germano Luiz Gomes Vieira

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

# MENSAGEM COPASA

Quando o assunto é água, a Copasa é pioneira e referência tanto no âmbito nacional, quanto internacional. Porque a Empresa sempre inovou e modernizou constantemente todos os processos de lida, sempre levando em conta a saúde dos mineiros e a responsabilidade socioambiental.

Tem sido assim desde a nossa fundação, muito antes de a opinião pública mundial acordar para as questões ecológicas, como a da importância de preservarmos e recuperarmos nossos mananciais e todos os ecossistemas em torno deles.

Esta filosofia de atuação se estende a apoiar os imprescindíveis estudos e pesquisas científicos sobre este tema vital para a todas as espécies vivas na Terra.

Nada mais natural, portanto, do que apoiarmos esta bela iniciativa do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. São trabalhos acadêmicos sérios, dentro dos rigores do método científico, realizados no Estado e no País, sobre processos e lida com a substância mais importante do mundo. Afinal, quando os astrônomos procuram vida em outros planetas, se concentram em buscar indícios de água. Porque sem água, não há vida.

É com muito orgulho que estamos presentes nesta publicação tão relevante, especialmente com a proximidade da data do Fórum Mundial da Água, onde o livro será distribuído para técnicos e entidades de todos os cantos do Brasil e do mundo.

A Copasa tem consciência de que é somente através da ciência que a humanidade vem avançando, ao longo dos séculos, no tratamento e distribuição de água e na sustentabilidade. E jamais poderia ficar de fora de uma publicação desta magnitude.

# SUMÁRIO

PREFÁCIO.....	17
APRESENTAÇÃO .....	21
SISEMA - MINAS GERAIS.....	23

## PARTE I - GOVERNANÇA

A APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO DE REGULARIZAÇÃO E FISCALIZAÇÃO EM SITUAÇÕES DE ESCASSEZ HÍDRICA – O CASO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS .....	27
Marília Carvalho de Melo, Marcelo da Fonseca, Flávio Augusto Aquino, Heitor Soares Moreira	

IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO: DESAFIOS PARA O APRIMORAMENTO .....	35
Nádia Antônia Pinheiro Santos, Patrícia Gaspar Costa, Sônia de Souza Ferreira, Allan de Oliveira Mota, Marília Carvalho de Melo	

RECURSOS HÍDRICOS E GEOINFORMAÇÃO: A INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS NA GESTÃO TERRITORIAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	41
Fabrício Lisboa Vieira Machado, Marília Carvalho de Melo, Germano Luiz Gomes Vieira	

PROJETO GESTÃO AMBIENTAL MUNICIPAL: UMA EXPERIÊNCIA DE COOPERAÇÃO NA BACIA DO RIO DOCE.....	47
Andrea Lopes Pereira, Leonardo Castro Maia, Luciana Hiromi Yoshino Kamino, Luciane Teixeira Martins	

A NOVA ABORDAGEM DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA UTILIZADOS PELA COPASA-MG .....	51
João Bosco Senra, Maíra Fares Leite, Nelson Cunha Guimarães, Glaycon de Brito Cordeiro	

PROCESSOS PARA OTIMIZAR A GESTÃO DAS ÁGUAS.....	57
Fernando Falco Pruski	

COOPERAÇÃO EM PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO PARA ENFRENTAR OS DESAFIOS DA ÁGUA.....	63
Francisco Antônio R. Barbosa	

AÇÕES INSTITUCIONAIS DA UFLA, PARA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DENTRO DO CAMPUS .....	67
Leandro Coelho Naves, Dyego Maradona Ataíde de Freitas	

## PARTE II - ECOSISTEMAS

MONITORAMENTO ESPECIAL DAS ÁGUAS DO RIO DOCE APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO – ESTUDO DE CASO EM MINAS GERAIS .....	71
Regina Márcia Pimenta de Mello, Matheus Duarte Santos, Carolina Cristiane Pinto, Katiane Cristina de Brito Almeida, Vanessa Kelly Saraiva, Sérgio Pimenta Costa	

MODELAGEM DO PADRÃO ESPACIAL DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS RELACIONADOS À PRECIPITAÇÃO EM MINAS GERAIS, BRASIL .....	77
Alessandro Ribeiro Campos, Felipe Santos de Miranda Nunes	

<b>PROGRAMA BOLSA VERDE: OBTENDO RENDA POR MEIO DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL</b> .....	<b>81</b>
Leonardo Diniz Reis Silva, Manuela Cardoso Stein, Lissandra Helena Pereira de Paiva Fiorine, Jonathan Paulo dos Santos, Maykon Douglas de Moraes Ângelo Viegas	
<b>TERRITÓRIO SUSTENTÁVEL DO RIBEIRÃO DO BOI</b> .....	<b>85</b>
Narlíane Martins, Amanda de Andrade	
<b>UTILIZAÇÃO DE ÍNDICE DE INTEGRIDADE ECOLÓGICA PARA CLASSIFICAR A QUALIDADE DE AMBIENTES AQUÁTICOS DE MINAS GERAIS</b> .....	<b>89</b>
Helena Lúcia Menezes Ferreira, Márcia Couto de Melo, Mariana d'Ávila Fonseca Paiva de Paula Freitas, Sylvia Therese Meyer Ribeiro, Mônica de Cássia Souza Campos, Glaysimara Aparecida Felipe, Karina Cristiane Alves, Aylton Carlos Soares, Pedro Fialho Cordeiro, Marcela David de Carvalho, Enio Marcus Brandão Fonseca.	
<b>UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO</b> .....	<b>95</b>
Sílvia Corrêa Oliveira, Carolina Cristiane Pinto, Ana Luiza Cunha Soares	
<b>GUARDIÃO DOS IGARAPÉS "PROGRAMA DE PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DAS ÁGUAS DE IGARAPÉ, MINAS GERAIS - BRASIL"</b> .....	<b>101</b>
Isaías de Barros Abreu, Lina Deise de Moraes dos Santos, Franciane Fátima Queiroz, Eliane Assunção Nunes Larissa Cristina Gomes Ribeiro e colaboradores da PMI e instituições parceiras	
<b>CENTRO DE PESQUISA E TREINAMENTO EM SANEAMENTO (CEPTS) - UFMG/COPASA: DA PESQUISA PARA PRÁTICA, COMPARTILHANDO EXPERIÊNCIAS EM FAVOR DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS</b> .....	<b>105</b>
Cláudio Leite de Souza, Marcos Von Sperling, Carlos Augusto de Lemos Chenicharo	
<b>TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DE MINAS GERAIS EMPREGANDO MEMBRANAS RECICLADAS</b> .....	<b>109</b>
Eduardo Coutinho de Paula, Poliana Vicente Martins, Míriam Cristina Santos Amaral	
<b>PROTEÇÃO DE NASCENTES E VEREDAS DA BACIA DO RIO PARACATU</b> .....	<b>113</b>
Gabriel Vargas Mendonça, Osmar Alves Ferreira, Alessandro Lucioli Nepomuceno, Marcos do Amaral Moraes, Antonio Eustáquio Vieira	
<b>PARTE III - COMPARTILHAMENTO</b>	
<b>APRIMORAMENTO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CADASTRO DE USO INSIGNIFICANTE DE RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	<b>117</b>
Marconi Rocha da Silveira, Thiago Figueiredo Santana, Alexandre Jose Combat Barbosa, Bruno Meira Tenorio D'Albuquerque, Nádia Antônia Pinheiro Santos	
<b>METODOLOGIA PARA A SELEÇÃO DE ÁREAS E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL NOS TERRITÓRIOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS DOCE, SÃO FRANCISCO E JEQUITINHONHA</b> .....	<b>123</b>
Rafael Deslandes Ribas, Luiz Cláudio Ferreira de Oliveira, Mariana Morales Leite Costa, Felipe Augusto Fernandes Oliveira	

# PREFÁCIO

Entre 18 e 23 de março de 2018 realiza-se em Brasília o 8º Fórum Mundial da Água, com público esperado de mais de 50.000 participantes, entre representantes de governo, da academia, da sociedade civil, de organizações não governamentais, de empresas e cidadãos interessados nas questões ambientais e da água, o maior evento global sobre o tema, organizado pelo Conselho Mundial da Água.

Distinto dos processos de organização de congressos científicos, técnicos e mesmo de conferências de caráter político, o Fórum é, em grande parte, construído a partir de proposições diretamente feitas pelos diferentes setores interessados em um debate conduzido por comissões que, para o 8º Fórum Mundial da Água, dividiram-se segundo processos temático, político, regional e o Fórum Cidadão. Uma comissão transversal, chamada Grupo Focal em Sustentabilidade, se ocupou do tema água e sustentabilidade.

Trinta e um anos após a publicação do Relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum, Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento, 1987) e três anos após a publicação dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU, a serem implantados até 2030 por todos os países do mundo, o conceito de sustentabilidade é, ou pelo menos espera-se que seja, um profundo norteador para o uso da água, ao mesmo tempo em que se constitui em um desafio para as políticas públicas e para a governança da água.

Uma das interpretações de sustentabilidade, ancorada sobre os compromissos intergeracionais, afirma que a sustentabilidade é assegurada desde que não haja, entre sucessivas gerações, a redução do estoque total de capital, natural ou artificial. O capital natural é composto pelos recursos naturais, renováveis e não renováveis, do Planeta, entre eles a água. Por capital artificial entende-se o conjunto de bens e fatores de produção desenvolvidos pelo homem. A exploração de recursos naturais, podendo conduzir à redução do capital natural, seria compensada pela melhoria de qualidade de vida, do nível de educação, da geração de novas tecnologias e de outros fatores com capacidade para gerar uma riqueza equivalente, em um processo de substituição de capital natural por capital artificial.

A água é, em grande medida, um recurso natural renovável, mas é também substrato para a vida no planeta e não pode ser substituída. Tendo em conta a conservação de capital, para o uso da água impõem-se requisitos de manutenção de suas características físicas e químicas e de conformidade com a capacidade de renovação do meio. Constata-se que mesmo tomando por base um conceito restrito de sustentabilidade há ainda, no Brasil e no mundo, muito se a se fazer em termos de gestão sustentável da água.

Os 17 ODS são mais amplos e exigentes em aspectos econômicos, ambientais e sociais do que a sustentabilidade vista pelo conceito de manutenção do capital total ao longo do tempo. O objetivo 6, "assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos", é o mais explícito sobre a água. Porém, a gestão sustentável da água está presente como um requisito para o atingimento de vários outros ODS, como o 1, "acabar com a pobreza em todas as suas formas", o 2, "acabar com a fome, alcançar segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável", o 3, "assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades", o 7, "assegurar acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos", o 8, "promover o crescimento econômico sustentável, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos", o 11, "tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis(...)" Não será difícil argumentar que a água permeia os 17 ODS.

Junto a persistentes problemas, falhas de gestão da água conhecidos há décadas, como a poluição de corpos d'água por lançamentos de efluentes domésticos e industriais in natura, os processos erosivos intensos em meio rural e em meio urbano, a super-exploração de aquíferos, os usos ineficientes e as perdas de água em sistemas de abastecimento, na produção agrícola, nos usos industriais, o comprometimento da biodiversidade, crescem, em tempos mais recentes, a percepção e a preocupação sobre questões como a poluição difusa e seus impactos sobre meios receptores, notadamente nos espaços urbanos, sobre poluentes emergentes, como os desreguladores endócrinos e os microplásticos nas águas doces e nos oceanos, bem como sobre os riscos associados à água, em razão da mudança climática, e sobre os riscos tecnológicos, notadamente os relacionados à ruptura de barragens.

Por outro lado, avanços importantes sobre a governança da água, o desenvolvimento e a inovação tecnológica, com potencial para contribuir para a sustentabilidade no uso da água podem também ser relatados e a presente obra traz vários exemplos de resultados de trabalhos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, de políticas públicas e ações desenvolvidas e implementadas no estado de Minas Gerais, no Brasil.

O conceito de serviços ecossistêmicos, empregado em programas de gestão de águas e de recuperação ambiental de bacias, contribui para uma visão mais rica, holística, das relações entre a água e o meio, a água como suporte a vida nos ecossistemas e esses como meio de provisão de água de qualidade e para assegurar a resiliência a impactos da mudança climática.

Sob o ponto de vista da gestão de água e de seus instrumentos, o conceito de serviços ecossistêmicos agrega ao princípio poluidor e usuário pagador, que está na origem da cobrança pelo uso da água na legislação brasileira, o pagamento por serviços ecossistêmicos, instrumento que em Minas Gerais encontra expressão em experiências locais, como a do município de Extrema e, mais recentemente, do município de Igarapé, e estaduais, como é o caso do Programa Bolsa Verde. O programa Pró-Mananciais, em implementação pela Copasa, embora não envolva pagamento direto, busca, entre outros objetivos, desenvolver alternativas de geração de renda que, ao mesmo tempo, contribuam para a proteção de bacias estratégicas para o abastecimento de água, com benefícios socioeconômicos, ambientais e de aumento da segurança hídrica e alimentar, tal como o programa Cultivando Água Boa, implantado pela Itaipu Binacional no estado do Paraná.

Alguns cidadãos e movimentos sociais expressam preocupação com o uso de instrumentos de base econômica para a gestão da água, receosos de que esses instrumentos possam conduzir ao que é muitas vezes chamado de comodização da água, comprometendo ou dificultando a garantia do direito à água. Esse é um importante tema do debate sobre a gestão da água, ainda que o uso de instrumentos econômicos não conduza, de forma imediata e automática, a uma "privatização" do recurso ou a restrições de usos de interesse coletivo. Quando adequadamente empregados, de forma transparente e sujeitos a controle social, esses instrumentos contribuem para o uso mais eficiente e sustentável dos recursos naturais. É importante, ainda, ressaltar que a universalização do saneamento básico não foi atingida e que a segurança hídrica, tanto quanto a segurança alimentar requerem políticas e ações públicas e privadas em consonância com os 17 ODS, com as necessidades do presente e das gerações futuras.

Os capítulos desta publicação ilustram, igualmente, progressos tecnológicos significativos em vários temas, tais como o aprimoramento dos meios de monitoramento, de tratamento e de análise estatística de dados; tecnologias mais simples e eficientes para o tratamento de efluentes e a recuperação de subprodutos como o gás e o lodo; técnicas de conservação de água e solo na agricultura; soluções fundamentais em infraestrutura verde e azul, entre outras. Há ainda demonstração de significativos avanços em conhecimentos sobre eventos extremos, sobre a gestão de risco de escassez de água e de inundações e sobre a segurança hídrica.

Essa obra, de iniciativa do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, órgão gestor de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais, por ocasião da realização no Brasil do 8º Fórum Mundial da Água, ilustra muitas das questões aqui mencionadas e vai além em exemplos e propostas para promover a sustentabilidade na gestão da água.

Nilo de Oliveira Nascimento

Professor Titular da Universidade Federal de Minas Gerais

# APRESENTAÇÃO

A publicação “Compartilhando experiências das águas de Minas Gerais – Brasil” é uma contribuição da Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (Semad), por meio do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), para os diálogos do 8º Fórum Mundial da Água. O Fórum é um evento internacional de grande relevância, que ocorre pela primeira vez no Hemisfério Sul, em Brasília, Brasil.

Com o tema central “Compartilhando Água”, o evento tem o objetivo de promover o intercâmbio de experiências em boas práticas, políticas públicas e gestão integrada dos recursos hídricos. Também busca promover a conscientização e construir compromissos políticos em temas relacionados à conservação, proteção, desenvolvimento, planejamento, gestão e uso eficiente de recursos hídricos.

Com essa perspectiva, o Igam buscou integrar, nesta publicação, as reflexões e as experiências vivenciadas no Estado de Minas Gerais por um conjunto de atores de diferentes setores da sociedade. Essas práticas estão alinhadas aos temas transversais do Fórum: clima; pessoas; ecossistemas; desenvolvimento; governança; compartilhamento; finanças; urbano e capacitação.

À vista disso, foi realizado um chamamento público, de ampla divulgação no Estado. Diante das contribuições recebidas, a obra foi dividida em dois volumes. Neste primeiro, estão publicadas 20 produções técnico-institucionais de entidades públicas e privadas, universidades, empresas e organizações não governamentais (ONGs), agrupadas em três grandes temas: governança, ecossistema e compartilhamento. O volume complementar é composto por 43 textos. No conjunto, a obra reflete os diferentes olhares, abordagens, posições e práticas na área de recursos hídricos em um Estado tão diverso como Minas Gerais.

Com a multiplicidade de soluções e conhecimentos compartilhados, estamos certos de que esta publicação será uma importante ferramenta para a compreensão de alguns aspectos da situação hídrica do Estado. Será possível entender quais são as vulnerabilidades enfrentadas e os avanços alcançados no âmbito da sociedade, das empresas e dos governos, atores estes que devem atuar de maneira integrada para promover o aprimoramento da gestão, de caráter democrático, e ainda garantir água para atender às necessidades hídricas humanas e da natureza.

Boa leitura!

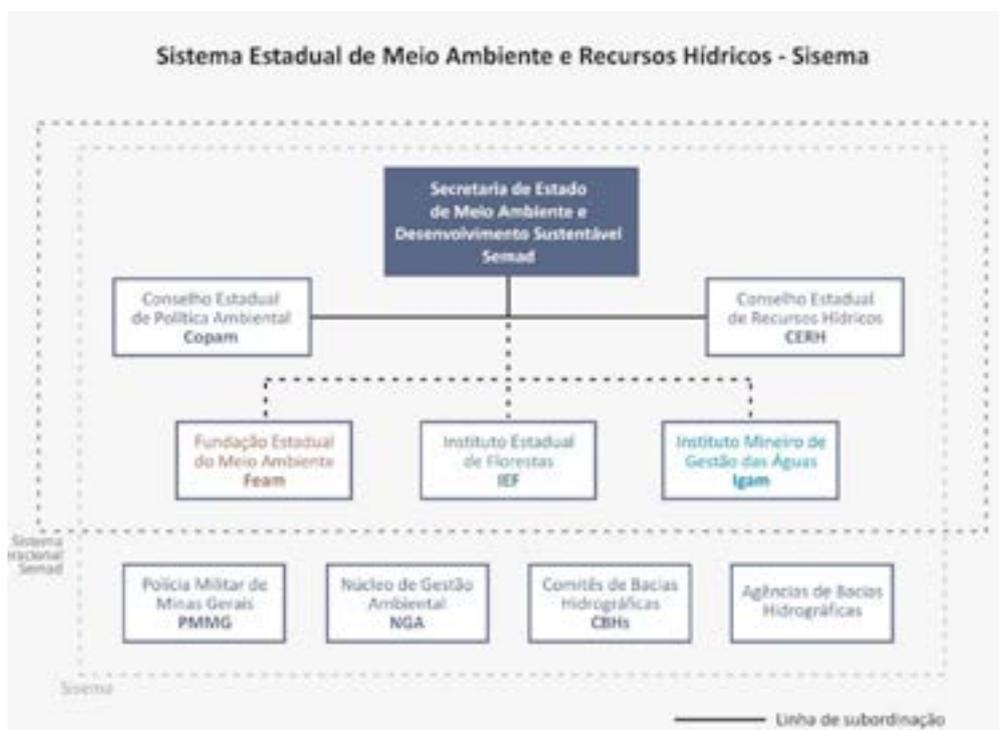
Marília Carvalho de Melo

Diretora Geral do Instituto Mineiro de Gestão das Águas

# SISEMA – MINAS GERAIS

O Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais/Brasil (Sisema/MG), insituído pela Lei 18.365 de 1º de setembro de 2009, é composto por órgãos e entidades responsáveis pelas políticas de meio ambiente e de recursos hídricos. Tem a finalidade de conservar, preservar e recuperar os recursos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade ambiental do Estado.

O Sisema/MG é formado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e pelas entidades vinculadas: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), Instituto Estadual de Florestas (IEF) e Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam) e pelos Conselhos Estaduais de Política Ambiental (Copam-MG) e de Recursos Hídricos (CERH-MG).



## SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMAD)

É responsável por formular, coordenar, executar e supervisionar as políticas públicas de conservação, preservação e recuperação dos recursos ambientais, visando ao desenvolvimento sustentável e à melhoria da qualidade ambiental do Estado de Minas Gerais.

Criação: Lei Estadual nº 11.903/1995

Decreto Estadual nº 47.042/2016

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM)

É responsável por desenvolver e implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos, com ações direcionadas à preservação da quantidade e da qualidade das águas de Minas Gerais. No âmbito federal, a entidade integra o Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Na esfera estadual, o Igam integra o Sisema e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH).

O gerenciamento é feito por meio de instrumentos, como outorga de direito de uso da água; enquadramento dos corpos de água; sistema de informação em recursos hídricos; cobrança pelo uso da água; e planos de recursos hídricos. Outra ferramenta de gestão é o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do Estado.

O Instituto tem como diretriz uma administração compartilhada, descentralizada e participativa, que envolve diferentes segmentos sociais. Desta forma, o Igam atua na consolidação de Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) e Agências de Bacia. O trabalho também tem interface com as atividades da Semad, do CERH/MG, e de órgãos e entidades dos poderes estadual e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos.

Criação: Lei Estadual nº 12.584/1997

Decreto Estadual nº 47.343/2018



## INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF)

É responsável por planejar e executar as políticas florestal e de biodiversidade do Estado, visando à manutenção do equilíbrio ecológico, à preservação e conservação da vegetação, à promoção da pesquisa em biomassa e do mapeamento da cobertura vegetal do Estado.

Criação: Lei Estadual nº 2.606/1962

Decreto Estadual nº 47.344/2018

## FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (FEAM)

É responsável por executar a política de proteção, conservação e melhoria da qualidade ambiental, no que concerne à gestão do ar, das energias renováveis, do solo, dos efluentes líquidos e de resíduos sólidos. Cabem ainda à Feam a prevenção e a correção da poluição e da degradação ambiental provocada pelas atividades industriais, minerárias e de infraestrutura. Promove e realiza ações, projetos e programas de pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias ambientais e apoia tecnicamente as instituições do Sisema, visando à preservação e à melhoria da qualidade ambiental do Estado.

Estatuto: Decreto Estadual nº 45825/2011 / Decreto Estadual nº 47.347/2018



**GOVERNANÇA**

# A APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO DE REGULARIZAÇÃO E FISCALIZAÇÃO EM SITUAÇÕES DE ESCASSEZ HÍDRICA – O CASO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS

Marília Carvalho de Melo<sup>1</sup>  
Marcelo da Fonseca<sup>2</sup>  
Flávio Augusto Aquino<sup>3</sup>  
Heitor Soares Moreira<sup>4</sup>

## RESUMO

A despeito da elevada disponibilidade hídrica natural, o estado de Minas Gerais tem vivenciado desde 2014 situação de escassez de seus recursos hídricos nos mananciais de abastecimento público da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). A crise hídrica tem como fator principal a redução dos índices pluviométricos observados neste período que, agregada a usos irregulares de recursos hídricos nas bacias produtoras, acentuaram a redução das vazões disponíveis. A RMBH é abastecida por duas bacias, do rio Paraopeba, no qual estão inseridos três reservatórios, e do rio das Velhas, com uma captação a fio d'água, que responde por 41% da RMBH e 80% da Capital. Por ser uma captação a fio d'água, este manancial se torna mais vulnerável às alterações dos regimes de chuva. A declaração de situação de escassez hídrica, regulamentada pela Deliberação Normativa 49/2015 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, é um instrumento que permite restrição de uso em bacias em situação de vazões críticas, entretanto a sua efetividade é observada quando a restrição é conjugada a ações de fiscalização ambiental. Este trabalho apresenta as ações de regulação e fiscalização aplicadas na bacia do rio das Velhas a fim de minimizar o impacto da crise hídrica. Nos anos de 2015 a 2017 foram 16, 3 e 59 dias em situação de alerta de escassez hídrica na bacia do rio das Velhas e realizadas 1.374 ações de fiscalizações, resultando na aplicação de R\$ 1.058.744,92 em multas simples. As principais irregularidades constatadas foram captações superficiais irregulares (45%), captações de água subterrânea - poço tubular sem outorga (24%) e demais irregularidades (31%).

Palavras-chave: Regulação. Fiscalização. Escassez hídrica. Rio das Velhas.

## 1. INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais, na mesma proporção que o Sudeste Brasileiro, vem experimentando um período de menores índices de precipitação que, desde 2014, reflete em menor disponibilidade hídrica para os usos múltiplos. Esta situação tem sido denominada de Crise Hídrica, que culminou na necessidade dos gestores de recursos hídricos e concessionárias de abastecimento repensar a forma de gestão. O provimento de água em momentos de escassez passou a ser a

<sup>1</sup> Engenheira Civil, doutora em Recursos Hídricos, Analista Ambiental e Diretora Geral do Igam, marília.melo@meioambiente.mg.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Civil, mestre em Engenharia Civil, Analista Ambiental, marcelo.fonseca@meioambiente.mg.gov.br

<sup>3</sup> Engenheiro Ambiental, mestrando em Tecnologia e Inovações Ambientais, Analista Ambiental, heitor.moreira@meioambiente.mg.gov.br

<sup>4</sup> Engenheiro Ambiental, especialista em Geoprocessamento, flavio.aquino@meioambiente.mg.gov.br

principal pauta dos órgãos gestores, com ações que garantissem soluções para o curto prazo. Concomitantemente, o conceito emergente de Segurança Hídrica tomou a pauta do sistema de gestão, na remodelagem e adaptação de um modelo que não foi capaz de responder a um período de estiagem prolongado.

O conceito de segurança hídrica na literatura tem sido muito discutido, alguns organismos internacionais têm conceitos já consolidados como a ONU e OCDE. Segundo a ONU (2013), segurança hídrica é “a capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir meios de sobrevivência, o bem-estar humano, o desenvolvimento socioeconômico; para assegurar proteção contra poluição e desastres relacionados à água, e para preservação de ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política”. Já a OCDE (2013) conceitua segurança hídrica como gerir riscos associados à água, incluindo riscos de armazenamento, do seu excesso e poluição, assim como os riscos de enfraquecer ou debilitar a resiliência dos sistemas de água doce.

Melo (2016) afirma que em análise dos principais conceitos publicados é possível identificar quatro importantes eixos para o planejamento, proposição e implementação de ações que levem à garantia da segurança hídrica em ambientes urbanos e metrópoles:

- 1) Base de dados confiáveis;
- 2) Coordenação das instâncias de governo;
- 3) Gerenciamento da oferta;
- 4) Gerenciamento da demanda – restrições e eficiência de uso.

Com base neste referencial teórico, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), propôs um mecanismo de restrição de uso em situações críticas que possibilitassem respostas a curto prazo a crise instalada. Como os mecanismos normativos de regulação e restrição do uso requerem ações de controle e fiscalização, uma ação integrada com a Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) foi estabelecida a fim de que o ato de regulação obtivesse efetividade.

## 2. MECANISMOS DE REGULAÇÃO E CONTROLE

Por meio de uma proposta técnica do IGAM, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) editou a Deliberação Normativa (DN) nº 49 em 26 de março de 2015 que estabelece as diretrizes e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e de restrição de uso água. A norma prevê três situações nas quais a sociedade deve estar alerta:

- Estado de Atenção: quando a(s) média(s) das vazões diárias de 7 (sete) dias consecutivos, observadas no(s) posto(s) de monitoramento fluviométrico de referência estiver(em) inferior(es) a 200% da  $Q_{7,10}$ . No Estado de atenção não haverá restrição de uso para captações de água e o usuário de recursos hídricos deverá ficar atento para eventuais alterações do respectivo estado de vazões;
- Estado de Alerta: quando a média das vazões diárias de 7 (sete) dias consecutivos observadas no(s) posto(s) de monitoramento fluviométrico de referência estiver(em) igual ou inferior da 100% da  $Q_{7,10}$ ;
- Estado de Restrição de Uso: quando a média das vazões diárias de 7 (sete) dias consecutivos observadas no(s) posto(s) de monitoramento fluviométrico de referência estiver(em) inferior a 70% da  $Q_{7,10}$ . Haverá restrição de uso.

Quando uma bacia entra em estado de restrição de uso, o Igam edita uma portaria determinando que todos os usuários deverão reduzir o volume captado nos seguintes percentuais: 20% para o consumo humano, dessedentação animal ou abastecimento público; 25% para a irrigação; 30% para o consumo industrial e agroindustrial; 50% para as demais finalidades, exceto os usos não consuntivos. Além da redução dos volumes outorgados, as portarias de restrição também determinam a suspensão temporária da emissão de novas outorgas de direito de uso, bem como solicitações de aumento de vazões em autorizações já concedidas.

A declaração de situação de escassez hídrica é um instrumento que permite ao Igam determinar a restrição de uso em bacias em situação de vazões críticas, entretanto a sua efetividade somente é observada quando a restrição é conjugada às ações de divulgação e de fiscalização ambiental. O descumprimento das restrições impostas resultará em suspensão total dos direitos de uso de recursos hídricos dos infratores até o prazo final de vigência da situação crítica de escassez hídrica, sem prejuízo das demais penalidades previstas na legislação vigente.

### 3. O CASO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS

A bacia do rio das Velhas possui área de drenagem 27.850 Km<sup>2</sup> (CBH Velhas, 2015). Na porção designada Alto Velhas está inserida Belo Horizonte e parte da região metropolitana. Uma das principais captações para o abastecimento da região metropolitana, o sistema Bela Fama, está no rio das Velhas no município de Nova Lima e é responsável por aproximadamente 40% de abastecimento da RMBH (COPASA, 2016).

A avaliação, no presente estudo, consiste em dois pontos de monitoramento na bacia do rio das Velhas, uma estação denominada Santo Hipólito, localizada nas coordenadas geográficas com latitude 18°18'22"S e longitude 44°13'33"W, e outra, Honório Bicalho, próxima à captação para abastecimento, nas coordenadas geográficas com latitude 20°01'29"S e longitude 43°49'26"W, conforme apresentado na (Figura 1).

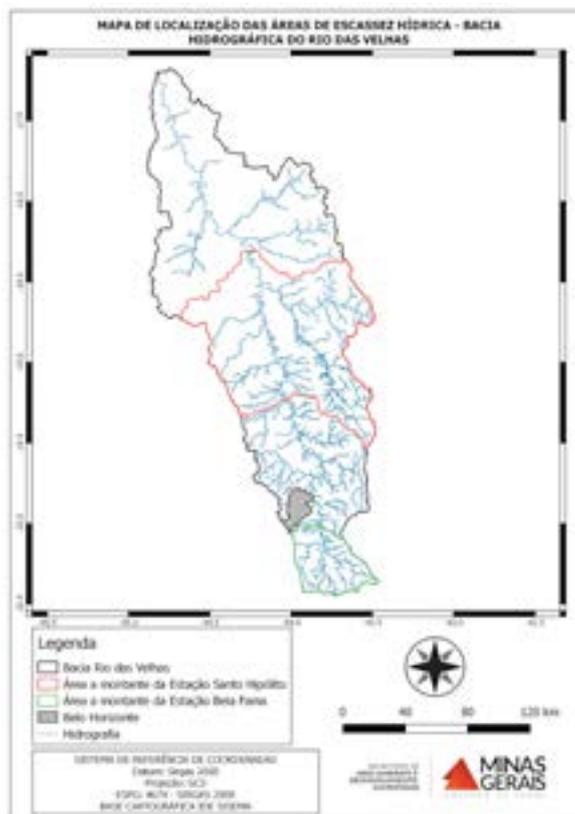


Figura 1 - Porções Hidrográficas a montante das Estações em Estado de Restrição.  
Fonte: Autores, 2018.

Foi analisado o comportamento das duas estações mencionadas com referência aos estados de alerta, atenção e restrição de uso estabelecidos na DN CERH 49/2015.

A porção hidrográfica a montante da Estação Santo Hipólito atingiu o Estado de Restrição de Uso por duas vezes (Figura 3), sendo a primeira no mês de outubro de 2015 (Portaria IGAM 33, de 20 de outubro de 2015 com validade de 30 dias) e a segunda em agosto de 2017 (Portaria IGAM 45, de 31 de agosto de 2017 com validade de 30 dias). Já a Estação Honório Bicalho não atingiu o Estado de Restrição no período avaliado (Figura 2).

A Figura 2 apresenta o número de dias, em um determinado ano, em que as vazões monitoradas na estação fluviométrica Honório Bicalho, igualaram ou ficaram inferiores aos estados de restrição de uso de recursos hídricos superficiais: normal, alerta, atenção e restrição<sup>5</sup>. Destaca-se que a área montante a estação entrou em estado de "alerta" em duas ocasiões, a saber: 2015 e 2017, pois para tanto utiliza-se a média da vazão diária de 7 dias e não uma medição diária isoladamente.

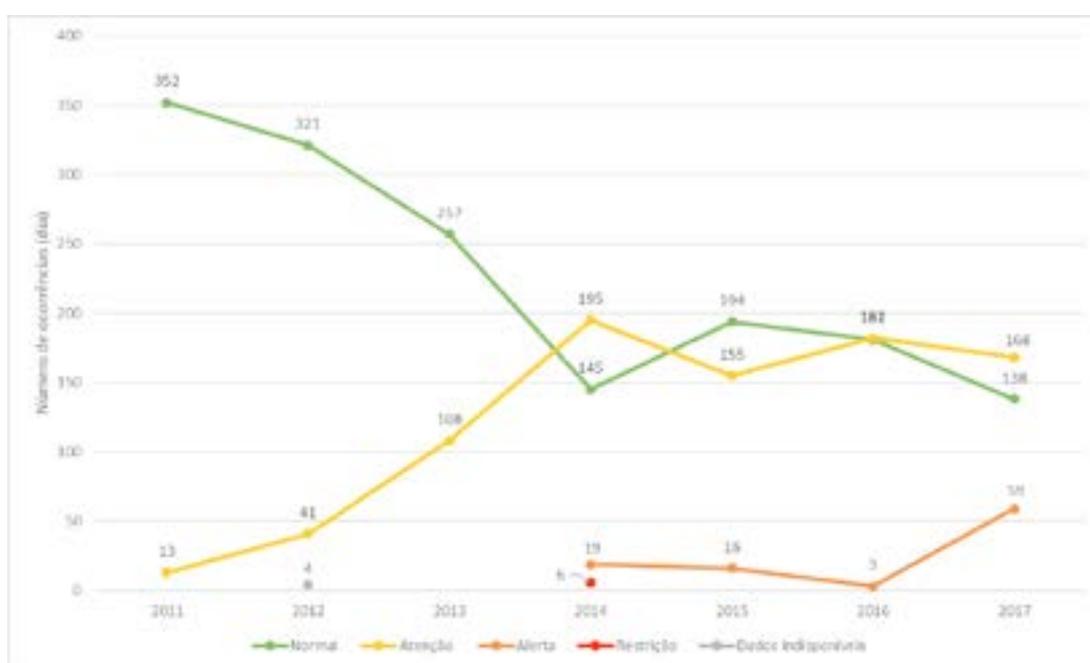


Figura 2 - Comportamento da Estação Honório Bicalho em relação aos Estados estabelecidos na DN 49/2015.

Fonte: Autores, 2018.

A região hidrográfica onde se situa a estação fluviométrica Santo Hipólito tem registrado baixas vazões nos últimos anos. Desde 2015, em pelo menos 250 dias no ano, a vazão foi igual ou inferior a 200% da  $Q_{7,10}$ , conforme a Figura 03. Sendo que, a área montante a estação foi considerada em situação de restrição de uso em duas oportunidades, 2015 e 2017.

<sup>5</sup> Classificação correspondente ao estado da estação levando em conta os 7 dias consecutivos, ou seja, a regra descrita na Deliberação Normativa nº 49/2015.

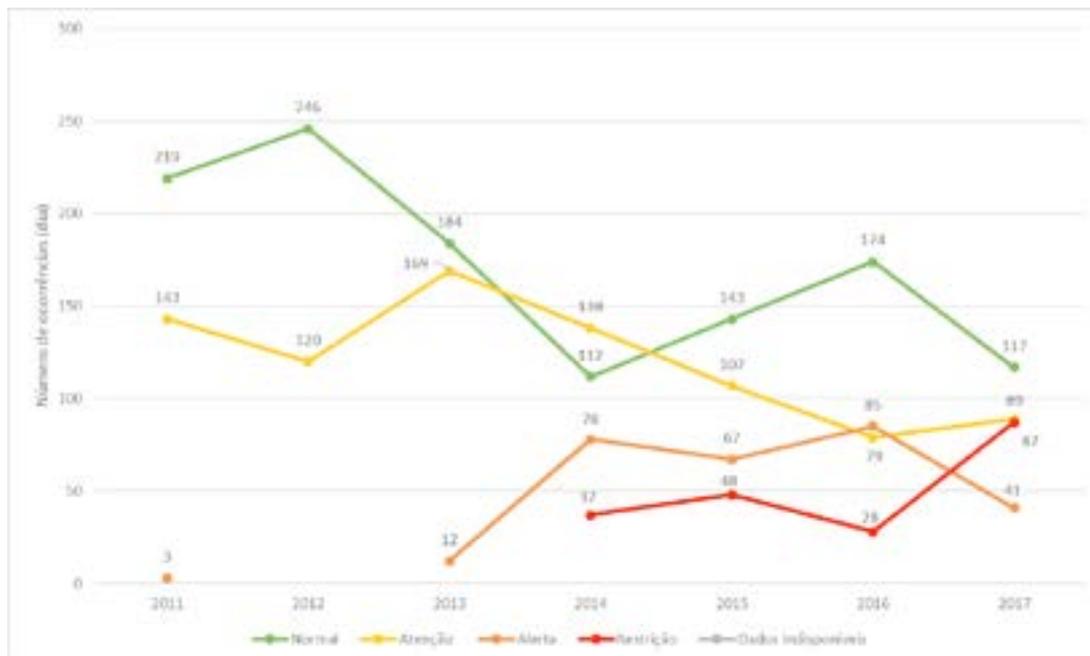


Figura 3 - Comportamento da Estação Santo Hipólito em relação aos Estados estabelecidos na DN 49/2015.

Fonte: Autores, 2018.

As ações de regulação só se tornam efetivas com a sua integração com ações de fiscalização, formando o binômio comando/controle amplamente empregado nas políticas públicas. A fiscalização de recursos hídricos tem por finalidade averiguar regularidade das intervenções e usos dos corpos d'água superficiais ou subterrâneos, bem como avaliar o cumprimento dos requisitos previstos nas autorizações concedidas, ou seja, se o empreendedor está captando conforme a autorização. Trata-se do exercício do poder de polícia administrativa para garantir o uso regular e racional dos recursos hídricos.

A efetividade dos instrumentos de controle, tais como a fiscalização, está diretamente vinculada à forma como são planejados e executados. A metodologia de enfrentamento da crise hídrica, no aspecto de controle dos usos, encontra-se fundamentada na intensificação das ações de fiscalização dos usuários da bacia em estado restrição. Essa diretriz é refletida no Plano Anual de Fiscalização, que contempla duas fases de fiscalização de acordo com situação hídrica, a primeira de caráter preventivo ocorre no período sem restrição, quando as fiscalizações são focadas nos usuários irregulares. Já a segunda fase, quando a bacia entra em Estado de Restrição, as fiscalizações são direcionadas aos usuários regulares, com intuito principal de verificar o cumprimento das restrições (redução de captação) estabelecidas pela DN CERH 49/2015, sem prejuízo de fiscalização dos usuários clandestinos porventura não fiscalizados anteriormente. Em todas as fases, quando detectadas irregularidades, as penalidades administrativas (advertência, multa simples, suspensão de atividades e restritivas de direitos) são aplicadas de acordo com o disposto no Decreto Estadual 44.844/2008.

Somente na Bacia do Rio das Velhas, em razão da situação de escassez hídrica, foram realizadas no período 2015/2017 um total de 1.374 fiscalizações (Tabela 01), totalizando R\$ 1.058.744,92 em multas aplicadas por usos irregulares de recursos hídricos. As principais irregularidades constatadas foram captações superficiais irregulares (45%), captações de água subterrânea - poço tubular sem outorga (24%) e demais irregularidades (31%).

Tabela 1 – Ações de Fiscalização – Bacia do Rio das Velhas 2015/2017

ANO	REGULAR	IRREGULAR	TOTAL	MULTA
2015	28	241	269	R\$ 225.551,08
2016	12	168	180	R\$ 262.351,02
2017	513	412	925	R\$ 570.842,82
Total	<b>553</b>	<b>821</b>	<b>1.374</b>	<b>R\$ 1.058.744,92</b>

Fonte: Autores, 2018.

A Figura 4 e a Tabela 1 apresentam o quantitativo de fiscalizações realizadas anualmente na bacia do rio das Velhas. Como demonstrado, existe uma tendência de crescimento do número de fiscalizações na bacia, atendendo a diretriz de intensificação de fiscalização nas bacias com situação de escassez. A única exceção ocorreu no ano de 2016, a redução encontra-se diretamente vinculada a situação hídrica da bacia, uma vez que nesse ano a bacia não atingiu o Estado de Restrição de Uso.

Os dados apresentados também demonstram que houve uma potencialização da regularização dos usuários (Tabela 1 e Figura 5), ou seja, a fiscalização conduziu à regularidade os usuários da bacia. Em 2015 o percentual de usuários fiscalizados caracterizados como irregulares foi 90% e em 2017 houve uma redução de 50% neste percentual, atingindo 55% de usuários regulares. Ao impulsionar à regularidade os usuários, a fiscalização contribui diretamente com o ajuste do balanço hídrico, garantindo ao órgão gestor uma maior capacidade de gerenciar a situação de escassez na bacia.

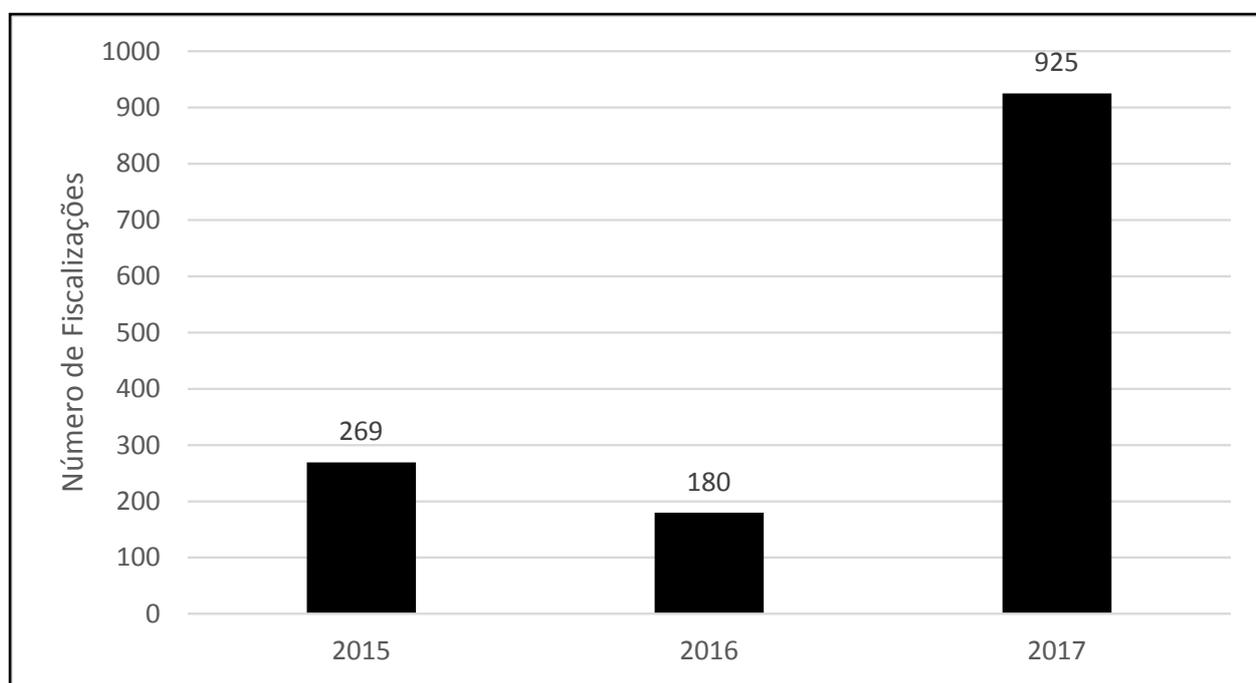


Figura 4 - Ações de Fiscalização na Bacia do Rio das Velhas – 2015/2017.

Fonte: Autores, 2018.

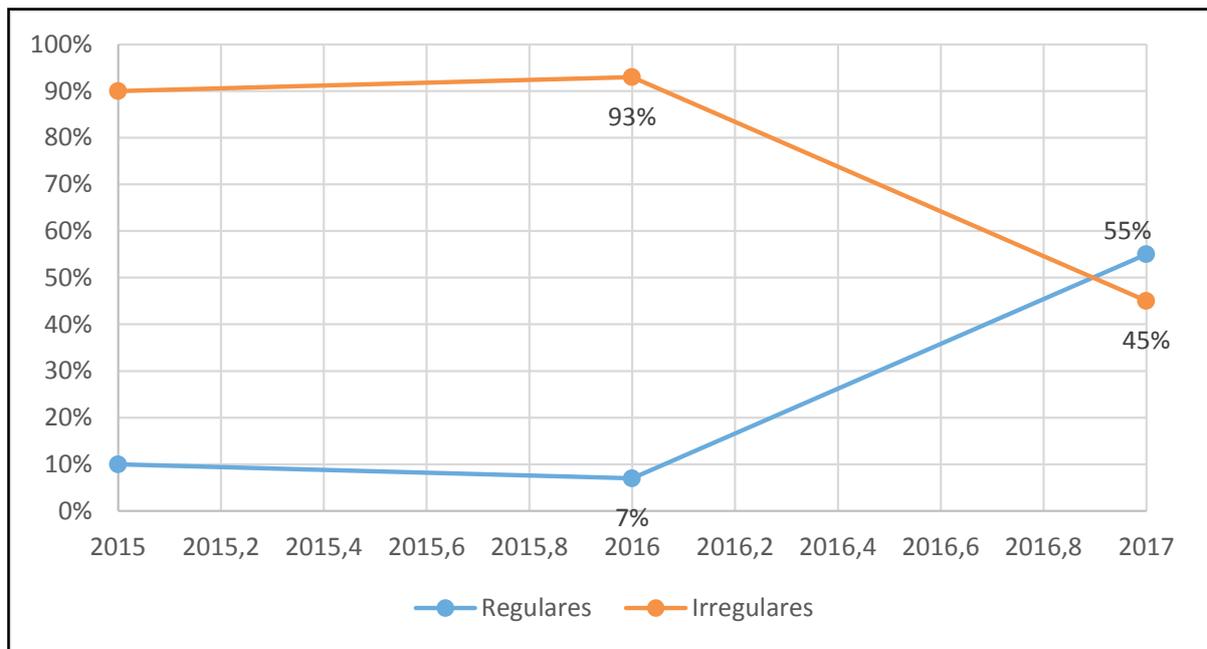


Figura 5 - Situação dos Usuários Fiscalizados – 2015/2017.  
Fonte: Autores, 2018.

A Figura 6 apresenta a densidade de fiscalizações realizadas na Bacia do Rio das Velhas no período compreendido entre 2015 e 2017. Como se observa há uma predominância de ações no Alto Rio das Velhas, região caracterizada por uma grande concentração populacional e de atividades econômicas utilizadoras de recursos hídricos. A área correspondente a Estação de Santo Hipólito, a qual esteve em Estado de Restrição de Usos em 2015 e 2017, foi aquela que apresentou a segunda maior densidade de usuários fiscalizado no período, com destaque para os usos irregulares.

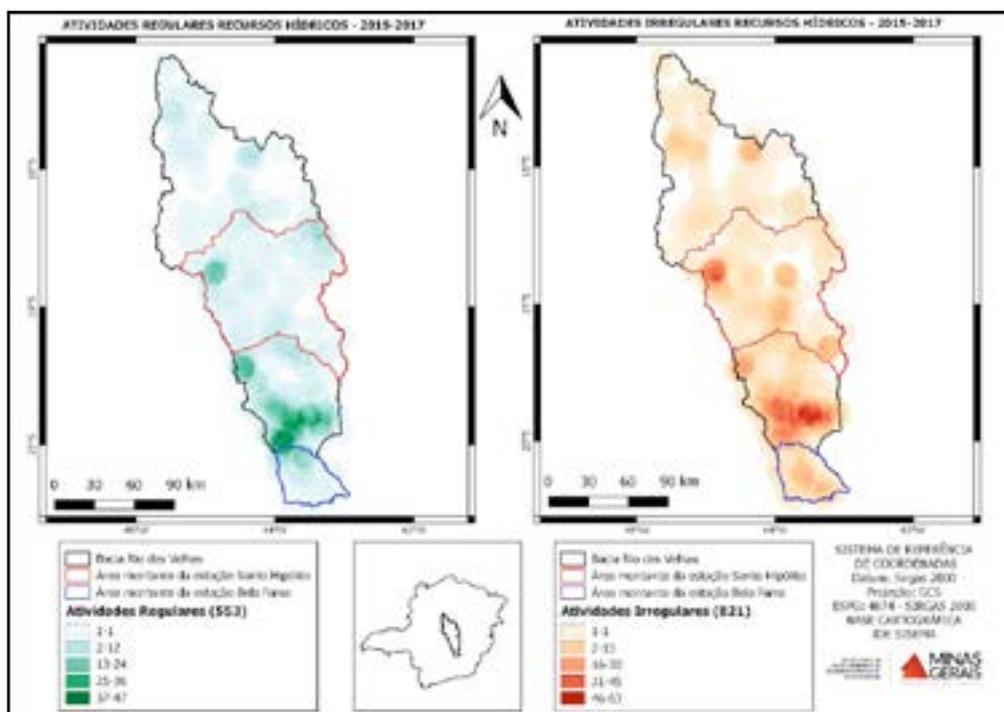


Figura 6 - Ações de Fiscalização na Bacia do Rio das Velhas – 2015/2017.  
Fonte: Autores, 2018.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos dados apresentados permite concluir que ações de regulação são necessárias em situações de escassez hídrica e que devem ser conjugadas com fiscalizações para garantia da efetividade. Ademais, as ações de fiscalização além de um resultado imediato da garantia da restrição de uso estabelecida, apresentou outro resultado de potencializar a regularidade nas duas porções hidrográficas estudadas, diminuindo o percentual de irregularidades detectadas em campo a cada ano.

#### REFERÊNCIAS

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO DAS VELHAS. CBH-RIO DAS VELHAS. **Plano de Bacias Hidrográficas 2015**. 2015. 237 p. Relatório Executivo.

MELO M.C. **Segurança hídrica para abastecimento urbano**: proposta de modelo analítico e aplicação na Bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2016.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa nº 49** de 25 de março de 2015. Estabelece diretrizes e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37775>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

OCDE. Organization for Economic Cooperation and Development. **Studies on Water**. Water Security for better lives. 2013. Disponível em: <[dx.doi.org](http://dx.doi.org)>. Acesso em: 10 set. 2017.

UN WATER. **Water Security & the Global Water Agenda A UN-Water Analytical Brief**, 2013, Disponível em: <[http://www.unwater.org/downloads/watersecurity\\_analyticalbrief.pdf](http://www.unwater.org/downloads/watersecurity_analyticalbrief.pdf)>. Acesso em: 12 Dez. 2015.

# IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO: DESAFIOS PARA O APRIMORAMENTO

Nádia Antônia Pinheiro Santos<sup>1</sup>  
Patrícia Gaspar Costa<sup>2</sup>  
Sônia de Souza Ferreira<sup>3</sup>  
Allan de Oliveira Mota<sup>4</sup>  
Marília Carvalho de Melo<sup>5</sup>

## RESUMO

A gestão das águas em Minas Gerais, definida pela Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei nº. 13.199, de 29 de janeiro de 1999, tem seu pilar na implantação dos instrumentos de Gestão e é pautada, principalmente, na efetivação dos planos estadual e diretores; enquadramento, outorga, cobrança e sistema de informações. Após 19 anos da Lei Estadual, avaliar a situação desses instrumentos é primordial, pois possibilita definir novas metas e estratégias de atuação nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais (UPGRHs). Dos instrumentos previstos na lei, apenas compensação a municípios pela exploração e restrição de uso e rateio de custos das obras de uso múltiplo não foram efetivados. Os demais instrumentos foram implantados, mesmo que parcialmente no Estado, sendo necessário aperfeiçoar o nível de implementação, principalmente, no que se refere a integração entre eles e com os de planejamento e controle ambiental. Para isso, é essencial o fortalecimento institucional dos entes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos (SEGRH) para que possam exercer suas competências legais e cumprir o seu papel na política e gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos. Gestão integrada. Fortalecimento Institucional.

## 1. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Nos últimos anos, com a escassez hídrica e a intensificação de conflitos pelo uso da água, a gestão integrada dos recursos hídricos ganhou relevância como mecanismo que busca assegurar o uso múltiplo, por mediar conflitos e, conseqüentemente, os anseios da sociedade.

Entende-se por gestão de recursos hídricos o conjunto de ações destinadas a regulação, planejamento e controle, que viabilizam a proteção, a recuperação e a preservação desse recurso. Essas ações são orientadas pela implementação dos instrumentos de gestão<sup>6</sup>, ferramentas fundamentais para garantir o equilíbrio ambiental, assim como a disponibilidade quantitativa e qualitativa das águas.

Avaliar a efetividade desses instrumentos, após 19 anos de sua implantação é estratégico para revelar os desafios ainda existentes e estabelecer novas metas de compromisso com a sociedade.

<sup>1</sup> Geógrafa, mestre em Análise Ambiental, Gestora Ambiental do Igam, [nadia.santos@meioambiente.mg.gov.br](mailto:nadia.santos@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, mestranda, Analista Ambiental do Igam, [patricia.costa@meioambiente.mg.gov.br](mailto:patricia.costa@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>3</sup> Geógrafa, especialista, Analista Ambiental do Igam, [sonia.ferreira@meioambiente.mg.gov.br](mailto:sonia.ferreira@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>4</sup> Biólogo, mestrando, Analista Ambiental do Igam, [allan.mota@meioambiente.mg.gov.br](mailto:allan.mota@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>5</sup> Engenheira Civil, doutora em Recursos Hídricos, Analista Ambiental e Diretora Geral do Igam, [marilia.melo@meioambiente.mg.gov.br](mailto:marilia.melo@meioambiente.mg.gov.br)

<sup>6</sup> Lei Estadual de Recursos Hídricos – 13.199 de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências

## 2. IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO

Os instrumentos de gestão, definidos no art. 9º da Lei 13.199/99, têm como objetivo disciplinar e incentivar o uso racional das águas. São eles: Planos Estadual e Diretores de Bacias Hidrográficas; Sistema Estadual de Informação; Enquadramento dos corpos de água; Outorga dos direitos de uso; Cobrança pelo uso de recursos hídricos; Compensação a municípios pela exploração e restrição de uso; Rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo e as Penalidades.

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), órgão gestor estadual, tem empreendido esforços ao longo dos anos no sentido de implementar esses instrumentos, juntamente, com os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) e as entidades equiparadas às agências de bacias. Cada instrumento tem sua função específica, seja de disciplinamento (outorga, planos diretores, enquadramento), incentivo ao uso racional (cobrança) ou apoio com informações relevantes a gestão (sistemas de informação) (Brasil, 2015).

Em Minas Gerais, a outorga, responsável por assegurar o controle do uso das águas, foi o primeiro instrumento a ser efetivado, antes mesmo da publicação da Lei 13.199 de 1999. Situação semelhante ocorreu com o enquadramento dos corpos de água, que entre 1994 a 1998, era elaborado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) com base na política ambiental. Nesse período, foram enquadrados por deliberação normativa os cursos de água das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Paraopeba, Paraibuna, das Velhas, Pará e Verde (IGAM, 2013). Ao longo dos anos, o Igam elaborou, por meio dos PDRH, diretrizes para o enquadramento de 13 UPGRHs e propostas de enquadramento para 5 bacias hidrográficas (Figura 1).



Figura 1 - Linha do tempo da implementação dos instrumentos de Gestão.

Em 2004, o IGAM, por compreender a importância de planejar e definir diretrizes e critérios para o gerenciamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas, intensificou a elaboração dos Planos Diretores de Bacias Hidrográficas (PDRH), totalizando, em 2018, 30 planos concluídos, quatro em processo de contratação e dois em elaboração pela Agência Nacional de Águas (ANA).

O nível de implementação desses instrumentos, por Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) é apresentado na Figura 2. Considerou-se em sua definição o número de instrumentos efetivados por UPGRH, sendo as categorias alto (5), médio (4), baixo (3) e muito baixo (<2).

Dentre as 36 UPGRHs do Estado, quatro possuem todos os instrumentos de gestão avaliados implementados, sendo aquelas próximas a grandes centros urbanos, intensamente exploradas, cujo comprometimento ambiental é significativo. Também apresentam participação popular mais intensa e CBHs mais atuantes.

Os dados apresentados na Figura 2 representam um panorama numérico da implementação, entretanto, a avaliação não deve se restringir apenas as questões quantitativas, devendo abranger também os aspectos qualitativos. Deve-se considerar sobretudo, que cada instrumento tem as suas especificidades e dificuldades de implantação.

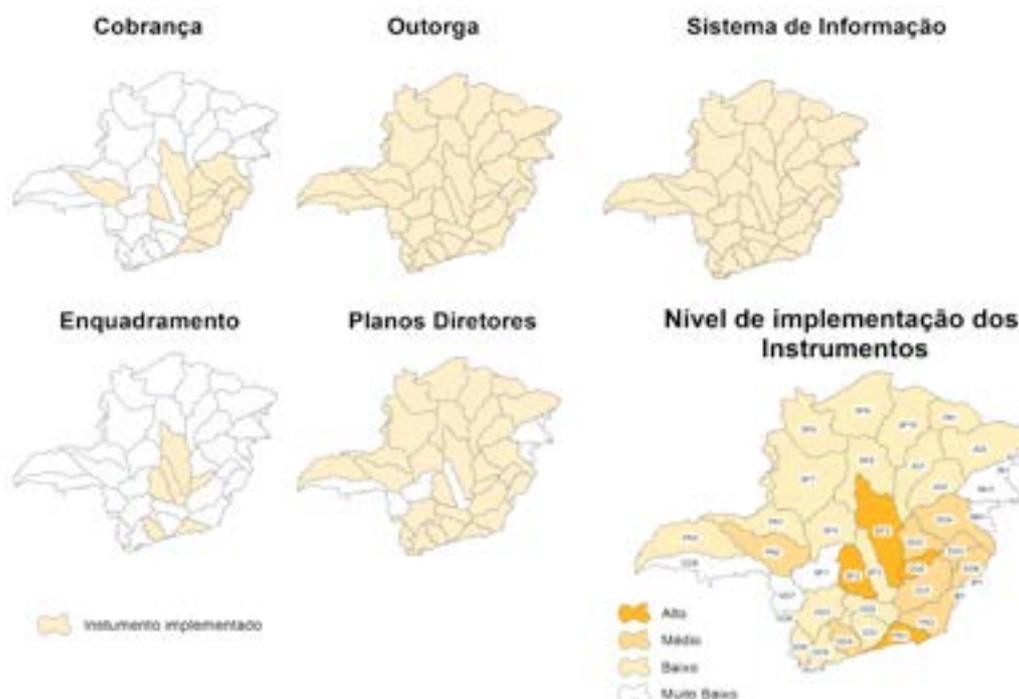


Figura 2 - Nível de implementação dos instrumentos de Gestão por UPGRH.

A cobrança pelo uso da água, por exemplo, cujo um dos objetivos é o uso racional da água por meio de mecanismo econômico, tem como um dos pré-requisitos o potencial de arrecadação. Em algumas regiões do Estado, como o norte de Minas, o potencial é restrito, devido à baixa oferta hídrica e dispersão das atividades econômicas. Esse aspecto pode comprometer sua implantação, pois torna-se inviável custear as agências e/ou entidades equiparadas e operacionalizar as ações previstas nos planos diretores. Cabe, portanto, nestas regiões, o maior apoio do estado para o cumprimento dos objetivos do sistema de gestão de recursos hídricos.

Para a execução efetiva das ações dos PDRHs, aprovados em grande parte do Estado, é necessário maior articulação e coordenação com outras políticas públicas setoriais que se relacionam no território da bacia hidrográfica e maior aporte de recursos financeiros. A cobrança pelo uso da água, por exemplo, deve financiar a implementação do plano. Entretanto, a realidade social brasileira e a construção da credibilidade do instrumento econômico do sistema de gestão de recursos hídricos levam a preços públicos unitários da cobrança que não refletem o real valor da água. Somado a isso, a falta de objetividade dos programas e ações, tem dificultado a aplicação desses recursos. E, os atrasos na execução dos planos têm demandado a sua atualização antes mesmo do cumprimento das metas.

Evidentemente, não se espera arrecadar apenas com a Cobrança o montante necessário para custear as ações propostas nos planos. Mas, ao longo do tempo, os volumes arrecadados têm se tornado menores frente ao aumento nos custos de mercado, enquanto a arrecadação<sup>7</sup> é praticamente fixa. Como solução outros investimentos de setores afins, como o saneamento, complementariam e viabilizariam programas e ações previstos nos documentos.

No caso do enquadramento dos corpos de água, instrumento que promove a intercessão entre as políticas de recursos hídricos e ambiental, por definir limites e condições de emissão de carga poluidora nos corpos hídricos para os empreendimentos, a ausência de metas intermediárias limita a sua aplicação. Outro fator que dificultava a elaboração de novos enquadramentos era a ausência de uma norma regulatória estadual com diretrizes para subsidiar os gestores. O que foi sanado em um trabalho conjunto do IGAM com o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) de MG que resultou na aprovação da Deliberação Normativa CERH nº 06, 14 de setembro de 2017.

A outorga de captação é um instrumento difundido e consolidado no Estado. Em áreas de conflitos, são emitidas outorgas coletivas. Entretanto, a de lançamento de efluentes está restrita apenas à sub-bacia do Ribeirão da Mata, afluente do rio das Velhas. Isso, limita a sua integração com o enquadramento por não restringir o padrão de classe em corpos de águas receptores.

### **3. GESTÃO INTEGRADA: DESAFIOS PARA O APRIMORAMENTO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO**

A implantação dos instrumentos não ocorreu no Estado de maneira simultânea, o que acarreta algumas dificuldades para a gestão integrada das águas. Nesse sentido, é fundamental buscar o alinhamento entre eles, garantindo assim sua eficácia (Brasil, 2015). Além dessa articulação, é necessário o aprimoramento na aplicação de cada um, aumentando a complexidade na sua execução. Por exemplo, a outorga, que atualmente tem as modalidades superficial e subterrânea, coletivas e de lançamento de efluentes, aprimoraria sua atuação também com a emissão de outorgas sazonais.

De forma mais ampla, os instrumentos da gestão de recursos hídricos devem ser executados juntamente com os de planejamento e de controle Ambiental<sup>8</sup>. A Figura 3 apresenta as ações para o referido aprimoramento.

---

7 No âmbito nacional, a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos n. 192/2017 estabelece índice de correção anual dos valores arrecadados, tentando assim vencer esse desafio.

8 Lei nº 6.938/1981 que define a Política Nacional do Meio Ambiente.

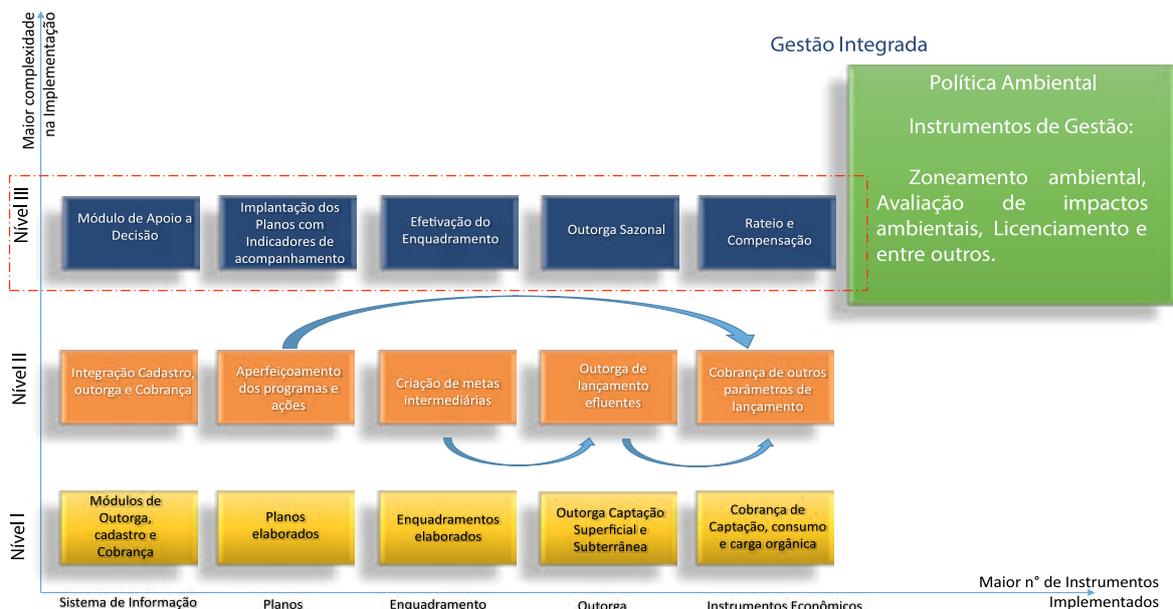


Figura 3 - Propostas para evolução e integração entre os instrumentos de gestão.

Algumas dessas ações já estão em andamento, como a manutenção de módulos do sistema de informação, enquanto outras estão em planejamento, como ampliação da outorga sazonal e de lançamento de efluentes para outras regiões do Estado.

Outra evolução seria o aprimoramento da cobrança pelo lançamento de efluentes contemplando outros parâmetros, além da DBO, bem como a implantação de outros instrumentos econômicos como o rateio e a compensação.

Em relação aos PDRHs, foi definida a metodologia para avaliação da implementação das ações. A análise utiliza indicadores de desempenho, para medir o grau de execução e já foi aplicada nos planos das bacias hidrográficas do Rio das Velhas e do Rio Verde. A análise dos dados foi realizada por meio de matrizes de implementação e de caracterização (MOTA, 2018, no prelo).

Por fim, o atual desafio para a gestão integrada, descentralizada e participativa das águas no Estado é o fortalecimento institucional dos entes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH) para que possam exercer suas competências legais de maneira efetiva e cumprir o seu papel na política e gestão das águas. Para tanto deve ser estabelecida uma agenda de prioridades, de curto, médio e longo prazos, que considere os instrumentos de gestão de forma integrada no território da bacia hidrográfica. Além da interseção da agenda hídrica com outras políticas pública setoriais, com vistas a melhoria de disponibilidade de água em quantidade e qualidade.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Câmara dos Deputados. Centro de Estudos e Debates Estratégicos. **Instrumentos de gestão das águas**. Brasília: Edições Câmara, 2015.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Primeiro relatório de gestão e situação dos recursos hídricos em Minas Gerais** - 2012. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2013. 294 p. Disponível em: <[http://biblioteca.meioambiente.mg.gov.br/index.asp?codigo\\_sophia=14334](http://biblioteca.meioambiente.mg.gov.br/index.asp?codigo_sophia=14334)>. Acesso em: 26 jan. 2018.

MINAS GERAIS. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Minas Gerais- Diário Executivo**, Belo Horizonte, 29 jan. 1999. Disponível em:<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

MOTA, A.O. **Proposição metodológica para avaliação da implementação de Planos Diretores de Recursos Hídricos**, 2018. 291f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. (no prelo).

# RECURSOS HÍDRICOS E GEOINFORMAÇÃO: A INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS NA GESTÃO TERRITORIAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Fabício Lisboa Vieira Machado<sup>1</sup>  
Marília Carvalho de Melo<sup>2</sup>  
Germano Luiz Gomes Vieira<sup>3</sup>

## RESUMO

A gestão eficiente dos dados e informações oficiais produzidas pelos órgãos de governo é um dos grandes desafios dos gestores públicos atuais, sobretudo quando a natureza dos trabalhos desenvolvidos implica na utilização de variáveis geográficas, como por exemplo a gestão de bacias hidrográficas. Nesse sentido, o presente artigo objetivou avaliar as melhorias promovidas pela adoção de um modelo de governança de dados geoespaciais no âmbito do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Através da construção de uma Infraestrutura de Dados Espaciais, da divulgação de plataforma online para acesso aos dados e realização de cruzamentos de informações geográficas com imagens de satélite, os resultados iniciais apontaram evolução na celeridade e qualidade de atendimento dos órgãos ambientais estaduais aos cidadãos, bem como no incremento da gestão territorial.

Palavras-chave: Infraestrutura de Dados Espaciais. Recursos Hídricos. Gestão Territorial.

## 1. INTRODUÇÃO

Desafio histórico comum aos gestores públicos dos estados e municípios brasileiros tem sido, sem dúvida, a capacidade de governar e disseminar os dados e informações produzidas e/ou geridas pelos órgãos de governo, sobretudo em face ao crescente incremento de novas tecnologias e à capacidade de geração em intervalo de tempo cada vez menor.

No caso dos órgãos ambientais estaduais, em que os produtos e serviços estão fundamentalmente assentados sob variáveis geográficas, isto é, cujos fenômenos representados possuem localização no território, a capacidade de administrar seus dados e informações repercutirá diretamente na eficiência das políticas e instrumentos de gestão ambiental.

Exemplo disso em especial, é a gestão de recursos hídricos, cuja própria Lei das Águas (nº 9.433/1997) reconhece a necessidade de se adotar a bacia hidrográfica como unidade territorial para desenvolvimento dos planos diretores, haja vista a integração dos aspectos e processos morfológicos do espaço, com o uso e a ocupação da terra, características naturais e antrópicas que, em interação, refletem a dinâmica da qualidade e quantidade do recurso e são traduzidas em ambiente computacional por dados e informações dotados de valor geográfico.

---

1 Mestre em Geografia e Análise Ambiental e Diretor de Gestão Territorial Ambiental da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

2 Doutora em Engenharia Civil e Diretora Geral do Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

3 Mestre em Direito e Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Nesse sentido, o geoprocessamento – disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica (CÂMARA & DAVIS, 2001) – mostra-se como importante ferramenta para a gestão de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais, ao permitir o cruzamento de diversas camadas de informação espacial, a modelagem de cenários e a transformação dos resultados em políticas e instrumentos capazes de garantir o acesso, com qualidade e quantidade, ao recurso pelo cidadão.

Entretanto, a ausência de padrões e normas sólidas para a geração, tratamento, armazenamento e compartilhamento dos dados gerados pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA), além de culminar na cultura da duplicidade de ações e de desperdício de recursos para obtenção das informações geográficas oficiais, ainda impactou na celeridade e qualidade de atendimento da administração pública às questões correlatas à pasta ambiental.

Frente à problemática criada, à necessidade de remodelagem do Sisema e da incorporação de critérios locacionais e variáveis geográficas aos instrumentos de gestão estaduais – como o licenciamento ambiental – buscou-se a adoção de um modelo de governança corporativa e compartilhada dos dados, padrões e tecnologias geoespaciais, tecnicamente respaldadas por governo e academia: uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo mostrar as experiências e melhorias da gestão estadual de recursos hídricos, bem como no acesso aos dados geográficos do SISEMA, promovidas pela adoção de uma IDE.

## **2. A GESTÃO TERRITORIAL NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

A Legislação ambiental no Estado de Minas Gerais vem sendo modernizada nos últimos três anos. Inicialmente com a promulgação da Lei Nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, que reorganizou o Conselho de Política Ambiental, reestabelecendo as câmaras técnicas especializadas como instância de decisão do Licenciamento Ambiental. No que se refere ao instrumento de regularidade ambiental de empreendimentos, a Lei normatizou o licenciamento trifásico, concomitante e simplificado. Sendo este último um avanço no controle de desempenho ambiental de atividades que, até então, estavam dispensadas de licença, e se regularizavam por meio de uma Autorização Ambiental de Funcionamento – AAF. Em que pese a concepção contemporânea da AAF que se pautava tão somente na responsabilidade do declarante e na posterior fiscalização, a prática comprovou pouca eficácia do instrumento.

No ano de 2017 foi aprovada a Deliberação Normativa (DN) do COPAM 217 que disciplina o licenciamento ambiental em Minas Gerais. A principal inovação da norma trata-se da inclusão da variável locacional no enquadramento dos empreendimentos potencialmente poluidores. A partir da sua aplicação, empreendimento que pretende se instalar em locais com vulnerabilidades ambientais ou de recursos hídricos terá maiores exigências de estudos e controles ambientais se comparados àqueles cuja localização não coincidir com fatores locacionais eleitos como balizadores dessa norma. A nova DN efetiva a gestão do território como base para o licenciamento no estado.

Na temática água, a nova normatização de Minas Gerais, que se baseia em uma visão do licenciamento como integrador das agendas ambiental, florestal e de recursos hídricos no território, inclui variáveis de recursos hídricos no enquadramento da classe do empreendimento. São critérios locacionais hídricos de enquadramento:

1. Localização prevista em área de drenagem a montante de trecho de curso d'água enquadrado em classe especial; e
2. Captação de água superficial em Área de Conflito por uso de recursos hídricos.

São fatores de restrição ou vedação para instalação de empreendimentos:

1. Área de restrição e controle de uso de águas subterrâneas (Aprovada Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH, em reunião realizada no dia 14.09.2017) - Restrita a implantação de empreendimentos que dependam de utilização de água subterrânea, conforme atos específicos;
2. Corpos d'água de Classe Especial (Resolução Conama n.º 430, de 13 de maio de 2011 e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008) - Vedado o lançamento ou a disposição nos termos especificados, inclusive de efluentes e resíduos tratados. Nas águas de Classe Especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo d'água; e
3. Rio de Preservação Permanente (Lei Estadual nº 15.082, de 27 de abril de 2004) - Vedada a modificação no leito e das margens, revolvimento de sedimentos para a lavra de recursos minerais nos termos especificados, ressalvados os casos legalmente permitidos.

A utilização de critérios hídricos no enquadramento do empreendimento e na restrição para instalação demonstra uma efetiva integração das políticas de meio ambiente e recursos hídricos que culminará na melhoria da qualidade ambiental do território. Neste contexto, a Plataforma IDE-SISEMA é a ferramenta que permite operacionalizar na análise técnica a gestão territorial introduzida na DN 217/2017.

### **3. A PLATAFORMA IDE-SISEMA E A INTERFACE COM OS USUÁRIOS**

Com o intuito principal de oferecer serviços de acesso à informação geográfica por meio de catálogos de acervos de dados em plataformas na internet, conforme apontam Davis & Alves (2006), as IDEs ganharam respaldo e proporção nacional através da publicação do Decreto nº 6.666/2008, que institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.

Consubstanciada por robusto Plano de Implementação, conduzido pela Comissão Nacional de Cartografia do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (CONCAR, 2010), a INDE é considerada um marco na governança geoinformacional do Brasil, haja vista o conjunto de dimensões organizacionais, técnicas e humanas traçadas para sua plena implementação, o que culminou, do ponto de vista tecnológico, no Visualizador da INDE – importante repositório livre e gratuito de dados geográficos do território nacional na web.

Em Minas, por meio do Decreto nº 45.394/2010, fora criada a Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais (IEDE), esforço conduzido pelo então Instituto de Geociências Aplicadas que, de maneira padronizada e em conformidade com o modelo nacional, reunia os dados geoespaciais das Secretarias de governo em um portal de distribuição.

Contudo, dada a especificidade do trabalho da pasta ambiental e, sobretudo, da gestão de recursos hídricos, que requer complexo ferramental tecnológico para possibilitar, por exemplo, o desenvolvimento de estudos de disponibilidade hídrica superficial e subterrânea para a regularização de usuários, os portais e plataformas já existentes não eram aderentes aos objetivos dos órgãos.

Além disso, com o novo modelo de licenciamento ambiental, que consolida as premissas trazidas pela Diretiva Copam nº 02/2009, com a incorporação de critérios locacionais que agregam pesos diferenciados para empreendimentos localizados em áreas de elevada vulnerabilidade natural, o desenvolvimento de um repositório temático de dados geoespaciais dos órgãos ambientais estaduais com funcionalidades e recursos tecnológicos adequados à natureza do trabalho, tornou-se imprescindível.

Diante disso, foi instituída, pela Resolução Conjunta nº 2.466/2017, a Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA), cuja gestão é conduzida por Comitê Gestor formado pelos setores técnicos especializados da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Instituto Estadual de Florestas e Fundação Estadual de Meio Ambiente.

Dentre as ações desenvolvidas pelo Comitê, foram capacitados em geoprocessamento mais de 200 profissionais do SISEMA, objetivando melhorar a qualificação técnica dos profissionais envolvidos na produção dos dados geoespaciais do órgão, à luz das normas e regras estabelecidas pela IDE-SISEMA.

Está sendo realizado, ainda, contínuo esforço de inventário dos dados, onde são mapeadas todas as camadas de informação do SISEMA e inseridas em banco de dados geográficos único e oficial, cuja governança e atualização é compartilhada pelos membros do Comitê Gestor.

Por fim, foi desenvolvido, de maneira interna e com base exclusivamente em tecnologias livres, um Sistema de Informação Geográfica na web, que será o repositório de informações georreferenciadas oficial do SISEMA. Conforme visualizado na Figura 1, a “Plataforma IDE-SISEMA”, conta com recursos de imagens de satélites atualizadas e de consulta ao catálogo de informações do órgão, subdividido em pastas temáticas que contemplam dados de hidrografia, relevo, vegetação, solos, etc, além das áreas legalmente protegidas do Estado. Destaca-se que na Plataforma encontram mapeados os critérios locacionais da nova DN Copam nº 217/2017, dentre os quais estão previstas as áreas de conflito por uso de recursos hídricos, o enquadramento dos cursos d’água e os rios de preservação permanente.

Ao habilitar as camadas, o usuário pode promover cruzamentos das informações disponíveis através de visão integrada e espacial do território, observando os aspectos físicos naturais e antrópicos das bacias hidrográficas do estado. Além disso, empreendedores e produtores rurais poderão antever eventuais restrições ambientais nos territórios e bacias de seu interesse, bem como vislumbrar alternativas locacionais para a instalação de novos empreendimentos, dada a gama de informações já mapeadas pelo órgão.

Desta forma, o conhecimento das mais diversas variáveis ambientais podem ser antecipadas pelo interessado de modo que, de um lado, ganha-se em qualidade de análise e, de outro, em celeridade, racionalidade, ajuste de expectativas e planejamento – questões há muito demandadas pela sociedade.



Figura 1 - Camadas ativas na Plataforma IDE-Sisema permitindo a visualização em mapa das áreas de conflito por uso de recursos hídricos, pivôs centrais e a rede de drenagem da bacia.  
Fonte: Versão de testes da Plataforma IDE-SISEMA.

O Ministério Público, por sua vez, pode consultar onde estão sendo realizadas as operações de fiscalização ambiental e todos os atributos correlatos àquela feição apresentada na Plataforma digital, como a agenda fiscalizada, a dinâmica das autuações, o município e a bacia hidrográfica onde ocorreu, bem como os indicadores de qualidade da água e as pressões antrópicas impostas sobre os recursos hídricos.

Não obstante, a Plataforma IDE-Sisema também pode ser utilizada durante a análise dos processos de regularização de recursos hídricos pelos órgãos de direito, agregando segurança e qualidade técnica à identificação de impactos decorrentes das atividades modificadoras do meio ambiente.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Plataforma IDE-SISEMA atualmente se encontra em etapa final de testes, onde seu Comitê Gestor está atento aos canais de suporte e feedback. Espera-se que com seu lançamento e com a efetiva contribuição dos servidores estaduais do meio ambiente, academia, Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e de Política Ambiental, entre outros partícipes, a Plataforma possa se consolidar enquanto ferramenta para a gestão territorial, proporcionando excelência na gestão de bacias hidrográficas e na relação governo x cidadão em relação à agenda ambiental de maneira geral e ao acesso à informação.

Além disso, os primeiros resultados já revelam a consequente melhoria na segurança e celeridade dos processos de gestão, fiscalização e regularização ambiental e de recursos hídricos no Estado, subsidiadas não somente pelo ferramental tecnológico, mas pelo trabalho cíclico e contínuo de governança da geoinformação.

## REFERÊNCIAS

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2001.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comissão Nacional de Cartografia - CONCAR. **Plano de ação para implementação da infraestrutura nacional de dados espaciais**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. 2010.

DAVIS, C. A.; ALVES, L. L. Infraestrutura de dados espaciais: potencial para uso local. **Revista Informática Pública**. Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 65-80, 2006.

# PROJETO GESTÃO AMBIENTAL MUNICIPAL: UMA EXPERIÊNCIA DE COOPERAÇÃO NA BACIA DO RIO DOCE

Andrea Lopes Pereira<sup>1</sup>  
Leonardo Castro Maia<sup>2</sup>  
Luciana Hiromi Yoshino Kamino<sup>3</sup>  
Luciane Teixeira Martins<sup>4</sup>

## RESUMO

Projeto para a atuação coordenada das Promotorias de Justiça (Órgãos de Execução) do Ministério Público de Minas Gerais sobre problemas ambientais na Bacia Hidrográfica, sobretudo os vinculados ao acesso à água e ao saneamento básico, com a parceria do Instituto Prístino, do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e do Instituto BioAtlântica. Foram levantados dados primários e secundários sobre os municípios mineiros, por meio de formulários preenchidos pelos gestores municipais e perícias, e adotadas medidas legais de atribuição do Ministério Público. Em paralelo, os municípios da bacia tiveram seus Planos de Saneamento custeados com recursos alocados pelo CBH-DOCE.

Palavras-chave: Direito à água e ao saneamento básico. Ministério Público. Bacia do Rio Doce. Comitê de Bacia. Projeto.

## 1. INTRODUÇÃO

Inspirado nas ideias de Antônio Herman Benjamin (BENJAMIN, 1998) e buscando a atuação conjunta de seus Órgãos de Execução com atribuições ambientais, a partir do reconhecimento da bacia hidrográfica como unidade de atuação, sobretudo em razão do primado da eficiência administrativa, o Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG) instituiu as primeiras Coordenadorias Regionais por Bacia Hidrográfica, no ano de 2001 (SOARES JÚNIOR, 2003) e, no ano 2011, a Coordenadoria Regional da Bacia do Rio Doce (CRRD). Com esta filosofia, desenvolveu-se o Projeto Gestão Ambiental Municipal na CRRD.

## 2. O PROJETO

O Projeto, iniciado em 2014, surgiu a partir de duas constatações:

- 1ª) Parte substancial dos problemas ambientais na bacia do Doce, sobretudo os vinculados ao acesso à água e ao saneamento básico, guardariam relação com a ação (ou omissão) dos municípios na gestão de seus territórios.
- 2ª) A CRRD já havia reunido, desde sua instalação, conhecimento e precedentes acerca de vários problemas ambientais, tanto em razão de suas atividades de suporte, quanto a partir de iniciativas das Promotorias, tudo a exigir compilação e multiplicação ao longo da bacia, incrementando as chances de efetiva aplicação das normas pertinentes.

1 Especialista em Direito Ambiental e Urbanístico pela UNIDERP. Analista em Direito do Ministério Público do Estado de MG. E-mail: andrealopes@mpmg.mp.br

2 Doutorando em Ciências Humanas pela UFSC. Mestre em Gestão Integrada do Território pela UNIVALE. Especialista em Direito Ambiental e Urbanístico pela UNIDERP. Coordenador das Promotorias Ambientais da Bacia do Doce. Promotor de Justiça em MG. E-mail: leonardomaia@mpmg.mp.br

3 Doutora e Mestre em Biologia Vegetal pela UFMG. Bióloga e Coordenadora do Instituto Prístino. E-mail: luciana@institutopristino.org.br

4 Bióloga, Pós Graduada em Gestão Normativa de Recursos Hídricos. Presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce/CBH-DOCE. E-mail: luteix2005@hotmail.com

Assim, foram eleitos os seguintes problemas sobre os quais se daria a atuação coordenada do MPMG: **(a)** Ausência de Plano de Saneamento Básico; **(b)** Ausência de abastecimento de água potável; **(c)** Falta de coleta e tratamento de esgotos; **(d)** Problemas no gerenciamento de resíduos sólidos; **(e)** Violação da Lei Estadual 12.503/1997, que determina investimentos nas bacias para a conservação de água pelas concessionárias de abastecimento; **(f)** Problemas no sistema municipal de licenciamento ambiental; **(g)** Ausência de sistema municipal de informações ambientais; **(h)** Não comunicação ao MPMG sobre as infrações ambientais constatadas pelos órgãos ambientais; **(i)** Problemas na criação e regularização de unidades de conservação (UCs) municipais<sup>5</sup>.

Foi definido que o projeto teria por escopo: **(a)** Levantar a situação nos municípios da bacia, a partir de informações dos gestores municipais<sup>6</sup>, de outros bancos de dados e através de diligências *in loco* pela CRRD, de modo a não onerar com serviços os Órgãos de Execução; **(b)** Cotejar as informações colhidas, interpretá-las e disponibilizá-las aos Órgãos de Execução e ao público; **(c)** Preparar material de apoio, como termos de ajustamento de conduta (TAC), ações judiciais (ACPs), diligências investigatórias etc.; **(d)** Instaurar e instruir um procedimento de apoio por município, com envio de material de apoio aos Órgãos de Execução, sem embargo da independência funcional de cada Órgão, mas com cooperação coordenada, racionalização, otimização e padronização, maximizando a eficiência das ações institucionais; **(e)** Atuar de forma resolutiva, em soluções negociadas e, em último caso, através da promoção das obrigatórias ações cabíveis.

Para superar as dificuldades de natureza técnica (não jurídica), foram estabelecidas parcerias com o Instituto Prístico, notadamente na elaboração dos laudos periciais, bem como com o CBH-DOCE e respectiva Agência de Águas (IBIO AGB DOCE), para a revisão de obrigações contidas no material de apoio. Além disto, identificou-se que o CBH-DOCE possuía iniciativa e recursos para o custeio da elaboração dos Planos de Saneamento, o que convergia com o trabalho do MPMG junto aos municípios da bacia.

Com esta conjuntura, o projeto se manteve em conformidade com o Mapa Estratégico do MPMG 2010-2023, considerando a busca por: **(a)** Resultados para a Sociedade na defesa do meio ambiente e da saúde; **(b)** No relacionamento externo: **(b.1)** Fomentar e fiscalizar a adoção de políticas públicas para a melhoria dos indicadores e transformação da realidade social; **(b.2)** Aprimorar a interlocução com os CBHs e municípios; **(c)** Nos processos internos: **(c.1)** Ter eficácia na atuação; **(c.2)** Racionalizar, otimizar e padronizar procedimentos para a maximizar a eficiência das ações institucionais; **(c.3)** Maior uniformidade de atuação, respeitando a independência funcional; **(d)** Quanto aos recursos: **(d.1)** Otimizar a gestão dos recursos humanos, físicos e financeiros, diminuindo a concentração de demandas junto aos Órgãos de Execução; **(d.2)** Ter apoio técnico especializado para a atividade-fim; **(e)** Promover a gestão do conhecimento, facilitando seu compartilhamento e replicação.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como indicadores do Projeto, foram adotados os totais de ações e outras medidas a cargo do MPMG manejadas em razão do apoio desenvolvido no âmbito da CRRD à atividade-fim dos Órgãos de Execução, bem como a avaliação por estes do trabalho realizado.

<sup>5</sup> Importante destacar que a promoção da regularização, a ampliação e a conectividade de espaços territoriais especialmente protegidos foi objetivo do Plano Geral de Atuação do Ministério Público do Estado de Minas Gerais no ano de 2014.

<sup>6</sup> Formulário eletrônico elaborado a partir de formulário físico desenvolvido no âmbito do MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE BAHIA, disponibilizado pela Promotora de Justiça Luciana Espinheira da Costa Khoury.

Os resultados alcançados podem ser assim, resumidos:

- a) Totalização das medidas adotadas até 08/02/2018: 163 Procedimentos de Apoio instaurados, um para cada município; 215 expedientes recebidos dos Órgãos de Execução (Inquéritos Cíveis, Procedimentos Preparatórios e Notícias de Fato), sendo 205 devolvidos com minutas de ACP, TAC, arquivamento ou diligências; 309 Notícias de Fato instauradas, instruídas e remetidas aos Órgãos de Execução; 272 ACPs, sendo: 48 sobre resíduos sólidos; 30 sobre Plano de Gestão de Resíduos; 84 sobre esgotos; 26 sobre abastecimento de água; 30 sobre regularização de UCs; 1 sobre regularização de Conselho Municipal de Meio Ambiente; 27 sobre violação da Lei Estadual 12.503/1997; 26 sobre Plano de Saneamento Básico; 29 TACs firmados, sendo: 13 sobre Plano de Saneamento Básico, 7 sobre regularização de UCs; 4 sobre abastecimento de água potável; 2 sobre esgotos e 3 sobre resíduos sólidos; 20 Inquéritos Cíveis arquivados, sendo: 4 sobre resíduos sólidos; 1 sobre Plano de Gestão de Resíduos; 2 sobre esgotos; 7 sobre abastecimento de água; 1 sobre regularização de UC; 2 sobre Conselho Municipal de Meio Ambiente; 3 sobre Plano de Saneamento Básico.
- b) Na avaliação (facultativa) pelos Órgãos de Execução, os resultados foram de: 100% pela utilidade do material de apoio encaminhado pela CRRD; 91,7% de aprovação máxima da qualidade do material de apoio (nota 10, de intervalo de 1 a 10), sendo a menor nota dada de valor 6; 79,4% de aprovação máxima do tempo de atendimento (nota 10, de intervalo de 1 a 10), sendo a menor nota dada de valor 6.
- c) Perícias realizadas pelo Instituto Prístino: 200 (duzentas).

Em 2016, o Projeto foi premiado pelo CNMP, com o primeiro lugar na categoria Profissionalização da Gestão (Conselho Nacional do Ministério Público, 2016).

Paralelamente, 165 Municípios mineiros da bacia tiveram seus Planos de Saneamento custeados com recursos alocados pelo CBH-DOCE.

## REFERÊNCIAS

BENJAMIN, A. H. V. Um novo modelo para o Ministério Público na proteção do meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, v. 10, p. 7–13, jun. 1998.

SOARES JÚNIOR, J. A atuação do Ministério Público por bacia hidrográfica e a experiência mineira. In: BENJAMIN, A. H. (Org.). **Direito, água e vida**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003. v. 1, p. 577–584.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Prêmio CNMP 2016**: Ministério Público, um projeto, muitas conquistas: projetos premiados. Brasília: CNMP, 2016.

# A NOVA ABORDAGEM DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA UTILIZADOS PELA COPASA-MG

João Bosco Senra<sup>1</sup>  
Máira Fares Leite<sup>2</sup>  
Nelson Cunha Guimarães<sup>3</sup>  
Glaycon de Brito Cordeiro<sup>4</sup>

## RESUMO

O Programa Pró-Mananciais foi concebido pela Copasa em 2016 e aprovada sua inclusão na composição tarifária durante a revisão de 2017 realizada pela ARSAE - Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais, com objetivo de recuperar e preservar as bacias hidrográficas e áreas de recarga de mananciais superficiais e subterrâneos onde a Copasa capta água para o abastecimento público, melhorando assim a quantidade e qualidade do recurso natural. O Programa se baseia no premiado Programa Cultivando Água Boa, implantado pela Itaipu Binacional, se valendo de princípios como a responsabilidade compartilhada, a subsidiariedade e de metodologias participativas. Para o desenvolvimento do Programa é imprescindível a participação do poder municipal e a formação de um coletivo local formado por diversas entidades, que são responsáveis pelas etapas de diagnóstico, planejamento e monitoramento das ações implantadas pela Copasa e parceiros. O Programa está sendo inicialmente desenvolvido em 149 municípios, e tem caráter contínuo, sendo inseridos anualmente novos municípios.

Palavras-chave: Proteção de mananciais. Participação social. Abastecimento de água.

## 1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas, alertadas pelo Painel Intergovernamental de Mudança do Clima da ONU, agravam os eventos críticos - secas intensas, fortes tempestades, enchentes mais frequentes, impactando as condições da vida humana, a biodiversidade e as águas, com reflexos nas atividades econômicas (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 2014), sobretudo daquelas que dependem diretamente dos recursos hídricos, como é o caso da Copasa – Companhia de Saneamento de Minas Gerais.

Vivemos nos últimos anos um período de estiagem atípico que gerou situação de escassez hídrica em inúmeras regiões do Estado de Minas Gerais, como nunca antes visto, requerendo medidas preventivas e urgentes que assegurem a preservação das fontes de abastecimento de água para o consumo da população.

A Copasa desenvolve, desde os anos 80, de forma contínua, programas de proteção ambiental. Tais programas foram reformulados, culminando no Programa Pró-Mananciais, com o objetivo de proteger e recuperar as microbacias hidrográficas e as áreas de recarga dos aquíferos cujos mananciais servem para a captação dos sistemas de abastecimento público de água operados pela Copasa. O Programa Pró-Mananciais busca a promoção e implantação de ações integradas com parceiros e a comunidade, que visem à melhoria da qualidade e quantidade das águas, favorecendo a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

<sup>1</sup> Engenheiro civil pela Kennedy, mestre e doutorando e m Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG, chefe da Assessoria Técnica da Presidência da COPASA-MG, joao.senra@copasa.com.br

<sup>2</sup> Bacharel em geografia pela UFMG, mestre em Água e Sociedade pela Université Montpellier2/AgroParisTech, analista de saneamento da COPASA-MG, maira.fares@copasa.com.br

<sup>3</sup> Engenheiro civil pela UFMG, Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFMG, Superintendente de Meio Ambiente da COPASA-MG, nelson.guimaraes@copasa.com.br

<sup>4</sup> Engenheiro civil UFMG, gerente da Divisão de Ações Ambientais de COPASA-MG, glaycon.cordeiro@copasa.com.br

A Copasa, de acordo com a Resolução da ARSAE 96/2017, investirá o equivalente a 0,5% (meio por cento) da receita operacional do ano anterior no desenvolvimento do Programa. Para aplicação dos Recursos foram definidas três regiões hidrográficas, que agrupam as 36 Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Minas Gerais - UPGRH - definidas pelo Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, conforme mapa abaixo:

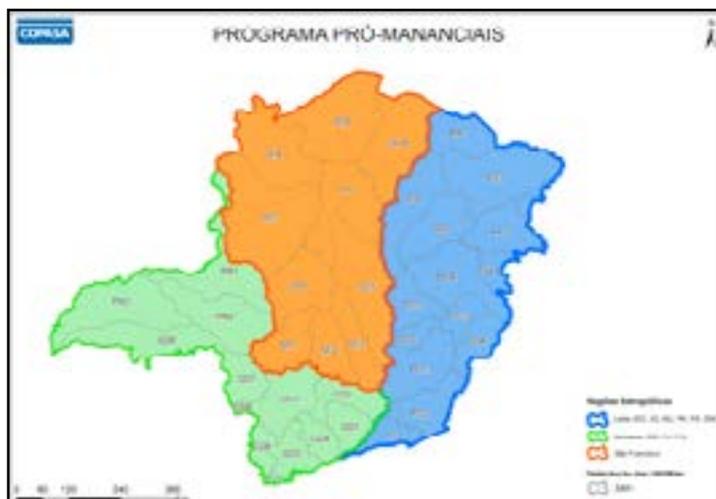


Figura 1 - Mapa das regiões Hidrográficas de Aplicação dos Recursos do programa Pró-Mananciais

A escolha dos mananciais a serem contemplados anualmente pelo Programa é feita através de matriz de priorização que avalia os seguintes critérios: escassez hídrica do manancial sofrida em anos anteriores (últimos dois anos); população abastecida pelo manancial; iniciativas de recuperação/proteção existentes no município; qualidade da água captada; situação ambiental da bacia do manancial e tipo de captação.

Um importante pilar do Programa é o trabalho com a participação das comunidades e com o estabelecimento de parcerias, garantindo a sustentabilidade das ações e de seus resultados e gerando maior segurança em relação à água que é distribuída pela Copasa à população. O Programa estimula a pró-atividade, a responsabilidade social, a criatividade e o protagonismo a partir da formação de agentes locais transformadores, cujo trabalho integrado às políticas públicas locais amplia os resultados do Programa.

## 2. O DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

No primeiro ano do Programa foram selecionados pela Copasa 149 municípios no Estado de Minas Gerais, conforme Figura 3. O seu desenvolvimento é composto por etapas bem definidas e sequenciais de forma participativa, conforme descrito na Figura 4, tendo como fio condutor e coordenação de Coletivos Locais de Meio Ambiente – COLMEIA com componentes da Copasa, prefeitura e entidades públicas ou privadas.

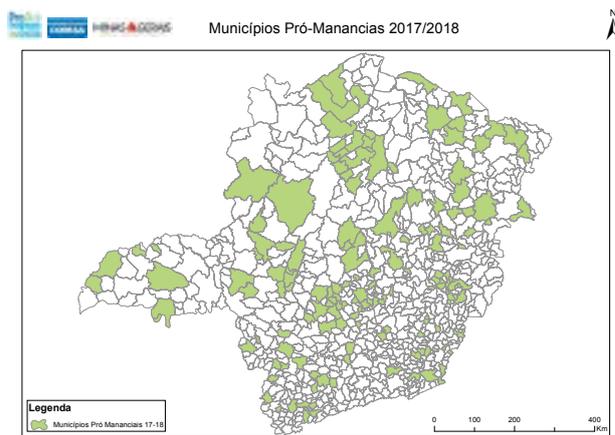


Figura 2 - Mapa municípios Pró-Mananciais 2018

#### Passo a Passo de implantação do Programa PRO MANANCIAIS

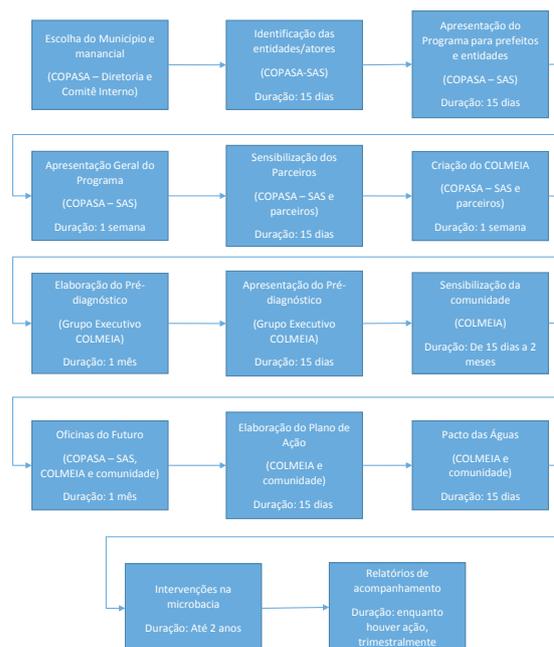


Figura 3 - Passo-a-passo implantação do Pró-Mananciais

Até o momento já foram realizados mais de 38 Km de cercas de nascentes e áreas de preservação permanente, 816 horas/máquinas utilizadas na construção de aceiros e bacias de contenção de água de chuva, além de ações de educação ambiental em 33 escolas da rede municipal e estadual.



Figura 4 - Cercamento em Montes Claros



Figura 5 - Bacia de contenção em Curvelo

## 2.1. Os COLMEIAS

A Copasa, após aprovação do poder municipal, identificação de entidades presentes no território selecionado e de divulgação/mobilização junto à comunidade, propõe a criação do Coletivo Local de Meio Ambiente - COLMEIA que participa das etapas de diagnóstico, planejamento, construção e acompanhamento do plano de ações a serem desenvolvidas na microbacia escolhida, de maneira participativa e colaborativa. Para tanto, é aplicada a metodologia da Oficina do Futuro, criada pelo Instituto Ecoar para a Cidadania e utilizada pelo Programa Cultivando Água Boa, em três etapas: Muro das Lamentações (momento de discussão dos desafios e divergências, de expressar as angústias do grupo), Árvore dos Sonhos (estimulação dos sonhos dos participantes para o território trabalhado) e Caminho Adiante (planejamento das ações e responsabilidades para alcançar os objetivos traçados) (CAB, 2018).

No Plano de Ação da bacia cada membro da COLMEIA se responsabiliza por determinadas ações, seja com recursos materiais e/ou financeiros e/ou humanos, além das contribuições possíveis da comunidade residente na microbacia. A Copasa tem um "cardápio de ações", que podem ser executadas pela empresa conforme demandas e especificidades da área, entre elas plantio, cercamento de APPs, instalação de biodigestores, barragens de infiltração, cisternas para água de chuva, recuperação de estradas além de capacitações e oficinas para promoção de práticas sustentáveis na bacia, como as práticas agroecológicas.

Até o presente momento foram formados 65 COLMEIAs no Estado, com a participação de parceiros locais, como secretarias municipais de meio ambiente, saúde, educação, EMATER, associações de produtores e moradores, ONG, sociedade civil organizada, dentre outros.



Figura 6 - Reunião COLMEIA - Campos Gerais, 08/17



Figura 7- Oficina do Futuro - São Tiago, 10/17

## 2.2. A parceria com a Agência Reguladora

O Programa Pró-Mananciais foi validado pela Copasa junto a ARSAE, por meio da Resolução ARSAE 96/2017 que estabeleceu como meta anual de gastos e considerou nas tarifas o direcionamento integral de recursos correspondentes a 0,5% da Receita Operacional apurada no exercício anterior ao Programa de Proteção de Mananciais. Foram também estabelecidas regras para garantir a transparência e o controle social do Programa, além de mecanismos de acompanhamento e fiscalização dos projetos e recursos aplicados, prevendo inclusive compensações tarifárias pelo não cumprimento de metas de gastos.

Trimestralmente serão elaborados relatórios de acompanhamento do Programa, contendo as ações realizadas no período e aquelas previstas no plano de ações de cada microbacia contemplada, assim como uma avaliação de desenvolvimento do Programa no município. O relatório é elaborado conjuntamente pelo COLMEIA do município e enviado à ARSAE, mantendo assim o controle Social do Programa e dos recursos aplicados pela Copasa. Anualmente a Copasa envia relatório anual de execução financeira com suas evidências para prestação de contas à ARSAE.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa Pró-Mananciais é instrumento eficaz para garantir a melhoria da qualidade e quantidade de água dos mananciais operados pela Copasa de forma a garantir maior segurança hídrica aos sistemas de abastecimento de água. A agregação de ações da empresa e ações de parceiros com a efetiva participação da comunidade local no diagnóstico, planejamento e monitoramento do programa propicia a disseminação de sentimento de pertencimento e comprometimento de todos os atores envolvidos na preservação do recurso hídrico e a geração da cultura de sustentabilidade. O entendimento pela ARSAE da importância do Programa e a inclusão de recurso específico

para seu desenvolvimento na tarifa de água é um arranjo inovador que permite o avanço da aplicação do princípio da responsabilidade compartilhada entre diferentes atores. Este princípio é fundamental para o processo de mudança dos territórios, para a preservação dos recursos necessários à nossa sobrevivência e qualidade de vida e para a construção de ambientes socialmente benéficos e produtivos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – ARSAE-MG. **Resolução nº 96**, de 29 de junho de 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva, Switzerland: IPCC, 151 p.

PROGRAMA CULTIVANDO ÁGUA BOA - CAB. **Gestão Participativa**. Disponível em: <<http://www.cultivandoaguaboa.com.br/o-programa/gestao-participativa>>. Acesso em: 09 fev. 2018.

# PROCESSOS PARA OTIMIZAR A GESTÃO DAS ÁGUAS

Fernando Falco Pruski<sup>1</sup>

## RESUMO

A água é necessária para quase todas atividades humanas, sendo também componente fundamental da paisagem e do meio ambiente. Quando há abundância, ela pode ser tratada como um bem livre, sem valor econômico. A escassez hídrica está associada a situações em que a disponibilidade é insuficiente para atender as demandas e manter as condições ambientais necessárias para o desenvolvimento sustentável. A caracterização do risco de ocorrência da escassez requer um apropriado conhecimento da disponibilidade e das demandas. A escassez também pode decorrer de aspectos qualitativos. Neste artigo se apresenta alternativas que podem permitir o aumento da disponibilidade de água e o uso mais racional dos recursos hídricos, atenuando conflitos existentes ou potenciais.

Palavras-chave: Controle da erosão. Quantificação da disponibilidade. Sazonalidade.

## 1. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM UMA VISÃO PRÁTICA

A gestão é a forma para equacionar as questões associadas à escassez. A disponibilidade natural é caracterizada pelas vazões mínimas, refletindo a disponibilidade em condições ditas a fio d'água. A vazão média caracteriza a disponibilidade potencial, sendo a maior vazão possível de ser regularizada. Para a adequada gestão é necessário conhecer a disponibilidade (natural e potencial) de água a fim de compatibilizá-la com as demandas.

A unidade básica de planejamento deve ser a bacia hidrográfica. A hidrografia é o sistema circulatório da bacia. O corpo é a bacia. O que é feito na bacia reflete na hidrografia. Intervir na hidrografia é trabalhar na consequência. Se a pretensão é atuar na causa, o certo é intervir na bacia. A mudança deste enfoque é essencial para que se migre de um plano de gestão para um plano efetivamente voltado ao planejamento. Neste sentido, a consideração das áreas com ocupação agro-silvo-pastoril apresenta um papel essencial, pois é nas áreas não impermeabilizadas que se potencializa a produção de água com regularidade e qualidade. Enquanto em áreas urbanas o interesse é a rápida drenagem, nas áreas rurais há interesse de garantir a infiltração e manutenção da água por maior tempo no sistema hidrológico.

## 2. IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES PARA O CONTROLE DA EROSÃO

A erosão consiste no processo de desprendimento e arraste das partículas do solo. Além das partículas de solo em suspensão, o escoamento superficial transporta nutrientes químicos, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas, que promovem a poluição de rios e reservatórios. A erosão causa também problemas à disponibilidade de água, favorecendo a ocorrência de enchentes no período chuvoso e aumentando a escassez no período de estiagem.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa, ffpruski@ufv.br.

A adoção de medidas de contenção do escoamento superficial corresponde a “transformar problemas em solução”. O planejamento conservacionista deve ser baseado no aumento do tempo de permanência da água na bacia, o que quer dizer que quanto mais alto for o local em que se promover a infiltração da água, mais eficiente será a ação, uma vez que menor será a liberação e transporte de sedimentos e maior será a permanência da água na bacia. Nesta ótica é possível ir além da tão emblemática e almejada revitalização de nascentes. É possível pensar em devolver as nascentes que “desceram a encosta” ao seu lugar de origem.

### 3. QUANTIFICAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

O conhecimento da disponibilidade hídrica auxilia as decisões político-administrativas associadas ao uso da água. É essencial, portanto, o desenvolvimento de ações voltadas ao melhor conhecimento da disponibilidade dos recursos hídricos e da melhor forma de uso destes. A adequada quantificação da disponibilidade dos recursos hídricos, por estudos de regionalização que considerem a real complexidade do processo, potencializa uma melhor alocação da água. Estes estudos devem envolver a consideração de variáveis que ajudem a descrever o comportamento do sistema natural e utilizar solução que permitam a extrapolação das equações de regionalização para trechos de cabeceira.

Em estudo realizado pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa (GPRH-UFV), com financiamento e acompanhamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), foram realizadas a regionalização das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{90}$ ) e média ( $Q_{mld}$ ) que permitem a obtenção destas vazões em qualquer seção da hidrografia (escala de 1:100.000 ou 1:50.000) sob a dominialidade do Igam.

É importante também se considerar que os recursos hídricos subterrâneos não constituem uma fonte inesgotável, e que a disponibilidade dos recursos hídricos de superfície está diretamente ligada aos subterrâneos. O uso intensivo destes promove a redução das vazões mínimas, à medida que a principal contribuição para a vazão nos períodos de estiagem é o escoamento subterrâneo.

### 4. COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE OS ÓRGÃOS GESTORES DE CRITÉRIOS PARA O ESTABELECIMENTO DAS VAZÕES MÁXIMAS PERMISSÍVEIS PARA OUTORGA

A adoção de critérios distintos entre os órgãos gestores para a permissão de outorgas, além de contradizer a Política Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece a bacia hidrográfica como a unidade básica de planejamento, traz sérios problemas em bacias que tem diferentes órgãos gestores envolvidos.

Em estudo realizado para a bacia do rio Paracatu, situada em 96% da sua área em MG, 2% em GO e 2% no DF, foram consideradas as outorgas vigentes em janeiro de 2010 e que todas eram a fio d'água e duas vazões mínimas de referência: a  $Q_{95}$ , utilizada pela Agência Nacional de Águas (ANA) (bacia do rio Preto) e a  $Q_{7,10}$ , utilizada pelo Igam (restante da bacia do rio Paracatu). Na época de realização do trabalho, o critério vigente em Minas Gerais era de concessão de até 30% da  $Q_{7,10}$ . Neste estudo se evidenciou que, enquanto apenas 51,8% dos trechos que possuem alguma outorga a montante estariam em conformidade caso o critério utilizado pelo Igam (30% da  $Q_{7,10}$ ) fosse usado em toda a bacia, 95,3% estariam em conformidade caso o critério utilizado pela ANA (70% da  $Q_{95}$ ) fosse adotado.

A busca da compatibilização dos critérios de outorga máxima permissível pelos órgãos gestores representará uma distribuição mais justa dos recursos hídricos, e um expressivo avanço no processo de compartilhamento do uso da água.

## 5. USO DAS VAZÕES MÍNIMAS MENSAIS PARA A CONCESSÃO DE OUTORGAS

O uso das vazões mínimas mensais para a concessão de outorga permite o uso mais racional da água, reduzindo o risco de ocorrência de vazões remanescentes que possam causar o comprometimento ambiental. Além do uso das vazões mínimas anuais representar uma restrição única para todo o ano, há ainda o fato de que o período de maior demanda pelos recursos hídricos em geral não coincide com o período de menor disponibilidade.

Bof (2010) avaliou o impacto do uso de diversos critérios para a concessão de outorga nas condições existentes na sub-bacia do rio Paracatu a montante da confluência com o ribeirão Entre Ribeiros. Foram comparadas as vazões máximas permissíveis para outorga considerando os critérios usados pelo IGAM e ANA em bases anual e mensal. Na época o critério usado pelo IGAM era de concessão de até 30% da  $Q_{7,10}$ . No estudo foram usados dados de seis estações situadas na bacia. Na Figura 1 são apresentados os resultados para a estação Fazenda Limoeiro, sendo o comportamento evidenciado nas demais estações similar ao desta estação.

A  $Q_{95}$  anual é 47% superior à  $Q_{7,10}$  anual, fazendo com que, pelo critério de outorga de 70% da  $Q_{95}$  o valor permitido para outorga seja 3,4 vezes maior que o de 30% da  $Q_{7,10}$ , sendo este último critério bastante restritivo, à medida que limita o valor permissivo para uso de água a uma restrição evidenciada apenas em um período do ano. O uso do critério correspondente a 70% da  $Q_{95}$  anual também limita o uso de água a uma restrição decorrente de períodos específicos, com menor disponibilidade. Neste caso o critério, além de ser restritivo nos meses de maior disponibilidade hídrica, é excessivamente permissivo nos meses de menor disponibilidade, o que pode levar a um alto risco de ocorrência de condições que possam implicar na seca do rio (setembro e outubro). Nesses meses, 70% da  $Q_{95}$  anual aproxima-se dos valores de  $Q_{7,10}$  mensais, o que implica em alto risco de que o rio seque, mas com o uso do critério de 70% da  $Q_{95}$  mensal esse risco diminui.

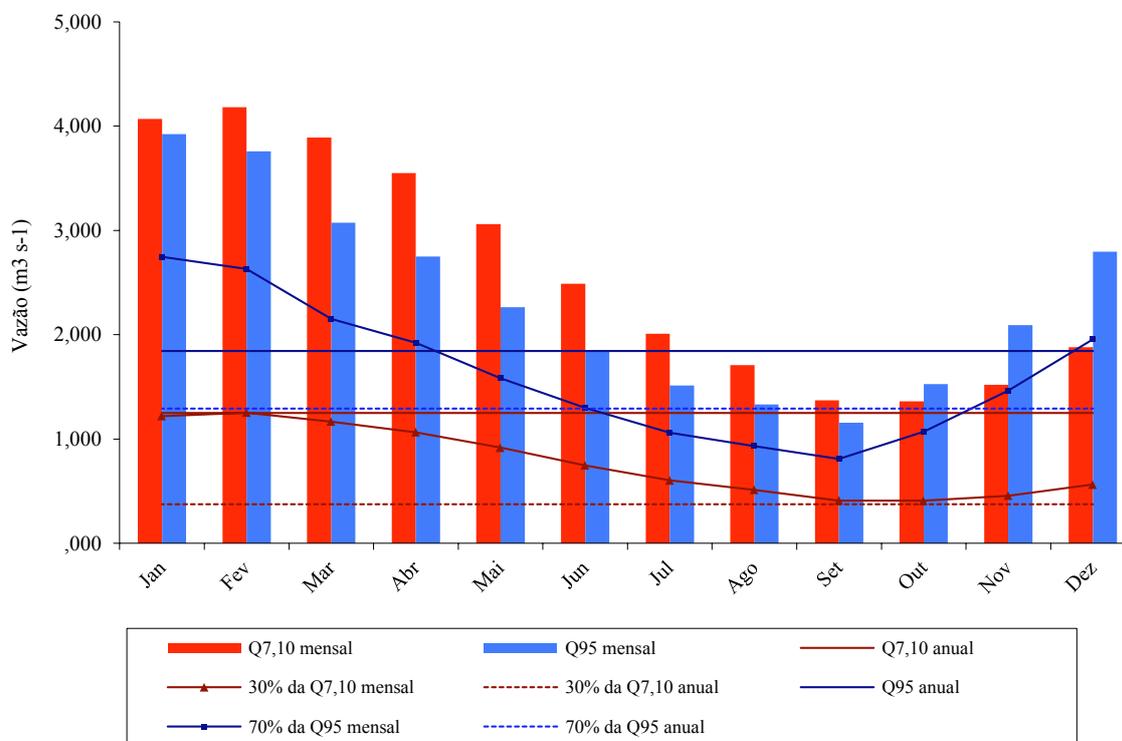


Figura 1-  $Q_{7,10}$  e  $Q_{95}$ , mensais e anuais e vazões máximas permissíveis para outorga para a estação Fazenda Limoeiro. Fonte: Bof (2010).

O uso de vazões mensais apresenta vantagens expressivas para o caso da irrigação, e que podem ser evidenciados pela análise da Figura 2, na qual é mostrada a média dos valores de diferença relativa (DH%) entre as vazões  $Q_{7,10}$  mensais e anual obtidos em seções correspondentes a oito estações fluviométricas. Os valores médios de DH% apresentam, de dezembro a junho, valores de DH% maiores que 100%, caracterizando o potencial de substituição da vazão de referência anual pela vazão mensal, permitindo, assim, um aumento do uso dos recursos hídricos em condições a fio d'água. Também se evidencia que existe uma defasagem do início do período chuvoso em relação ao início do aumento das vazões mínimas. Desta forma, em meses em que há uma grande demanda de água pela irrigação (maio a agosto), tendo em vista o alto déficit hídrico decorrente das reduzidas precipitações, o aumento da disponibilidade hídrica considerando o critério mensal é bastante expressivo. Para os meses de outubro e novembro, nos quais o aumento da disponibilidade hídrica considerando o critério mensal é mais reduzido, já passa a haver um suprimento expressivo de água para as culturas decorrente de precipitações expressivas que passam a ocorrer.

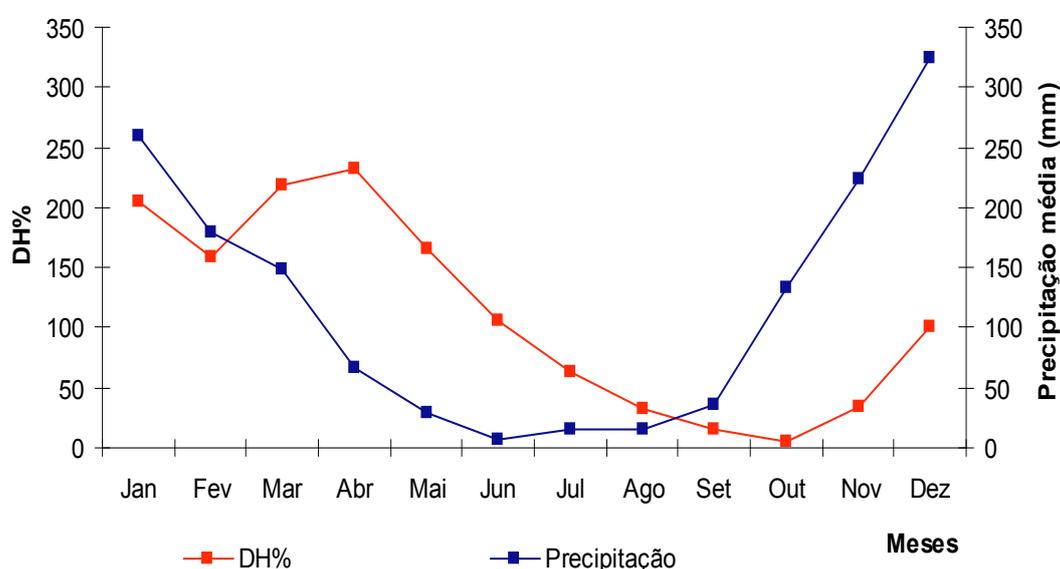


Figura 2 - Média dos valores de diferença relativa (DH%) entre as vazões  $Q_{7,10}$  anual e mensais obtidos nas seções correspondentes a oito estações fluviométricas e gráfico das normais climatológicas da estação Paracatu

## 6. REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES PELA CONSTRUÇÃO DE RESERVATÓRIOS

Enquanto a disponibilidade natural está associada à vazão mínima, a disponibilidade potencial está relacionada à vazão média de longa duração. A regularização das vazões pode representar um aumento expressivo na disponibilidade de recursos hídricos e uma redução substancial de conflitos. Para a bacia do Entre Ribeiros foram identificadas relações entre a  $Q_{mld}$  e a  $Q_{7,10}$  que variam de 8,3 e 9 vezes. Este tipo de prática, entretanto, como qualquer outra, não deve ser usada de forma generalizada, requerendo estudos específicos que avaliem a real complexidade da condição em análise.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de recursos hídricos envolve a análise e compatibilização das demandas às disponibilidades. Para um adequado processo de gestão são necessárias ações para melhor conhecer a disponibilidade de recursos hídricos e para otimizar o consumo de água pelos diversos setores de usuários.

O conhecimento científico é essencial tanto para melhor caracterizar a disponibilidade de água como para melhorar o seu aproveitamento pelos vários setores usuários, o que torna possível uma maximização do potencial produtivo e econômico da bacia, sem que isto represente um maior risco às condições ambientais, além de permitir a atenuação de conflitos entre usuários.

Dentre as práticas que permitem a otimização da gestão da água, ajustando as demandas às disponibilidades, pode-se destacar: a implementação de ações para a conservação do solo e da água; a quantificação da disponibilidade dos recursos hídricos; a compatibilização entre os órgãos gestores de recursos hídricos de critérios para o estabelecimento das vazões máximas permissíveis para a outorga; o uso das vazões mínimas mensais como índice de referência para a definição de critérios para a concessão de outorgas; a regularização de vazões e a otimização do uso da água pela irrigação.

## REFERÊNCIAS

BOF, L. H. N. **Análise de critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

# COOPERAÇÃO EM PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO PARA ENFRENTAR OS DESAFIOS DA ÁGUA

Francisco Antônio R. Barbosa<sup>1</sup>

## RESUMO

As ideias aqui expressas foram parcialmente apresentadas pelo autor na "Water JPI Conference" realizada em Roma em maio 2016 e no workshop "Water International Cooperation/CONFAP/CNPq", realizado em Brasília-DF em agosto 2017. O artigo discute os principais desafios para a água numa escala global e de Brasil os quais são apresentados através dos seguintes tópicos: i) a crescente demanda de água, particularmente pelo setor agrícola; ii) incrementar as práticas de saneamento básico, universalizando o tratamento de esgotos no nível terciário; iii) investir na educação para a água, em todos os níveis e no treinamento e formação de pessoal especializado com uma abordagem sistêmica e inter-multi-transdisciplinar; iv) investir na avaliação da biodiversidade aquática e seu uso sustentável e v) investir no levantamento e catalogação de bancos de dados de água e garantir o livre acesso dos cidadãos a estes bancos de dados. Para enfrentar estes desafios o artigo salienta a necessidade de se investir em cooperação em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Palavras-chave: Desafios da água. Cooperação em pesquisa. Desenvolvimento e inovação. Educação para a água. Conservação. Biodiversidade aquática. Bancos de dados.

## 1. INTRODUÇÃO

Para se abordar os principais problemas da água nas escalas mundial e de Brasil é necessário salientar alguns desafios enfrentados pela sociedade moderna de um mundo globalizado, dentre os quais merecem destaque: i) crescimento populacional acelerado e o fato que c. 85% da população mundial vive na metade seca da Terra; ii) a crescente urbanização que indica que em 2050 c. 75% da população mundial estará vivendo em cidades; iii) uma degradação generalizada da qualidade da água; iv) demandas crescentes de água para atender, principalmente, os setores agrícola e industrial; v) a forte contribuição da mudança do clima acarretando impactos severos através de secas e inundações e vi) a ameaça das doenças de veiculação hídrica, particularmente no mundo em desenvolvimento. Estas são, em síntese, ameaças importantes para a disponibilidade de água de boa qualidade assim como para melhorar as condições sanitárias dos países em desenvolvimento (Jimenez-Cisneros, 2014).

Merecem também destaque, alguns pontos salientados por Miletto (2014) no World Water Assessment Programme, a saber:

- Até 2050, o consumo global deverá ser de 55% dos recursos hídricos existentes;
- Mais de 40% da população mundial estará sob estresse hídrico;
- 20% dos aquíferos conhecidos já estão super-explorados;
- o fato de que haverá uma redução da capacidade dos ecossistemas em purificar água; e
- o fato de que haverá um crescimento da demanda de energia de 30%.

Fechando estes pontos e certamente não menos relevante, vale salientar que a oferta geral de água permanecerá basicamente a mesma (c. 200.000 km<sup>3</sup>) - (Fonte: UN Water Statistics).

---

<sup>1</sup> LIMNEA/ICB & INCT-Acqua – UFMG. Av. Antonio Carlos, 6627 – Pampulha – 31270-901 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

O Brasil, no que diz respeito a água tem dados impressionantes – possui o maior sistema hidrográfico do planeta, existindo em seu território não menos que 12% de toda a água doce existente na Terra e é o país número 1 dentre os chamados países megadiversos. Igualmente impressionante é o fato do Brasil tratar apenas 37,4% de seus esgotos (PNAD de 2014) do que resulta, entre outras consequências, uma elevada proporção de internações hospitalares devido a doenças de veiculação hídrica.

## 2. DESAFIOS DA ÁGUA: COOPERAÇÃO EM PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO

A proposta deste artigo é demonstrar que ações de cooperação em pesquisa, desenvolvimento e inovação podem contribuir significativamente para enfrentar alguns dos desafios da água exemplificados a seguir.

### **Demanda crescente de água**

Só a agricultura moderna utiliza c. 40% do suprimento de água através da irrigação. Há que se levar em conta alguns impactos desta irrigação, com destaque para a salinização do solo. Certamente que já existem organismos geneticamente modificados que exibem alta resistência à salinidade. Contudo, não se pode esperar que esta seja a solução para este grande desafio ambiental. Permanece atual a proposta feita por Igor Shiklomanov de que “irrigation is the primary consumer of water on Earth”.

Algumas ações a serem tomadas, considerando-se a cooperação entre setores da sociedade civil organizada, são listadas a seguir:

i) Aumentar a eficiência do uso da água na agricultura através de, por exemplo, redução do consumo de água através de investimentos na irrigação por gotejamento ou sub-irrigação, em substituição ao uso generalizado de pivôs-centrais, o que poderia economizar até 25% de água - (Fonte: USGS Water-Science-School, 14/1/2018). Em 2013 o Brasil tinha 18.000 pivôs centrais irrigando 1,2 milhões de hectares. A área total irrigada no Brasil é de 6 milhões de hectares contra 25 milhões nos Estados Unidos e 60 milhões de hectares na China e na Índia (Fonte: Embrapa Milho e Sorgo, 3/3/2015).

ii) A exportação de água virtual deverá ser incorporada no preço dos produtos finais. Como exemplo, os Estados Unidos são o país número 1 em exportação de água virtual, chegando a valores de 164 milhões de m<sup>3</sup>/ano. O Brasil é o 10º maior exportador de água.

A economia normal não leva em conta os serviços ecossistêmicos e o preço dos produtos exportados poderia não compensar os custos com a recuperação das fontes de água e os ecossistemas locais. Além disto, o comércio de água virtual tem implicações geopolíticas e induz interdependência entre os países, o que poderia estimular tanto a colaboração e a paz como também se tornar um motivo para potenciais conflitos.

iii) Adoção da abordagem Governança da Água ao invés de usar as práticas de manejo de água tradicionais, como indicado pelo Relatório das Nações Unidas de 2015 “Water for a sustainable world”. Segundo este relatório, em se mantendo os padrões de consumo atuais deverá haver um déficit de 40% na disponibilidade de água, principalmente devido a intensa urbanização, práticas agrícolas inadequadas, poluição. Para reforçar estas predições, há que se ter em mente que hoje, c. 20% dos aquíferos do mundo são super-explorados e que não menos que 43% da água de irrigação vem destes aquíferos. Merece destaque a máxima: “Water Governance shall be a must - (Fonte: Angela Ortigara, Unesco-World Water Evaluation Program, 2015)” bem como as recomendações de mudanças na administração pública e investimentos em infraestrutura e educação (Fonte: Mariana Tokarnia/Agência Brasil-EBC (20/3/2015)).

## **Melhorar as práticas de saneamento básico (tratamento terciário)**

i) Há que se adotar novas abordagens e metodologias para o tratamento de poluentes especiais, como por exemplo os poluentes orgânicos persistentes - POPs, antibióticos, hormônios e vírus.

ii) No Brasil são necessários investimentos de c. R\$10 bilhões/ano, ao longo de 20 anos consecutivos para universalizar as práticas sanitárias básicas. Esta quantia corresponde a aproximadamente 0,6-0,7% do Produto interno bruto brasileiro. Segundo relatório do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento-PNUD, manter o déficit atual de água e saneamento custa 9 vezes mais do que resolvê-lo. Somente os sistemas de saúde dos países em desenvolvimento economizariam US\$1,6 bilhões/ano. O custo do déficit atual chega a US\$170 bilhões, quantia esta maior do que o PIB da Argentina ou 2,6% do PIB de todos os países em desenvolvimento considerados em conjunto.

## **Investir na educação para a água em todos os níveis e no treinamento e formação de pessoal numa visão inter-multi-transdisciplinar**

i) Considerando que: a) água é um recurso finito; b) é absolutamente necessária para todas as formas de vida; c) tem distribuição desigual; d) tem sido consistentemente degradada em escala global e e) seu consumo tem crescido rapidamente para atender particularmente as demandas não sustentáveis da agricultura, torna-se necessário: a) educar as pessoas para que possam entender as distintas facetas do ciclo da água e principalmente como utilizar este recurso vital de forma sustentável. Escolas da água devem ser criadas para fornecer este treinamento em todos os níveis; b) A criação de centros de pesquisa avançada para o desenvolvimento e inovação sobre o recurso água, vinculados a programas de pós-graduação deverão facilitar a introdução de novos conceitos para pesquisa e manejo tais como, ecoidrologia e ecotecnologia (Jorgensen et al., 2005; Tundisi 2007; Zalewski, 2007); c) a crescente utilização da água subterrânea requer, com urgência, o treinamento e a formação de pessoal para monitoramento e planejamento territorial, para manejar o ciclo da água (Rogers, Llamas & Martinez-Santos, 2006; Hirata, 2010).

## **Investir na catalogação e conservação da biodiversidade aquática e no seu uso sustentável**

Aqui, vale salientar os aspectos detalhados por Mittermeier et al., (2010) e que demonstram quão central é a conservação do recurso água e o uso sustentável de sua biodiversidade: "água doce é o conector final entre os topos de montanhas e os recifes de coral e deve ser manejada e utilizada diferentemente dos sistemas terrestres e marinhos, em parte porque a diversidade de espécies nos sistemas de água doce é bastante distinta. Além disto, água doce representa tão somente 2,5% do total de água na Terra dos quais 68,7% estão retidos em glaciares e geleiras perenes, 30,1% são águas subterrâneas profundas, 0,86% estão congeladas no "permafrost", restando menos de 0,3% de água doce (0,0075%) que cobrem c. 0,8% da superfície total da Terra (4 milhões de km<sup>2</sup>) o que representa pouco menos de 3% da superfície terrestre do planeta.

## **Investir no levantamento e garantir o livre acesso a bancos de dados**

Estas ações permitirão uma avaliação precisa da disponibilidade de água e de sua qualidade nos distintos territórios.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados aqui apresentados permitem concluir que, para enfrentar os desafios da água, no mundo e particularmente no Brasil, é fundamental o estabelecimento de parcerias em pesquisa, desenvolvimento e inovação, sem o que será impossível diminuir o “grande fosso” entre os mundos desenvolvidos e em desenvolvimento. As questões da água são centrais para a diminuição das desigualdades entre estes mundos garantindo, entre outros avanços, alcançar-se as metas de desenvolvimento do milênio.

### REFERÊNCIAS

HIRATA, R., GOMES ZOBY, J. L.; OLIVEIRA, F.R. Água subterrânea: reserve estratégica ou emergencial. In: BICUDO, C. E. M. TUNDISI, J.G.; CORTESÃO. S., M. et al. (Orgs.). **Águas no Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: ABC/SMA, 2010, p.149-161.

JIMENEZ-CISNEROS, B. **United Nations World Water Development Report** : water and energy. Paris:UNESCO, 2014, 132p. v. 1

JORGENSEN, S. E., et al. **Lake and reservoir management**. Amsterdam: Elsevier Publs., 2005, 502 p

MILETTO, M. **United Nations World Water Development Report**, 2014. Water and Energy. Paris, UNESCO, vol. 1, 132 p.

MITTERMEIR, R. A., T. M. BROOKS, T. A. FARRELL, A. J. UPGREN, I. J. HARRISON, T. CONTRERAS-MACBEATH, R. SNEIDER, F. OBERFELD, A. A. ROSENBERG, F. BOLTZ, C. GASCON, O. LANGRAND. Introduction. Freshwater the essence of life. In: MITTERMEIER, R. A., T. FARRELL, I. J. HARRISON, A. J. UPGREN, T. BROOKS (Eds.) **Fresh water the essence of life**. CEMEX Conservation Book Series ,2010 , p. 15-39

ROGER, P. P., LLAMAS, M. R., & MARTINEZ-SANTOS, I. Significance of the silent revolution of intensive groundwater use in world water policy. In.: LLAMAS, M. R. & MARTINEZ-CORTINA, I. (Eds.) **Water crisis: myth or reality**. Madrid: Fundación Marcelino Botin. Taylor & Francis, 2006, p.163-180.

TUNDISI, J. G. Exploração do potencial hidroelétrico da Amazônia, **Revista de Estudos Avançados**. USP, v.21, n. 59, p. 1009-117. 2007.

UNDP-United Nations Development Programme Water Governance Facility, 2014. [watergovernance@siwi.org](mailto:watergovernance@siwi.org)

USGS - Water-Science-School, 2015. [Water.usgs.gov](http://Water.usgs.gov), 14/1/2018

WWAP - United Nations World Water Assessment Programmer. **The United Nations World Water Development Report, 2015: Water for a sustainable world**, Paris, UNESCO, 121 p.

ZALEWSKI, M. Eco hydrology in the face of the Anthropocene. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v.7, n.2, p. 99-100. 2007.

# AÇÕES INSTITUCIONAIS DA UFLA, PARA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DENTRO DO CAMPUS.

Leandro Coelho Naves<sup>1</sup>  
Dyego Maradona Ataide de Freitas<sup>2</sup>

## RESUMO

A UFLA tem se destacado como uma instituição sustentável. A gestão adequada dos recursos hídricos proporciona ganhos econômicos e ambientais, demonstrando que é possível conciliar economia e preservação ambiental, garantir a qualidade dos serviços prestados, desenvolver o ensino, a pesquisa e a extensão em harmonia com o meio ambiente. A gestão dos recursos hídricos na UFLA abrange a produção, o tratamento e distribuição de água de forma segura e racional, realizando o reaproveitamento das águas de chuva e o tratamento de efluentes para o reuso. A instituição é reconhecida internacionalmente pelo empenho na busca da sustentabilidade e a gestão das águas tem se demonstrado eficiente, possibilitando inclusive a certificação pelo *The Council of Canadians* como uma Blue University.

Palavras-chave: Gestão das águas. Campus sustentável. Políticas ambientais.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida (PEDRO-MONZONIS et al., 2015), por isso a Organização das Nações Unidas - ONU reconheceu em 2010 como direito humano o acesso à água potável, segura e limpa, assim como acesso ao saneamento.

A disponibilidade da água para consumo envolve não apenas quantidade disponível, mas também a qualidade em que este recurso se encontra. A água vem sofrendo um processo de escassez, consequência de diversos fatores como o aumento da demanda, as péssimas condições ambientais, além da gestão dos recursos hídricos que vem sendo tratada de maneira pouco cuidadosa por entidades públicas e privadas, que ainda causam a poluição (SOUSA et al., 2015; RAMOS et al., 2017; GOMES; BITTAR; FERNANDES, 2016).

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) como instituição de ensino e formadora de profissionais, planejou e implantou sua política ambiental, onde busca contribuir com o meio ambiente e demonstrar que é possível uma instituição sustentável no contexto atual da globalização e do crescente consumo. Essa mentalidade deve fazer parte da formação profissional.

A gestão dos recursos hídricos realizada pela UFLA tem início na conscientização da comunidade acadêmica sobre a responsabilidade no consumo de um recurso natural público e finito de forma racional. A preservação de nascentes, áreas de recarga e a oferta de água de ótima qualidade, tratamento adequado dos efluentes para lançamento nos cursos de água, reaproveitamento da água de chuva e o reuso de efluentes tratados, representam a prática dessa gestão.

A gestão dos recursos naturais no campus tem se mostrado positiva e vantajosa, trazendo significativa economia para a instituição, sendo possível assim, redirecionar esses recursos para o ensino e formação dos discentes.

---

<sup>1</sup> Me. Ciências Florestais; Engenheiro Agrícola; UFLA; leandro.naves@dma.ufla.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Ambiental; UFLA; dyegofreitas@dma.ufla.br.

## **2. SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

O sistema de tratamento de água na UFLA objetiva atender a demanda da universidade de forma racional e realizar a distribuição com qualidade ótima, como consequência são observados ganhos econômicos e ambientais.

### **2.1. Preservação de nascentes e matas ciliares.**

A UFLA possui nove nascentes dentro do campus, sendo duas as responsáveis por abastecer os três barramentos com capacidade total de armazenamento próxima aos 173.000 m<sup>3</sup>. Esses barramentos são destinados à acumulação e ao armazenamento dos volumes de água bruta que são destinados ao tratamento e distribuição no campus.

Nas áreas de recarga das nascentes e matas ciliares é realizado o manejo e a manutenção permanentemente da vegetação, sendo praticado de forma contínua o enriquecimento e a recuperação, assim como nas demais áreas de preservação ambiental. Desde o início do projeto, no ano de 2009, foram plantadas aproximadamente 96.000 mudas de espécies nativas em áreas consideradas estratégicas para a gestão dos recursos hídricos.

Complementarmente, o campus tem executado a impermeabilização de forma mínima, garantido assim a infiltração da água de chuva, sendo os volumes pluviais escoados direcionados para os barramentos, incrementando a disponibilidade dos recursos hídricos. O objetivo é preservar a água, garantindo a quantidade e a qualidade necessária para atender a demanda de forma sustentável.

### **2.2. Estação de Tratamento de água**

A UFLA em setembro de 1991 implantou a Estação de tratamento de água, e desde então a instituição assumiu a responsabilidade de tratar e distribuir água de boa qualidade para atender o consumo interno. É realizado o tratamento do tipo convencional, com uma produção diária próxima aos 600 m<sup>3</sup>, gerando uma economia anual para a instituição estimada em R\$ 3,0 milhões.

## **3. SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES**

A UFLA possui um avançado sistema de tratamento de efluentes do tipo biológico, associada a um sistema de desinfecção por meio de cloração e radiação ultravioleta.

O Sistema implantado é totalmente automatizado elevando a eficiência operacional do sistema. Conjuntamente é realizado o monitoramento dos efluentes tratados, garantindo uma alta taxa de eficiência do sistema, sendo possível a destinação do efluente para reuso em fins não nobres, principalmente na irrigação de viveiros e áreas paisagísticas.

### **3.1. Controle de lançamento de produtos químicos**

A instituição possui um programa de controle de lançamento de produtos químicos na rede de esgoto. Resíduos de análises laboratoriais são armazenados e encaminhados para o laboratório de gestão de resíduos químicos – LGRQ, onde são reciclados e disponibilizados, quando possível, para os próprios laboratórios geradores dos resíduos. O constante trabalho de conscientização e o efetivo recolhimento, tratamento e redistribuição de resíduos recuperados traz benefícios ambientais e econômicos, otimizando o sistema de tratamento de efluentes e reduzindo o custo da aquisição desses materiais.

#### 4. ENSINO E PESQUISA

Existe um esforço constante para promover o envolvimento de toda a comunidade acadêmica na gestão dos recursos hídricos na instituição. Docentes, técnicos administrativos e discentes interagem para a aplicação de diversas áreas do conhecimento no aprimoramento das técnicas para o tratamento de água, efluentes e melhorias das condições ambientais nas áreas de recarga. A Estação de Tratamento de Água – ETA/UFLA e a Estação de Tratamento de Efluentes – ETE/UFLA, são espaços abertos para o desenvolvimento de pesquisas que contribuam para o aprimoramento dos processos envolvidos. A redução do consumo, o uso racional da água e a otimização de processos que utilizam esse recurso natural fazem parte do cotidiano da comunidade acadêmica.

Como resultado desse trabalho, observamos uma instituição que vem ao longo dos anos desenvolvendo técnicas e aprimorando sua política para a gestão dos recursos hídricos. A otimização dos processos, a redução no consumo e o desenvolvimento de novas tecnologias para gestão dos recursos hídricos, também são consequências da saudável e produtiva interação da comunidade acadêmica em torno de um entendimento comum, que a gestão dos recursos hídricos só é possível quando existe a participação de todos.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aprimoramento da política de gestão dos recursos hídricos na instituição nos últimos anos trouxe ganhos financeiros e ambientais, a garantia da qualidade da água ofertada e dos efluentes tratados, além da disseminação da conscientização ambiental em toda comunidade acadêmica e, por consequência, da população local. A UFLA tem se destacado como uma instituição de ensino sustentável, e o posicionamento de destaque em rankings internacionais de sustentabilidade, como o *UI GreenMetric*, é um indicador de assertividade das ações ambientais institucionais. O sucesso do trabalho realizado reflete o compromisso da UFLA com a gestão ambiental, principalmente com a gestão das águas, sendo certificada pelo *Blue University*, conferida pelo *The Council of Canadians*, um reconhecimento pela adequada gestão dos recursos hídricos.

#### REFERÊNCIAS

ASSEMBLY, UN General. **Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010.**The Human Right to Water and Sanitation, 2010.

PEDRO-MONZONÍS, M.; SOLERA, A.; FERRER, J.; ESTRELA, T.; PAREDES-ARQUIOLA, J. A review of water scarcity and drought indexes in water resources planning and management. **Journal of Hydrology**, v. 527, p. 482-493, 2015.

RAMOS, D. D.; PEREIRA, S. B.; ARAI, F. K.; DOS SANTOS, F. A.; CARNEVALI, T. D. O. Water seasonality in granting permits and impact of irrigation in the Dourados River basin, MS, Brazil. **Revista Brasileira. Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 21, n. 7, p. 499-504, 2017.

SOUSA, A. C. S.; CRUZ, A. D.; SILVA, G. J. O. ; FELIX, A. M. C.; NUNES, R. K. F.; ALVES, G. S. Análise exploratória da qualidade da água tratada, armazenada em caixas d'água do Bairro do Roger, João Pessoa-PB. **Revista Principia**, v. 29: p. 110-118, 2016.



# ECOSISTEMAS

# MONITORAMENTO ESPECIAL DAS ÁGUAS DO RIO DOCE APÓS O ROMPIMENTO DE BARRAGEM DE FUNDÃO – ESTUDO DE CASO EM MINAS GERAIS

Regina Márcia Pimenta de Mello<sup>1</sup>  
Matheus Duarte Santos<sup>2</sup>  
Carolina Cristiane Pinto<sup>3</sup>  
Katiane Cristina de Brito Almeida<sup>4</sup>  
Vanessa Kelly Saraiva<sup>5</sup>  
Sérgio Pimenta Costa<sup>6</sup>

## RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar a evolução da qualidade das águas no rio Doce e nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, decorridos dois anos de monitoramento, após o rompimento da barragem de Fundão no distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana/MG. A partir das avaliações realizadas, foi possível verificar o comportamento geral da área afetada, com relação aos poluentes considerados mais importantes. Observou-se que houve uma redução das médias no segundo período (05/11/2016 a 10/08/2017) para os oito parâmetros avaliados, indicando uma tendência de aproximação dos valores históricos observados no programa de monitoramento do Igam, porém ainda com grande proporção de violações aos limites estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG N° 01/2008. Ressalta-se que o Igam permanecerá executando o monitoramento da região afetada pelo evento para a avaliação dos impactos ocasionados nos corpos de água pelo tempo que tecnicamente se mostrar necessário.

Palavras-chave: Barragem de Fundão. Qualidade da Água. Monitoramento. Rio Doce.

## 1. INTRODUÇÃO

No dia 05 de novembro de 2015, a Barragem do Fundão, pertencente à Samarco Mineração S.A., localizada no distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana, se rompeu. O barramento, classificado como Classe III, de alto potencial de dano ambiental, era destinado a receber e armazenar o rejeito gerado pela atividade de beneficiamento de minério de ferro. O rompimento da Barragem de Fundão causou diversos impactos socioeconômicos e ambientais na bacia do rio Doce, com várias implicações na qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, inclusive em toda a extensão do Rio Doce e dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.

O Igam, autarquia responsável pelo programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas no Estado de Minas Gerais, que vem sendo feito desde 1997, intensificou seu programa por meio da elaboração e implementação de um plano de monitoramento especial.

<sup>1</sup> Bióloga, Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – MG. E-mail: regina.mello@meioambiente.mg.gov.br

<sup>2</sup> Geógrafo, Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – MG. E-mail: matheus.santos@meioambiente.mg.gov.br

<sup>3</sup> Engenheira Química, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – MG. E-mail: carolina.cristiane@meioambiente.mg.gov.br

<sup>4</sup> Bióloga, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – MG. E-mail: katiane.brito@meioambiente.mg.gov.br

<sup>5</sup> Química, Mestre em Aplicação de Tecnologias Nucleares em Meio Ambiente pela CDTN. Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – MG. E-mail: vanessa.saraiva@meioambiente.mg.gov.br

<sup>6</sup> Biólogo, Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – MG. E-mail: sergio.costa@meioambiente.mg.gov.br

Então, a partir do dia 7 de novembro de 2015, o Igam, iniciou as coletas em 12 pontos da calha do rio Doce, que já faziam parte da rede monitorada por essa instituição. Além disso, também foi realizado monitoramento no rio do Carmo e no rio Gualaxo do Norte, localizados a jusante da barragem de Fundão, totalizando, dessa maneira, 14 estações de monitoramento especial do rio Doce (Figura 1).

Foram selecionados 8 (oito) parâmetros: condutividade elétrica *in loco*, oxigênio dissolvido, sólidos em suspensão totais, turbidez e arsênio total, bem como os metais: alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês total, os quais podem estar diretamente relacionados aos impactos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão.

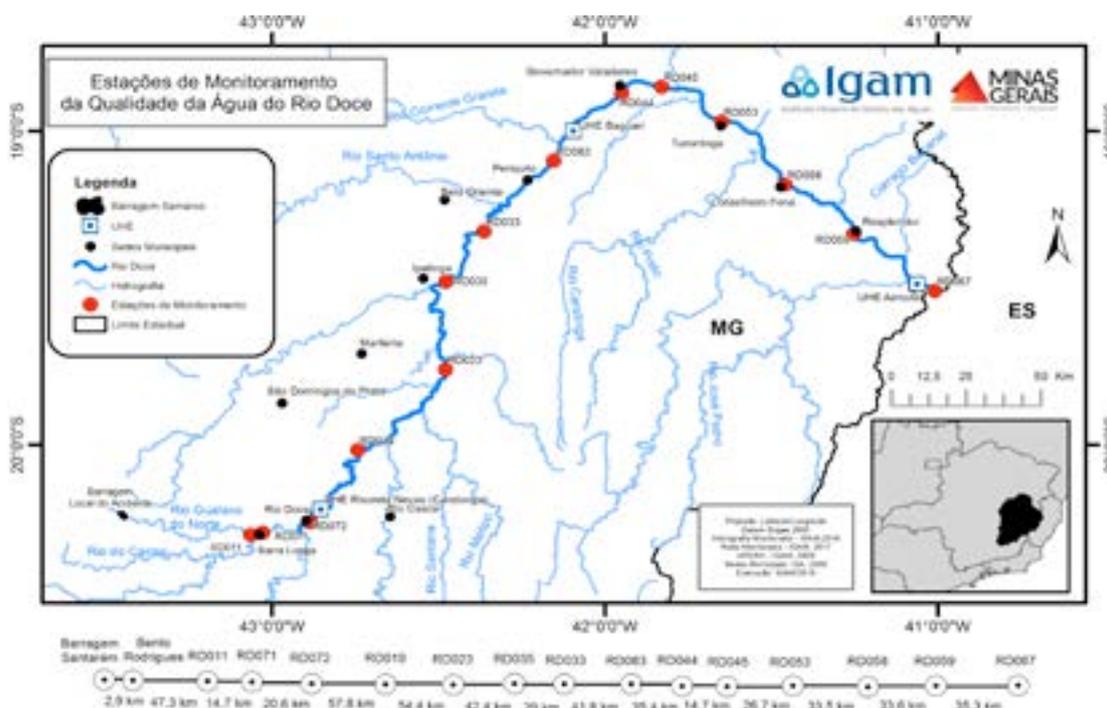


Figura 1- Localização geográfica das estações de monitoramento especial do rio Doce.

O objetivo deste artigo é apresentar a evolução da qualidade das águas no rio Doce e dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, decorridos dois anos de monitoramento, após o rompimento da barragem de Fundão, no distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana.

## 2. METODOLOGIA

De forma a sintetizar o grande número de dados obtidos ao longo do monitoramento, com periodicidades de análises<sup>7</sup> que variaram de diária a mensal após o evento, foram calculadas as médias aritméticas dos resultados por estação, segundo os períodos, a saber:

- 1º período pós-rompimento da Barragem de Fundão: 05/11/2015 a 04/11/2016
- 2º período pós-rompimento da Barragem de Fundão: 05/11/2016 a 09/11/2017

Esses períodos foram comparados com os dados da série histórica do Igam antes do rompimento da barragem (janeiro de 2000 a outubro de 2015).

## 3. RESULTADOS

Decorridos dois anos do rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG, foi possível verificar o comportamento geral da área afetada, com relação aos poluentes selecionados. O primeiro período avaliado (5/11/2015 a 04/11/2016) mostra um grande aumento das médias para sete dos oito<sup>8</sup> parâmetros avaliados nesse estudo, se comparado com as médias históricas registradas antes do rompimento. Em seguida, no segundo período, (05/11/2016 a 09/11/2017) observa-se uma expressiva redução dessas médias, indicando uma tendência de aproximação dos valores históricos observados no monitoramento do Igam, porém ainda com grande proporção de violações aos limites estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

Para o arsênio total e oxigênio dissolvido, todas as médias ocorreram dentro dos respectivos limites de classe em todo o período avaliado, embora ainda divergentes das séries históricas. Entretanto, vale ressaltar a ocorrência de violações desses limites em amostras aferidas nos primeiros dias do monitoramento, logo após o rompimento da barragem, regularizando-se totalmente esses valores em menos de um mês. Já no 2º período avaliado, nenhuma amostra apresentou violação para esses parâmetros.

O parâmetro condutividade elétrica, embora não tenha padrão de qualidade definido na normatização ambiental, apresentou comportamento das médias equivalente ao dos demais parâmetros, com diminuição dos valores na comparação entre os dois períodos pós-rompimento. As médias deste parâmetro também permaneceram acima da série histórica nos dois períodos.

---

<sup>7</sup> Foram feitas coletas diárias de 6/11/2015 a 3/12/2015, semanais até 21/12/2015, e quinzenais de janeiro a agosto de 2016. A partir de outubro de 2016 as coletas passaram a ter frequência mensal, sendo intensificado para semanal somente no período chuvoso 2016/2017 (novembro a março). Registra-se que nos meses de setembro de 2016, abril, maio e junho de 2017 não foram feitas coletas por questões administrativas.

<sup>8</sup> Com exceção do parâmetro oxigênio dissolvido, que, ao contrário, teve uma diminuição inicial dos valores, aumentando as médias no 2º período e, assim, também se aproximando das médias históricas.

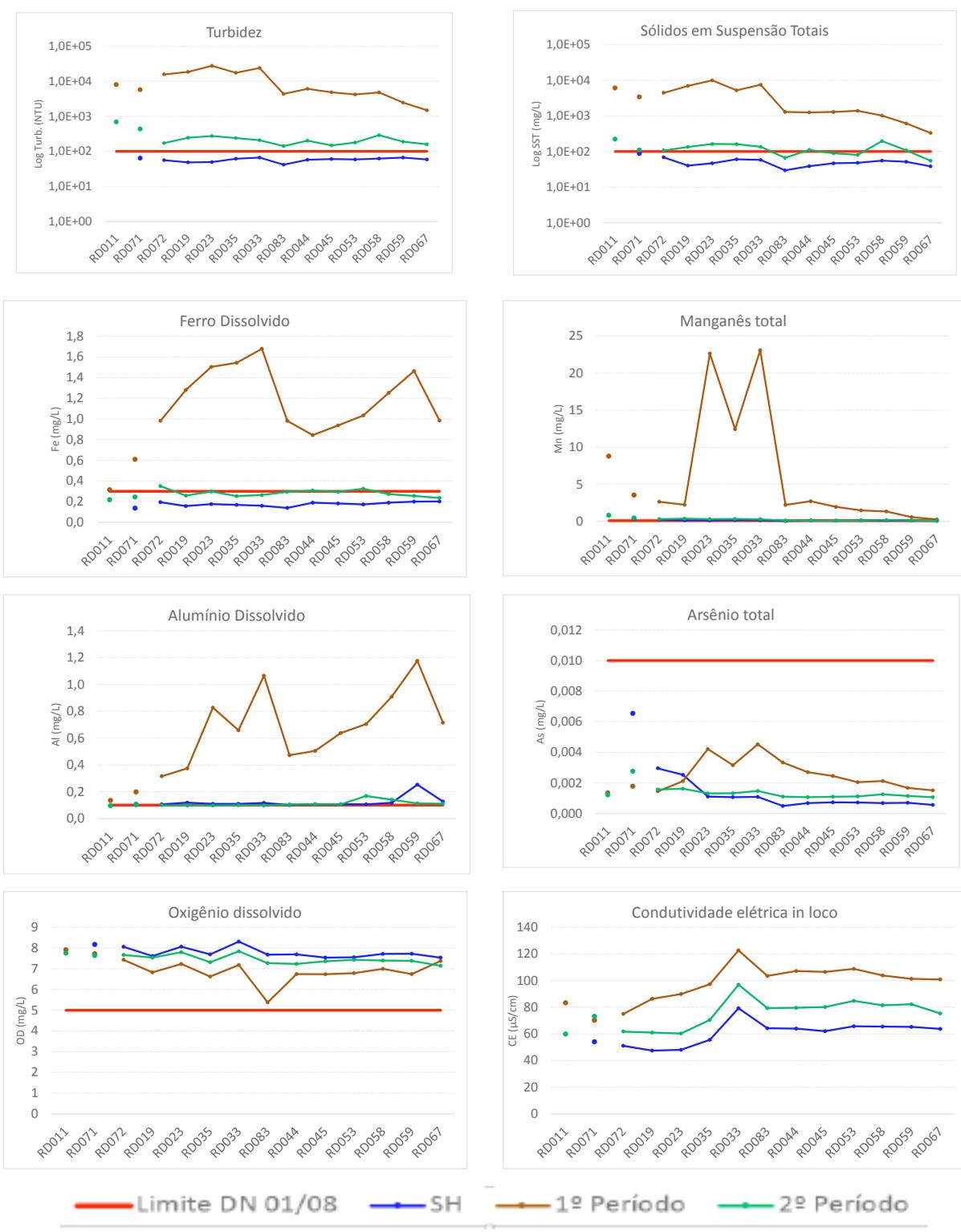


Figura 2 - Resultados de média aritmética de turbidez e sólidos em suspensão totais, em escala logarítmica, e ferro dissolvido, manganês total, alumínio dissolvido, arsênio total, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica *in loco*, nas estações do monitoramento especial do rio Doce.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidenciado que os resultados de todos os parâmetros se comportaram aproximadamente da mesma forma em todas as regiões analisadas, apresentando, no primeiro momento, valores muito altos<sup>9</sup>, em virtude da passagem da pluma de rejeito, com tendência de redução ao longo do tempo. Decorridos dois anos do rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG, o mais preocupante a ser considerado é a manutenção da maioria das médias aqui analisados ainda acima dos respectivos limites legais e médias históricas.

Esses resultados devem-se, sobretudo, à acumulação do rejeito no sedimento do rio e em bancos das margens, que continuam a ser revolvidos, natural ou artificialmente. Por outro lado, percebe-se uma progressiva normalização dos resultados. Nesse sentido, prevê-se que, não havendo novos eventos, futuramente essas médias continuem reduzindo-se, porém cada vez de forma mais lenta.

Esse monitoramento, emergencial no primeiro ano, objetivou conhecer a situação da qualidade das águas da bacia e a evolução dessa qualidade ao longo do tempo, de forma a subsidiar a adoção das medidas a cargo dos demais órgãos e entidades envolvidos com o evento.

O Igam permanecerá executando o monitoramento da região afetada pelo evento para a avaliação dos impactos ocasionados nos corpos de água pelo tempo que tecnicamente se mostrar necessário, bem como continuará dando ampla divulgação dos resultados sobre a qualidade das águas na região afetada da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, por intermédio do Portal Infohidro<sup>10</sup> e de seu site<sup>11</sup>.

#### REFERÊNCIAS

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Encarte especial sobre a qualidade das águas do rio Doce após 1 ano do rompimento de Barragem de Fundão - 2015/2016**. Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Belo Horizonte: IGAM, 2016. 20p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Encarte especial sobre a qualidade das águas do rio Doce após 2 anos do rompimento de Barragem de Fundão - 2015/2017**. Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Belo Horizonte: IGAM, 2017. 31p.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, 05 mai. 2008.

<sup>9</sup> Exceto oxigênio dissolvido, que apresentou valores baixos, seguido de aumento nos dias seguintes.

<sup>10</sup> <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br>

<sup>11</sup> <http://www.igam.mg.gov.br/>

# MODELAGEM DO PADRÃO ESPACIAL DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS RELACIONADOS À PRECIPITAÇÃO EM MINAS GERAIS, BRASIL

Alessandro Ribeiro Campos<sup>1</sup>  
Felipe Santos de Miranda Nunes<sup>2</sup>

## RESUMO

Um dos maiores desafios governamentais para promoção da resiliência é lidar com a ocorrência de eventos extremos – como secas, tempestades e inundações – em um contexto de mudança do clima. Particularmente, os extremos ligados à precipitação exercem forte pressão sobre a segurança hídrica e a exposição a desastres naturais. O presente trabalho apresenta os resultados preliminares da modelagem do padrão espacial de extremos climáticos no estado de Minas Gerais, Brasil, para subsidiar a tomada de decisão. Dados históricos de precipitação foram tratados e espacializados para estimar a média de dias consecutivos sem precipitação (< 1mm) (CDD) e a precipitação máxima acumulada em cinco dias consecutivos (Rx5day). A partir de uma abordagem geoestatística, foram geradas superfícies contínuas indicando a variação destes dois índices utilizando o método de krigagem. O padrão espacial do índice CDD variou de 31 a 143 dias com grandes diferenças regionais. Por sua vez, o índice Rx5day médio variou de 134 e 186 mm. O processo de validação indicou ainda boa capacidade de previsão do modelo com base nas estatísticas de erro e nos mapas de incerteza. Os resultados preliminares demonstram o potencial da plataforma computacional de avaliação de dados ambientais, em desenvolvimento, como ferramenta de geração de conhecimento para o planejamento governamental em relação a riscos climáticos.

Palavras-chave: Extremos climáticos. Políticas Públicas. Modelagem espacial.

## 1. INTRODUÇÃO

Como muitas problemáticas ambientais, as mudanças climáticas tornaram-se visíveis e politicamente compreensíveis pelo avanço e assimilação do conhecimento científico (HOPPE, 2010). Os principais achados científicos relacionados ao fenômeno global são hoje endereçados por tratados internacionais e diversas políticas públicas – nacionais e subnacionais –, apesar das diferenças político-culturais (HOPPE E WESSELINK, 2014; NUNES et al., 2016). Em particular, as mudanças nos padrões de precipitação e o aumento esperado dos eventos extremos são apontados como graves fatores de pressão para a segurança hídrica e exposição humana a desastres naturais em várias regiões (IPCC, 2012).

No estado de Minas Gerais, Brasil, estes fatores já integram os planos governamentais e alguns impactos climáticos são inclusive mensurados. Estima-se que, desde 2008, eventos severos, como chuvas intensas e secas prolongadas, tenham custado 17,4 bilhões de reais (FEAM, 2015). E confirmando-se a correlação entre aumento da temperatura média e a ocorrência de extremos (FISCHER e KNUTTI, 2015) na escala regional, os aumentos esperados de 2°C a 5°C indicam cenários ainda mais desafiadores (FEAM, 2011).

<sup>1</sup> Geógrafo, Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam, alessandro.campo@meioambiente.mg.gov.br

<sup>2</sup> Biólogo, Doutor em Meteorologia Aplicada, Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam, felipe.nunes@meioambiente.mg.gov.br

Diante da magnitude dos impactos, o governo estadual tem como estratégia prioritária a implementação do Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais - PEMC. O Plano configura-se como uma política pública de médio prazo (2015-2030), que visa promover a transição para uma economia de baixo carbono, reduzir a vulnerabilidade climática e articular com coerência as iniciativas em andamento (FEAM, 2015).

Contudo, uma das mais importantes questões para a ciência e política das mudanças climáticas a curto prazo é verificar se a ocorrência de eventos extremos está aumentando ou diminuindo no tempo e no espaço, isto é, se há alguma tendência e onde os efeitos estão sendo mais sentidos no território. Para isso, faz-se necessário coletar, integrar e analisar um vasto conjunto de dados climáticos oriundos de centenas de estações de monitoramento meteorológico.

Nesse sentido, o presente trabalho apresenta os resultados preliminares de monitoramento e modelagem de dados climáticos na escala estadual. As estimativas, geradas por meio de uma plataforma computacional espacialmente explícita para avaliação ambiental, inserem-se no contexto da implementação do PEMC, coordenado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam). Foram modelados dois índices de ocorrência de extremos notadamente reconhecidos na literatura científica (IPCC, 2012), a saber: o número de dias consecutivos sem precipitação (< 1mm) (CDD) e a precipitação máxima acumulada em cinco dias consecutivos (Rx5day). Os mapas resultantes representando a variação média dos índices, obtidas por interpolação espacial, apresentam o padrão de distribuição destes extremos, informação chave para subsidiar o desenho de medidas de adaptação e redução do risco de desastres.

## 2. BASE DE DADOS E MÉTODOS

### 2.1. Coleta, tratamento dos dados e cálculo dos índices de extremos climáticos



Figura 1 - Estações pluviométricas utilizadas para modelagem espacial de extremos climáticos

As séries históricas de precipitação diária de 232 estações pluviométricas foram obtidas no portal eletrônico da Agência Nacional de Águas<sup>9</sup>. Foram utilizados os seguintes critérios estatísticos para seleção dos anos válidos: i) mínimo de 95% de dados diários válidos para o período seco (M-J-J-A-S-O-N) (CDD) e ii) mínimo de 95% de dados diários válidos para o período chuvoso (D-J-F-M-A) (Rx5day). Ambos índices foram calculados em termos anuais e médios para o período de 1996-2016. Posteriormente, foram descartadas as estações cuja média apresentou um coeficiente de variação superior à 0,4; resultando no conjunto mostral de 138 estações, distribuídas conforme Figura 1.

<sup>9</sup> <http://www.snirh.gov.br/hidroweb>

## 2.2. Modelagem espacial dos índices de extremos climáticos

De maneira geral, o padrão de precipitação está associado a uma estrutura de dependência espacial que determina sua distribuição em função da escala de análise. Assim, a espacialização dos índices CDD e Rx5day foi obtida a partir do desenvolvimento de um modelo geoestatístico (SMITH *et al.*, 2015). Foram desenvolvidas as seguintes etapas: 1) espacialização e análise exploratória dos dados; 2) modelagem dos semivariogramas (calibração e validação); 3) interpolação espacial (Krigagem); 4) quantificação da incerteza da interpolação; e por fim 5) validação geral da predição.

Foi adotada uma estratégia de interação sistemática entre calibração dos semivariogramas, interpolação e validação da predição, utilizando-se o método de validação cruzada. Para a interpolação espacial optou-se pela Krigagem Ordinária (YAMAMOTO e LANDIM, 2013). Para avaliação dos erros foram usadas estatísticas descritivas, tais como: erro médio (EM), erro médio padronizado (EMS), raiz quadrada do erro médio (RMSE) e raiz quadrada do erro médio padronizado (RMSSE). Foi verificada ainda a distribuição da incerteza no espaço através do *Mapa de Erro Padrão de Previsão*. A etapa final de validação envolveu a compatibilidade do padrão produzido pela interpolação em relação à climatologia de referência do território.

## 3. RESULTADOS

A modelagem para o índice CDD indicou o valor mínimo de 31 dias e máximo de 143 dias consecutivos sem precipitação (FIGURA 2-A). A avaliação dos erros indica uma faixa predominante de 6 a 8 dias e um erro padrão máximo de 13 dias nos locais mais distantes de estações, reforçando a boa capacidade do modelo. A distribuição espacial indica concentração dos maiores valores (110 – 143 dias) na região norte do estado. Por outro lado, os menores valores (31 – 43 dias) estão localizados na região extremo sul e na região sudeste/leste.

Para o índice Rx5day, estimou-se um valor mínimo de 134 mm e máximo de 186 mm (FIGURA 2-B). Os resultados sugerem uma variabilidade de aproximadamente 12,5 mm, com predominância da faixa de erro padrão de 13 a 15 mm no território. A distribuição espacial indica predomínio dos maiores valores (174 – 186 mm) na região central e alto rio São Francisco. Os valores da menor faixa (134 – 145 mm) se concentraram em duas regiões distintas, o extremo sul e o extremo norte do estado.

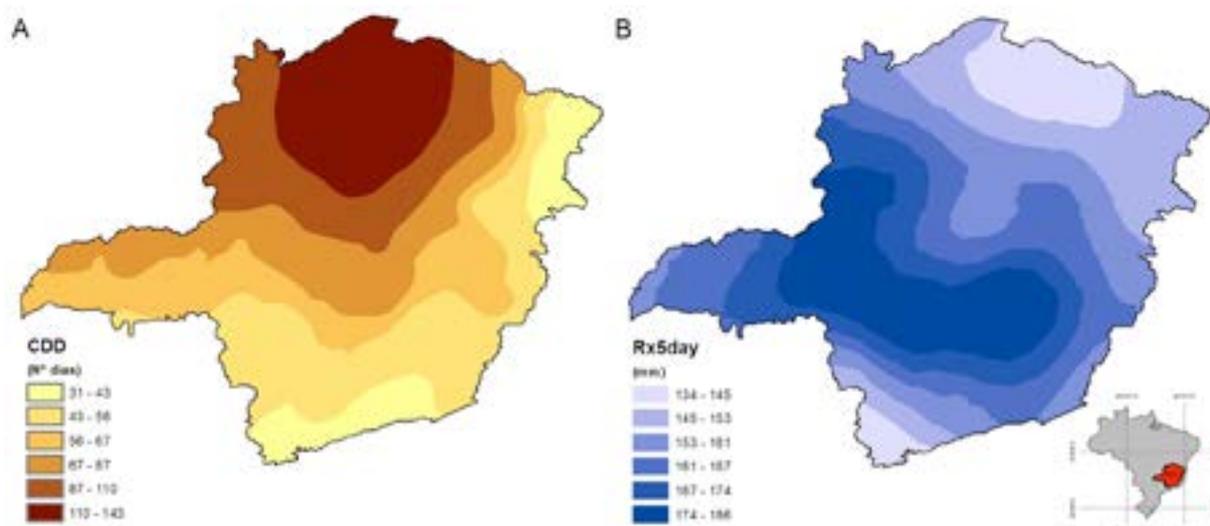


Figura 2 -A) CDD médio para 1996-2016; B) Rx5day médio para 1996-2016

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados preliminares aqui apresentados encontram múltiplas aplicações na pesquisa e nas políticas de adaptação às mudanças climáticas. Os índices estimados refletem os padrões históricos de duração de períodos de estiagem e a ocorrência de grandes acumulados de precipitação em curto período, ambos responsáveis por substanciais prejuízos e danos no estado de Minas Gerais no período de 1991 a 2012 (CEPED, 2013). Nesse sentido, aprofundar o conhecimento acerca da ocorrência destes extremos torna-se essencial para redução do risco de desastres no território. Futuramente, a identificação de tendências e espacialização dos demais índices de extremos disponíveis na literatura (IPCC, 2012), assim como sua correlação com os impactos registrados devem ser melhor investigados para subsidiar o planejamento governamental. Como co-benefícios, o monitoramento sistemático e a modelagem do padrão espacial pretendida pode contribuir para o desenvolvimento sustentável mediante a disponibilização de informações climáticas para setores chave da economia como agricultura, infraestrutura, dentre outros.

#### REFERÊNCIAS

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES - CEPED,. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012** :Minas Gerais. 2 ed. revisada e ampliada. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Avaliação de impactos de mudanças climáticas sobre a economia mineira: relatório resumo**. Belo Horizonte, 2011

FISCHER, E.M.; KNUTTI, R. Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. **Nature Climate Change** v. 5, p. 560–564, abr. 2015.

HOPPE, R. Lost in translation? Boundary work in making climate change governable. In: DRIESSEN, P.J.; LEROY, P.; VAN VIERSEN, W. (Org.). **From Climate Change to Social Change Perspectives on Science-policy Interactions**. International Books, 2010.

HOPPE, R.; WESSELINK, A. Comparing the role of boundary organizations in the governance of climate change in three EU member states. **Environmental Science & Policy**, v. 44, p. 73–85, dez. 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. Field, C.B. et al. (Eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2012. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais: Resumo Executivo**. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <[http://www.feam.br/images/stories/2015/ENERGIA\\_M\\_CILMATICAS/010615pemc\\_sumario\\_executivo\\_capa\\_nova\\_ficha\\_catalogfica.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2015/ENERGIA_M_CILMATICAS/010615pemc_sumario_executivo_capa_nova_ficha_catalogfica.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2018.

NUNES, F.; RAJÃO, R., SOARES-FILHO, B. Boundary work in climate policy making in Brazil: reflections from the frontlines of the science–policy interface. **Environmental Science & Policy**, v. 59, n.1, p. 85–92, fev. 2016.

SMITH, M.; GOODCHILD, M.F.; LONGLEY, P.A. **Geospatial Analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools**. 2015. Disponível em: < <http://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html>>. Acesso em: 30 jan 2018

YAMAMOTO, J. K; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 215 p.

# PROGRAMA BOLSA VERDE: OBTENDO RENDA POR MEIO DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

Leonardo Diniz Reis Silva<sup>1</sup>  
Manuela Cardoso Stein<sup>2</sup>  
Lissandra Helena Pereira de Paiva Fiorine<sup>3</sup>  
Jonathan Paulo dos Santos<sup>4</sup>  
Maykon Douglas de Moraes Ângelo Viegas<sup>5</sup>

## RESUMO

O programa Bolsa Verde, gerido pelo Instituto Estadual de Florestas, tem por objetivo apoiar a conservação da cobertura vegetal nativa em Minas Gerais mediante pagamento por serviços ambientais a proprietários e posseiros rurais que preservam a vegetação nativa, sendo que o benefício envolve apenas a cobertura em estágio médio ou avançado de regeneração. Foram abertos dois editais, em 2010 e 2011, tendo sido cadastrados 2.696 benefícios, abrangendo uma área de 91.563,5874 hectares, sendo que os três biomas presentes no estado de Minas Gerais, Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, têm parte de suas áreas preservadas através do programa. O Bolsa Verde tem também um aspecto social importante, visto que contempla beneficiários em situação econômica e social vulnerável, como aqueles situados em assentamento de reforma agrária e povos indígenas, além de agricultores familiares. As áreas de vegetação nativa cadastradas envolvem matas ciliares, topo de morro, encostas, entre outras áreas de preservação permanente, as quais têm importante papel na manutenção da qualidade e quantidade de água. O programa se mostra um instrumento eficaz para assegurar o desenvolvimento sustentável em Minas Gerais, sendo uma alternativa de renda para o produtor ou posseiro rural preservar a vegetação nativa em detrimento do uso alternativo do solo.

Palavras-chave: Pagamento por serviços ambientais. Bolsa Verde. Desenvolvimento sustentável.

## 1. INTRODUÇÃO

A vegetação nativa presta diversos serviços ambientais como o provimento de recursos hídricos, a regulação do ciclo hidrobiológico, da composição química da água de drenagem e do transporte de matéria orgânica e de sedimentos para os rios, lagos e represas, controle contra a erosão, da intensidade do escoamento superficial e da recarga dos aquíferos (GUEDES & SEEHUSEN, 2011; TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2010).

Esses serviços prestados pela vegetação nativa são um componente econômico fundamental para a produção de água, tanto do ponto de vista de qualidade como de quantidade, influenciando positivamente, também, na redução dos custos com o tratamento da água para fins de abastecimento público e na geração de energia elétrica (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2010).

Atualmente, talvez a melhor forma de se incentivar a preservação e recuperação de ambientes naturais, e dos serviços ambientais por eles prestados, seja por meio de uma compensação financeira aos proprietários e/ou posseiros rurais.

<sup>1</sup> Administrador Público e Comunicador Social, habilitação em Jornalismo, Mestre em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental, IEF, leonardo.diniz@meioambiente.mg.gov.br

<sup>2</sup> Bióloga, IEF, manuela.stein@meioambiente.mg.gov.br;

<sup>3</sup> Engenheira Florestal, Especialista em Gestão de Projetos Ambientais, IEF, lissandra.fiorine@meioambiente.mg.gov.br;

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia de Produção, IEF, jonathan.santos@meioambiente.mg.gov.br;

<sup>5</sup> Licenciando em Geografia, IEF, maykon.viegas@meioambiente.mg.gov.br

Conforme Wunder (2005), o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é:

1. uma transação voluntária, na qual
2. um serviço ambiental bem definido (ou um uso da terra que possa assegurar este serviço)
3. é comprado por (no mínimo um) comprador de serviço ambiental
4. de (no mínimo um) provedor de serviço ambiental
5. se, e somente se, o provedor do serviço ambiental garanta a provisão deste serviço ambiental (condicionalidade). (WUNDER, 2005, tradução nossa)

Desta forma, o PSA vem como uma fonte de renda alternativa para os proprietários rurais considerarem a prestação de serviços ambientais na tomada de decisão sobre o uso da terra, assegurando o desenvolvimento sustentável e, dentre outros benefícios, a disponibilidade de água em qualidade e quantidade.

Em Minas Gerais, em âmbito estadual, o pagamento por serviços ambientais é realizado por meio do Programa Bolsa Verde, no qual o incentivo financeiro é concedido aos proprietários e posseiros rurais que preservem a vegetação de origem nativa, sendo proporcional à dimensão da área conservada e, nas áreas na Mata Atlântica, especificamente naquelas em estágio médio ou avançado de regeneração.

## 2. DISCUSSÃO

O Programa Bolsa Verde foi instituído pela Lei 17.727, de 13 de agosto de 2008, e regulamentado pelo Decreto 45.113, de 05 de junho de 2009, sendo sua gestão de responsabilidade do Instituto Estadual de Florestas (IEF).

Foram abertos dois editais, em 2010 e 2011, tendo sido cadastrados 2.696 benefícios, abrangendo uma área de 91.563,5874 hectares, sendo que os três biomas presentes no estado de Minas Gerais, Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, têm parte de suas áreas preservadas por meio do programa.

Alguns beneficiários são considerados prioritários para pagamento, sendo os agricultores familiares, os produtores rurais cuja propriedade ou posse tenha área de até 4 módulos fiscais e os produtores rurais cujas propriedades estejam localizadas no interior de Unidades de Conservação, sujeitas a desapropriação e em situação de pendência na regularização fundiária.

Ao estabelecer essas prioridades, o programa buscou atender também o aspecto social, enfatizando beneficiários em situação econômica e social vulnerável, tendo sido observado, durante a gestão do programa, que esse benefício abrangeu aqueles situados em assentamento de reforma agrária e povos indígenas.

O Instituto de Pesquisa Econômica (IPEA) e a The Nature Conservancy (TNC) realizaram um estudo com o intuito de levantar os custos envolvidos em projetos de restauração, de acordo com as diversas técnicas utilizadas nos biomas brasileiros (BENINI & ADEODATO, 2017). Uma média das técnicas mais utilizadas nos 3 biomas onde o Programa Bolsa Verde atua demonstra um custo de, aproximadamente, R\$ 12.370,00/ha para se realizar a restauração da vegetação nativa (BENINI & ADEODATO, 2017). Analisando o levantamento dessas despesas no Programa Conservador das Águas, na microbacia de Posses, levantados por Kfoury e Favero (2011), pode-se constatar um valor de R\$ 88,74/ha.ano. Somando-se esse valor com o benefício pago pelo Programa Bolsa Verde de R\$ 200,00/ha.ano, em cinco parcelas anuais, definido em 2010, à época de abertura do 1º edital, pode-se concluir que conceder o incentivo financeiro à proprietários e/

ou posseiros rurais, para que estes preservem a vegetação nativa, ainda é mais barato do que recuperar a área. Até o momento, o recurso repassado aos beneficiários no âmbito do Programa soma R\$ 30.899.195,55.

Se considerarmos os ganhos diretos e indiretos com a preservação, a vantagem de um programa de PSA será ainda maior, visto que as áreas de vegetação nativa cadastradas no programa envolvem matas ciliares, topo de morro, encostas, entre outras áreas de preservação permanente, as quais têm importante papel na manutenção da qualidade e quantidade de água.

Algumas dificuldades foram enfrentadas durante a gestão do Bolsa Verde, devido à diversidade de situações que surgem com o significativo número de benefícios e de área cadastrada. A ausência de um sistema de gestão de informação gera eventuais inconsistências nos dados e maior dispêndio de tempo e recursos humanos, o que reduz a celeridade nas respostas e a transparência do programa, além de dificultar a tomada de decisão e a análise da sua efetividade. Também por ser a primeira experiência do Estado com uma iniciativa de Pagamento por Serviços Ambientais de âmbito estadual, durante sua gestão houve intercorrências para as quais não havia procedimentos definidos, o que retardou a resolução de algumas questões. Outro ponto que merece destaque é que em alguns períodos no decorrer da implementação do Programa houve interrupção no repasse financeiro para pagamento dos benefícios.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se, durante a gestão do Programa Bolsa Verde, por meio de comunicação com beneficiários, seja em revistorias ou em conversas telefônicas, que diversos proprietários e posseiros rurais não só consideraram mais interessante obter renda com a floresta em pé, como utilizaram os recursos obtidos com o benefício para aumentar a proteção da área destinada ao programa, seguindo as recomendações repassadas nas visitas técnicas do IEF, realizando a implantação de cercas e manutenção de aceiros.

Mesmo sem efetuar o pagamento pelos serviços ambientais prestados aos beneficiários por três anos, houve uma baixa taxa de desistência e de intervenção nas áreas cadastradas no programa Bolsa Verde, representando, aproximadamente, 4% da área total, provavelmente, porque parte dos beneficiários perceberam que é possível ter retorno financeiro com a conservação ambiental.

A última parcela do 2º edital (2011) do Programa encerrar-se-á em 2018, não havendo, até o momento, previsão de abertura de novos editais, o que acarreta cobranças diárias para tanto, por parte, principalmente, dos beneficiários, demonstrando a importância social e ambiental do Bolsa Verde.

Quando do lançamento de novos editais, as lições aprendidas com a gestão daqueles abertos em 2010 e 2011 permitirão uma atuação em áreas prioritárias e um acompanhamento mais eficiente das áreas objeto de preservação, além de uma comunicação mais célere com os beneficiários.

### REFERÊNCIAS

BENINI, Rubens de Miranda; ADEODATO, Sérgio (Org.). **Economia da restauração florestal**. São Paulo: The Nature Conservancy, 2017. 136 p. Disponível em: <<https://www.nature.org/media/brasil/economia-da-restauracao-florestal-brasil.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

GUEDES, Fátima Becker; SEEHUSEN, Susan Edda (Org.). **Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. 42. ed. Brasília: MMA, 2011. 272 p. (Biodiversidade). Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/202/\\_arquivos/psa\\_na\\_mata\\_atlantica\\_](http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_)

licos\_aprendidas\_e\_desafios\_202.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.

KFOURI, Adriana; FAVERO, Fabiana. **Projeto conservador das águas passo a passo**: uma descrição didática sobre o desenvolvimento da primeira experiência de pagamento por uma Prefeitura Municipal no Brasil. Brasília: The Nature Conservancy do Brasil, 2011. 60 p. (Água, Clima e Floresta). Disponível em: <[http://www.dokuwiki.lcf.esalq.usp.br/mwg-nternal/de5fs23hu73ds/progress?id=5fuhN50ylmzFguR0Ksx89\\_Hf4dCH734P0B43L6luVs4,&dl;](http://www.dokuwiki.lcf.esalq.usp.br/mwg-nternal/de5fs23hu73ds/progress?id=5fuhN50ylmzFguR0Ksx89_Hf4dCH734P0B43L6luVs4,&dl;)>. Acesso em: 23 jan. 2018.

TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrópica**, v. 10, n. 4, p.68-69, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn01110042010>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

WUNDER, Sven. **Payments for environmental services**: Some nuts and bolts. 42. ed. Jakarta: Center For International Forestry Research, 2005. (Occasional Paper). Disponível em: <[https://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-42.pdf](https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2018.

# TERRITÓRIO SUSTENTÁVEL DO RIBEIRÃO DO BOI

Narlíane Martins<sup>1</sup>  
Amanda de Andrade<sup>2</sup>

## RESUMO

O Projeto Território Sustentável do Ribeirão do Boi é inovador na busca do desenvolvimento rural sustentável na Bacia do Rio Doce. Seu planejamento foi feito através do Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP) e suas ações buscam sinergia entre a recuperação da cobertura florestal, a produtividade das pastagens e das lavouras e a governança territorial, através do empoderamento de atores locais com base em dados robustos e análises técnico-científicas. Através de um novo modelo de desenvolvimento para a bacia, será possível garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade a médio e longo prazo.

Palavras-chave: Rio Doce. Governança. Desenvolvimento. ZAP. CAR. URT.

## 1. INTRODUÇÃO

O Território Sustentável do Ribeirão do Boi é um projeto que buscou catalisar e integrar ações sociais, ambientais e econômicas para o desenvolvimento sustentável de uma microbacia na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Ele foi inovador na busca do desenvolvimento rural sustentável, através da promoção das melhores práticas para adequação ambiental e produtiva do território, com o engajamento das comunidades locais e gestão compartilhada.

A sistematização de informações sobre o território, a capacitação e empoderamento dos atores e a formação de uma rede de parceiros foram etapas necessárias para a elaboração e execução de projetos e programas estruturantes. Esta articulação, de geometria variável, se projetou em seguida na direção de uma governança territorial.

No contexto atual da Bacia do Rio Doce, após o rompimento da barragem de Fundão, esse modelo de desenvolvimento sustentável e comunitário se torna ainda mais relevante, empoderando as pessoas da bacia, promovendo o planejamento territorial e resultando em maior resiliência ambiental e produtiva. Este resumo apresenta as principais etapas de planejamento territorial e da paisagem voltado para a adequação ambiental e produtiva da microbacia do Ribeirão do Boi.

## 2. PLANO DE ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E PRODUTIVA DA BACIA

O plano de adequação ambiental e produtiva da sub-bacia do Ribeirão do Boi foi construído pela equipe do IBIO em parceria com diversas instituições públicas (ex: Embrapa, Emater, IEF, Prefeituras) e privadas (ex: Fiemg, Sebrae, Cenibra, rede Doctum) e contribuições diretas dos produtores rurais da bacia. O projeto foi patrocinado pela Usiminas entre 2011 e 2015 e contou com o apoio do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Caratinga.

### 2.1. Zoneamento Ambiental e Produtivo

A primeira etapa do planejamento foi a delimitação do território com uma área total de 35 mil hectares, compreendendo parte de quatro municípios mineiros: Vargem Alegre, Entre Folhas, Caratinga e Bom Jesus do Galho.

<sup>1</sup> Bióloga, Instituto BioAtlântica, narliane@ibio.org.br

<sup>2</sup> Mestre em Ecologia e Recursos Naturais, Instituto BioAtlântica, amanda@ibio.org.br

Em seguida, prosseguiu-se ao desenvolvimento do Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP), em alinhamento com as diretrizes Decreto de Estadual nº 46650 (2014) que institui o ZAP como ferramenta de planejamento para o desenvolvimento sustentável de bacias hidrográficas. A análise do ZAP é feita através da sobreposição de camadas de informações geográficas, a saber: uso e ocupação do solo (UOS), disponibilidade hídrica e unidades de paisagem.

A classificação do USO do território foi mapeada com base em imagens de alta resolução e trabalho de campo (Figura 1). Ela revelou que 35% da bacia é usada para pasto, 12% para silvicultura, 9% é coberta por áreas alagadas e 25% da área é coberta por fragmentos de floresta atlântica semidecidual em estados intermediários e avançados e regeneração.

A análise da disponibilidade hídrica foi feita através de dados oficiais fornecidos pelo Igam. Ela indicou 347 trechos de curso de água na bacia, nove com demanda por uso consuntivo, dos quais dois, localizados na sub-bacia do Córrego Entre Folhas, apresentavam déficit hídrico, onde a demanda pelo uso da água é maior que sua oferta. Ambos trechos apresentavam potencial para regularização de vazão.

O mapeamento das Unidades de Paisagem foi feito em parceria com a Emater e revelou seis unidades de paisagem na bacia sendo os terraços, as vertentes convexas e as planícies fluviais as mais representativas em termos de área.

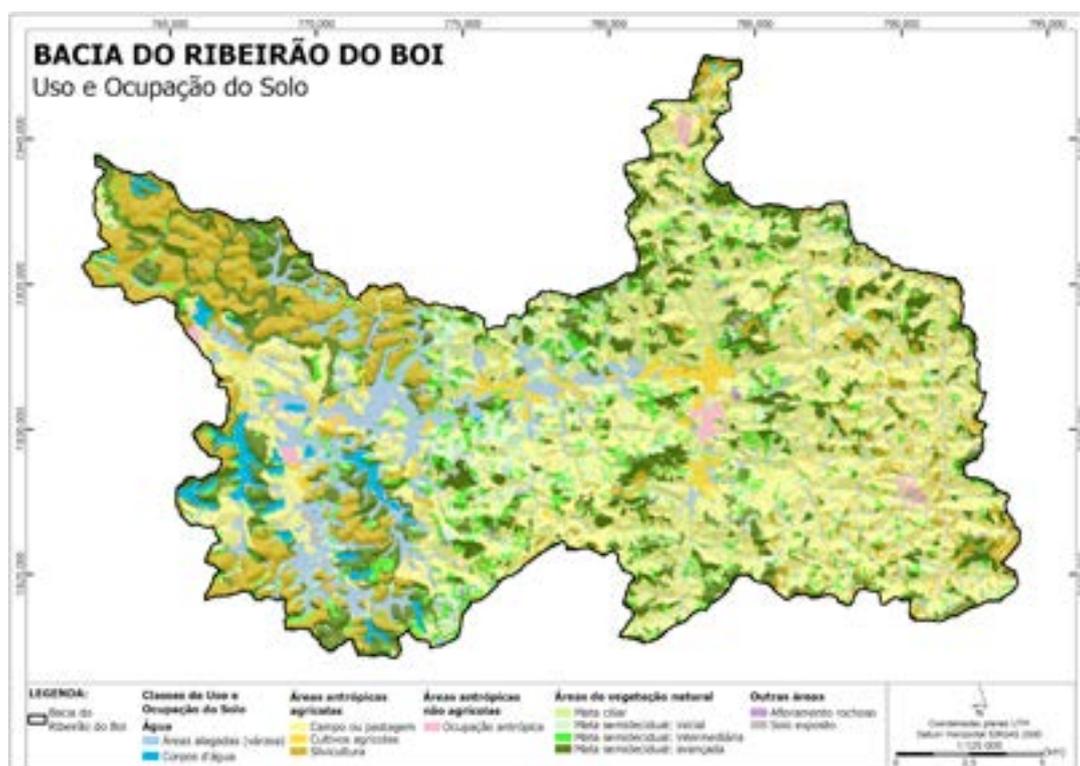


Figura 1 - Classificação de Uso e Ocupação do Solo da sub-bacia do Ribeirão do Boi.

## 2.2. Planejamento estratégico compartilhado

A análise conjunta e sobreposta dos dados levantados no ZAP resultou no potencial de adequação ambiental e produtivo do território. A microbacia apresentou 1.268ha de APP hídrica a ser recuperada, cerca de 3.000ha com potencial para agricultura irrigada e 4.500ha viáveis para expansão e diversificação da lavoura. A sub-bacia do Córrego de Entre-Folhas foi apontada como área prioritária para adequação devido ao déficit hídrico identificado. O ZAP também recomendou investimentos em infraestrutura de reservação de água para regularização da vazão; Pagamento

por Serviços Ambientais (PSA) para conservação e recuperação de fragmentos florestais; recuperação de pastagens degradadas; aquicultura e agro-ecoturismo.

Paralelamente, devido à clara sinergia entre as agendas ambientais e produtivas na bacia, o processo de governança foi valorizado através da participação dos produtores rurais locais que foram mobilizados e consultados em ações denominadas “Prosa do produtor” e “Porteiras do Boi”.

Durante a “Prosa do produtor”, foram promovidas reuniões para discutir as demandas e perspectivas dos proprietários rurais sobre o território. Foi conduzida uma análise SWOT, construindo uma visão coletiva do cenário atual, cenário futuro desejado e cenário futuro provável para o Agronegócio no Ribeirão do Boi em 2020. Em um segundo momento, inspirado pelo diagnóstico rural participativo desenvolvido pelo MDA e amplamente difundido para a autodeterminação de comunidades rurais, foram construídos seis mapas sociais, dois mapas de cadeias produtivas e ainda um levantamento do perfil (social, econômico, ambiental e cultural) das propriedades rurais do território através da amostragem de 106 propriedades e realização de seis reuniões geograficamente distribuídas no território.

Essa amostragem foi então ampliada através da ação “Porteiras do Boi – da cabeceira ao Doce” onde estudantes da rede pública local, devidamente treinados pela equipe do IBIO visitavam as propriedades rurais para coleta de informações primárias. Com essa estratégia, foram amostradas 222 propriedades. Cerca de 360 produtores foram mobilizados e 165 alunos do ensino médio capacitados em percepção do contexto rural e coleta primária de informações de informações.

### 2.3. CAR e Unidades de Referência Tecnológica

A promoção de um modelo de desenvolvimento voltado para a adequação ambiental e produtiva no território do Ribeirão do Boi teve início a partir da regularização das propriedades perante o novo código florestal e a realização do Cadastro Ambiental Rural-CAR de imóveis rurais em parceria com o IEF e Prefeitura de Entre Folhas. No total, 116 imóveis rurais foram cadastrados em 31 dias de balcão de atendimento, somando 9.441ha mapeados e classificados oficialmente.

Uma Unidade de Referência Tecnológica em sistema de integração lavoura-Pecuária-Floresta (URT- iLPF) foi instalada em parceria com Embrapa, IEF e EMATER com o objetivo de realizar a transferência desta tecnologia para adequação territorial. O sistema iLPF compõe uma alternativa de pecuária mais sustentável ao proporcionar a proteção do solo, reservação da água, sustentabilidade à cadeia produtiva, aumento da rentabilidade e produtividade de propriedades rurais. Por ser uma unidade demonstrativa de um modelo de desenvolvimento rural sustentável, diversas atividades de capacitação e Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) ainda foram conduzidas ao longo da implantação como workshops, dias de campo e encontros temáticos. O monitoramento da unidade é feito através dos Indicadores de Sustentabilidade de Agroecossistemas (ISA).

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na Bacia do Ribeirão do Boi, as adequações ambiental e produtiva são sinérgicas e interdependentes devido ao perfil e à cultura da região. A garantia da disponibilidade de água, em qualidade e quantidade necessárias para suprir as demandas, deverá passar pela transformação do modelo de desenvolvimento rural adotado na região. Para tal, planejamento ao nível de paisagem é essencial, assim como o envolvimento dos proprietários rurais na governança regional.

Em busca de soluções concretas, este estudo aponta a vulnerabilidade a eventos climáticos desfavoráveis, especialmente relacionado à seca, em algumas áreas da micro-bacia. Ao mesmo tempo, aponta soluções baseadas na natureza como forma de mitigação dos riscos associados, como o desenvolvimento de cadeias agrícolas que promovam práticas sustentáveis e a proteção e recuperação de áreas ripárias, apontando as prioridades identificadas na região. Como contraponto, a reservação de água é apontada como solução complementar ao desafio do déficit hídrico apresentado.

Fica claro, pelo estudo, o comprometimento dos produtores locais na recuperação ambiental e produtiva da reunião, notadamente pela grande adesão ao programa Ribeirão do Boi. O caminho de construção de uma microbacia sustentável deverá contemplar instrumentos que agreguem e satisfaçam sua população, como o Pagamento por Serviços Ambientais e a diversificação de atividades relacionadas à natureza, como o Ecoturismo. Nesse sentido, o presente estudo se apresenta como referência técnica para a elaboração do Plano de Ação para a microbacia.

# UTILIZAÇÃO DE ÍNDICE DE INTEGRIDADE ECOLÓGICA PARA CLASSIFICAR A QUALIDADE DE AMBIENTES AQUÁTICOS DE MINAS GERAIS

Helena Lúcia Menezes Ferreira<sup>1</sup>  
Márcia Couto de Melo<sup>2</sup>  
Mariana d'Ávila Fonseca Paiva de Paula Freitas<sup>3</sup>  
Sylvia Therese Meyer Ribeiro<sup>4</sup>  
Mônica de Cássia Souza Campos<sup>5</sup>  
Glaysimara Aparecida Felipe<sup>6</sup>  
Karina Cristiane Alves<sup>7</sup>  
Aylton Carlos Soares<sup>8</sup>  
Pedro Fialho Cordeiro<sup>9</sup>  
Marcela David de Carvalho<sup>10</sup>  
Enio Marcus Brandão Fonseca<sup>11</sup>

## RESUMO

Avaliou-se a qualidade ecológica de reservatórios de produção de energia elétrica e suas bacias de drenagem em Minas Gerais, com base no desenvolvimento e adequação de um índice de integridade ecológica. A metodologia baseou-se em uma visão integradora dos ambientes lóticos e lóticos represados, em diferenciadas escalas considerando as ecorregiões aquáticas e a tipificação dos ambientes aquáticos de Minas Gerais, e a validação desta tipificação, por meio do adensamento dos estudos nos reservatórios Cajuru, Peti e Rio de Pedras e segmentos fluviais da bacia de contribuição. Para tanto, utilizou-se do conceito de integridade ecológica em seus três pilares: as condições ecohidromorfológicas do habitat, as condições físico-químicas das águas e sedimentos e das comunidades aquáticas (indicadores biológicos), para estabelecer e representar espacialmente os níveis de qualidade ecológica desses ambientes aquáticos. O trabalho representa uma contribuição ao aprimoramento de metodologias aplicáveis à gestão de ambientes aquáticos continentais e avanços no cumprimento do disposto na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 001/2008.

Palavras-chave: Integridade ecológica. Qualidade ambiente aquático. Reservatórios Cajuru, Peti e Rio de Pedras. Ecorregiões aquáticas.

## 1. INTRODUÇÃO

A partir do início deste século, vários países adotaram nova diretriz para a gestão dos recursos hídricos fundamentada em uma visão muito além da qualidade das águas, concentrando-se na classificação da qualidade ecológica do ambiente aquático, com interação entre os processos geomórficos, sedimentológicos, de qualidade físico-química e biológica das águas e sedimentos que se complementam e se reforçam, para disponibilizarem dados e informações mais completas para maior compreensão sobre a capacidade de suporte dos ambientes aquáticos aos impactos antropogênicos e a proposição e implantação de ações de manejo e restauração desses ambientes.

<sup>1</sup> Bióloga, CIT - ISTMA, hlmenezes@fiemg.com.br

<sup>2</sup> Geógrafa, CIT - ISTMA, marcouto50@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental, CIT - ISTMA, mdfreitas@fiemg.com.br

<sup>4</sup> Bióloga, CIT - ISTMA, smeyer@fiemg.com.br

<sup>5</sup> Bióloga, CIT - ISTMA, mosouza@fiemg.com.br

<sup>6</sup> Bióloga, CIT - ISTMA, mara.felipe@fiemg.com.br

<sup>7</sup> Bióloga, CIT - ISTMA, kcristiane@fiemg.com.br

<sup>8</sup> Biólogo, CIT - ISTMA, aysoares@fiemg.com.br

<sup>9</sup> Engenheiro Ambiental, CIT - ISTMA, pcordeiro@fiemg.com.br

<sup>10</sup> Bióloga, CEMIG, marcela.david@cemig.com.br

<sup>11</sup> Engenheiro Florestal, enio@cemig.com.br

Nesse cenário, alinha-se a Diretriz Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 001/2008 que amplia os processos adotados na avaliação e monitoramento dos corpos de água inovando-as com tecnologias de apoio ao gerenciamento dos recursos hídricos e os enfoques no trato dos problemas associados aos usos desses recursos. Mais do que uma visão antropocêntrica do uso das águas, a nova diretriz busca uma percepção holística do ambiente aquático.

O Centro de Inovação e Tecnologia (CIT) SENAI FIEMG – Instituto SENAI de Tecnologia em Meio Ambiente (ISTMA) realizou o projeto “Utilização de Índice de Integridade Ecológica para Classificar a Qualidade de Ambientes Aquáticos de Minas Gerais” (FERREIRA, et al. 2017), financiado pela FAPEMIG, CEMIG GT e ANEEL, com o objetivo de avaliar a qualidade ecológica de reservatórios de produção de energia elétrica e de suas bacias de drenagem em Minas Gerais, pelo desenvolvimento e adequação de um índice de integridade ecológica.

Os estudos abrangeram três níveis de escala (ampla, mesoescala e de detalhe) que se interconectam, permitindo a integração de dados de fontes e resoluções diversas.

A escala ampla abrangeu a tipificação de segmentos fluviais das ecorregiões aquáticas do estado de Minas Gerais, com base na integração de informações do substrato rochoso e da altimetria dos terrenos. Na tipificação dos reservatórios, avaliaram-se 19 ambientes indicados pela CEMIG, por meio de métodos da estatística multivariada (*cluster*) das variáveis morfométricas: fator de envolvimento, variação do nível de água, tempo de residência, altitude, idade, temperatura do ar, área, profundidade, volume e desenvolvimento de perímetro.

Para os estudos em mesoescala e temáticos *in situ* foram consideradas três áreas piloto, os reservatórios de Cajuru, Peti e Rio de Pedras, bem como as águas lóticicas de suas bacias de contribuição, em conjunto correspondem a 3.630,47 km<sup>2</sup> ou 0,62 % da área do Estado.

Em escala de detalhe caracterizou-se e avaliou-se os componentes abióticos e bióticos que compõem o conceito de integridade ecológica dos ambientes aquáticos (Figura 1). Os estudos ocorreram no período seco de 2013 e 2014, em 42 sítios fluviais, representativos de diferentes tipos de cursos de água, e no período seco e chuvoso de 2014, em 25 sítios litorâneos e 20 sítios nas regiões limnética e bentônica dos três reservatórios referenciados.



Figura 1 - Vertentes de avaliação da integridade ecológica dos ambientes aquáticos em escala de detalhe

A avaliação da Integridade Ecológica (IIE) fundamentou-se no método multimétrico proposto por Karr e Chu (1999), Barbour et al. (1999) e AQEM (2002). Incluiu a identificação e caracterização das condições de referência a partir da seleção e calibração de métricas da vegetação, fitoplâncton, fitoperifíton, zooplâncton, zooperifíton e macroinvertebrados aquáticos, avaliando-se as respostas dessas comunidades biológicas (Índice de Integridade da Biocenose - IIB) ao gradiente de distúrbio. O desvio das respostas desses bioindicadores e de indicadores abióticos (Índice de Estado Trófico

– IET; presença ou ausência de toxicidade de metais na água e no sedimento; Índice da Qualidade do Habitat - IQH e Índice da Qualidade da Água – IQA, apenas para os sítios fluviais), em relação à condição de referência, norteou a avaliação e classificação da qualidade ecológica dos ambientes aquáticos, em níveis distintos de modificação.

## 2. TIPIFICAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUAS

A tipificação agrupou segmentos fluviais com características hidromorfológicas relativamente homogêneas, identificando-se 21 tipos de massas de águas lóticicas (Figura 2a) e sete grupos de reservatórios (Figura 2b) entre os 19 avaliados (1: Grandes Reservatórios em volume e área; 2: Reservatórios médios; 3: Reservatórios pequenos, em altitudes mais elevadas e com menor variação do nível; 4, 5 e 6: representados por apenas um reservatório cada; 7: menores reservatórios em área e volume, assim como menor tempo de residência - fio d'água).

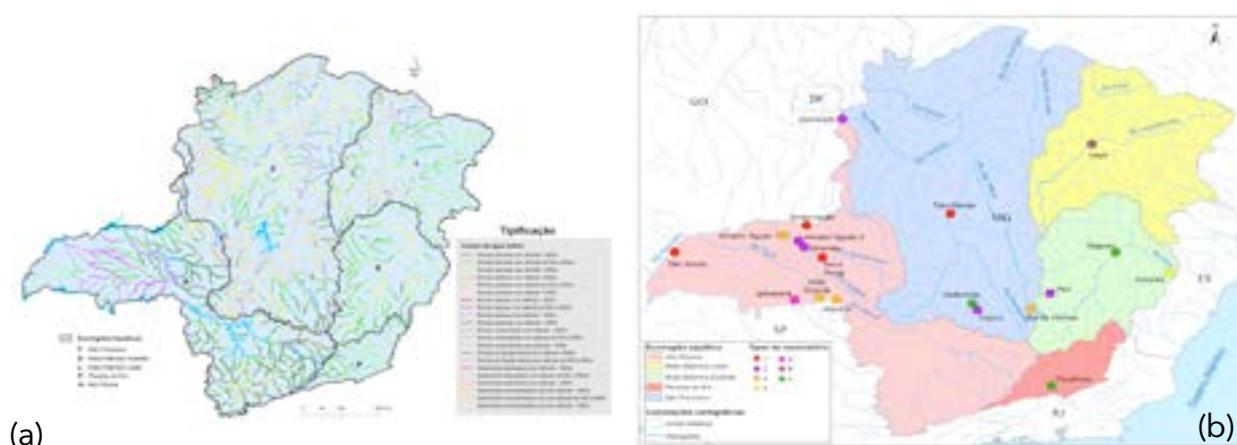


Figura 2 – Tipificação dos ambientes aquáticos em Minas Gerais: (a) ambientes lóticicos (b) ambientes lóticicos represados

Dos 21 tipos fluviais, predominam no Estado os que drenam sobre rochas silicosas e em altitudes maiores que 800 metros. Com a agregação de atributos em mesoescala, nas três áreas piloto foram identificados 24 tipos. Desse total, predominam as rochas silicosas acima de 800m com baixa declividade, em canal sinuoso e vale aberto, seguido do tipo lóticico sobre sedimentos inconsolidados entre 500 e 800m de altitude, com baixa declividade, em canal sinuoso e vale aberto.

## 3. INTEGRIDADE ECOLÓGICA DOS AMBIENTES AQUÁTICOS

Na ecorregião São Francisco, o reservatório Cajuru (Figura 3) evidenciou a pior condição de integridade ecológica, com predomínio de sítios na classe regular, comparativamente ao de Rio de Pedras cuja qualidade foi excelente em alguns sítios, porém declinando ao se considerar as condições de trofia e a presença de elementos traços, em outras situações.



Figura 3 - Integridade ecológica do reservatório Cajuru e de segmentos fluviais da bacia de contribuição, MG, 2017.

O reservatório Peti (ecorregião Mata Atlântica Sudeste), com maior variabilidade no estado ecológico (de excelente a ruim), teve na trofia das águas (regular na maioria dos sítios litorâneos) o fator de declínio, somada a presença de elementos traços acima dos limites legais, nas águas ou nos sedimentos (com menor frequência), em particular na porção mais a montante e próxima à influência de efluentes urbanos e industriais.

#### 4. CONCLUSÕES

As diferenciações entre os sítios de referência foram expressas pela biota para alguns dos critérios propostos para a tipificação dos ambientes lóticos. O reduzido número de sítios de referência, oriundos de uma pequena área geográfica, torna a validação da tipificação proposta ainda não conclusa. Os avanços advindos com o desenvolvimento do projeto demonstram a aplicabilidade de tecnologia sinérgica para inovar a gestão dos ambientes aquáticos em consonância com a responsabilidade ambiental da Cemig, do setor energético e da sociedade, direcionando a continuidade de estudos nessa linha de pesquisa, com a finalidade de ampliar a base de dados e consolidar a validação da tipificação dos ambientes aquáticos em Minas Gerais.

#### REFERÊNCIAS

AQEM - ASSESSMENT SYSTEM FOR THE ECOLOGICAL QUALITY OF STREAMS AND RIVERS THROUGHOUT EUROPE USING BENTHIC MACROINVERTEBRATE. **Manual for the application of the AQEM System:** a comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the water framework directive, version 1.0, February 2002. Version 1.0. [www.aqem.de](http://www.aqem.de).

BARBOUR, M. T. et al. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers:** periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. 2. ed. EPA 841-B-99-002. Washington: DC Environmental Protection Agency, 1999.

FERREIRA, H .L. M. et al. **Ambientes aquáticos em Minas Gerais**: qualidade ecológica. Belo Horizonte: Centro de Inovação e Tecnologia SENAI. 2017. 155 p. Disponível em: <<https://goo.gl/P6hVkt>>.

KARR, J. R.; CHU, E. W. **Restoring Life in Running Waters Better Biological Monitoring**. Washington, D.C Island Press. 1999. 206 p.

MINAS GERAIS. Conselho de Política Ambiental (COPAM). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário do Executivo "Minas Gerais"**, 13 maio 2008.

# UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Sílvia Corrêa Oliveira<sup>1</sup>  
Carolina Cristiane Pinto<sup>2</sup>  
Ana Luiza Cunha Soares<sup>3</sup>

## RESUMO

Vários métodos estatísticos são usualmente adotados para avaliação e interpretação de dados de qualidade da água, visando extrair o máximo de informações possível da grande e complexa matriz de dados gerada por programas de monitoramento. Neste estudo, foram avaliados dados do programa de monitoramento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), na porção mineira da bacia do rio São Francisco, Minas Gerais. A partir das inúmeras análises estatísticas efetuadas, foi possível confirmar a maior degradação das sub-bacias SF5 (rio das Velhas), SF3 (rio Paraopeba) e SF2 (rio Pará), localizadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte, tendo como critério de decisão 36 parâmetros de qualidade de água.

Palavras-chave: Técnicas estatísticas, Qualidade das águas, Bacia do rio São Francisco.

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas naturais são fortemente dependentes da presença de água em quantidade e qualidade adequadas, o que torna o monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais fatores de extrema importância para a gestão eficiente dos recursos hídricos. (ANA, 2017). O acompanhamento sistemático e periódico da condição dos recursos hídricos permite planejar intervenções para melhorias, identificar lançamentos clandestinos, subsidiar a fiscalização, o licenciamento ambiental e a formulação de políticas ambientais (FINOTTI *et al.*, 2009). No entanto, o monitoramento de corpos d'água por longos períodos e em várias estações de amostragem produz um banco de dados complexo e extenso, dificultando a análise e interpretação das informações.

Técnicas estatísticas são uma excelente ferramenta exploratória para a interpretação desses complexos conjuntos de informações e são comumente utilizadas para avaliar a qualidade das águas. Diversos trabalhos empregaram algumas dessas técnicas (testes não paramétricos, análise de tendência e técnicas multivariadas) para alcançar diferentes objetivos. Os resultados fornecem uma interpretação mais direta dos dados, bem como as prioridades para as ações de melhoria da qualidade da água necessárias para o controle da poluição nas águas superficiais (MOHAMED *et al.*, 2015).

<sup>1</sup> Engenheira eletricitista, MSc. e PhD em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Professora Associada do Depto. Eng. Sanitária e Ambiental (DESA) – UFMG. [silvia@desa.ufmg.br](mailto:silvia@desa.ufmg.br)

<sup>2</sup> Engenheira Química pela Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ). MSc. em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam). [carol-cp@ufmg.br](mailto:carol-cp@ufmg.br)

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental pela Universidade FUMEC. MSc. e doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. [analulucunha@ufmg.br](mailto:analulucunha@ufmg.br)

Dessa forma, o objetivo deste estudo é apresentar as técnicas estatísticas usualmente utilizadas para a avaliação da qualidade das águas e quais os resultados possíveis de serem obtidos. É apresentado um estudo de caso com a análise dos dados de qualidade da água obtidos no programa de monitoramento executado pelo Igam, na porção mineira da bacia do rio São Francisco, Minas Gerais.

## 2. METODOLOGIA

Os bancos de dados de monitoramento de qualidade das águas devem ser preparados cuidadosamente para a minimização de erros nos resultados do tratamento estatístico dos dados (OLIVEIRA *et al.*, 2017), já que podem apresentar inconsistências, além da presença de *outliers*, de dados censurados e de dados faltantes. O Quadro 1 apresenta algumas técnicas estatísticas que são usualmente aplicadas na avaliação da qualidade das águas.

Quadro 1 - Técnicas estatísticas e suas aplicações na avaliação da qualidade das águas

<b>Técnica estatística</b>	<b>Aplicação na avaliação da qualidade das águas</b>
Teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (KW)	Identificar diferenças significativas entre as concentrações dos parâmetros de qualidade da água entre bacias hidrográficas e/ou estações de monitoramento.
Multivariada: Análise de Cluster (AC)	Avaliar a similaridade das bacias hidrográficas e/ou estações de monitoramento em função das concentrações dos parâmetros de qualidade da água mensurados.
Multivariada: Análise de Componentes Principais e Análise Fatorial (ACP/AF)	Identificar quais os principais parâmetros responsáveis por explicar a maior variabilidade da qualidade da água e as diferentes fontes de poluição atuantes em cada grupo formado pela AC.
Multivariada: Análise Discriminante (AD)	Agrupar amostras que compartilham de propriedades comuns.
Análise de tendência Mann-Kendall/Sazonal de Mann-Kendall	Verificar tendências de elevação, redução ou ausência de tendência dos parâmetros de qualidade das águas.

Fonte: Gilbert (1987); Helsel & Hirsch (1992); Hair *et al.*, (2009).

## 3. ESTUDO DE CASO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO

A Região Hidrográfica (RH) São Francisco possui aproximadamente 638.466 km<sup>2</sup> de área (7,5% do território nacional), abrangendo sete Unidades da Federação: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás, e Distrito Federal (ANA, 2015). Várias redes estaduais realizam o monitoramento sistemático da qualidade de suas águas, devido à sua extensão e abrangência no território nacional, mas o número de estações é bastante variado, sendo maior no estado de Minas Gerais (316 pontos de amostragem). A porção mineira da bacia é dividida em dez Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs), conforme apresentado na Tabela 1, que mostra também as principais características de cada UPGRH, incluindo número de estações de monitoramento de qualidade das águas superficiais, população e área. A Figura 1 ilustra a localização das UPGRHs na porção mineira da Bacia.

Após a organização e padronização do banco de dados, foram aplicadas técnicas para comparação da qualidade da água das sub-bacias e identificação da mais impactada. A Figura 2 apresenta o resultado da Análise de Cluster (AC), com ligação completa, onde é possível visualizar o agrupamento das UPGRHs que apresentaram maior similaridade entre si, considerando as medianas de 36 parâmetros.

Tabela 1 - Principais características de cada UPGRH da bacia do rio São Francisco

UPGRH	Nº Estações de monitoramento	População (hab.)	Área (km <sup>2</sup> )
SF1 – Afluentes do Alto São Francisco	7	227.893	14.155,09
SF2 – Rio Pará	29	766.756	12.233,06
SF3 – Rio Paraopeba	33	1.123.881	12.054,25
SF4 – Entorno da represa de Três Marias	18	171.763	18.654,66
SF5 – Rio das Velhas	118	4.569.544	27.857,05
SF6 – Rios Jequitaiá e Pacuí	9	273.517	25.045,45
SF7 – Rio Paracatu	30	281.803	41.371,71
SF8 – Rio Urucuia	13	89,575	25.032,53
SF9 – Rios Pandeiros e Calindó	23	272.592	31.150,94
SF10 – Rio Verde Grande	22	731.754	27.003,52

AUPGRHSF5, sub-bacia do rio das Velhas, comprovadamente muito impactada, possui características que a distingue das demais, como alta densidade populacional e elevado nível de industrialização (IGAM, 2010; POMPEU *et al.*, 2005; TRINDADE *et al.*, 2017), e aparece completamente isolada das demais, assim como a Unidade SF10 (sub-bacia do rio Verde Grande), mais preservada. Os agrupamentos 4 (SF1, SF2, SF3 e SF4) e 3 (SF6, SF7, SF8 e SF9) são condizentes com a localização das sub-bacias, refletindo também a sua proximidade geográfica.



Figura 1 - Localização das UPGRHs da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco no estado de Minas Gerais.  
Fonte: TRINDADE, 2013

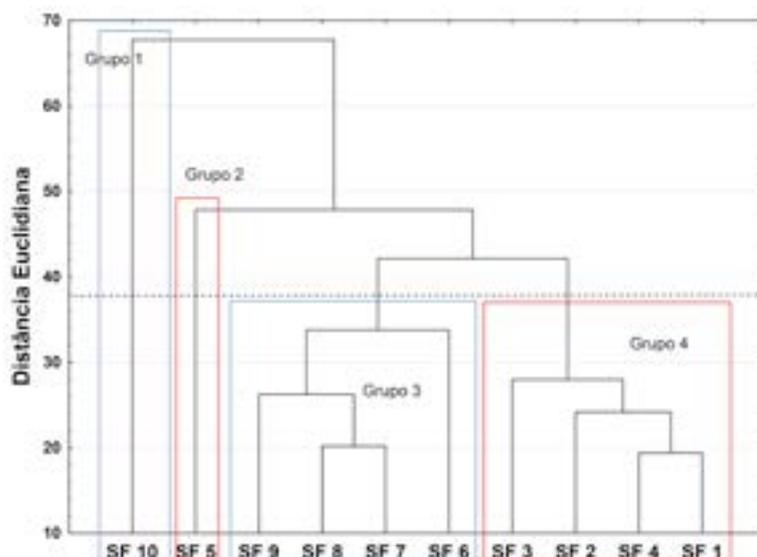


Figura 2 - Dendrograma da Análise de Cluster para o banco de dados de medianas do período de 2008 a 2017: 188 estações, 10 anos de série histórica e 36 parâmetros.

O teste de Kruskal-Wallis foi empregado para comparar, individualmente, 36 parâmetros de qualidade em cada uma das dez sub-bacias, utilizando os dados brutos. Quando os resultados eram significativamente diferentes entre si, ao nível de significância (α) de 5%, eram empregados os testes de comparações múltiplas. A Figura 3 apresenta, a título de exemplificação, a comparação das UGRHs em relação aos dados do indicador microbiológico de contaminação fecal.

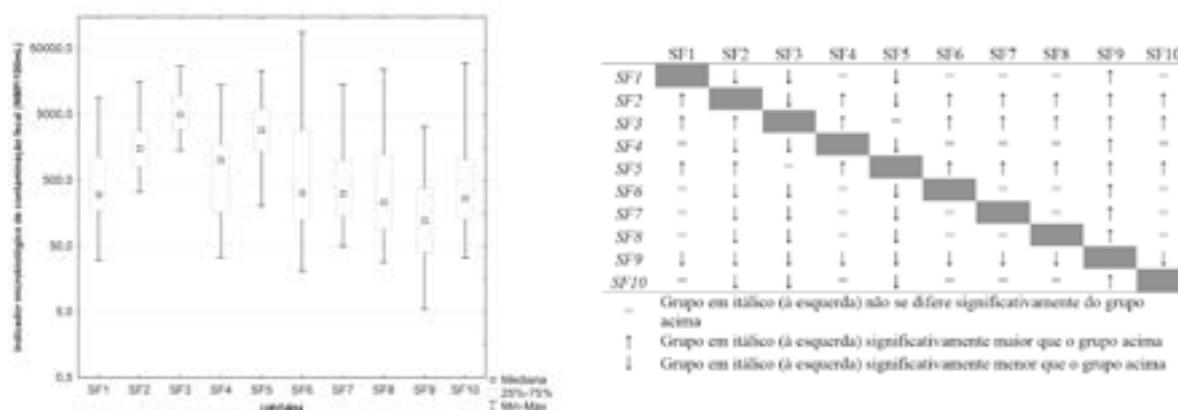


Figura 3 - Box-plot das concentrações do indicador microbiológico de contaminação fecal e resultados do teste de comparações múltiplas, considerando as 10 UGRHs da bacia do rio São Francisco

Verifica-se que as sub-bacias mais impactadas em relação a este parâmetro são as SF3 (UPGRH rio Paraopeba), SF5 (UPGRH rio das Velhas) e SF2 (rio Pará), que apresentaram concentrações maiores que todas as demais sub-bacias. Essas três UGRHs mais impactadas pela contaminação fecal abrangem os municípios da RMBH, sendo as mais adensadas de toda a porção mineira da bacia do rio São Francisco. A contaminação por esgotos domésticos, em função de seu lançamento sem tratamento, ou com tratamento insuficiente é um grande problema detectado na região. Além disso, observam-se altos valores de fósforo e altas concentrações de sólidos totais, o que indica grande risco de eutrofização e de assoreamento. A mortalidade de peixes, dificuldades à navegação e operação dos reservatórios, além do comprometimento da qualidade da água para o uso humano são alguns dos prejuízos decorrentes (ANA, 2015).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento da qualidade das águas superficiais é uma importante ferramenta da gestão dos recursos hídricos. É capaz de identificar fontes poluidoras e variações espaciais e temporais na qualidade da água. As ferramentas estatísticas são úteis para auxiliar no manuseio e na interpretação dos dados, gerando resultados acessíveis e passíveis de serem discutidos, a partir de uma grande série histórica do banco de dados, como é comum em dados ambientais.

#### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras** – Brasília, 2015. 163 p. Edição Especial.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Portal da qualidade das águas**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/avaliacao.aspx>>. Acesso em: 18. nov. 2017.

GILBERT, R. O. **Statistical methods for environmental pollution monitoring**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1987. 320p.

FINOTTI, A. R.; FINKLER, R.; SILVA, M. D.; CEMIM, G. **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul: Educs, 2009. 272p.

HAIR, J. F. JR.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. **Análise multivariada de dados**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HELSEL, D. R.; HIRSCH, R. M. Trend Analysis. In: HELSEL, D. R.; HIRSCH, R. M. **Statistical methods in water resources**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1992. Cap. 12, p. 323-355.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do rio São Francisco e seus afluentes em 2009**. Belo Horizonte, 2010. 287p.

MOHAMED, I.; OTHMAN F.; IBRAHIM A. I. N.; ALAA-ELDIN, M. E.; YUNUS, R. M. Assessment of water quality parameters using multivariate analysis for Klang River basin, Malaysia. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, p.4182, 2015.

OLIVEIRA, S. C.; AMARAL, R. C.; ALMEIDA, K. C. B.; PINTO, C. C. Qualidade das águas superficiais do Médio São Francisco após a implantação dos perímetros irrigados de Gorutuba/Lagoa Grande e Jaíba. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 711-721, 2017.

POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M.; CALLISTO, M. The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas basin, Brazil. **American Fisheries Society Symposim**, n. 47, p. 11-22, 2005.

TRINDADE, A. L. C.; ALMEIDA, K. C. B.; BARBOSA, P. E. ; OLIVEIRA, S. C. Tendências temporais e espaciais da qualidade das águas superficiais da sub-bacia do Rio das Velhas, estado de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 13-24, 2017.

# GUARDIÃO DOS IGARAPÉS “PROGRAMA DE PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DAS ÁGUAS DE IGARAPÉ, MINAS GERAIS - BRASIL”

Isaiás de Barros Abreu<sup>1</sup>  
Lina Deise de Moraes dos Santos<sup>2</sup>  
Franciane Fátima Queiroz<sup>3</sup>  
Eliane Assunção Nunes<sup>4</sup>  
Larissa Cristina Gomes Ribeiro<sup>5</sup>  
Colaboradores<sup>6</sup>

## RESUMO

O Guardiã dos Igarapés visa à produção e conservação das águas com o pagamento por serviços ambientais (PSA) anual a proprietários rurais produtores de água. O programa foi institucionalizado com a Lei nº 1.672/2014 e regulamentada pelo Decreto 1.849/2015. O Edital de Credenciamento de Proprietários Rurais 01/2015 abriu o Projeto Piloto para a microbacia hidrográfica do Córrego Batatal, realizado com apoio técnico e financeiro da Agência Nacional de Águas. Foram executados Projetos Individuais das Propriedades (PIP) com ações que viabilizam infiltração de água e abatimento da erosão: aumento e conservação da cobertura florestal nativa, ações mecânicas de conservação de solo – barraginhas, terraceamento em nível e adequação de estradas rurais. O PSA também remunera práticas de agricultura sustentável e saneamento rural. O Projeto Piloto conta com 23 propriedades totalizando 206,92 hectares, com média de R\$1.929,06 de PSA por propriedade em 2017. Estão sendo conservados 55 hectares de floresta nativa, destes 7 foram recuperados pelo Programa. Foram implantados 4.500 metros de cercamento de nascentes e cursos d'água, 60 barraginhas, 19.700 m<sup>2</sup> (5 km) de adequação de estradas rurais e alocadas fossas sépticas em cada propriedade. A educação ambiental foi para todo o Município com público de 4.000 alunos com teatros, 3 capacitações para 148 professores e supervisores da rede municipal e 7 treinamentos para 12 brigadistas. A conclusão do Projeto Piloto viabilizou a expansão do Programa para toda a sub-bacia hidrográfica do Sistema Serra Azul, que compõe o abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte e possui área aproximada de 7.100 ha.

Palavras-chave: Pagamento por Serviços Ambientais. Produção de Água. Gestão de Bacia Hidrográfica.

## 1. INTRODUÇÃO

O município de Igarapé, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, configurava na década de 80 como um dos maiores fornecedores de legumes e hortaliças para a CEASAMINAS, e recentemente vem desenvolvendo também atividades mais voltadas para a floricultura. Por esta razão, a demanda de água para produção é alta, chegando a ocorrer a interrupção do fluxo de cursos d'água perenes em certas horas do dia e até em determinados períodos do ano em alguns pontos. O Sistema Serra Azul, abastecido por cursos d'água que percorrem 64 % do território de Igarapé, chegou a 5% de sua capacidade de armazenamento em novembro de 2014 (COPASA, 2018). Outro fator importante é a ocorrência de desmatamentos de matas ciliares e assoreamento dos corpos d'água (IGARAPÉ, 2014). Neste contexto, o território de Igarapé é estratégico para o desenvolvimento da RMBH, seja devido à produção de água, seja em razão da produção de alimentos, fatores que estão intrinsecamente interligados e interdependentes.

<sup>1</sup> Eng. de Produção e Sanitarista Especialista em Meio Ambiente, Secretário Municipal de Meio Ambiente na Prefeitura Municipal de Igarapé-PMI, sema@meioambiente.igarape.mg.gov.br

<sup>2</sup> Bióloga, especialização em Análise de Risco Ambiental, PMI, rhid@meioambiente.igarape.mg.gov.br

<sup>3</sup> Eng. Ambiental, PMI

<sup>4</sup> Técnica em Meio Ambiente, PMI

<sup>5</sup> Técnica em Meio Ambiente, PMI

<sup>6</sup> Outros colaboradores da PMI e instituições parceiras.

Reconhecendo a importância e a degradação histórica sobre estes sistemas, o município buscou uma iniciativa que reverta uma cultura de degradação ambiental para uma cultura consciente em busca da sustentabilidade com apoio financeiro aos proprietários rurais.

O Guardião dos Igarapés tem por objetivo o aumento da produção e melhoria da qualidade das águas no município pela recuperação e preservação dos sistemas hídricos, através da gestão ambiental das propriedades, e efetuar o pagamento por prestação de serviços ambientais-PSA.

A Lei Municipal nº 1.672, de 14 de outubro de 2014, e o Decreto Municipal nº 1.849, de 13 de julho de 2015, autorizam o executivo municipal a prestar apoio financeiro a proprietários rurais que prestem serviço ambiental a sociedade dentre outras definições. Uma vez institucionalizado o Programa, definiu-se a microbacia hidrográfica do Córrego Batatal para receber o Projeto Piloto. Iniciou-se a mobilização porta a porta e foi publicado o Edital de Credenciamento de Proprietários Rurais 01/2015 definindo a metodologia de cálculo do Pagamento por Serviços Ambientais.

Os proprietários interessados receberam a equipe técnica do Guardião dos Igarapés para uma avaliação ambiental da propriedade. Foi apresentado um Projeto Individual de Propriedade-PIP com as ações recomendadas e elaborado o PIP final com as ações que cada proprietário aceitou realizar, destacando o caráter voluntário do Programa. Foram firmados Termos de Compromisso, entre proprietário e Prefeitura Municipal de Igarapé.

As ações propostas pela Secretaria de Meio Ambiente de Igarapé-SEMA foram focadas na restauração florestal, com plantio de espécies nativas e cercamento em área de preservação permanente-APP; conservação de solo, com barraginhas de captação de água pluvial, terraceamento em nível e adequação de estradas rurais; saneamento ambiental, com implantação de sistema individual de tratamento de efluentes domésticos composto por caixa gradeada, caixa de gordura, fossa, filtro anaeróbio e sumidouro.

A metodologia de cálculo de PSA considera primeiramente o tamanho de cada propriedade para definição dos valores de referência por hectare. Observado o tamanho da propriedade, o Edital 01/2015 considera a área relativa de cobertura florestal da propriedade, o aceite da proposta da equipe técnica, o número de práticas agrícolas sustentáveis e de saneamento para a valoração dos serviços ambientais prestados.

Concomitante às ações nas propriedades, foram realizadas ações de sensibilização e educação ambiental com proprietários rurais e um curso de conservação ambiental, com professores da rede municipal de ensino para abordar os princípios do programa em sala de aula. As instituições de ensino receberam três peças teatrais em diferentes momentos, que abordou temas do ciclo da água, captação, tratamento e abastecimento de água e o uso racional da água em casa e na escola. Os proprietários também foram convidados a compor uma brigada de incêndios florestais voluntários com treinamento teórico e prático oferecido pelo programa. Também foi realizado o monitoramento da água com a análise de vinte amostras de água (dez de nascentes e dez de cursos d'água), em quatro momentos. Desta forma, torna-se viável o monitoramento dos resultados do Guardião dos Igarapés na quantidade e na qualidade da água produzida a médio e longo prazo.

O Guardião dos Igarapés é um programa realizado com a participação de instituições parceiras que atuam com recursos financeiros ou bens e serviços. São elas: Agência Nacional de Águas-ANA, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais- Emater, Ministério Público de Minas Gerais-MPMG, The Nature Conservancy-TNC, Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente-CODEMA, Conselho Consultivo da APA Igarapé.

## 2. RESULTADOS

Os resultados obtidos na microbacia hidrográfica do Córrego Batatal estão apresentados no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Resultados do Projeto Piloto Guardiã dos Igarapés

<b>METAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Conservação de remanescentes	Conservação de 48 hectares de floresta nativa.
Plantio	Recuperação de 07 hectares com plantio de espécies nativas em APP.
Cercamento	4.500 metros de cerca em APP de nascentes e cursos d'água.
Bacias de contenção de água pluvial - barraginhas	Implantação de 60 barraginhas de captação de água pluvial.
Adequação de estradas	Adequação de 5km de extensão de estrada rural.
Educação ambiental para alunos - teatros	03 peças teatrais para 4.000 alunos nas escolas municipais.
Educação ambiental para professores - cursos	03 cursos de capacitação para 148 professores da rede municipal de ensino.
Educação ambiental para produtor rural- cursos	03 cursos de capacitação para 100 produtores rurais.
Formação de Brigada de Incêndio Florestal.	07 cursos de capacitação e treinamento para 12 brigadistas voluntários.
Fossa sépticas	Alocação de 50 fossas sépticas em propriedades rurais da microbacia.
Monitoramento da quantidade e qualidade da água	04 ciclos de monitoramentos com 10 amostras de nascentes e 10 de cursos d'água na microbacia do Córrego Batatal e sub-bacia do Córrego da Estiva, da qual é contribuinte.
Pagamento por serviços ambientais	23 propriedades (206,92 hectares) receberam em média R\$ 1.929,06 por serviços ambientais de produção de água prestados em 2016 e 2017.

Fonte: Prefeitura Municipal de Igarapé, 2018.

Além dos beneficiários diretos que receberam o PSA, o Programa beneficia indiretamente 100.000 habitantes na RMBH e possui potencial para beneficiar 1.200.000 habitantes na RMBH, considerando a vazão máxima outorgada e estrutura de captação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais-COPASA, bem como que o Sistema Serra Azul compõe o Sistema Integrado do Paraopeba.

A experiência de Igarapé foi apresentada no 1º Workshop sobre Gestão e Modelagem de Mananciais Metropolitanos da Universidade Federal de Minas Gerais, com a participação de países como Estados Unidos, França, Rússia.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a execução deste Projeto Piloto, a Unidade Gestora do Projeto-UGP publicou o Edital de Credenciamento de Produtores Rurais nº 01/2018, expandindo a atuação do Guardiã dos Igarapés para as demais microbacias hidrográficas que abastecem o Sistema Serra Azul onde a mobilização já foi iniciada.

## REFERÊNCIAS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. **Nível dos Reservatórios**: volume Reservatório Serra Azul. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: < <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/abastecimento-de-agua/nivel-dos-reservatorios>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

IGARAPÉ (MG). Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Guardião dos Igarapés**: Programa de Produção e Conservação das Águas. Igarapé, 2014. Disponível em: < [http://www.igarape.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/Projeto?cdLocal=2&arquivo={3CC5DACA-CC2A-D2D5-7312-502EE2C4ED5D}.pdf#search=guardi%C3%A3o dos igarap%C3%A9s](http://www.igarape.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Projeto?cdLocal=2&arquivo={3CC5DACA-CC2A-D2D5-7312-502EE2C4ED5D}.pdf#search=guardi%C3%A3o%20dos%20igarap%C3%A9s)>. Acesso em: 31 jan. 2018.

IGARAPÉ (MG). Decreto nº 1.849, de 13 de julho de 2015. Regulamenta a Lei nº 1.672/2014 que cria o Projeto Guardiã dos Igarapés, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e da outras providências. **Diário Oficial Eletrônico**, Ano I, nº 352, Igarapé, MG, 22 jul. 2015. p. 1.

IGARAPÉ (MG). Edital de Credenciamento de Proprietários Rurais para o Projeto Guardiã dos Igarapés nº 01/2015, de 23 de julho de 2015. **Diário Oficial Eletrônico**, Ano I, nº 353, Igarapé, MG, 24 jul. 2015. p. 1.

IGARAPÉ (MG). Lei nº 1.672, de 14 de outubro de 2014. Cria o Projeto Guardiã dos Igarapés, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências. **Diário Oficial Eletrônico**, Ano I, nº 230, Igarapé, MG, 15 out. 2014. p. 1.

# CENTRO DE PESQUISA E TREINAMENTO EM SANEAMENTO (CEPTS) -UFMG/ COPASA: DA PESQUISA PARA PRÁTICA COMPARTILHANDO EXPERIÊNCIAS EM FAVOR DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS

Cláudio Leite de Souza<sup>1</sup>  
Marcos von Sperling<sup>1</sup>  
Carlos Augusto de Lemos Chenicharo<sup>1</sup>

## RESUMO

Com a denominação anterior de ETE Experimental UFMG/COPASA, teve suas unidades de pesquisa implantadas a partir de 2002, com recursos do PROSAB/FINEP/CNPq, da FAPEMIG e da FUNASA. A atual denominação – CePTS (Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento) é decorrente da ampliação das áreas do saneamento que atende e também das atividades que possibilita, notadamente na área de treinamento de operadores. Localizado junto à Estação de Tratamento de Esgoto do ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte, o CePTS caracteriza-se como um dos mais importantes centros de pesquisa e treinamento em saneamento da América Latina, abrigando diversas unidades de pesquisa que são alimentadas com o esgoto da ETE Arrudas após passar pelo tratamento preliminar. As pesquisas conduzidas no CePTS buscam o desenvolvimento de novas e/ou simplificadas alternativas e configurações de sistemas de tratamento de esgoto e recuperação dos subprodutos do tratamento, lodo e biogás, bem como a otimização de parâmetros de dimensionamento e de operação. Além de sua utilização para fins de pesquisa, são também desenvolvidas atividades de ensino (aulas práticas e de demonstração) e de treinamento de operadores do setor de saneamento. O Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento-CePTS é constituído por diversas unidades experimentais de tratamento de esgoto e unidades de apoio e controle.

Palavras-chave: Pesquisa, Treinamento, Saneamento, Tratamento de Esgoto, ETE.

## 1. INTRODUÇÃO

A UFMG e a COPASA mantêm há 16 anos, na estação de tratamento de esgoto (ETE) do ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte, o Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento (CePTS). Neste local funcionam diferentes configurações de sistemas de tratamento que, a um só tempo, são tratados como protótipos e estão prontos para serem utilizados. Professores, pesquisadores e alunos da Escola de Engenharia estudam sistemas adequados para servir a pequenas comunidades (a partir de 100 habitantes, a um custo de 200 a 400 reais por habitante), na medida em que demandam poucos recursos e pouca energia e dispensam mão de obra qualificada.

Em uma área de aproximadamente 10 mil metros quadrados, o Centro abriga sistemas compactos, que têm fabricação facilitada e ocupam pouco espaço, e sistemas naturais – todos eles não mecanizados (ou simplificados). Considerada uma das mais importantes estruturas do gênero na América Latina, o CePTS abriga unidades de pesquisa que são alimentadas com uma parcela do mesmo esgoto da ETE Arrudas, depois de ser submetido a tratamento preliminar (remoção de sólidos grosseiros e areia). O objetivo é criar e oferecer novas alternativas e configurações de unidades de tratamento de esgoto e recuperação dos subprodutos do processo – lodo e biogás –, além da otimização de parâmetros de dimensionamento e de operação. Pesquisa-se também combinações de processos, alguns dos quais já existem isoladamente. As pesquisas auxiliam na definição e aprimoramento de critérios e parâmetros que, então, podem ser apropriado pelas prestadoras de serviços em saneamento.

<sup>1</sup> Professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG.

As instalações geridas em conjunto pela UFMG e pela COPASA processam cerca de 3 litros de esgoto por segundo – para se ter uma ideia, a ETE Arrudas trata em média 2.000 litros por segundo. A Figura 1 mostra o esquema dos aparatos experimentais do CePTS.



Figura 1 - Fotos do CePTS- Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento.

Os chamados sistemas compactos removem praticamente a mesma quantidade de matéria orgânica que os naturais (que utilizam lagoas ou plantas). A remoção da matéria orgânica é importante para evitar a mortandade de peixes. Por outro lado, os sistemas naturais são capazes de eliminar com maior eficiência os patógenos (organismos causadores de doenças). Os sistemas compactos ocupam uma área muito menor, e podem ser complementados por unidades de desinfecção. Nos dois casos, os processos são integralmente biológicos, não incluem produto químico (Von SPERLING, 2015).

As pesquisas realizadas no CePTS estão documentadas em publicações acadêmicas, como dissertações de mestrado, teses de doutorado (levantamento numérico aproximado na Tabela 1), e livros, como os da série "Princípios de Tratamento Biológico de Águas Residuárias". Estes, atualmente, são sete livros didáticos, com versões em português (Editora UFMG), inglês e espanhol, alguns deles figurando entre os mais vendidos do segmento no Brasil e no exterior. A série é referência em vários cursos e também para projetos em diversos países de clima quente, notadamente na América Latina, África e Ásia.

Tabela 1 – Produção de dissertações e teses da UFMG realizados no CePTS

TIPO DE PUBLICAÇÃO	QUANTIDADE
Dissertações	53
Teses	23

A implantação e contínua expansão do Centro contou com importante apoio de vários órgãos, tais como CNPq, Capes, Fapemig, Finep, Funasa e empresas particulares (Von SPERLING, 2015).

## 2. DA PESQUISA PARA A PRÁTICA

Um dos reatores de tratamento mais pesquisados no CePTS é do tipo UASB (fluxo ascendente anaeróbio e manta de lodo, na sigla em inglês). Nesse reator, o esgoto é distribuído no fundo do tanque, a partir do qual flui na massa de microrganismos, que é formada e acumulada naturalmente. O processo de conversão da matéria orgânica gera biogás (que pode ter aproveitamento

energético), lodo excedente (resultado do crescimento da massa microbiana e que pode ser transformado em insumo agrícola) e o esgoto. Adicionalmente, no CePTS também se aprofunda em pesquisas de etapas de pós-tratamento do efluente de reator UASB para aumentar ainda mais a eficiência e incorporar a remoção de outros poluentes (principalmente nutrientes e patógenos).

Por causa de todos esses benefícios e aplicações ao contexto brasileiro e mineiro, mas em grande medida também em função da intensa pesquisa no CePTS, o reator UASB vem tendo aplicação intensa e crescente no Brasil e em Minas Gerais, sendo uma das principais tecnologias que vem possibilitando realizar o tratamento de esgoto na maioria dos municípios do Brasil e Minas Gerais. Por exemplo, e um imenso exemplo é a da ETE Onça (Figura 2A), que atende cerca de 1 milhão de habitantes em Belo Horizonte, funcionando com reatores UASB como tratamento principal e Filtro Biológico Percolador (FBP) como pó-tratamento. A propósito, também no CePTS vem sendo desenvolvidos e patenteados materiais de preenchimento de FBP que possibilitam o tratamento cada mais profundo do efluente de reatores UASB.

Outra opção de pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, também muito aplicável à realidade brasileira, são as lagoas de estabilização ou polimento. Tais lagoas são muito pesquisadas no CePTS, com diferentes associações e inclusões de inovações. Essa experiência acumulada também rompeu os muros das pesquisas e atingiu a prática, materializando-se na ETE de Lagoa da Prata. Assim, com adoção de sistema investigado no CePTS, constituído de reator UASB, Lagoas de Polimento (LP) e Filtro Grosseiro (FG), a ETE atende o município mineiro com cerca de 60.000 habitantes, trazendo grande benefício em termos de qualidade ambiental (Figura 2B).



(A)



(B)

Figura 2 - ETEs: (A) ETE Onça-UASB+FBP e (B) ETE Lagoa da Prata-UASB+LP+FG

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento-CePTS, a UFMG, COPASA e outros vários órgãos de governo, pesquisa e desenvolvimento, têm encontrado efetivamente um local de diálogo permanente entre teoria e prática, para o bem dos serviços de saneamento do Brasil e Minas Gerais. Além disso, nos mais de 15 anos de sua existência, o CePTS vem proporcionando oportunidades de aprendizado e vivência, a partir de situações muito próximas da realidade, para muitos estudantes e profissionais de todos os níveis.

### REFERÊNCIAS

VON SPERLING, M. Novas formas de sanear. **Boletim UFMG**, v.42, n. 1.916, 19 out. , 2015.

# TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DE MINAS GERAIS EMPREGANDO MEMBRANAS RECICLADAS

Eduardo Coutinho de Paula<sup>1</sup>  
Poliana Vicente Martins<sup>2</sup>  
Míriam Cristina Santos Amaral<sup>3</sup>

## RESUMO

No contexto de favorecer o acesso à água para populações mais pobres, este trabalho explora a viabilidade técnica de usar membranas recicladas de baixo custo com sucesso para o tratamento de água de rios de Minas Gerais. Na sua primeira etapa, teve por objetivo a reciclagem, via tratamento oxidativo, de membranas poliméricas descartadas de processos de osmose inversa e de nanofiltração, que seriam dispostas em aterros. Na sequência, a pesquisa avaliou o emprego das membranas recicladas no tratamento de águas superficiais. Os desempenhos das membranas antes e após a reciclagem foram investigados por meio da medição de fluxo de água em fluxo tangencial-axial, em escalas de bancada e piloto. Os resultados experimentais indicaram que as membranas recicladas podem ser usadas em processos análogos à ultrafiltração, demonstrando satisfatórios desempenho de fluxo e comportamento de resistência à incrustação. Os testes demonstraram que as membranas recicladas operaram de modo estável nos tratamentos de águas sob uma pressão de 0,5 a 1 bar. A baixa pressão é considerada favorável dentro da finalidade de minimizar os custos de energia. A incrustação da membrana reciclada foi removida mediante limpeza convencional. A qualidade da água tratada é semelhante à relatada em trabalhos anteriores que avaliaram módulos espirais novos de membranas de ultrafiltração comercial. O permeado produzido a partir do tratamento de amostras de águas brutas dos rios Doce, Paraopeba e das Velhas, utilizando as membranas recicladas, obedeceu aos padrões brasileiros de potabilidade, para os seguintes parâmetros analisados: cor aparente, turbidez, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas.

Palavras-chave: Acesso à água. Tratamento de água. Membranas recicladas.

## 1. INTRODUÇÃO

A reciclagem de membranas poliméricas compósitas, que ao fim de sua vida útil seriam dispostas em aterros, ganhou crescente interesse nos ambientes acadêmico e industrial (Lawler et al., 2015; Landaburu-Aguirre et al., 2016). A técnica de reciclagem utilizada no presente trabalho consistiu na imersão das membranas em uma solução comercial de hipoclorito de sódio pH 11 (NaClO) durante 2,7 horas (~ 300,000 ppm·h) (Coutinho de Paula et al., 2017). Em termos de permeabilidade à água, tomando como base a membrana nova de osmose inversa (OI), que é de 3,0 L·h<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>·bar<sup>-1</sup>, as membranas oxidadas com NaClO apresentaram aumento de 27 a 39 vezes, enquanto a rejeição do sal diminuiu de ~ 96% a 15,5% (Coutinho de Paula et al., 2017). Assim, este trabalho explora a viabilidade de usar membranas de osmose inversa e de nanofiltração recicladas para tratamentos de água de rios de Minas Gerais com sucesso. Os resultados apontam o potencial de emprego das membranas recicladas de baixo custo para favorecer o acesso das pessoas à água, sobretudo em áreas rurais ou em situações emergenciais.

<sup>1</sup> Engenheiro Químico, Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, ecoutinho@desa.ufmg.br

<sup>2</sup> Graduada em Química Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, polianavicente@outlook.com

<sup>3</sup> Engenheira Química, Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, miriam@desa.ufmg.br

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os desempenhos das membranas descartadas quanto das membranas recicladas foram investigados em testes em escala de bancada e piloto por medição de permeação de água em fluxo cruzado. Os procedimentos para a limpeza química das membranas foram avaliados de acordo com Coutinho de Paula et al., 2017. A operação de tratamento de água por membranas recicladas foi repetida para três origens diferentes de água bruta de rios de Minas Gerais, a saber: Rio Doce, Paraopeba e das Velhas. Não foi utilizado pré-tratamento para a águas dos rios. A limpeza das membranas recicladas foi realizada a temperatura ambiente em imersão envolvendo 0,1% (m/m) de NaOH mais 0,2% (m/m) de HCl durante 2 horas cada estágio. Os parâmetros físico-químicos foram analisados segundo APHA (2017).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho do teste piloto usando um módulo espiral de membrana reciclada em relação ao declínio de fluxo de permeado normalizado a 25 °C, na vazão de 3,2 L·min<sup>-1</sup>, pressão de 1 bar, ao longo de 24 horas contínuas de permeação, é apresentado na Figura 1. Um declínio de fluxo de permeado não acentuado ocorreu nas primeiras horas de operação, causado por polarização de concentração e/ou incrustação (formação de torta), conforme é esperado nesse tipo de operação. Observou-se que após cerca de três horas de operação, o fluxo tornou-se estável (~ 16 L·h<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>).

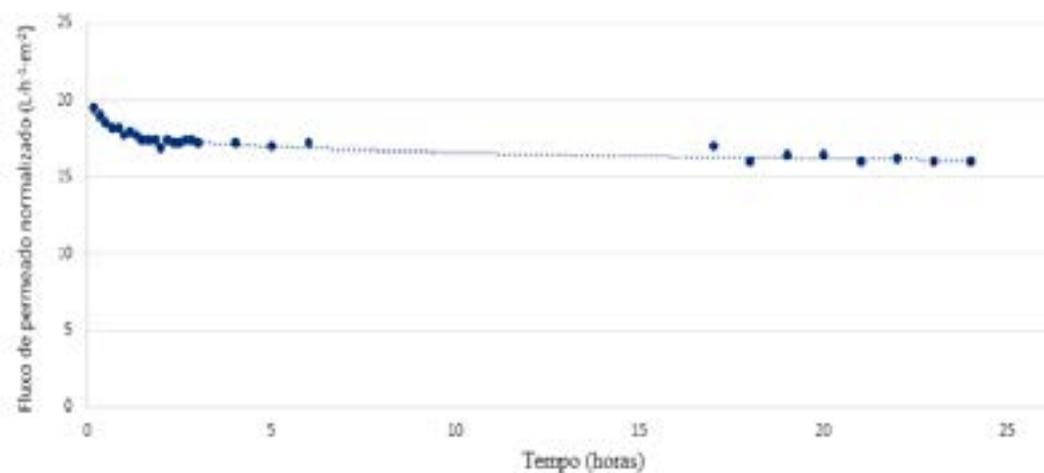


Figura 1 - Resultados experimentais de fluxo de permeado normalizado a 25 °C (L·h<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>) em função do tempo (24 h de permeação contínua) de água do Rio Doce pH ~7 em teste piloto (Membrana reciclada com NaClO, vazão 3,2 L·min<sup>-1</sup>, pressão de 1 bar).

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas dos parâmetros analisados das amostras de água bruta do Rio Doce e respectiva água tratada, de acordo com APHA (2017).

Tabela 1 - Comparação entre os resultados dos parâmetros analisados da água bruta do Rio Doce e água tratada com membrana polimérica reciclada.

PARÂMETRO	UNIDADE	ÁGUA BRUTA	ÁGUA TRATADA	REMOÇÃO (%)
pH	-	7,48	7,42	-
Condutividade elétrica mScm <sup>-1</sup>		196,9	192,5	-
Cor aparente	uH	113	1,9	98,3
Turbidez	UNT	10,5	0,11	99,0
COT	mg·L <sup>-1</sup>	10,8	6,78	37,2
DQO	mg·L <sup>-1</sup>	26,4	15,3	42,0
Nitrogênio total	mg·L <sup>-1</sup>	9,985	< 1	90,0
Alcalinidade	mg CaCO <sub>3</sub> ·L <sup>-1</sup>	26,97	15,93	40,9
Coliformes totais	NMP·100 mL <sup>-1</sup>	> 2.419,2	< 1	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP·100 mL <sup>-1</sup>	> 2.419,2	< 1	100
Bactérias heterotró- ficas	UFC·mL <sup>-1</sup>	> 5.700	< 1	100

NMP = Número Mais Provável;

UFC = Unidade Formadora de Colônia.

Fonte: autores

A avaliação da eficiência da membrana reciclada indica expressivas reduções de cor aparente e de turbidez da água tratada em relação à água bruta, bem como a remoção total de parâmetros microbiológicos, o que mostra o valor agregado do emprego de membranas recicladas. Os parâmetros monitorados do permeado foram mantidos com valores aproximadamente constantes durante o tempo de operação. As análises físico-químicas das amostras de água bruta dos rios Paraopeba e das Velhas, e respectivas águas tratadas, indicaram resultados semelhantes.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As membranas poliméricas recicladas mostraram desempenho e características semelhantes aos processos das membranas de baixa pressão. O resultado provou que as membranas recicladas podem ser aplicadas para tratamentos de águas superficiais sob uma pressão de 0,5 a 1,0 bar. A baixa pressão é considerada favorável dentro da finalidade de minimizar os custos de energia. A limpeza química adotada demonstrou-se eficiente para a remoção da incrustação e conseqüente recuperação da permeabilidade da membrana reciclada. A qualidade da água tratada é semelhante à relatada por vários autores que avaliaram módulos espirais comerciais novos de ultrafiltração (UF). O permeado produzido a partir do tratamento de diferentes águas brutas dos rios utilizando as membranas recicladas obedeceu aos padrões brasileiros de potabilidade, para os seguintes parâmetros analisados: cor aparente, turbidez, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas.

## REFERÊNCIAS

APHA, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: American Public Health Association, 2017.

COUTINHO DE PAULA, E.; GOMES, J.C.L.; AMARAL, M.C.S. Recycling of end-of-life reverse osmosis membranes by oxidative treatment: a technical evaluation. **Water Science and Technology**, v. 76, n.3-4, p. 605-622, 2017.

LANDABURU-AGUIRRE, J.; GARCIA-PACHECO, R.; MOLINA, S.; RODRIGUEZ-SAEZ, L.; RABADAN, J.; GARCIA-CALVO, E. Fouling prevention, preparing for re-use and membrane recycling: towards circular economy in RO desalination. **Desalination**, v. 393, p. 16-30, 2016.

LAWLER, W.; ALVAREZ-GAITAN, J.; LESLIE, G.; LE-CLECH, P. Comparative life cycle assessment of end-of-life options for reverse osmosis membranes. **Desalination**, v. 357 p. 45-54, 2015.

# PROTEÇÃO DE NASCENTES E VEREDAS DA BACIA DO RIO PARACATU

Gabriel Vargas Mendonça<sup>1</sup>  
Osmar Alves Ferreira<sup>2</sup>  
Alessandro Lucioli Nepomuceno<sup>3</sup>  
Marcos do Amaral Morais<sup>4</sup>  
Antonio Eustáquio Vieira<sup>5</sup>

## RESUMO

O Projeto de Proteção de Nascentes e Veredas da Bacia do Rio Paracatu tem como objetivo principal promover o cercamento destas áreas no município de Paracatu, Minas Gerais. Com esta ação, evita-se a entrada de criações e, conseqüentemente, o pisoteio e compactação do solo, garantindo a conservação destes importantes ecossistemas, além de contribuir para a retenção das águas no lençol freático. O projeto leva informações sobre práticas de conservação do solo, uso correto dos recursos naturais, legislação ambiental e, para verificar a eficácia desta iniciativa, são instalados equipamentos para monitoramento de vazão. Desde 2010, o projeto já contemplou mais de 100 propriedades rurais e protegeu mais de 200 nascentes, garantindo a manutenção da disponibilidade hídrica para a região. São mais de 1.000 hectares de áreas cercadas, o que corresponde a 120 km de cercas construídas. Como beneficiários diretos, estão os produtores rurais do município, visto que a oferta de água é garantida em quantidade e qualidade compatíveis com as condições naturais observadas anteriormente à ocupação dos terrenos. Entretanto, toda a comunidade que se vale dos recursos hídricos da bacia se beneficia indiretamente, já que as nascentes e veredas alimentam todo o território do município.

Palavras-chave: Cerrado. Água. Biodiversidade.

## 1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Proteção de Nascentes e Veredas na bacia do Rio Paracatu, conduzido pela ONG MOVER - Movimento Verde de Paracatu e financiado pela KINROSS Paracatu, tem como objetivo principal promover o cercamento de nascentes e veredas situadas em propriedades inseridas no interior dos limites do citado município. Assim, é evitado o pisoteio e a compactação do solo, visando proteger a vegetação ao redor das nascentes e veredas. São parceiros institucionais do projeto: Instituto Estadual de Florestas/MG, Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, Revista Ecológico, Agência Peixe Vivo, Empresa Refloreste e produtores rurais do município de Paracatu/MG.

Os princípios que norteiam o projeto em questão estão diretamente ligados à forma de uso e de ocupação dos terrenos situados no entorno das cabeceiras das bacias hidrográficas de toda a rede de drenagem que abastece os principais cursos de água da região. Geralmente, o uso e a ocupação dos terrenos, apropriados por terceiros, se dá de forma desordenada ou com adoção de práticas de manejo do solo inadequadas, tornando as áreas com alto grau de impacto e degradação.

Tal situação coloca em risco as nascentes e veredas que abastecem as drenagens, além de alterar a quantidade e a qualidade de suas águas. Dessa forma, medidas e ações que garantam a preservação de áreas de recarga e descarga dos aquíferos se tornam necessárias e prementes (TOKARNIA, 2015).

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Kinross Paracatu. Contato: (38) 99983-1329. E-mail: Gabriel.Mendonca@kinross.com

<sup>2</sup> Biólogo, Kinross Paracatu. Contato: (38) 3679-1165. E-mail: Osmar.Ferreira@Kinross.com

<sup>3</sup> Diretor Sustentabilidade e Licenciamento, Kinross Paracatu. Contato: (38) 3679-1055. E-mail: Alessandro.Nepomuceno@kinross.com

<sup>4</sup> Gerente de Meio Ambiente e Licenciamento, Kinross Paracatu. Contato: (38) 3679-1020. E-mail: Marcos.Morais@Kinross.com

<sup>5</sup> Presidente ONG Mover – Movimento Verde de Paracatu. Contato: (38) 99964-8152. E-mail: movimentoverdepu@yahoo.com.br

## 2. JUSTIFICATIVA DO PROJETO

O momento de crise hídrica exige da sociedade muita reflexão e debate para que se possa progredir na busca de soluções perenes para a questão. Assim como as residências têm sido afetadas pela falta de abastecimento de água, o setor produtivo também registra o mesmo problema, quer no varejo, na agropecuária, no setor de serviços ou na indústria, inclusive na indústria da mineração, um dos polos geradores de riqueza e divisas para municípios, estados e a União (MOTTA; GONÇALVES, 2016).

Em vista disso, deve-se priorizar a discussão de como assegurar acesso à água a todos os segmentos, desde a dona de casa até os que atuam na fazenda ou na indústria. Sem esta compreensão, serão frustradas as expectativas de desenvolvimento dos municípios, dos estados e em consequência do Brasil. É o momento de união, do compartilhamento de ideias e de atitudes que favoreçam todos os setores e não o contrário, como certos grupos e indivíduos defendem, ao tentar demonizar uns para favorecer outros, valendo-se de alegações infundadas.

Faz-se necessária a consolidação do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, com o funcionamento efetivo dos órgãos gestores e com a implantação dos instrumentos técnicos, econômicos, estratégicos e institucionais da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (LIMA; SILVA, 2002). Neste sentido, o projeto em tela foi proposto visando, principalmente, a manutenção hidrológica da bacia do rio Paracatu.

## 3. METODOLOGIA

Para cada uma das áreas inseridas no âmbito do projeto, foram considerados a forma adequada de monitoramento (qualitativo ou quantitativo) das áreas cercadas, o tipo de instrumento a ser implantado em cada seção (no caso de monitoramento quantitativo), as especificações e os procedimentos de instalação dos equipamentos, bem como a descrição sobre aspectos relativos à manutenção da rede proposta e os critérios gerais que devem ser observados durante sua operação.

São realizados trabalhos de educação ambiental junto aos produtores rurais visando identificar os cursos d'água e nascentes a serem cercados e revitalizados. O projeto leva informações sobre práticas de conservação do solo, cuidados com as nascentes e legislação ambiental para as comunidades rurais. Após o mapeamento prévio, o cercamento é realizado com os recursos fornecidos pela Kinross Paracatu e, em seguida, ocorre a instalação de estruturas e equipamentos para monitoramento de vazão que permitem verificar a eficácia desta iniciativa (Figura 1).



(a)



(b)

Figura 1 - Instalação de cercas ao longo de nascentes e veredas (a) e calhas para medição e monitoramento de vazão (b). Fonte: Autores.

#### 4. RESULTADOS

A ação tem favorecido os produtores rurais que, além de aprenderem a preservar a fonte do recurso natural, também são beneficiados com o maior volume de água disponível. A recuperação dos mananciais permitiu o desenvolvimento das atividades rurais ao longo de todo o ano. O resultado é a geração maior de renda para as famílias envolvidas no projeto. O diferencial é que as atividades são desenvolvidas junto aos proprietários rurais e às comunidades, visando a mudança da cultura sobre o uso da água. Os proprietários rurais passaram a entender a importância de preservar as nascentes e fazer o uso consciente da água.

O produtor que participa do projeto percebeu que é importante que as nascentes sejam protegidas. É um trabalho que vai além da conscientização, é de convencimento. Quando se protege, beneficia a produção e a melhor qualidade da água. O projeto atendeu casos em que faltava água nas propriedades no período da seca e, hoje, o volume do recurso é suficiente para abastecer as famílias e irrigar a produção agrícola.

Desde que foi iniciado, em 2010, o projeto já contemplou 142 propriedades rurais. Ao todo, ocorreu a preservação e proteção de 203 nascentes, garantindo o aumento do volume de água para a região. São 1.375 hectares de áreas protegidas e 120 km de cercas construídas. Para 2018 e 2019, é prevista a construção de mais de 30 km de cercas.

#### REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no cerrado**: PP Cerrado. Brasília-DF. 2009.

LIMA, J. E. F.; SILVA, E. M. **Contribuição hídrica do Cerrado para as grandes bacias hidrográficas brasileiras**. Brasília, DF. Embrapa Cerrados, 2002.

MOTTA, E. J. O. ; GONÇALVES, N. E. W. (Orgs.). **Plano Nascente São Francisco**: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio São Francisco, da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF). Brasília-DF: IABS, 2016. Disponível em: <[http://cbhsaofrancisco.org.br/?wpfb\\_dl=2199](http://cbhsaofrancisco.org.br/?wpfb_dl=2199)>.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias de Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.) **Cerrados**: ecologia e flora. Embrapa Cerrados. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v.1.

TOKARNIA, M. **Berço das águas, Cerrado precisa de proteção para garantir abastecimento no país**. Agência Brasil. 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-03/berco-das-aguas-cerrado-precisa-de-protecao-para-garantir-abastecimento-no>>.



COMPARTILHAMENTO

# APRIMORAMENTO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CADASTRO DE USO INSIGNIFICANTE DE RECURSOS HÍDRICOS

Marconi Rocha da Silveira<sup>1</sup>  
Thiago Figueiredo Santana<sup>2</sup>  
Alexandre Jose Combat Barbosa<sup>3</sup>  
Bruno Meira Tenorio D'Albuquerque<sup>4</sup>  
Nádia Antônia Pinheiro Santos<sup>5</sup>

## RESUMO

O Sistema de Cadastro de Uso Insignificante de Recursos Hídricos<sup>6</sup> tem como objetivo estimular a regularização dos pequenos usos. Esse Sistema foi desenvolvido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) com apoio da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) em parceria com a Secretaria de Fazenda do Estado de Minas Gerais (SEF). Com um investimento de cerca de R\$ 500 mil, além de propiciar o aperfeiçoamento da gestão através da identificação de um maior número de usuários, beneficia por ano, aproximadamente 30 mil produtores rurais, que passam a ter acesso ao cadastro e à regularização, agilizando o processo de obtenção de empréstimos e financiamentos de créditos rurais. As informações do Cadastro, juntamente com os dados de outorgas dos direitos de uso de recursos hídricos, são essenciais ao planejamento e à segurança hídrica, tendo em vista que permite conhecer o universo de usuário, possibilitando a atuação do Estado na redução dos riscos associados a eventos críticos (secas e cheias), assim como a proteção dos ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. Sistema de Cadastro de Uso Insignificante de Recursos Hídricos. Gestão de Recursos Hídricos.

## 1. INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais tem enfrentado desafios, principalmente nos últimos anos, para minimizar a ocorrência de eventos críticos (secas e cheias), sobretudo aqueles relacionados a escassez hídrica. Em função desse cenário, tornou-se meta do Igam a proposição de novas ações que garantam a disponibilidade hídrica, dando maior segurança ao Estado.

Nesse contexto, a implementação dos instrumentos, como previsto na Lei nº 13.199 de 1999, em especial o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, é estratégico. Esse instrumento caracteriza-se por coletar, tratar, armazenar, recuperar e divulgar informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão, subsidiando a implementação dos demais instrumentos e viabilizando a tomada de decisão com segurança.

<sup>1</sup> Historiador, Especialista em Políticas Públicas, Analista Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, marconi.rocha@meioambiente.mg.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Especialista em Gestão e Elaboração de Projetos de Recursos Hídricos, Gestor Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, thiago.santana@meioambiente.mg.gov.br

<sup>3</sup> Analista de Sistema, Especialista em Engenharia de Sistemas, Capgemini Brasil S.A., alexandre.combat@capgemini.com<sup>4</sup> Gerente de Meio Ambiente e Licenciamento, Kinross Paracatu. Contato: (38) 3679-1020. E-mail: Marcos.Morais@Kinross.com

<sup>4</sup> Administrador com habilitação em Comércio Exterior, Bacharel em Direito, MBA em Gestão de Negócios, Auditor Fiscal da Receita Estadual, bruno.meira@fazenda.mg.gov.br

<sup>5</sup> Geógrafa, Mestre em Análise Ambiental, Gestora Ambiental do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, nadia.santos@meioambiente.mg.gov.br

<sup>6</sup> O lançamento do Sistema ocorreu no dia 25 de maio de 2017.

Um Sistema de Informações é uma estrutura arquitetada na organização de dados, informações (espaciais, tabulares e documentais) e métodos de componentes (subestruturas) que interagem com o meio externo e entre si (ASFORA et al., 2001). O maior desafio de sua implementação é equacionar as diferentes bases de dados existentes, articular com as áreas geradoras a sistematização dos dados e tratar as informações de maneira a atender de forma adequada ao público interno e externo (Sisema, 2012).

O Sistema de Cadastro de Uso Insignificante é parte integrante do Sistema Estadual de Informação sobre Recursos Hídricos, juntamente com os módulos Sistema de Cálculo da Qualidade da Água (SCQA), Sistema de Cadastro de Usos e Usuários de Água (Siscad), Sistema de Cálculo da Cobrança pelo Uso da Água (Siscob) e Sistema de Apresentação de Projetos para o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Fhidro) (Figura 1).

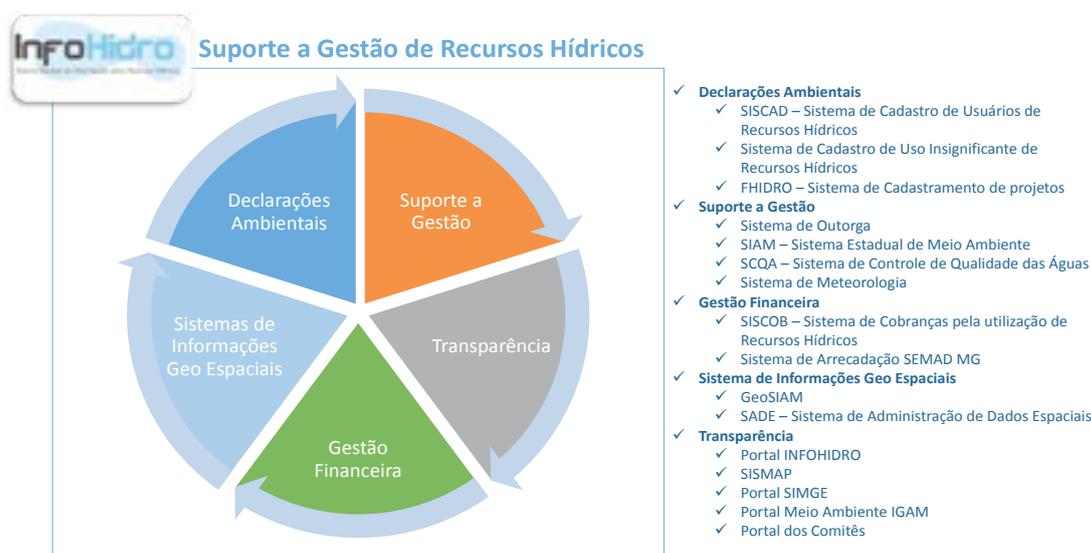


Figura 1 - Estrutura do Sistema Estadual de Informação sobre os Recursos Hídricos

Desenvolvido pelo Igam em parceria com a Semad e a SEF, o Sistema de Cadastro custou ao poder público aproximadamente R\$ 500 mil, e tem como objetivo aumentar, estimular e facilitar a regularização dos usos insignificantes.

## 2. CADASTRO DE USO INSIGNIFICANTE DE RECURSOS HÍDRICOS

O conceito de uso insignificante está relacionado a vazão total e diária de captação do usuário. Os critérios para definição de usos insignificantes estão estabelecidos nas Deliberações Normativas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos CERH /MG n°. 09/2004<sup>7</sup> e n° 34/2010<sup>8</sup> (Tabela 1). Os parâmetros dependem das bacias hidrográficas e ou Unidades de Planejamento de Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) que o usuário está inserido (Figura 2).

Esses pequenos usos da água, como por exemplo, dessedentação animal, consumo humano, irrigação de reduzidas áreas, entre outros com captação pouco expressiva, quando avaliados isoladamente, por usuários, apresentam moderado impacto para disponibilidade hídrica.

<sup>7</sup> Estabelece os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais.

<sup>8</sup> Define o uso insignificante de poços tubulares localizados nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos.

Entretanto, o somatório desses usos é significativo e sua contabilização no cálculo de disponibilidade hídrica é fundamental para a gestão de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica.

Tabela 1: Parâmetros para definição de uso insignificante.

Tipo	Modos de Uso	Área de abrangência	Vazão (l/s)	Vol. Acumulação (m³)	Vol/Dia (m³)	Prof. máx. (m)	Diâmetros (mm)
Superficial	Captação em corpos de água (rios, lagoas naturais, etc.); Captação em barramento em curso de água, sem regularização de vazão; Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (Área máxima inundada menor ou igual 5,00 HA); Barramento em curso de água, sem captação; Barramento em curso de água, sem captação, para fins de regularização de vazão.	Rio Doce, Grande, Paranaíba, Paraíba do Sul, Piracicaba e Jaquari, São Mateus, Buranhém, Itabapoana, Itapemirim, Itaúnas, Peruípe e parte do São Francisco (SF1 a SF5)	≤ 1,0	≤ 5000	-	-	-
		Jequitinhonha, Pardo, Mucuri, Jucuruçu, Itanhém e parte do São Francisco (SF6 a SF10)	≤ 0,5	≤ 3000	-	-	-
Subterrâneo	Captação de água subterrânea por meio de poço manual (cisterna)	Todo Estado	-	-	≤ 10	≤ 20	≥ 150 e ≤ 3500 *
	Captação de água em surgência (nascente)					-	-
	Captação de água subterrânea por meio de poço tubular já existente	Jequitinhonha, Pardo, Mucuri, Jucuruçu, Itanhém e parte do São Francisco (SF6 a SF10)	-	-	≤ 14	-	-

\* Portaria Igam nº 62, de 7 de dezembro de 2017

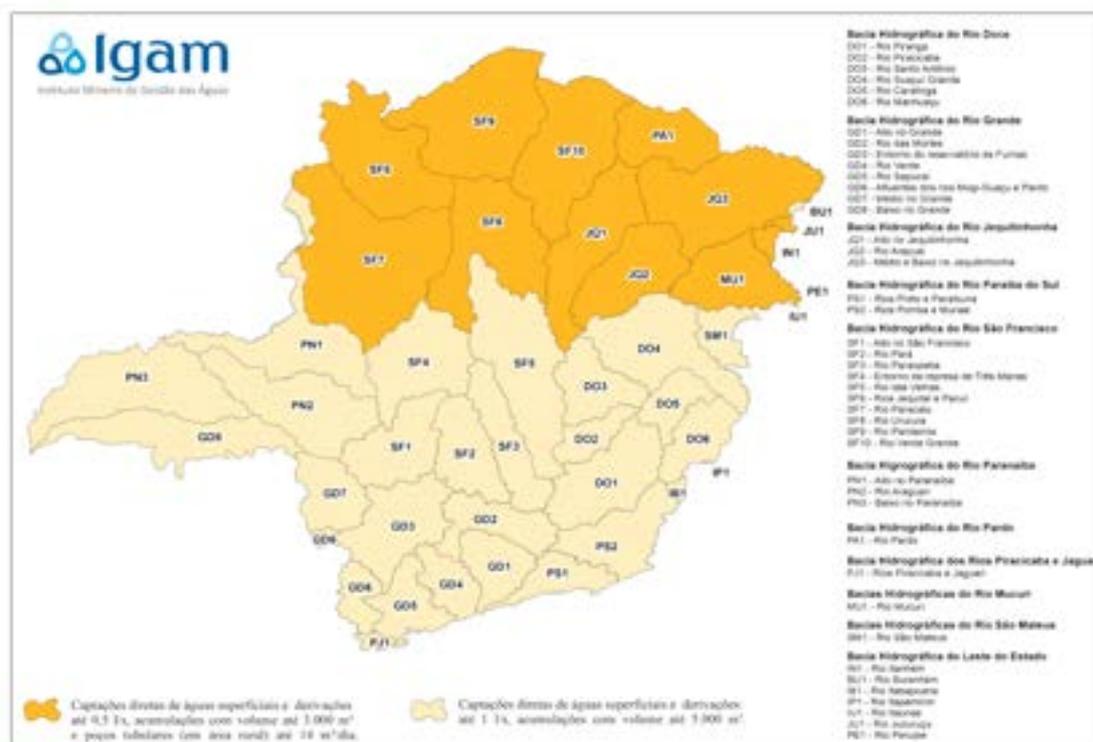


Figura 2 - Limite e volume de captação para definição de uso insignificante por UPGRH.

## 2.1. Funcionamento do Sistema

O Sistema de Cadastro de Uso Insignificante tem seu funcionamento disponibilizado na Web. O usuário fornece as informações pertinentes sobre a utilização de recursos hídricos (dados do usuário/empreendedor e do empreendimento, coordenadas geográficas, vazão, finalidade, dados de uso entre outros) e emite a Certidão de Registro de Uso Insignificante de Recurso Hídrico (Figura 3).

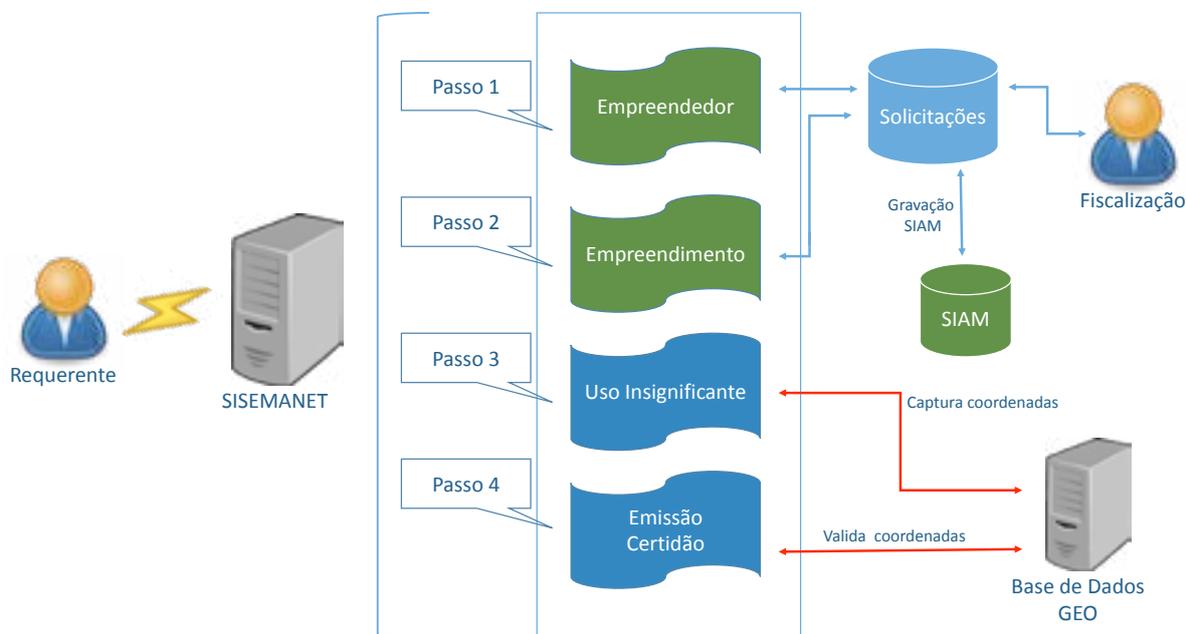


Figura 3 - Concepção do Sistema de Uso Insignificante.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A média de cadastros mensais emitida pelas Superintendências Regionais de Meio Ambiente – Supram, antes do lançamento do Sistema era de 2.144 processos. Durante os meses de maio de 2017 a janeiro de 2018, foram realizadas 46.212 solicitações de uso insignificante (Quadro 1), o que representa um aumento mensal de 124%.

Quadro 1- Quantitativo de solicitações de cadastro de Uso Insignificante

Quantidade	Status
38.444	Certidões deferidas
403	Certidões criticadas (Crítica significa que não foi caracterizado uso insignificante)
2200	Certidões canceladas
5.165	Cadastros não finalizados

Fonte: Sistema de Cadastro de Uso Insignificante de Recursos Hídricos, 2018.

É essencial compreender que promover a regularização dos usuários, por meio da outorga ou certidão de uso insignificante, retira da irregularidade os usuários que fazem uso da água e possibilita ao órgão gestor atuar de forma preventiva.

Nesse sentido, a agilidade no processo de emissão das Certidões não isenta o usuário de ser fiscalizado, especificamente para comprovar a veracidade das informações prestadas. Considera-se, ainda, que a fiscalização em recursos hídricos já ocorre a partir do levantamento de usos regulares (outorgados e cadastrados) e irregulares (captação sem autorização) nas bacias hidrográficas. As ações são intensificadas em períodos de escassez hídrica com vistas ao atendimento dos usos prioritários estabelecidos em lei, a exemplo daquelas que ocorreram nas bacias do rio Santa Isabel e Reservatório de Juramento (São Francisco) e do rio São Bartolomeu (Rio Doce).

Essas informações também impulsionam o aprimoramento da gestão com a indicação inclusive de modificação da legislação vigente, como a proposta da alteração de critérios que definem os usos insignificantes no Estado de Minas Gerais. Propõe-se uma nova metodologia que caracteriza o uso insignificante limitado por propriedade ou por recurso hídrico utilizado.

Conhecer o universo de usuários de recursos hídricos do Estado, possibilita a atuação do Órgão Gestor na redução dos riscos associados a eventos críticos (secas e cheias), assim como a proteção dos ecossistemas aquáticos. Além disso, permite a proposições de novas ações a fim de aprimorar a políticas de gestão das águas do Estado.

## REFERÊNCIAS

ASFORA, M. C.; ROCHA, J. C. S. da; REZENDE, A. C. Sistema de informações sobre Recursos Hídricos de Sergipe: modelo conceitual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 14, 2001, Aracaju. **Anais...** São Paulo: S. Rimo 2001. 1 CD-ROM.

MINAS GERAIS. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Minas Gerais - Diário Executivo**, Belo Horizonte, 29 jan. 1999. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa CERH nº 34, de 16 de agosto de 2010. Define o uso insignificante de poços tubulares localizados nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos que menciona e dá outras providências. **Minas Gerais - Diário Executivo**, Belo Horizonte, 16 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa CERH-MG nº 09, de 16 de junho de 2004. Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. **Minas Gerais - Diário Executivo**, Belo Horizonte, 16 jun. 2004. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

MINAS GERAIS. Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos / **Relatório de sustentabilidade 2010/2011**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, [2012]. 193 p., il.

# METODOLOGIA PARA A SELEÇÃO DE ÁREAS E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL NOS TERRITÓRIOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS DOCE, SÃO FRANCISCO E JEQUITINHONHA

Rafael Deslandes Ribas<sup>1</sup>  
Luiz Cláudio Ferreira de Oliveira<sup>2</sup>  
Mariana Morales Leite Costa<sup>3</sup>  
Felipe Augusto Fernandes Oliveira<sup>4</sup>

## RESUMO

O presente artigo visa indicar a inovação trazida pela organização de parâmetros e procedimentos executados para a seleção de áreas que estão sendo recuperadas através do plantio direto de mudas florestais arbóreas nativas, dentro do projeto "Semeando Florestas, Colhendo Águas na Serra do Espinhaço". Esse projeto tem o objetivo restaurar APPs nas bacias hidrográficas dos rios Doce, São Francisco e Jequitinhonha, apoiando a implementação de corredores ecológicos, na lógica do Pós-CAR (PRA) e incorporando a dinâmica dos territórios hídricos e da Gestão Integrada de Território. O artigo elaborado demonstra as técnicas que estão sendo utilizadas para a seleção de 2.145 hectares das áreas que estão sendo recuperadas, com o plantio de 3 milhões de mudas, através do levantamento *in loco* das características físicas, bióticas e abióticas, gerando mapas e dados georeferenciados. Nos parâmetros estabelecidos para a seleção de áreas estão: execução do PRA com base nas informações do CAR; áreas indicadas pelos comitês de bacia como prioritárias para a recuperação ambiental; áreas prioritárias para a recuperação ambiental dentro do contexto de abastecimento público; áreas degradadas prioritárias para a restauração florestal. Esta metodologia inovadora desenvolvida pelo Instituto Espinhaço criará uma nova modelagem para os processos de restauração florestal associada ao contexto das bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Bacias hidrográficas. Georreferenciamento. CAR. Inovação. Artigo Científico. Normalização. Pesquisa.

## 1. INTRODUÇÃO

Através deste artigo, mostraremos a metodologia desenvolvida pelo Instituto Espinhaço para a Seleção e Restauração de áreas impactadas nos 61 municípios de abrangência do projeto Plantando o Futuro: Semeando Florestas, Colhendo águas na Serra do Espinhaço que visa o plantio direto de 3 milhões de mudas nativas de espécies arbóreas do Cerrado e Mata Atlântica nas Bacias Hidrográficas dos Rios Doce, São Francisco e Jequitinhonha no território reconhecido como Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço.

<sup>1</sup> Rafael Deslandes Ribas – Geógrafo, Pós Graduando em Recuperação de áreas degradadas – Instituto Espinhaço. E-mail: rafael.ribas@institutoespinhaco.org.br

<sup>2</sup> Luiz Cláudio Ferreira de Oliveira – Filósofo – Instituto Espinhaço. E-mail: institutoespinhaco@institutoespinhaco.org.br

<sup>3</sup> Mariana Morales Leite Costa – Ecóloga – Instituto Espinhaço. E-mail: mariana.morales@institutoespinhaco.org.br

<sup>4</sup> Felipe Augusto Fernandes de Oliveira – Biólogo – Instituto Espinhaço. E-mail: felipe.augusto@institutoespinhaco.org.br

Para realização da Seleção de áreas, foi constituída uma equipe multidisciplinar composta por uma coordenação técnica e analistas socioambientais com formação superior. O trabalho da equipe de seleção de áreas é feito em sinergia com as equipes de coleta de sementes, produção de mudas, mobilização social, plantio e monitoramento de mudas plantadas, assim como é fundamental a integração de todos os departamentos do projeto.

O planejamento da seleção áreas se inicia no estudo de dados secundários e identificação das principais áreas de APPs (Áreas de Preservação Permanente) como nascentes, matas ciliares e topos de morro, observando o tipo de vegetação presente e possíveis áreas de recuperação em cada território municipal. Para a seleção de áreas é realizada uma sobreposição de dados com as informações adquiridas através do CAR (Cadastro Ambiental Rural) e o dos CBH (Comitês de Bacias Hidrográficas), visando criar um processo inovador de unificação de esforços e ações, nos territórios. Para isso, o Instituto Espinhaço firmou mais de uma dezena de acordos de cooperação com municípios (através das prefeituras municipais) e universidades de âmbito local, regional, nacional e internacional. Para acesso aos dados mais confiáveis do CAR e também das áreas e mananciais prioritários para os processos de restauração ambiental, na visão dos comitês de bacias hidrográficas para a restauração e recuperação florestal do território a ser trabalhado, o Instituto Espinhaço criou um sistema de identificação e seleção de áreas, cruzando informações essenciais para que se possa evitar a sobreposição esforços e o uso inadequado de recursos financeiros (Figuras 1 e 2).



Figura 1 - Mapa territorial  
Fonte: Banco de dados do Instituto Espinhaço.



Figura 2 - Mapa de áreas selecionadas  
Fonte: Banco de dados do Instituto Espinhaço.

De posse de todos os dados a equipe de seleção de áreas percorre o território, em companhia do proprietário rural, anteriormente mobilizado, para dar continuidade à mobilização e dialogar com o mesmo para entender quais os objetivos específicos de recuperação, o histórico de uso e ocupação do solo, a possível existência de fonte econômica gerada através do uso da propriedade, dificuldades e facilidades de cultivo, disponibilidade de água potável e não potável e demais informações que o proprietário possui sobre sua propriedade e região.

A equipe de seleção de áreas é também responsável por realizar o geoprocessamento dos dados qualitativos e quantitativos descritos nesta metodologia, tais como: tipo de solo, vegetação presente ou ausente, tamanho da área apta a receber as mudas para restauração, espaçamento recomendado de acordo com o nível de regeneração, quantidade previstas de mudas, fotografias da área, dentre outras atividades e usos constatados na propriedade, fontes essenciais para um processo efetivo de restauração ambiental.

No território da propriedade rural, a equipe utiliza o GPS para marcar a coordenada geográfica com identificação da Sede. Ao iniciar o deslocamento para área a ser restaurada, deve-se atentar as condições de acesso para a equipe de plantio e deslocamento do processo de restauração naquela propriedade. Caso o deslocamento dentro da propriedade até a área de plantio seja possível com carro convencional, o mesmo deve ser georreferenciado através do GPS e identificado como rota de acesso. Caso o deslocamento não seja possível em veículo convencional o mesmo deverá ser identificado como caminhamento de seleção. Consideramos como caminhamento todo o deslocamento efetuado através de transportes alternativos, tais como: cavalo, a pé, moto, trator, barco, ou qualquer outro meio de locomoção utilizado para acesso à área. Essa informação é muito importante para a logística de plantio que deverá estar sempre integrado à seleção de áreas e os demais departamentos do projeto.

Uma vez na área a ser restaurada ou recuperada deve-se observar toda a paisagem local levando em consideração as características da propriedade visitada e também de seus vizinhos. Deve-se também realizar o georreferenciamento da área dando prioridade em percorrer todo o seu perímetro realizando incursões pontuais em seu interior com o intuito de analisar mais criteriosamente o tipo de solo encontrado levando em consideração principalmente sua profundidade, umidade, pedregosidade e argilosidade; atentar para a presença de afloramentos rochosos, nascentes e sumidouros, formigas, cupins e insetos, o estágio de regeneração da vegetação presente, existência de erosão e voçorocas, presença de linha de alta tensão, intensidade de iluminação natural, a presença ou não de animais de criação como búfalo, gado e eqüinos, e demais características presentes nas áreas. Todos estes dados devem ser registrados através de fotografias para ilustração das informações explicitadas no RESA (Relatório de Seleção de Áreas) que é entregue juntamente com o georreferenciamento de todas as áreas.

Após compilado todos os dados, preenchido o RESA e efetuado o georreferenciamento da área, é apresentado a sugestão de espaçamento e a quantidade de mudas estimadas para o plantio direto. Além de técnicas agro-florestais que são aplicadas de acordo com a realidade e a necessidade de cada propriedade, utilizamos como base o método quincôncio para a estipulação de espaçamento, levando sempre em consideração o bioma a ser trabalhado e as características físicas e biológicas do local, buscando atuar na dinâmica dos territórios hídricos.

Tendo os dados geoespacializados, trabalhamos com a necessidade da criação de corredores ecológicos visando formar ou integrar mosaicos de Unidades de Conservação (UC). Esta ação tem o propósito de fortalecer a ação de restauração ambiental, integrando-a a esforços maiores e convergentes, favorecendo os serviços ecossistêmicos.

De acordo com as diretrizes do Ministério do Meio Ambiente (MMA), os corredores ecológicos “possuem função efetiva na proteção da natureza, reduzindo ou prevenindo a fragmentação de florestas existentes, por meio da conexão entre diferentes modalidades de áreas protegidas e outros espaços com diferentes usos de solo” (<http://www.mma.gov.br>).

Seguindo essa proposta, o Instituto Espinhaço objetiva unificar as áreas de plantio e sensibilizar as comunidades sobre a importância da comunicação entre os extratos vegetais arbóreos para reduzir a fragmentação mantendo ou restaurando a conectividade da paisagem e facilitando o fluxo genético entre as populações. Dessa forma, a equipe prioriza a visita aos proprietários seguindo de montante à jusante das principais áreas de abastecimento das bacias hidrográficas dos rios Doce, São Francisco e Jequitinhonha, com foco na formação e intensificação de corredores ecológicos.

Além da criação dos Corredores, trabalhamos também com a comunicação entre os mosaicos para que planejando a paisagem, consigamos integrar as unidades de conservação buscando conectá-las e assim promover a construção dos mosaicos ambientais..

## 2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destacamos que esta metodologia de seleção de áreas pode ser reaplicada em todos os biomas brasileiros em processos de restauração de paisagens florestais, com o intuito de promover ações efetivas de conscientização ambiental, restauração e recuperação de áreas degradadas através do plantio direto de mudas arbóreas florestais nativas, em sinergia com o desenvolvimento de um sistema de informações geoespacializadas e com processos efetivos de mobilização e engajamento social, sendo que este conjunto de ações e etapas devem ser organizados e articulados entre si, efetivando o grande diferencial deste projeto, propiciando a formação e o apoio a corredores e mosaicos ecológicos, seguindo a lógica do pós CAR, juntamente com os interesses de preservação e restauração das bacias hidrográficas abrangidas pelo projeto.

A geração de informações geoespacializadas, a metodologia utilizada e a conexão entre ações de mobilização social, seleção de áreas, coleta de sementes, produção de mudas, plantio e monitoramento, constitui-se em diferencial alcançado pelo Instituto Espinhaço em processos de restauração de paisagens florestais no Brasil.

Até a presente data, já foram selecionados mais de mil propriedades totalizando mais de 2.145 hectares de áreas para restauração e recuperação ambiental com a estimativa de mais 1.800.000 (um milhão e oitocentas mil) mudas. O resultado final a ser alcançado neste projeto será o plantio de 3.000.000 (três milhões) de mudas nativas com restauração e recuperação de aproximadamente 3.000 hectares dos biomas de Cerrado e Mata Atlântica, em Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Ambiental Rural** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/desenvolvimento-rural/cadastro-ambiental-rural>>. Acesso em 28 jan. 2018.

Cadastro Ambiental Rural - CAR. Disponível em:< <http://www.car.gov.br/#/>>. Acesso em 28 jan. 2018.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/mapas-e-estudos/>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. Disponível em: <<http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/a-bacia/>>. Acesso em 27 jan. 2018.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha**. Disponível em:< <http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/jq1-cbh-do-alto-rio-jequitinhonha>>.



APOIO:



PATROCÍNIO:



REALIZAÇÃO:

