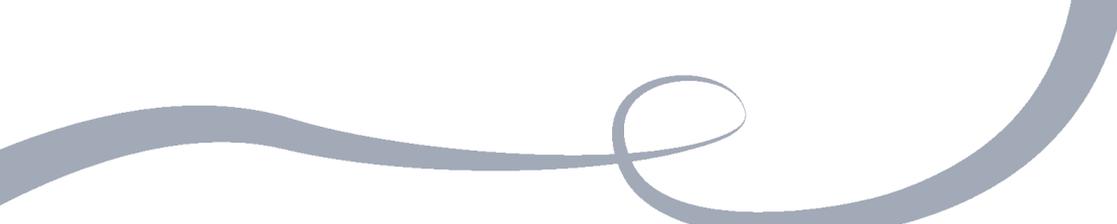


2021

GESTÃO E SITUAÇÃO DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS

AÇÕES PARA SEGURANÇA HÍDRICA





**GESTÃO E SITUAÇÃO
DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS
2021**





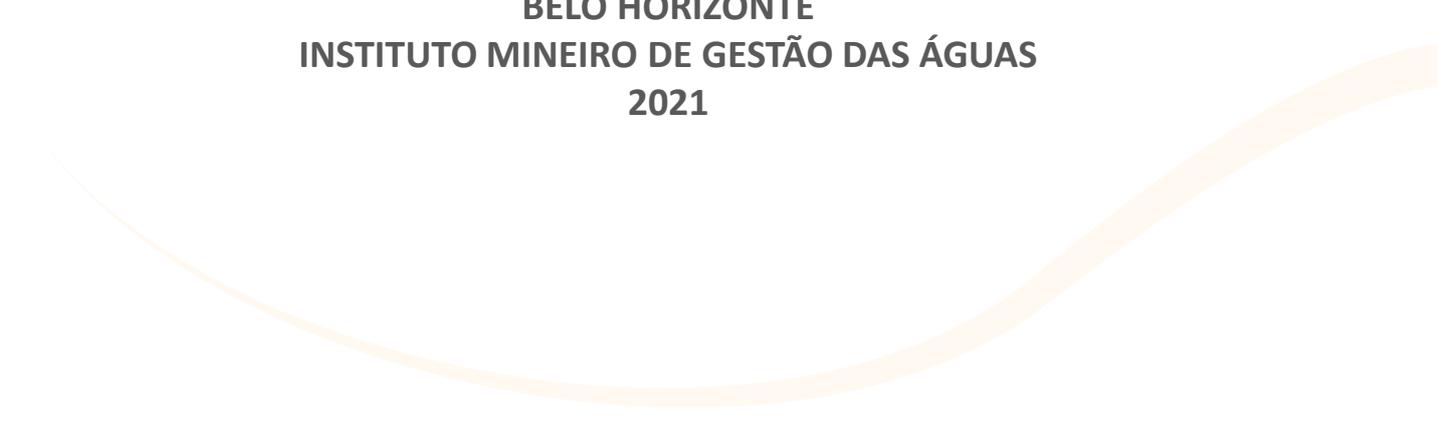
COORDENAÇÃO GERAL
MARCELO DA FONSECA

ORGANIZADORES

CAROLINE MATOS DA CRUZ CORREIA
GUSTAVO LUIZ GODOI DE FARIA FERNANDES
IVONE DE SOUSA NASCENTES MORGADO
LILIAN MÁRCIA DOMINGUES DE RESENDE
NÁDIA ANTÔNIA PINHEIRO SANTOS

GESTÃO E SITUAÇÃO DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS 2021

**BELO HORIZONTE
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS
2021**



©Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam

Governo do Estado de Minas Gerais

Romeu Zema Neto
Governador

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad

Marília Carvalho de Melo
Secretária

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam

Marcelo da Fonseca
Diretor Geral

Renata Batista Ribeiro
Chefe de Gabinete

Thiago Figueiredo Santana
Diretor de Gestão e Apoio ao Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Jeane Dantas de Carvalho
Diretora de Planejamento e Regulação

Wanderlene Ferreira Nacif
Diretora de Operações e Eventos Críticos

Anderson do Carmo Diniz
Diretor de Administração e Finanças

G393 Gestão e situação das águas de Minas Gerais: ações para segurança hídrica / Marcelo da Fonseca, organização geral; Caroline Matos da Cruz Correia, Coordenação ... [et al.]. --- Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2021.

254p. il.

ISBN: 978-65-88079-03-4

Vários autores.

1. Recursos hídricos - gestão. 2. Recursos hídricos - Minas Gerais.
3. Segurança hídrica. I. Fonseca, Marcelo da. II. Correia, Caroline Matos da Cruz. III. Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

CDU: 556.18 (815.1)

COORDENAÇÃO GERAL

Marcelo da Fonseca

ORGANIZAÇÃO

Caroline Matos da Cruz Correia
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes
Ivone de Sousa Nascentes Morgado
Lilian Márcia Domingues de Resende
Nádia Antônia Pinheiro Santos

AUTORES SISEMA

Bruna Magalhães de Araujo
Caroline Matos da Cruz Correia
Carolina Cristiane Pinto
Djeanne Campos Leão
Felipe Silva Marcondes
Gerson de Araújo Filho
Guilherme Tadeu Figueiredo Santos
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes
Ivone de Sousa Nascentes Morgado
Jackson Rodrigues Primo
Jeane Dantas de Carvalho
José Jorge Pereira
Katiane Cristina de Brito Almeida
Leandro Carmo Guimarães
Letícia Ribeiro Pacheco Lages
Lília Aparecida de Castro
Lilian Márcia Domingues de Resende
Lucas de Melo Carvalho
Lucas Martins Sathler Berbert
Luisa Costa Martins Vieira
Luiza Pinheiro Rezende Ribas
Manuela Cardoso Stein
Marcelo da Fonseca
Matheus Duarte Santos
Micael de Souza Fraga
Nádia Antônia Pinheiro Santos
Paula Pereira de Souza
Robson Rodrigues dos Santos
Rosa Carolina Amaral
Sônia Souza Ferreira
Tayná Uber da Silva
Thayná Silva Campos

Valéria Ferreira Borges
Vanessa Kelly Saraiva
Walcrislei Vercelli Luz
Wanderlene Ferreira Nacif

AUTORES CONVIDADOS

Carlos Alberto Perdigão Pessoa
Consuelo Franco Marra
Ewandro Andrade Moreira
Fabrício Lisboa Vieira Machado
Flávio Hermínio de Carvalho
Henrique Pinheiro Veiga
Larissa Alves da Silva Rosa
Luis Augusto Preto
Marco Alexandre Silva André
Rafael Henrique Serafim Dias
Rossini Ferreira Matos Sena
Vera Maria da Costa Nascimento
Wilson Rodrigues de Melo Junior

EQUIPE EDITORIAL

Revisão

Caroline Matos da Cruz Correia
Fabiana Monteiro de Moura F Campos
Lilian Márcia Domingues de Resende
Márcia Beatriz Silva de Azevedo

Projeto gráfico e capa

Caroline Matos da Cruz Correia
Filipe Vitor Medeiros
John Eurico dos Santos
Lilian Márcia Domingues de Resende

Fotos capa

1. CBH Rio das Velhas/Bianca Aun/TantoExpresso
2. Igor Lemes de Souza – Concurso de Fotografias Igam 2021 – Águas de Minas
3. Arquivo Ascom/Sisema
4. Divulgação Arsae/MG

Ilustrações/Ícones

flaticon.com

IGAM

Rodovia João Paulo II, nº 4143 - Bairro Serra Verde - Belo Horizonte

Minas Gerais - CEP: 31630-900

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

SUMÁRIO

PREFÁCIO

INTRODUÇÃO

BUSCA PELA SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS	10
<i>Caroline Matos da Cruz Correia, Lilian Márcia Domingues de Resende.</i>	

PARTE I – AVANÇOS INSTITUCIONAIS - MG

SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS: contexto e avanços institucionais	17
<i>Lucas Martins Sathler Berbert, Luisa Costa Martins Vieira, Luiza Pinheiro Rezende Ribas, Micael de Souza Fraga, Paula Pereira de Souza, Robson Rodrigues dos Santos, Valéria Ferreira Borges.</i>	

USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS, FISCALIZAÇÃO E IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA: o caso do Rio Jequitinhonha	41
<i>Carolina Cristiane Pinto, Gerson de Araújo Filho, Guilherme Tadeu Figueiredo Santos, Katiane Cristina de Brito Almeida, Matheus Duarte Santos, Thayná Silva Campos, Vanessa Kelly Saraiva.</i>	

COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS EM MINAS GERAIS: avaliação e perspectivas para a segurança hídrica	63
<i>Felipe Silva Marcondes, Letícia Ribeiro Pacheco Lages, Sônia Souza Ferreira, Tayná Uber da Silva.</i>	

PARTE II – REVITALIZAÇÃO E SEGURANÇA HÍDRICA

SEGURANÇA HÍDRICA E REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: interfaces no estado de Minas Gerais ...	84
<i>Larissa Alves da Silva Rosa, Rafael Henrique Serafim Dias, Wilson Rodrigues de Melo Junior</i>	

SEGURANÇA HÍDRICA E O PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA: fortalecendo a resiliência local por meio de ações de conservação de água e solo	104
<i>Carlos Alberto Perdigão Pessoa, Consuelo Franco Marra, Ewandro Andrade Moreira, Flávio Hermínio de Carvalho, Henrique Pinheiro Veiga, Luis Augusto Preto, Marco Alexandre Silva André, Rossini Ferreira Matos Sena, Vera Maria da Costa Nascimento.</i>	

PARTE III – PLANEJAMENTO MG – ÁREAS PRIORITÁRIAS

ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA REVITALIZAÇÃO DE BACIAS EM MINAS GERAIS: diretrizes e proposição de metodologia para sua definição132
Fabício Lisboa Vieira Machado, Felipe Silva Marcondes, Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes, Ivone de Sousa Nascentes Morgado, Leandro Carmo Guimarães, Lucas de Melo Carvalho, Nádia Antônia Pinheiro Santos.

CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS RELACIONADOS À ÁGUA 159
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes, Ivone de Sousa Nascentes Morgado, José Jorge Pereira, Leandro Carmo Guimarães, Lucas de Melo Carvalho, Manuela Cardoso Stein, Nádia Antônia Pinheiro Santos.

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E USO RACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS: uma abordagem no contexto da segurança hídrica187
Bruna Magalhães de Araujo, Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes, Ivone de Sousa Nascentes Morgado, Jeane Dantas de Carvalho, José Jorge Pereira, Leandro Carmo Guimarães, Lucas de Melo Carvalho, Nádia Antônia Pinheiro Santos.

CONTROLE DA POLUIÇÃO, EVENTOS EXTREMOS E OBRAS HÍDRICAS: priorização de áreas no contexto da segurança hídrica 212
Djeanne Campos Leão, Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes, Ivone de Souza Nascentes Morgado, Jackson Rodrigues Primo, Jeane Dantas de Carvalho, Lília Aparecida de Castro, Lucas de Melo Carvalho, Micael de Souza Fraga, Nádia Antônia Pinheiro Santos, Rosa Carolina Amaral, Walcrislei Vercelli Luz, Wanderlene Ferreira Nacif.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A INTEGRAÇÃO E OS CAMINHOS PARA O FUTURO..... 252
Caroline Matos da Cruz Correia, Lilian Márcia Domingues de Resende, Marcelo da Fonseca, Nádia Antônia Pinheiro Santos.

PREFÁCIO

A publicação “**Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais**”, realizada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), tornou-se uma referência para o acompanhamento da implementação da política e do próprio gerenciamento dos recursos hídricos no estado.

Com periodicidade anual, as obras geradas desde 2013, além de servirem como registro histórico e sistematizado da evolução do setor, possibilitam análise e identificação de boas práticas, avanços, gargalos, zonas críticas, cenários e muitas outras informações fundamentais para a orientação das intervenções necessárias na busca pela segurança hídrica da população e das atividades econômicas. Isso tudo, em um espaço territorial grande e diverso, que atribui complexidade à sua gestão e torna ainda mais relevante a organização e divulgação dos dados e informações de que trata esta publicação.

Destaca-se, ainda, que, sendo Minas Gerais um “berço das águas” para muitas bacias hidrográficas brasileiras, a importância desta publicação, assim como a de suas águas, extrapola os limites do estado.

Esta edição de 2021 tem como tema principal “**Ações para a Segurança Hídrica**” e está estruturada em cinco partes, quais sejam: (i) Introdução; (ii) Avanços Institucionais; (iii) Revitalização e Segurança Hídrica; (iv) Planejamento - Áreas Prioritárias; e (v) Considerações Finais.

Entre os principais pontos abordados, ressaltam-se os avanços legislativos e institucionais, a maior integração da fiscalização com outros instrumentos de gestão, a avaliação do processo de cobrança pelo uso da água na última década, bem como do papel das agências de bacias hidrográficas ou entidades a elas equiparadas.

A parte que trata da Revitalização de Bacias conta com a participação do Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), trazendo experiências e contribuições do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas e do Programa Produtor de Água, respectivamente, para o debate sobre segurança hídrica em Minas Gerais.

Por fim, são apresentadas diretrizes para a definição de áreas prioritárias para a revitalização de bacias no estado e uma discussão das diferentes vertentes do Programa Somos Todos Água, como serviços ecossistêmicos, produção sustentável, uso racional da água, saneamento, controle de poluição e obras hídricas. Ressalta-se a relevância desses assuntos para a construção do Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH), que se encontra em fase de desenvolvimento.



É de se louvar esta iniciativa, que tem a clara missão de informar e dar transparência ao complexo processo de conhecimento e gestão dos recursos hídricos em Minas Gerais, sob suas diferentes óticas e vertentes. Os dados e informações presentes nesta publicação possibilitam a qualificação do debate e a busca por soluções para os grandes desafios relacionados aos recursos hídricos no estado, o que torna a sua leitura fundamental para todos os atores envolvidos.

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Diretor da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA)
Pesquisador em Hidrologia da Embrapa e Governador do Conselho Mundial da Água
(WWC, sigla em inglês).

INTRODUÇÃO



Crédito: Alessandro Borsagli
Concurso de Fotografias Igam 2021

BUSCA PELA SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS

Caroline Matos da Cruz Correia¹
Lilian Márcia Domingues de Resende²

INTRODUÇÃO

A presente publicação Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais é editada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) desde 2013, sendo que o primeiro volume teve como ano-base 2012. Trata-se de um documento referência para o acompanhamento da gestão dos recursos hídricos no estado, com dados e informações atualizados da situação hídrica das bacias hidrográficas mineiras e dos programas, projetos e ações de entes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH). É também espaço para reflexões sobre a implementação desta política pública em Minas Gerais.

A partir de 2018, a publicação passou a ser elaborada de forma colaborativa, com capítulos assinados por autores do Igam e de instituições públicas, privadas e não-governamentais que atuam no planejamento, gestão, execução ou em pesquisas sobre o tema. Este arranjo, que integra autores com diferentes visões e vivências, inclusive de diferentes regiões, enriquece o processo de construção do conhecimento sobre recursos hídricos, que é tão plural e multidisciplinar.

A obra é estruturada em ciclos temáticos de quatro anos, sendo este o terceiro volume do ciclo 2019-2022 (FIGURA 1), com o tema *Ações para a Segurança Hídrica*.

Figura 1 – Ciclo 2019-2022 da publicação e Gestão das Águas de Minas Gerais



Fonte: Elaborada pelas autoras (2021)

¹ Jornalista. Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Analista Ambiental do Igam.

² Geógrafa. Mestre em Engenharia Ambiental. Analista Ambiental do Igam.

Na abertura do ciclo, em 2019, o enfoque foram os 20 anos da Lei Mineira das Águas (Lei nº 13199/1999). A publicação apresentou marcos legais e institucionais da atual política de recursos hídricos no estado, além das transformações e dos avanços que ocorreram nessas duas décadas, guiados pelo novo arcabouço normativo. Registrou, dentre outros acontecimentos, o longo período de estiagem vivenciado no Sudeste brasileiro entre 2014 e 2017, com a consequente escassez hídrica. E trouxe reflexões sobre os desafios para a Agenda Azul e sobre os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos, que se revelaram ainda frágeis diante do enfrentamento da crise hídrica, evidenciando lacunas de governança, além de aspectos normativos, regulatórios, gerenciais e estruturais (IGAM, 2019).

A obra também apontou a necessidade de os gestores de recursos hídricos buscarem uma maior sinergia e integração das políticas setoriais, além de pensarem em novos conceitos e estratégias para a gestão, destacando a temática da Segurança Hídrica, que foi o tema central da publicação em 2020. Como registrado naquele volume, em Minas Gerais, as discussões sobre a elaboração de um plano de segurança hídrica intensificaram-se em 2018, sobretudo diante dos desafios impostos nos períodos de escassez, que impactaram ou ameaçaram impactar o suprimento de água, bem como das profundas implicações sobre o meio ambiente e sociedade causadas pelos rompimentos das barragens de Fundão (Mariana) e Córrego do Feijão (Brumadinho), nos anos de 2015 e 2019 respectivamente (IGAM, 2020).

SEGURANÇA HÍDRICA

Segurança Hídrica é um termo que vem sendo discutido internacionalmente desde os anos 2000, por representantes de governos, academias e de outros setores sociais, frente ao aumento de cenários reais ou com risco de insegurança hídrica vivenciados em várias partes do mundo.

“ Os fatores que ameaçam uma desejada situação de equilíbrio são o aumento populacional, principalmente nas áreas urbanas, e o crescimento econômico, que geram ampliação da demanda de água, bem como as mudanças climáticas e os seus efeitos nos eventos hidrológicos extremos (ANA, 2019, p 13). ”

Também contribuem para o cenário de insegurança, a ausência de planejamento adequado para a execução da política de recursos hídricos com vistas a garantir o equilíbrio entre oferta e demanda de água, inclusive, em situações emergenciais.

Mas, o que é Segurança Hídrica?

É quando se tem água disponível em quantidade e qualidade para atender os diferentes usos de uma sociedade, como necessidades humanas, atividades econômicas e usos naturais do próprio ecossistema, considerando, ainda, os riscos provenientes de eventos de secas e cheias, que por vezes avançam para situações contingenciais, como citado anteriormente (ANA, 2020).

No Brasil, os debates sobre segurança hídrica se intensificaram na última década, em meio ao aumento progressivo da demanda por água, de cenários de conflitos e de crises hídricas em regiões que historicamente não sofriam com os efeitos de seca, como o Sudeste brasileiro, além de rompimentos de barragens, vulnerabilidades a cheias, dentre outros.

O tema será abordado, neste volume, na *Parte II Revitalização e Segurança Hídrica*.

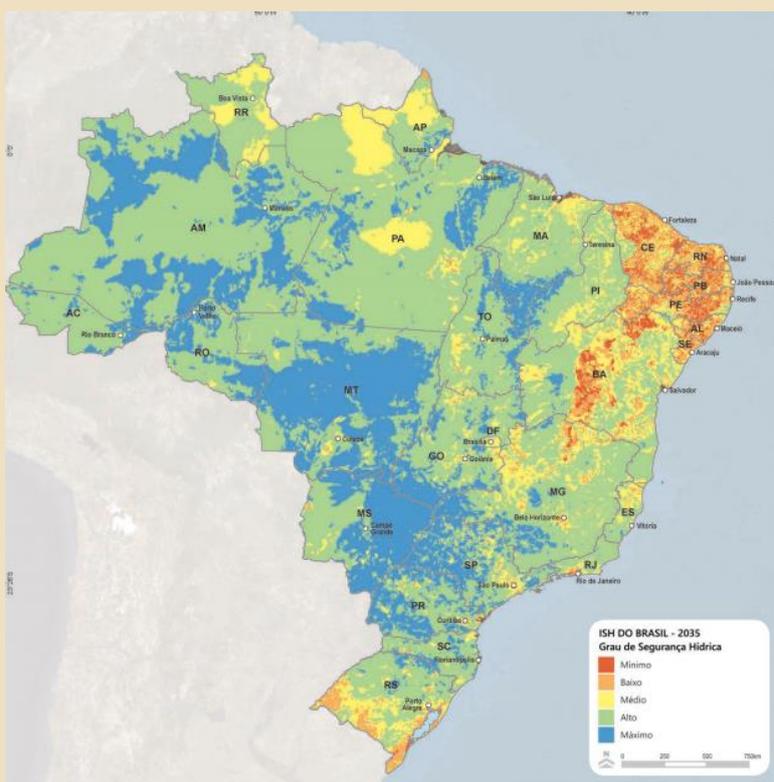
Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH)

Lançado em 2019 pela ANA e MDR, o PNSH tem norteado as discussões sobre a temática no País, difundindo conceitos e critérios e apontando caminhos para planejamentos e ações. É, inclusive, referência para os capítulos que compõem este volume.

O plano considera quatro dimensões, alinhadas ao conceito de segurança hídrica tratado pela Organização das Nações Unidas (ONU), quais sejam: humana; econômica; ecossistêmica; e de resiliência. Propõe medidas estruturais (intervenções) e não-estruturais (de gestão) para se obter resultados efetivos, e inova ao trazer o Índice de Segurança Hídrica (ISH) dos estados brasileiros, calculados para os anos de 2017-2035 (MAPA 1).

Para mais informações, [acesse a publicação](#).

Mapa 1 – Índice de segurança hídrica para os estados brasileiros - 2035



Fonte: ANA, 2019

PROMOÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS

Como já abordado, as discussões sobre segurança hídrica em Minas Gerais se intensificaram em 2018 e avançaram para a estruturação, em 2019, do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas - Somos Todos Água. Este foi elencado como Projeto Prioritário do Governo de Minas Gerais 2020-2023.

O Somos Todos Água visa garantir o acesso à água de forma segura para os diferentes usos e usuários no território mineiro, fomentando ações integradas e permanentes nos três níveis federativos, além de ações de instituições privadas e não governamentais. O objetivo é promover uma atuação coordenada em Minas Gerais.

O referido Programa é o fio condutor desta obra, sendo mencionado em diferentes textos, e uma de suas etapas será detalhada nos capítulos que compõem a *Parte III - Planejamento: Áreas Prioritárias*.

SOMOS TODOS ÁGUA

Informações detalhadas do Programa estão disponíveis no **volume 2020** desta publicação e no [Portal Infohidro](#), gerenciado pelo Igam.



Antes, é importante ressaltar que nessa última década, uma série de ações institucionais e normativas foram promovidas no âmbito do SEGRH-MG, direcionando o estado para o caminho da segurança hídrica, e estão registradas nos volumes anteriores desta publicação.

Neste volume, a *Parte I – Avanços Institucionais MG* atualiza o registro das principais ações de órgãos que compõem o Sistema Estadual, ocorridas especialmente a partir de 2019, evidenciando normativas que visam maior efetividade à gestão das águas mineiras. Dentre elas, destaca-se a nova divisão territorial em Unidades Estratégicas de Gestão (UEGs) e Circunscrições Hidrográficas (CHs); monitoramento da Governança, com avaliação da atuação dos colegiados e demais entes do SEGRH; e melhoria no acompanhamento e gestão de barragens no cumprimento à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).

São tratadas, ainda, questões relativas ao monitoramento hidrometeorológico e qualitativo, atualizando as informações sobre o período de escassez, além da criação das Comissões Gestoras Locais (CGLs), buscando avançar na gestão de conflitos pelo uso da água.

Em outro capítulo são abordados alguns instrumentos e ferramentas de gestão, que juntos, auxiliam na melhoria qualitativa das águas, sinalizando a importância e a conexão destes para a promoção da segurança hídrica.

Por fim, também é apresentado um panorama da implementação do instrumento cobrança pelo uso dos recursos hídricos no estado, incluindo as recentes atualizações normativas e a atuação das entidades equiparadas.

A Parte II trata do tema *Revitalização e Segurança Hídrica* e é composta por dois artigos técnicos assinados, respectivamente, por servidores do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

O primeiro reflete sobre a intercambialidade dos conceitos – segurança hídrica e revitalização, e dos instrumentos de planejamento federais e estaduais, de modo a contribuir para a efetividade das ações de revitalização em todo o país. O segundo apresenta casos concretos de programas de proteção e recuperação de bacias, por meio do Programa Produtor de Águas (PPA) e do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), demonstrando os impactos positivos de ações de conservação de água e solo em regiões distintas no estado.

Na Parte III - *Planejamento: Áreas Prioritárias*, são discutidos modelos e diretrizes metodológicas para seleção das áreas prioritárias para revitalização de bacias e promoção da segurança hídrica em Minas Gerais. A definição de áreas prioritárias é uma etapa importante na Construção do Plano Mineiro de

Segurança Hídrica (PMSH), desenvolvido no âmbito do Programa Somos Todos Água, e que está em processo de contratação.

O PMSH irá dialogar com os demais estudos e planos de recursos hídricos existentes nas esferas nacional, estadual e regional, incluindo planejamentos de outras políticas públicas, buscando a convergência e o aprimoramento do planejamento no estado.

A presente obra encerra com uma breve avaliação do planejamento de recursos hídricos existente em Minas Gerais, conectando os novos conceitos e demandas com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), que neste ano de 2021 completou 10 anos de aprovação por meio do Decreto nº 45.565/2011.

É importante destacar que as normativas brasileiras (Lei Federal nº 9433/97 e Lei Estadual 13.199/99) instituíram formalmente os planos de recursos hídricos como instrumentos de planejamento, considerando os seguintes territórios: nacional; estadual; bacias de rios nacionais; e bacias de rios estaduais. Portanto, o Plano Mineiro de Segurança Hídrica, que também será tratado em diferentes artigos ao longo desta publicação, vem integrar este repertório e somar esforços para que os planejamentos do setor hídrico sejam de fato executados e tragam impactos positivos para a sociedade e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. 2019. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**: informe anual. 2020. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 01 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Igam). **Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2019**: 20 Anos da Lei Mineira das Águas. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3206>. Acesso em: 01 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Igam). **Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2020**: Segurança Hídrica. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3506>. Acesso em: 01 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=13199&comp=&ano=1999>. Acesso em: 01 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 45.565, de 22 de março de 2011**. Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos - Perh-MG. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=45565&comp=&ano=2011>. Acesso em: 01 ago. 2021.

PARTE 1

AVANÇOS INSTITUCIONAIS



SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS: contexto e avanços institucionais

Lucas Martins Sathler Berbert¹
Luisa Costa Martins Vieira²
Luiza Pinheiro Rezende Ribas³
Micael de Souza Fraga⁴
Paula Pereira de Souza⁵
Robson Rodrigues dos Santos⁶
Valéria Ferreira Borges⁷

INTRODUÇÃO

O termo segurança hídrica surgiu na década de 1990, como um meio de se incluir na gestão das águas o conceito de desenvolvimento sustentável, abordado pelo Relatório de Brundtland (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987). Na década seguinte, como exposto no capítulo anterior, a discussão internacional acerca do tema foi ampliada e tratada em um maior número de publicações. O seu principal objetivo é garantir a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos de forma adequada sob o aspecto ambiental, econômico e social. Dentre as metas a serem atingidas estão o bem-estar da população, a redução da de-

sigualdade e a preservação do meio ambiente, que também estão alinhadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Nesse sentido, o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), proposto pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2019), vem contribuir com o planejamento da gestão das águas para o alcance dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, dentre os quais a necessidade de assegurar à atual e às futuras gerações a adequada disponibilidade de água e de atuar na prevenção contra eventos hidrológicos críticos.

“A Segurança Hídrica, de acordo com o conceito da Organização das Nações Unidas (ONU), existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país (ANA, 2019, p 13).”

¹ Engenheiro Ambiental. Analista Ambiental do Igam.

² Geóloga. Mestre em Geologia Aplicada - Hidrogeologia. Analista Ambiental do Igam.

³ Engenheira Ambiental. Analista Ambiental do Igam.

⁴ Engenheiro Ambiental. Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola. Analista Ambiental do Igam.

⁵ Meteorologista. Mestre e Doutora em Meteorologia. Analista Ambiental do Igam.

⁶ Geógrafo. Mestre em Engenharia ambiental. Analista Ambiental do Igam.

⁷ Bacharel em Direito. Especialista em Gestão Ambiental em Sistemas Agrícolas. Analista Ambiental do Igam.

Atualmente, há diversos fatores de desequilíbrio pressionando os ecossistemas em nosso planeta. Apenas a título de exemplo podemos citar o aumento populacional, as mudanças climáticas e o crescimento econômico. Somando este cenário com a falta de planejamento e ações institucionais, temos visto de forma recorrente eventos hidrológicos adversos e situações de insegurança hídrica.

Para tanto, no que se refere ao aspecto ambiental, a política de recursos hídricos criou instrumentos de gestão que buscam garantir água em qualidade e quantidade suficiente e de forma satisfatória para as presentes e futuras gerações.

Neste sentido, a atuação dos órgãos gestores no aprimoramento desses instrumentos, bem como a incorporação de medidas de gestão de riscos - frutos de eventos climáticos extremos, uso intensivo dos recursos, desmatamento, poluição, dentre outros - é de suma importância. E é sob este aspecto que será abordada, neste capítulo, a evolução legislativa e institucional no estado de Minas Gerais, no período compreendido entre os anos de 2019 a 2021, como forma de atualizar os mecanismos de gestão que estão sendo utilizados em território mineiro, para se obter um cenário de segurança hídrica.

INOVAÇÃO LEGISLATIVA

Como inovação legislativa destacam-se a seguir diversos textos normativos que tiveram como finalidade aprimorar os instrumentos de gestão e os procedimentos administrativos que eram considerados verdadeiros gargalos pela ausência de uma definição adequada de competências ou trâmites que tornavam os processos demasiadamente burocráticos.

Cobrança pelo uso de recursos hídricos - CRH

Uma das inovações, no que se refere a este instrumento, tange aos contratos de gestão firmados entre o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e as Agências de Bacias Hidrográficas ou as entidades a elas equiparadas, e foi estabelecida pelo Decreto nº 47.633/19, alterado pelo Decreto nº 48.061/20. (MINAS GERAIS, 2019a, 2020f).

As principais mudanças relacionam-se ao processo de equiparação das entidades para exercerem as funções de agência de bacia, sendo:

- Instituição de um período máximo de equiparação de até 10 anos, proporcionando um prazo condizente com as funções a serem exercidas por estas entidades para que possam ser avaliadas de maneira mais justa;



Bacia do rio das Velhas, uma das primeiras a ter entidade equiparada a agência de bacia no Estado.

- Indicação pelo comitê de bacia hidrográfica, que agora poderá ocorrer de duas formas:
 - indica-se a entidade que tenha recebido delegação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) para atuar na bacia hidrográfica federal, desde que a respectiva bacia seja afluyente da federal, respeitada a vigência da delegação concedida pelo CNRH; ou
 - mediante processo de seleção de entidade que deverá observar norma complementar editada pelo Igam. Tal alteração tornou o processo de escolha mais transparente e isonômico, atendendo aos ditames dos princípios basilares do direito administrativo dentre os quais o da moralidade e da impessoalidade.
- Modificação dos procedimentos para a prestação de contas, tornando os trâmites e as competências mais claros e objetivos, inclusive quanto às ressalvas na aprovação das contas e as consequências relativas à reprovação ou inadimplência do dever legal das entidades equiparadas;
- Alteração do processo de inventário no caso de desequiparação da entidade, que passou a ser de competência do Igam, incorporando as atribuições da comissão que antes de instituída deverá ser aprovada pelo CERH-MG.

Ainda com relação à cobrança pelo uso de recursos hídricos, foi editado o novo decreto que regulamenta este instrumento de gestão - Decreto nº 48.160/21 (MINAS GERAIS, 2021b). O normativo insere já em seus primeiros dispositivos, vários conceitos referentes à cobrança inexistentes nas legislações anteriores, trazendo segurança jurídica aos usuários que passam a compreender melhor os conceitos envolvidos na gestão. O maior avanço desta norma, entretanto, foi prever o índice de atualização dos valores da cobrança. Este instrumento foi implantado em Minas Gerais no ano de 2010 em três bacias hidrográficas – Rios das Velhas, Araguari e Piracicaba e Jaguari, e não havia previsão para sua atualização, tornando os valores defasados ao longo do tempo.



Com o novo normativo, a atualização dos valores da cobrança deverá ocorrer anualmente, com base na variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que será detalhado no capítulo 'COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS EM MINAS GERAIS: avaliação e perspectivas para a segurança hídrica' desta publicação.

Outro destaque é o prazo de dois anos concedido para que todos os comitês de bacias do estado, que não implementaram este instrumento econômico de gestão, definam sua metodologia de cálculo e a tarifa (preço público), segundo os critérios estabelecidos pelo CERH-MG. Os comitês que já implementaram a cobrança têm o prazo de três anos para adequação. Para aqueles que não cumprirem estes prazos serão adotados, na bacia, a metodologia e os preços públicos estabelecidos pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Tais avanços demonstram a importância da cobrança pelo uso de recursos hídricos e o esforço do estado para impulsioná-la nas diversas regiões hidrográficas de Minas Gerais, possibilitando a aplicação desses recursos em projetos e programas para a melhoria qualitativa das águas em bacias que por não possuírem indicadores favoráveis à arrecadação, estariam à margem dos benefícios advindos deste instrumento de gestão, como por exemplo a conscientização dos usuários e da população em geral acerca do uso adequado desse bem essencial para manutenção da vida e dos ecossistemas.

Com base nos decretos citados foram editadas normas complementares. A Deliberação Normativa CERH nº 68/21, por exemplo, instituiu

um preço público unitário (PPU) mínimo para a cobrança. Este deverá ser observado pelo comitê quando for instituído um preço público para a cobrança na respectiva região de abrangência. A norma também previu a criação de quatro zonas para a definição desses preços (PPU), considerando o grau de criticidade dos recursos hídricos:

- Zona A - áreas de conflito (DAC) associadas às bacias de contribuição a cursos d'água de Classe Especial e Classe 1
- Zona B - áreas de conflito (DAC)
- Zona C - bacias de contribuição a cursos d'água de Classe Especial e Classe 1 ou captação subterrânea
- Zona D - demais áreas.

No que diz respeito à temática dos contratos de gestão (Decreto nº 47.633/19) (MINAS GERAIS, 2019a) foram editadas pelo Igam normas complementares referentes à prestação de contas e procedimentos de seleção e contratação de fornecedores e pessoal - Portarias IGAM nº 52/19 e nº 60/19, respectivamente (IGAM, 2019d,e). Ambas trouxeram um arcabouço mais explicativo, garantindo um procedimento uniforme e gestão de informações entre o órgão gestor e as entidades, por meio da previsão de manuais para a execução dos contratos de gestão.

Ainda como destaque, houve a inserção dos comitês de bacias hidrográficas na análise da prestação de contas apresentada pelas entidades, passando estes colegiados a terem uma participação ativa na gestão dos recursos da cobrança, tendo em vista que tanto o Plano Plurianual de Aplicação como o Plano Orçamentário Anual são aprovados por seus membros.

Regulação dos usos de recursos hídricos

A regulação dos usos de recursos hídricos também foi objeto de normatização no período de 2019 a 2021. A principal mudança foi a edição do Decreto nº 47.705/19 que compilou em um único documento diversas portarias e resoluções sobre o assunto, facilitando a compreensão do tema e o manuseio da legislação por parte dos interessados (MINAS GERAIS, 2019b).

O destaque é a descrição do processo de outorga coletiva, necessária quando uma área é declarada de conflito pelo Igam. Neste caso, os usuários devem apresentar no prazo de um ano, a contar da publicação da Declaração de Área de Conflito (DAC), proposta de alocação negociada da água. Ou seja, os próprios

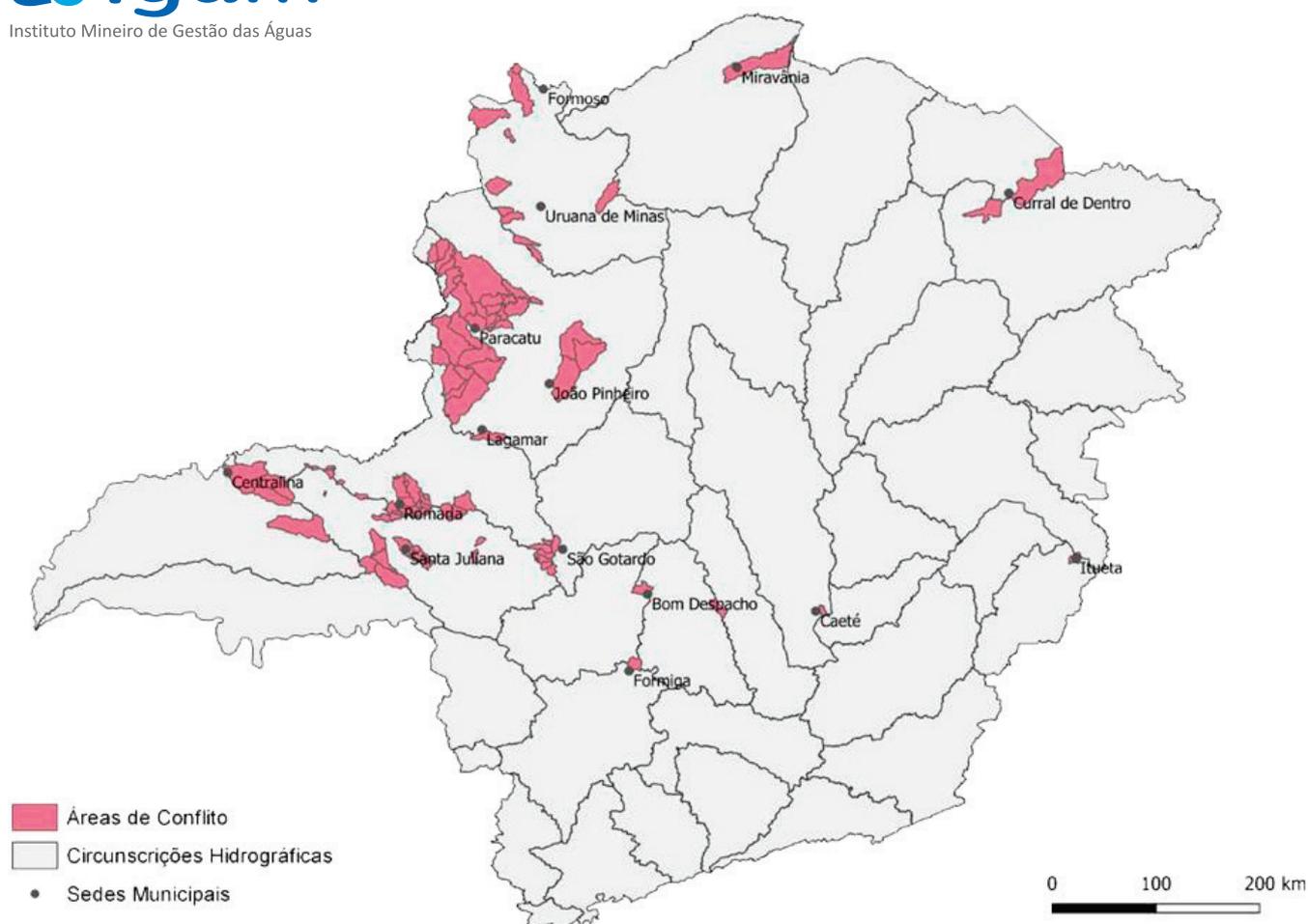
usuários definem as condições necessárias para manter a disponibilidade hídrica para os diversos tipos de usos e as prioridades, respeitando os critérios definidos pelo Igam e CBH, tornando o processo mais democrático e participativo.

Em setembro de 2021, havia 64 áreas de conflito declaradas oficialmente pelo Igam, como pode ser observado no Mapa 1. A maior concentração das áreas de conflito está situada na região do Triângulo Mineiro, que corresponde às Circunscrições Hidrográficas (CHs) da Bacia do Rio Paranaíba (PN1 – Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba, PN2 – Rio Araguari e PN3 – Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba) e no Noroeste de Minas, destacando as CHs da Bacia do Rio São Francisco (SF7 – Rio Paracatu e SF8 – Rio Uruçuia).

Mapa 1 – Áreas de conflitos declaradas em Minas Gerais 2021

Igam

Instituto Mineiro de Gestão das Águas



Fonte: Igam (2021)

Nota: Dados aferidos em 30 de setembro de 2021.

Ainda quanto às normativas sobre outorga de direito de uso dos recursos hídricos, foram editadas normas complementares, como a Portaria IGAM nº 48/19 e a Portaria IGAM nº 26/20 (IGAM, 2019c, 2020d). Esta última dispôs sobre as Comissões Gestoras Locais (CGLs) responsáveis pela proposição de um pacto entre os usuários na área abrangida pela DAC, bem como por acompanhar e monitorar as condições do acordo, em colaboração com o órgão gestor.

A normativa reforça a valorização da prática de participação e descentralização, fortalecendo o processo participativo, permitindo ao grupo se apropriar do problema e daí se engajar e cooperar em direção às ações de mitigação ou de solução, contribuindo para o resultado e as decisões.

As CGLs serão instituídas para todas as áreas de conflito, sendo que em 2020 foram criadas 18 .

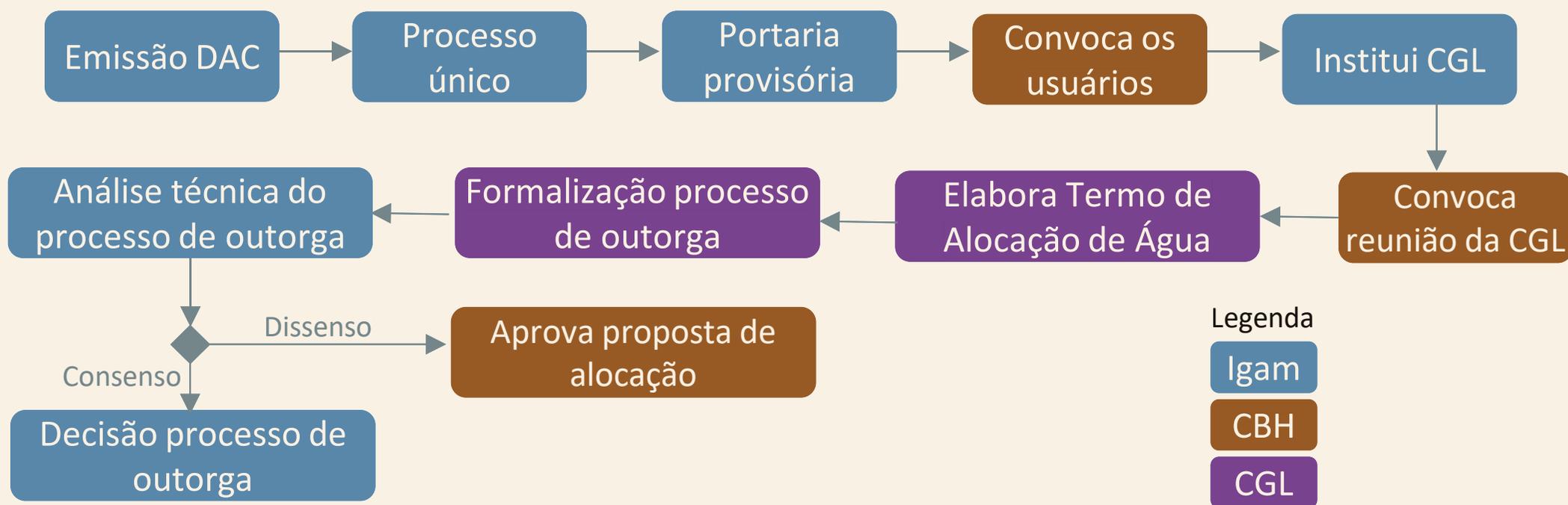
Outra normativa importante foi a Deliberação Normativa do CERH nº 62/19 que alterou o volume considerado insignificante nas bacias do semiárido mineiro para 40.000m³, considerando os baixos índices pluviométricos e a predominância de rios intermitentes (CERH,

2019). O aumento na capacidade de reservação tem como principal objetivo garantir condições de uso para consumo humano, dessedentação animal e agricultura de subsistência, diretrizes já previstas na política hídrica estadual. Esta medida diminui o número de processos de outorga, tendo em vista que o volume agora estimado para as acumulações superficiais é passível apenas de cadastro.

As inovações trazidas pelas normas citadas têm grande relevância considerando o cenário indicativo de escassez hídrica apresentado nos últimos três anos. Apenas a título de exemplo, foram emitidas neste período 59 Portarias com a instituição de Comissões Gestoras Locais, 11 Declarações de Áreas de Conflito e 14 Declarações de Escassez Hídrica.

Os dados demonstram a necessidade de aprimoramento das ações de planejamento na gestão dos recursos hídricos, bem como a importância de envolver todos os atores do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais (SEGRH/MG) para que, dentro de suas competências institucionais, participem do debate e das decisões sobre o tema.

FLUXO: OUTORGA COLETIVA



Reuso da água potável

A concepção de medidas de reuso enquanto fonte alternativa é outro passo importante para promoção da segurança hídrica, especialmente diante dos eventos adversos ocorridos nos últimos anos. Esta estratégia também está alinhada às diretrizes traçadas por Minas Gerais no Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas - Somos Todos Água.

Nesse sentido, o CERH-MG publicou sua primeira Deliberação Normativa sobre o tema - DN CERH nº 65/20, que estabelece diretrizes, modalidade e procedimentos para o reuso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) (CERH, 2020a).

O trabalho de pesquisa que apoiou a construção da DN CERH nº 65/20 foi conduzido pelo Igam, em parceria com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam), o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em ETEs Sustentável (INCT ETEs Sustentáveis) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Estes efluentes tratados podem servir para reuso em atividades como as agrossilvipastoris, incluindo a fertirrigação de culturas não ingeridas cruas; usos urbanos - lavagem de praças, pátios, ruas, avenidas e estacionamentos, lavagem de veículos comuns, uso predial comercial ou industrial (restrito a descargas sanitárias). Também poderá ser aproveitada para fins ambientais, como recuperação de áreas degradadas, desde que o acesso a estas seja controlado, e usos industriais como na construção civil e mineração, dentre outros.

Tal iniciativa é estratégica ao prever o aproveitamento de águas residuais para os usos que se pretende, o que pode favorecer a oferta e a preservação dos recursos hídricos para usos mais exigentes. No entanto, é importante frisar que medidas como o reuso devem ser aplicadas juntamente com um modelo de gestão mais isonômico e qualitativo, visando a melhoria da qualidade das águas, para que surta efeitos a longo prazo.

Segurança de barragens

Outro grande avanço na gestão de recursos hídricos foi a instituição da Política Estadual de Segurança de Barragens - Lei nº 23.291/19, e seu decreto regulamentar nº 48.140/21, em observância às disposições da Lei Federal nº 12.334/10 (MINAS GERAIS, 2019d, 2021a, BRASIL, 2010).

Os objetivos pretendidos por essas normas apontam para medidas mais protetivas ao meio ambiente e às comunidades potencialmente afetadas pelos empreendimentos, e a prioridade para as ações de prevenção, fiscalização e monitoramento, pelos órgãos e entidades ambientais competentes. Com estas diretrizes, busca-se um olhar mais criterioso quanto à gestão das barragens de rejeitos minerários e de recursos hídricos.

Ainda, visando garantir a segurança dessas estruturas (barragens), a lei previu a criação de um cadastro e a classificação das barragens conforme o potencial de dano ambiental. Para tanto, deverá ser realizado um inventário anual, contendo o resultado das auditorias técnicas de segurança e a respectiva condição de estabilidade da barragem.

Esta lei também dispôs da proibição de barragens de contenção com a utilização da técnica de alteamento a montante, devendo os empreendimentos que utilizaram essa técnica serem descaracterizados.

Há também a obrigação por parte do empreendedor de apresentar o Plano de Ação de Emergência (PAE), estabelecido pela Lei Estadual nº 23.291/19 e regulamentado pelo

Decreto nº 48.078/20, que será abordado no tópico a seguir (MINAS GERAIS, 2019d, 2020f). Importante salientar que o Igam, no que se refere às barragens em curso d'água, regulamentou os artigos 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei Federal nº 12.334/10 por meio das Portarias IGAM nº 02/19 e 03/19, sendo que esta última dispôs sobre os procedimentos para o cadastro de barragens. (BRASIL, 2010; IGAM, 2019a,b).



Crédito: Guilherme Santos

Plano de Ação de Emergência – PAE

O PAE, como determina a legislação estadual, é um dos requisitos mínimos para obtenção da Licença de Instalação (LI), no processo de licenciamento ambiental em Minas Gerais. O objetivo é promover a segurança das pessoas e dos animais, a preservação do meio ambiente e a conservação do patrimônio cultural.

De forma abrangente, a legislação prevê a

instalação de sistema, de alerta sonoro ou outra solução tecnológica de maior eficiência, capaz de alertar e viabilizar o resgate das populações passíveis de serem diretamente atingidas pela mancha de inundação, bem como as medidas específicas para resgatar atingidos, pessoas e animais, mitigar impactos ambientais, assegurar o abastecimento de água potável às comunidades afetadas e resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural.

Para regulamentar os procedimentos de análise e aprovação do PAE, foi publicado o Decreto Estadual nº 48.078/20 (MINAS GERAIS, 2020f). A avaliação do Plano deverá ser realizada, de forma integrada, pelos seguintes órgãos e entidades do Estado a partir de suas respectivas atribuições:

- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad);
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam);
- Instituto Estadual de Florestas (IEF);
- Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam);
- Gabinete Militar do Governador/Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (GM-G-Cedec);
- Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (Iepha); e
- Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA).

Nesta publicação, consta ainda que o PAE deverá ser dividido em cinco seções específicas, sendo que a terceira deverá atender às exigências do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema).

Nesse contexto, foi publicada a Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3.049/21, que estabelece diretrizes para a apresentação do PAE para as barragens abrangidas pela Lei 23.291/19, no âmbito das competências do Sisema (MINAS GERAIS 2021d, 2019d). A norma determina os procedimentos a serem adotados pelos responsáveis por estas barragens quando estiverem em situação de emergência. E dispõe, de forma mais clara e objetiva, sobre quais documentos e informações devem constar no Plano, em cada fase de licenciamento, seja de instalação ou operação, e nos diferentes níveis de emergência das barragens. As atribuições para os órgãos envolvidos também foram detalhadas na norma.

ATRIBUIÇÕES SISEMA

- Estabelecer critérios e aprovar as seções do PAE referentes às ações necessárias à proteção e à mitigação dos impactos ambientais, incluindo as áreas legalmente protegidas e as ações necessárias ao manejo de animais e ao resgate ou coleta da flora;
- Estabelecer diretrizes e aprovar a seção do PAE referente ao plano de monitoramento quali-quantitativo de águas superficiais, subterrâneas e sedimentos dos corpos hídricos;
- Estabelecer diretrizes e aprovar o projeto de mitigação do carreamento de rejeitos ou resíduos para os corpos hídricos;
- Apresentar diretrizes e aprovar a seção do PAE referente ao plano de garantia de disponibilidade de água bruta para os usos e intervenções em recursos hídricos nas áreas potencialmente impactadas;
- Apresentar diretrizes e aprovar a seção do PAE referentes às ações necessárias à proteção e à minimização dos potenciais impactos em estações de captação de água para abastecimento urbano;
- Estabelecer os critérios e aprovar a seção do PAE referente à mancha de inundação.

De responsabilidade do Igam, de forma geral, tem-se o processamento e análise do plano de monitoramento quali-quantitativo de águas superficiais, subterrâneas e sedimentos dos corpos hídricos na mancha de inundação, previsto nas fases de Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO) e nos níveis 1, 2 e 3 de emergência, e o plano de garantia de disponibilidade de água bruta para os usos e intervenções em recursos hídricos nas áreas potencialmente impactadas, solicitado nas fases de LI e LO.

A solicitação e o nível de detalhamento desses documentos irão considerar as fases e os níveis de emergência:

- No caso do plano de monitoramento quali-quantitativo, por exemplo, o Igam solicita à empresa, na fase de LI, apenas que seja apresentada uma proposta de plano de monitoramento. Na fase LO é solicitada a implementação deste plano, com prazo de início, parâmetros e frequência já pré-estabelecidos.
- Havendo a entrada de barragem em situação de emergência de nível 1, a empresa deverá apresentar ao Igam comprovação de implementação e execução de um plano de monitoramento conforme frequência e parâmetros mínimos de monitoramento da fase de LO, sem necessidade de apresentar o próprio plano.
- Caso a barragem entre em situação de emergência de nível 2 ou 3, a empresa deverá intensificar a frequência de monitoramento para mensal, no caso de águas superficiais e sedimentos, e trimestral para águas subterrâneas. Além de apresentar o plano de monitoramento atualizado com a nova frequência e detalhando a necessidade de eventuais outorgas emergenciais. Uma vez sanada a situação que gerou o nível de emergência 2 ou 3, a frequência de monitoramento poderá retornar àquela aprovada no PAE para a obtenção da LO.
- No caso de ruptura de barragens, a normativa prevê, por parte do Igam, a intensificação da frequência de monitoramento das águas superficiais, subterrâneas e sedimentos, do envio de informes consolidados das ações ambientais executadas e da evolução dos impactos ambientais quali-quantitativos nos recursos hídricos. Além destes, o empreendedor deve executar imediatamente o plano de garantia de disponibilidade de água bruta para os usos e intervenções em recursos hídricos na área da mancha de inundação afetados pela ruptura.

AVANÇOS INSTITUCIONAIS

Um passo importante para a promoção da segurança hídrica no estado ocorreu em 2019 com a criação do Programa Somos Todos Água, como explicitado na Introdução desta publicação. Na sequência, a instituição de um comitê gestor por meio da Resolução Conjunta SEMAD/IEF/FEAM/IGAM/ARSAE nº 2.848/19 fortaleceu o compromisso governamental com o programa, que hoje se configura como um projeto estratégico do Governo de Minas. (MINAS GERAIS, 2019c).

Outros avanços institucionais foram a edição do Decreto nº 47.866/20, que regulamenta o Igam, e do Decreto nº 48.209/21, que dispõe sobre o CERH-MG (MINAS GERAIS, 2020a, 2019c).

No âmbito do Igam, destaca-se a criação de gerência específica para coordenar a implementação dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), em sua esfera de atuação, bem como fiscalizar as barragens quanto à sua segurança e monitorar os reservatórios, o que demonstra a importância desse tema para a gestão dos recursos hídricos na atualidade.

Outro destaque foi o fortalecimento da gestão regional do Instituto com a estruturação das Unidades Regionais de Gestão das Águas (Urgas). Estas atuam no acompanhamento e avaliação técnica do atendimento às

condicionantes relacionadas aos atos de regularização de uso de recursos hídricos e análise dos requerimentos relativos ao uso da água de domínio do estado ou de domínio da União, quando houver delegação.

O CERH-MG, por sua vez, passou a ser composto pela Câmara Normativa e Recursal, e pelas Câmaras Técnicas Especializadas de Regulação e de Planejamento. Houve, ainda, novas regras para os casos de vacância com a descrição mais objetiva das situações e das consequências advindas dos casos de ausências, garantindo segurança jurídica para os conselheiros.

É importante citar o Monitoramento da Governança do SEGRH-MG, instituído pela Deliberação Normativa CERH nº 61/2018, que está no segundo ano de publicação do Relatório. Os resultados deste trabalho, desde 2019, auxiliam na definição de estratégias para implementar as políticas públicas e estabelecer metas para melhoria da gestão.

Quanto à atuação dos comitês de bacias, destaca-se a criação do Programa de Monitoramento e Avaliação da Governança destes colegiados em Minas Gerais, estabelecido pela Deliberação CERH nº 67/20 (CERH, 2020c). Visando o aperfeiçoamento da gestão participativa, a avaliação ocorrerá a cada dois anos, mas o monitoramento será realizado anualmente, a partir de indicadores de governança pública, de governança participativa e autoavaliação.

Esta Deliberação, mais completa e qualitativa, revoga a DN CERH nº 41/12 (CERH, 2012) que avaliava os comitês para fins de repasses de recursos do Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Fhidro).

A adesão de Minas Gerais ao Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas – Procomitês, em 2020 (Decreto nº 47.972/20), também visa contribuir para a consolidação dos CBHs como espaços efetivos de implementação

da política de recursos hídricos. A partir de incentivos financeiros para o alcance de metas pactuadas com a ANA, a ideia é aprimorar o funcionamento, a capacitação, a comunicação e a implementação de instrumentos de gestão nas bacias.

E para orientar os comitês quanto às discussões sobre o instrumento outorga, o Igam publicou as Instruções de Serviços nº 03/20 e 05/20 (IGAM, 2020b,c). A primeira tem como objetivo estabelecer procedimentos relativos à outorga coletiva, e a segunda refere-se aos procedimentos para encaminhamento dos processos de outorga de empreendimentos de grande porte e potencial poluidor aos comitês de bacias para análise e deliberação. Também publicou a Instrução de Serviços 04/20 com o objetivo de estabelecer procedimentos para a realização de reuniões dos comitês de Minas Gerais via videoconferência - fundamental para continuidade das atividades durante a pandemia Sars-CoV-2 (IGAM, 2020a).

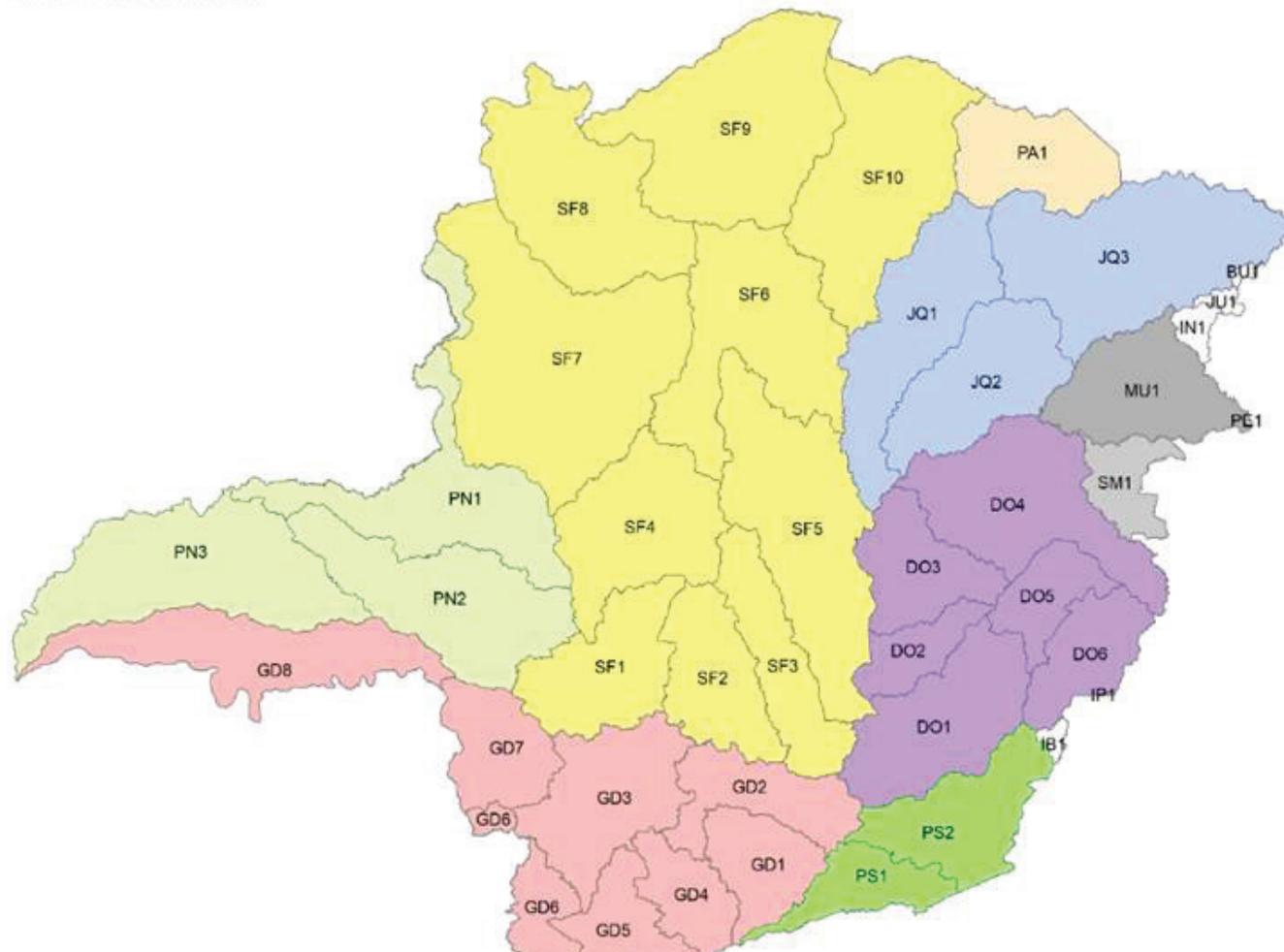
Por fim, tem-se a criação das Unidades Estratégicas de Gestão (UEG), por meio da DN CERH MG nº 66/20, que será detalhada no tópico seguinte (CERH, 2020b).

Unidades Estratégicas de Gestão – UEG

Em 2002, o CERH-MG estabeleceu por meio da Deliberação Normativa nº 06/02, as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (UPGRHs), que durante quase 20 anos, foram os territórios de implementação da gestão descentralizada e participativa no estado (MAPA 2). Estas poderiam compreender uma área hidrográfica, bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares (CERH, 2010).

Assim, orientaram a instituição dos comitês de bacias, o planejamento, a regulação e controle de uso das águas, o monitoramento da qualidade, dentre outras ações da política de recursos hídricos.

Mapa 2 – Unidades de Planejamento e Gestão instituídas no estado 2002-2020



Siglas das UPGRHs - Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) de Rios de Domínio Estadual

- Bacia Hidrográfica do Rio Doce**
 - DO1 - CBH do Rio Piranga
 - DO2 - CBH do Rio Piracicaba
 - DO3 - CBH do Rio Santo Antônio
 - DO4 - CBH do Suaçuí
 - DO5 - CBH do Rio Caratinga
 - DO6 - CBH Águas do Rio Manhuaçu
- Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**
 - SF1 - CBH do Alto Rio São Francisco
 - SF2 - CBH do Rio Pará
 - SF3 - CBH do Rio Paraopeba
 - SF4 - CBH do Entorno da represa de Três Marias
 - SF5 - CBH do Rio das Velhas
 - SF6 - CBH dos Rios Jequitai e Pacuí
 - SF7 - CBH do Rio Paracatu
 - SF8 - CBH do Uruçuá
 - SF9 - CBH do Médio São Francisco
 - SF10 - CBH do Rio Verde Grande
- Bacia Hidrográfica do Rio Grande**
 - GD1 - CBH do Alto Rio Grande
 - GD2 - CBH do Vertentes do Rio Grande
 - GD3 - CBH do Entorno do reservatório de Fumas
 - GD4 - CBH do Rio Verde
 - GD5 - CBH do Rio Sapucaí
 - GD6 - CBH dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo
 - GD7 - CBH do Médio Rio Grande
 - GD8 - CBH do Baixo Rio Grande
- Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha**
 - JQ1 - CBH do Alto Rio Jequitinhonha
 - JQ2 - CBH do Rio Araçuaí
 - JQ3 - CBH do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha
- Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba**
 - PN1 - CBH do Alto Rio Paranaíba
 - PN2 - CBH do Rio Araguaari
 - PN3 - CBH do Baixo Rio Paranaíba
- Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**
 - PS1 - CBH dos Rios Preto e Paraibuna
 - PS2 - CBH dos Rios Pomba e Muriaé
- Bacia Hidrográfica do Rio Pardo**
 - PA1 - CBH do Rio Pardo
- Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba / Jaguarí**
 - PJ1 - CBH dos Rios Piracicaba e Jaguarí
- Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri**
 - MU1 - CBH do Rio Mucuri
- Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus**

Na medida e necessidade de avanços na gestão das águas, ainda em 2010, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) apresentou uma nova proposta de regionalização, que abrange duas escalas - as Regiões de Gestão (RG) e Unidades Estratégicas de Gestão (UEG), assim definidas:

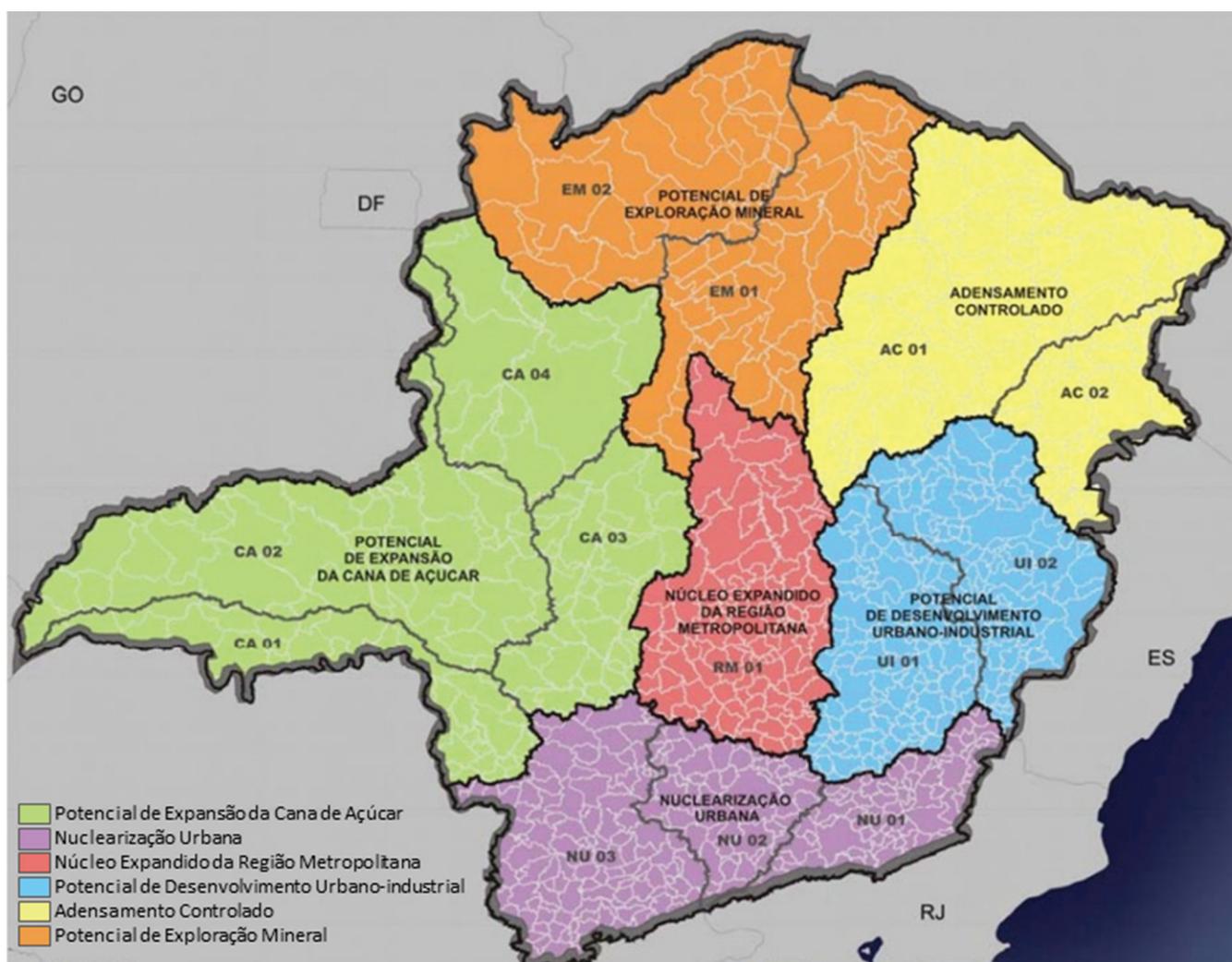
¶A regionalização que se pretende está fundamentada no conceito de “geometria variável”, a partir do agrupamento de UPGRHs, a depender da perspectiva que oriente a leitura espacial do território de Minas Gerais, buscando identificar recortes territoriais homogêneos para fins de gestão.

Com este objetivo, a proposta de regionalização abrange duas escalas:

a) as Regiões de Gestão (RGs): definem regiões hidrográficas a serem geridas a partir de um conjunto uniforme de instrumentos de gestão, em especial critérios de outorga e diretrizes de enquadramento; e,

b) as Unidades Estratégicas de Gestão (UEGs): subdividem as Regiões de Gestão em Unidades, a partir de características particulares de usos, demandas e disponibilidades hídricas, para fins de gestão, com ênfase no planejamento e monitoramento, configurando uma estratégia de espacialização para negociação com os comitês de bacias (IGAM, 2010, p. 432). ¶

Mapa 3 – Proposta de Unidades Estratégicas de Gestão apresentadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais



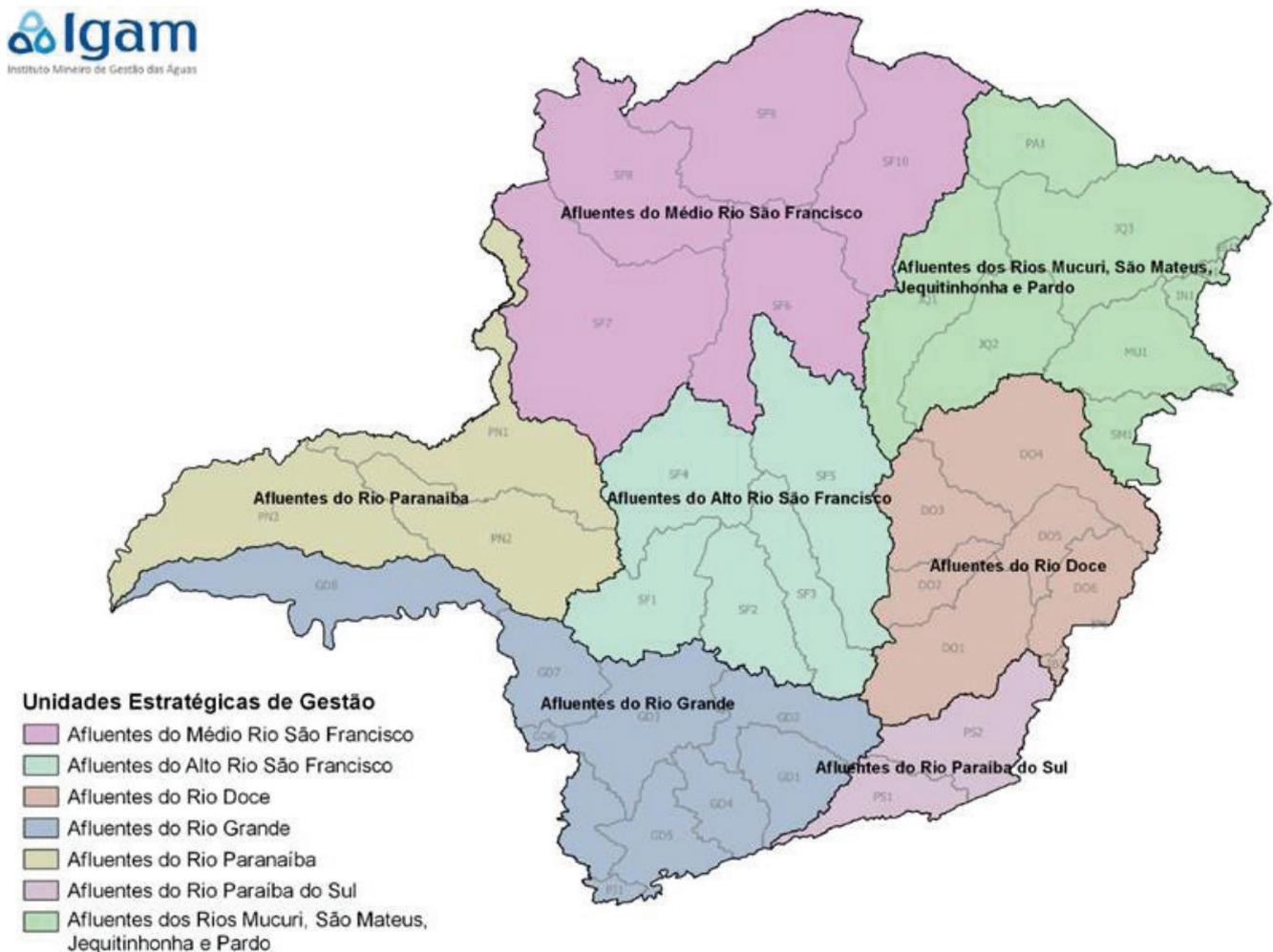
Fonte: Igam (2011)

Nesse sentido e com base no PERH-MG, o Igam, apresentou ao CERH-MG, em 2019, o “Projeto de Avaliação da Modelagem Institucional Ótima para o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos em MG”. O objetivo é otimizar as ferramentas e aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos e fortalecer a atuação dos comitês de bacias.

Assim, e após discutido em várias reuniões pelos segmentos representados nas respectivas instâncias do Conselho, o colegiado aprovou e estabeleceu por meio da DN CERH nº 66/20, as Unidades Estratégicas de Gestão, em um número de sete regiões (MAPA 4), definidas como:

¶ *regiões hidrográficas com características comuns ou similares de usos, demandas e disponibilidades hídricas, para fins de gestão, com ênfase no planejamento e monitoramento, configurando uma estratégia de espacialização para integração entre comitês de bacias (CERH, 2020 – DN CERH66/20).* ¶

Mapa 4 – Unidades Estratégicas de Gestão do Estado de Minas Gerais



Fonte: Igam (2011)

A DN CERH nº 66/20 estabelece que nas Unidades Estratégicas de Gestão “serão aplicadas diretrizes comuns para o planejamento e gestão com critérios regionalizados de instrumentos

de gestão, com a participação dos comitês de bacias” (CERH, 2020), a serem definidas pelo CERH-MG respeitando as competências dos comitês.

A nova norma de regionalização revogou a DN CERH MG nº 04/2002 e o termo Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) fica alterado para Circunscrições Hidrográficas (CH), mantendo a divisão territorial apresentada no Mapa 2. De acordo com a norma, as CHs passam a orientar a estruturação e formação dos comitês de bacias hidrográficas.

Com esse recorte territorial, espera-se que os entes do SEGRH-MG avancem na implementação da política hídrica, buscando o aprimoramento do sistema para gerar resultados mais efetivos.

Nesta linha, a Moção aprovada pelo CERH-MG, em sua 125ª Reunião Ordinária, recomenda aos comitês de bacias que, com o apoio técnico do Igam, avaliem cenários de seus territórios de atuação e gestão, para fins de implementação do instrumento cobrança pelo uso de recursos hídricos, com garantia de capacidade financeira das entidades de apoio.

Criação da sala de acompanhamento e enfrentamento da seca

Por se tratar de um fenômeno cujos efeitos são cumulativos, podendo se prolongar durante

anos, o acompanhamento da seca é algo muito importante para o estabelecimento de políticas públicas que visem a mitigação deste fenômeno.

Segundo Brito et al. (2017), a seca é o desastre natural mais impactante sobre a população brasileira, devido à sua recorrência e intensidade. No geral, os impactos da seca atingem extensões maiores que os danos causados por outros riscos naturais. De 1991 a 2012, os episódios de estiagem e seca foram responsáveis por mais de 50% dos desastres naturais registrados no Brasil, que incluem também inundações, enchentes, deslizamentos, dentre outros (BRASIL, 2013).

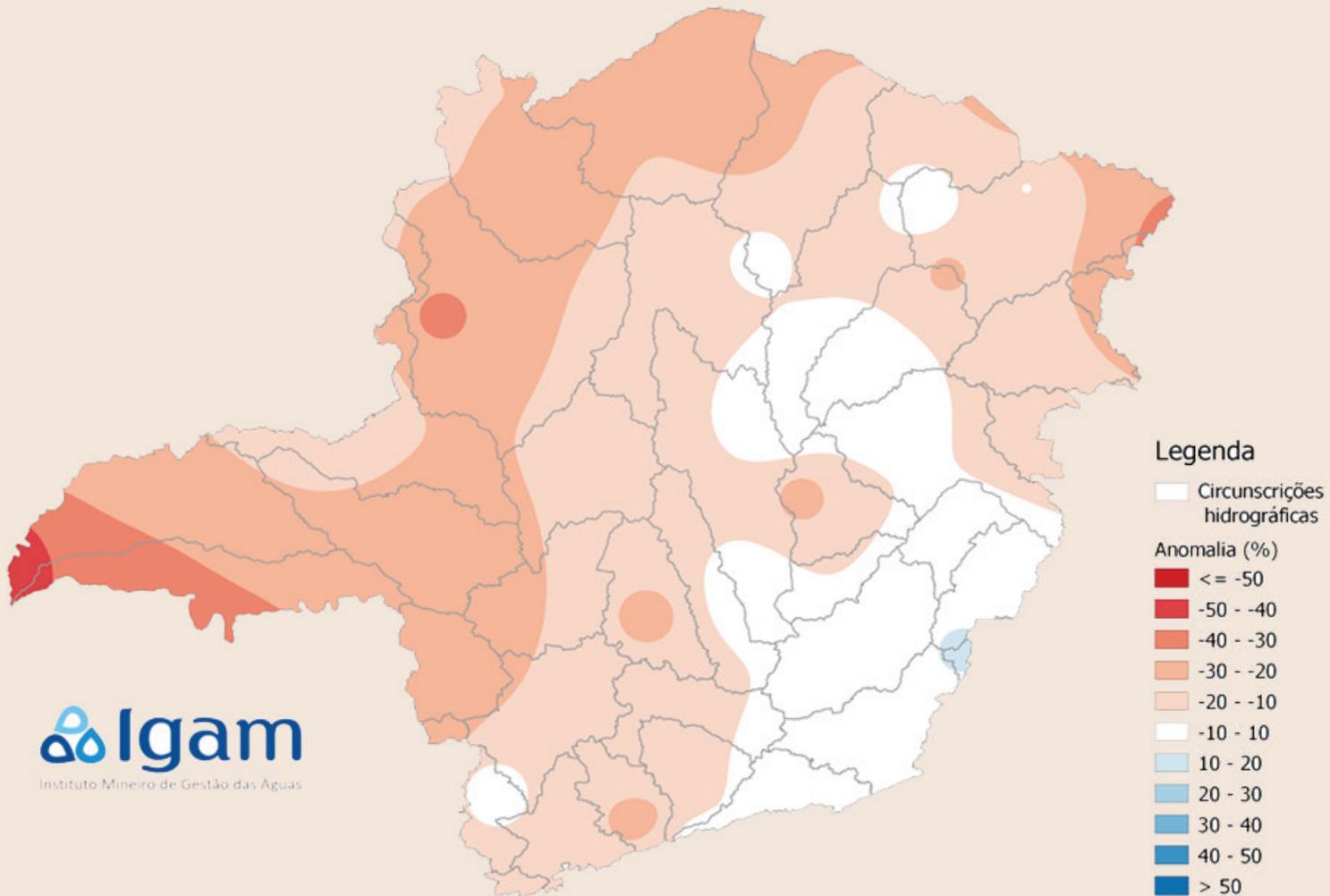
Buscando fortalecer o acompanhamento e o enfrentamento da seca no estado, em 2021 foi criada uma sala de crise envolvendo diversos órgãos para preparação e atuação no enfrentamento de eventos adversos em Minas Gerais. Antes de avançar sobre a atuação da referida sala, torna-se oportuno apresentar a situação hidrometeorológica do estado que motivou o desenvolvimento do trabalho sistêmico e integrado entre as instituições.

CENÁRIO HIDROMETEOROLÓGICO

Em Minas Gerais, as precipitações ocorridas no período chuvoso, que possui seu início no mês de outubro e término no mês de março do ano subsequente, são responsáveis por quase a totalidade das precipitações contabilizadas anualmente no estado. Portanto, se durante esse período, as chuvas ocorridas apresentarem valores muito abaixo do esperado, não haverá como repor esse déficit durante o período seco. Assim, o diagnóstico da precipitação e a consequente avaliação da disponibilidade hídrica nos corpos de água e reservatórios para o período seco (abril a setembro), são realizados, via de regra, com base nos totais precipitados na estação chuvosa.

Ao avaliar o período chuvoso de 2020/2021, percebe-se que as precipitações ocorridas entre 01 de outubro e 31 de março ficaram abaixo da climatologia em quase todo o território de Minas Gerais (MAPA 5). Em escala mensal, apenas em outubro e fevereiro as chuvas alcançaram valores acima da normal climatológica na maior parte do estado. Enquanto nos demais meses da estação chuvosa, as anomalias mensais foram predominantemente negativas.

Mapa 5 – Anomalia de precipitação do Período Chuvoso de 2020/2021

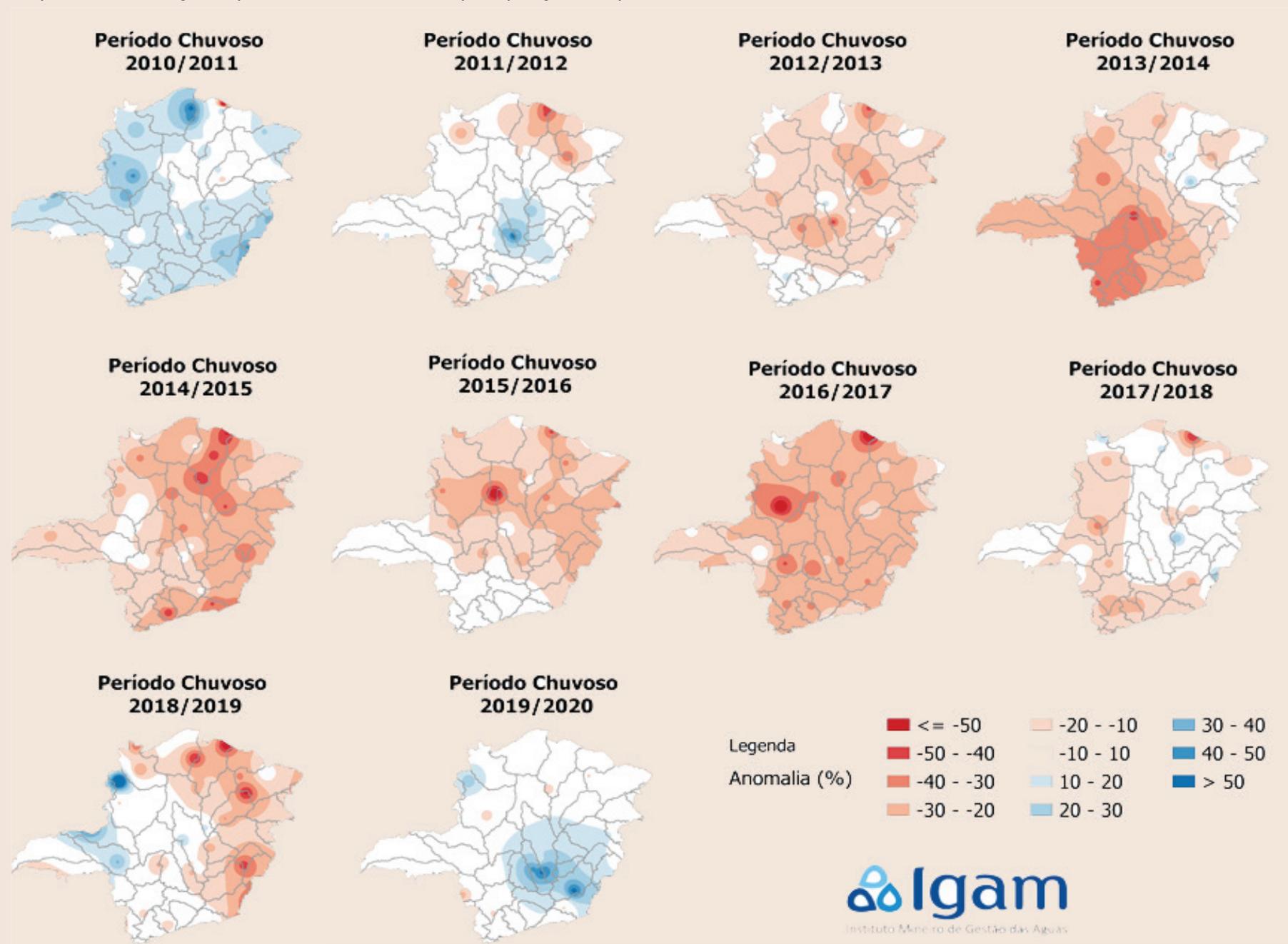


Fonte: Igam (2021)

Embora um cenário de precipitações abaixo da média para um único período chuvoso não seja suficiente para desencadear um quadro de seca, o estado de Minas Gerais vem apresentando, desde o período chuvoso de 2012/2013, um estado de escassez de chuva. Conforme constatado por Neves et al. (2020), a ocorrência no quadro de evolução de anomalias negativas de precipitação vem ocorrendo em praticamente todas as mesorregiões de Minas Gerais.

No Mapa 6, é possível observar o crescente aumento das áreas com anomalias negativas de precipitação, onde o pior quadro é observado no período chuvoso de 2016/2017. No ano de 2017/2018, ocorreu uma diminuição das áreas com chuvas abaixo da climatologia, entretanto, os extremos do estado, como as mesorregiões do Sul de Minas, Triângulo Mineiro, Jequitinhonha e Norte, permaneceram com desvios negativos. Em 2018/2019 o Norte, Nordeste e Leste do estado ainda ficaram sob o impacto das anomalias negativas.

Mapa 6 – Distribuição espacial das anomalias de precipitação nos períodos chuvosos durante os anos de 2010 a 2020

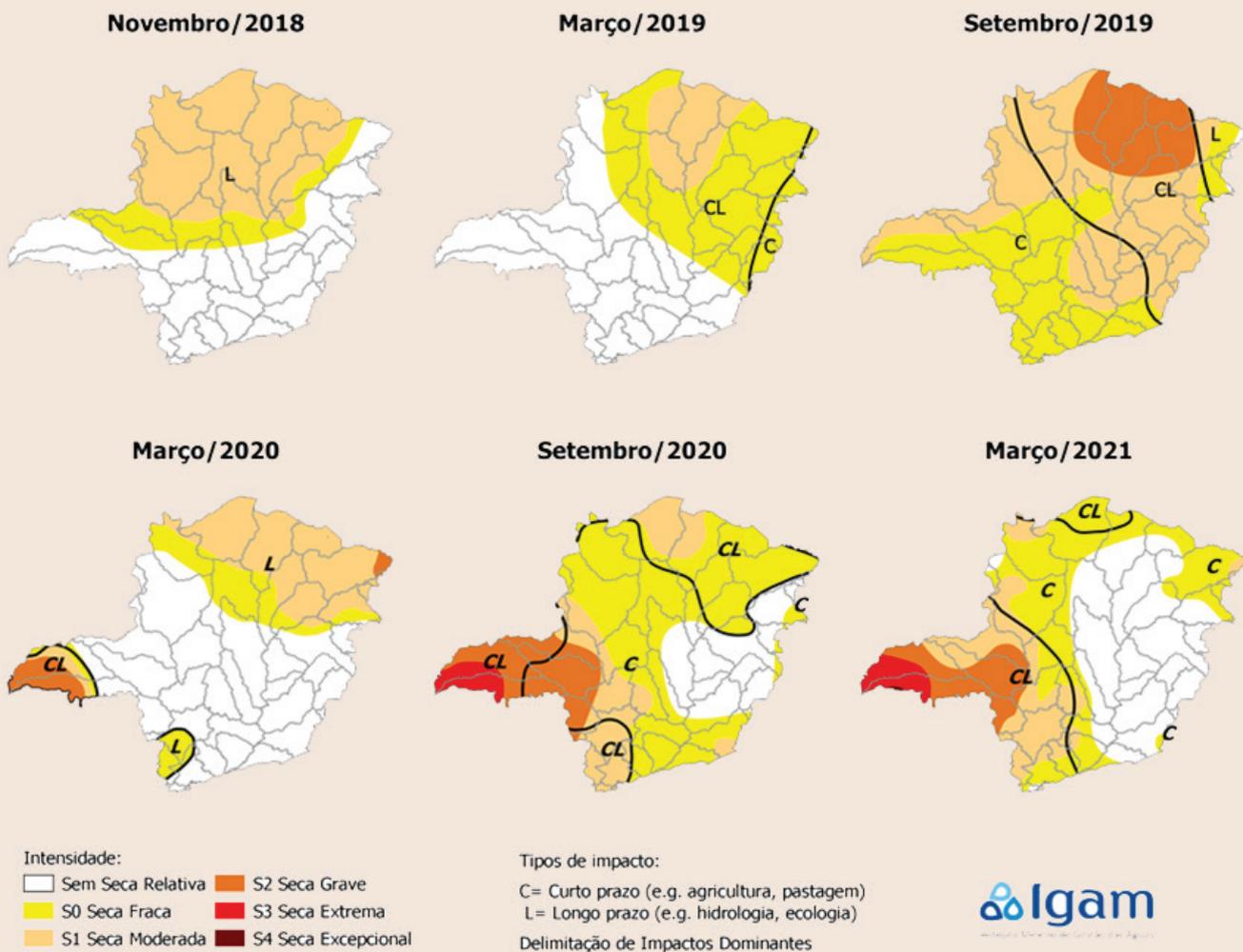


Fonte: Neves *et al.* (2020)

Percebe-se também que no período chuvoso de 2019/2020 ocorreu a quebra dessa sequência de baixos acumulados de precipitação, sendo, portanto, o primeiro em oito anos em que as chuvas ocorridas em grande parte do estado superaram ou ficaram próximas à climatologia (NEVES et al., 2020).

Os efeitos de diversos períodos chuvosos com baixos valores de precipitação, má distribuição temporal e espacial refletiram na situação de seca relativa do estado, cujo cenário vem sendo acompanhado desde novembro de 2018, através do Monitor de Secas (MAPA 7).

Mapa 7 – Monitoramento de seca em Minas Gerais



Fonte: Adaptado de ANA (2021)

Conforme citado anteriormente e diante do exposto, o Governo de Minas Gerais se preparou para o acompanhamento e enfrentamento do período de seca em 2021. A partir do monitoramento e de estudos sobre a seca e seus respectivos efeitos, os órgãos que atuam de forma sistêmica e integrada nas ações de enfrentamento aos eventos adversos trabalharam na construção conjunta de um Plano de Ação para o período, com o objetivo de promover medidas de aumento da segurança hídrica, da capacidade de resposta e da resiliência do sistema.

Denominada sala de acompanhamento e enfrentamento da seca, o grupo promove reuniões periódicas e é composto por: Semad; Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa); Igam; Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig); Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa); GMG-Cedec; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG); e Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais (Idene).

As atividades previstas para o período de seca incluem ações de curto, médio e longo prazo e são essenciais para mitigar os efeitos da seca no que se refere aos usos múltiplos da água. Dentre elas, emissões de alertas de desastres (incluindo efeitos da seca), criação de boletins de situação hídrica, apresentação de relatório do período chuvoso, transporte e distribuição de água e emissão de alertas e apoio aos municípios que enfrentam problemas com a seca.

As estratégias formuladas se desdobram em ações para potencializar a capacidade de resposta, ampliar as atividades de gestão e acompanhamento, fomentar a participação dos municípios, ampliar a capacidade logística e das obras, além de desenvolver ações de comunicação social e de difusão das informações.

Impactos ocasionados pela Pandemia do Sars-CoV-2

A par das questões legislativas e institucionais que trouxeram grandes avanços, o ano de 2020 apresentou muitas incertezas sobre o funcionamento das estruturas organizacionais, bem como das atividades a serem realizadas pelos órgãos estaduais e sua entrega para a sociedade. Isto porque, em março de 2020, o estado de Minas Gerais reconhecia por meio do Decreto nº 47.891 o estado de calamidade pública ocasionado pela pandemia do coronavírus (COVID-19) (MINAS GERAIS, 2020b). A partir daí houve alterações em vários procedimentos administrativos na tentativa de adaptação à nova realidade, inclusive com impactos na face laboral dos servidores do Poder Executivo que tiveram que se adaptar com a realização de suas atividades a distância, em regime de teletrabalho.

Outro ponto, foram algumas normas que buscam suspender a execução de prazos, quer seja pelas dificuldades do setor público com o novo modelo de trabalho, quer seja pela situação financeira da população, impactada pelo crescente desemprego. Como exemplos citamos a edição do Decreto nº 47.890/20, que dispõe sobre a prorrogação da vigência de con-

vênios, parcerias e instrumentos congêneres e sobre a suspensão de prazos de processos administrativos no âmbito da Administração Pública direta e indireta do Poder Executivo, em razão da situação de emergência em saúde pública no estado; e o Decreto nº 47.975, que prorrogou o vencimento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos referente ao 2º trimestre do exercício de 2020 (MINAS GERAIS, 2020e).

Apesar do processo de adaptação ao que se designou de “novo normal”, a equipe do Igam, bem como as entidades e os órgãos que integram o SEGRH-MG realizaram inúmeras entregas para o aprimoramento da gestão, proporcionando melhorias e tornando-a mais democrática e participativa. Houve aumento na participação de conselheiros titulares e suplentes nas reuniões virtuais dos colegiados (conselhos e comitês de bacias), alcance de público nos eventos e capacitações realizadas, trazendo maior eficiência nos procedimentos a serem adotados tanto pelos usuários como pelos órgãos competentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uma melhor compreensão de um cenário de segurança hídrica, é necessário abordar o aspecto normativo, com o aprimoramento dos instrumentos de gestão, mas também, o fortalecimento do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Neste passo, foram diversas alterações legislativas que propiciaram maior segurança jurídica para o sistema, tornando os procedimentos mais claros e objetivos, bem como estabelecendo novas competências aos entes integrantes do SEGRH-MG, como forma de fortalecer a gestão descentralizada, participativa e integrada, cerne da Política Estadual de Recursos Hídricos.

O estado vem garantindo, ainda, visibilidade às questões relacionadas à gestão de riscos, aspecto até então não abordado suficientemente na política hídrica, com análise dos períodos de secas e inundações, e busca de soluções

para contornar estes fatores, ou seja, maior planejamento de suas ações, considerando as questões ambientais, sociais e econômicas.

A segurança hídrica, entretanto, depende de uma série de fatores como variações climáticas, desmatamento, aumento da urbanização, barragens, entre outros. Por isso, uma importante vertente para se alcançar esse objetivo é a conscientização da população, com a junção de esforços dos entes federativos e dos demais atores estratégicos para a gestão das águas, visando garantir dentro de suas atribuições legais, medidas que, pelo menos, mitiguem os impactos ocasionados pela pressão antrópica sobre o meio ambiente.

Assim, para uma gestão mais eficiente, o planejamento estatal deve considerar cenários que demandam cada vez mais oferta de água, tais como aumento populacional e a atividade econômica, devendo reduzir a vulnerabilidade dos recursos hídricos.

É um desafio permanente! E ainda que exista um longo caminho a percorrer para que se possa alcançar a segurança hídrica da forma desejada, ou ao menos mitigar os efeitos, por vezes devastadores, que eventos adversos causam ao meio ambiente e à população, o estado de Minas Gerais, por meio do Igam e dos entes que compõem o SEGRH-MG, vem intensificando ações nesse sentido, como pôde-se perceber com os avanços relatados.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. 2019. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- BRASIL. **Lei 12.334, de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em: 12 ago. 2021.
- BRASIL. **Lei 23.291, de 25 de fevereiro de 2019**. Institui a política estadual de segurança de barragens. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?ano=2019&num=23291&tipo=LEI>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Banco de dados e registros de desastres: sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID**. 2013. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- BRITO, S.S.B.; CUNHA, A.P.M.A.; CUNNINGHAM, C.C.; ALVALÁ, R.C.S.; MARENGO, J.A.; CARVALHO M.A. Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. *Int. J. Climatol.* v. 38, p. 517–529, 2017.
- CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG nº 02, de 18 de fevereiro de 2002**. Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento de Comitês de Bacia Hidrográfica, e dá outras providências. 2002. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=176>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG nº 36, de 23 de dezembro de 2010**. Padroniza a utilização dos nomes, siglas e códigos das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) do Estado de Minas Gerais. 2010. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=15534#:~:text=DELIBERA%3A&text=1%C2%BA%20%2D%20Esta%20delibera%C3%A7%C3%A3o%20tem%20como,de%20gerenciamento%20de%20recursos%20h%C3%ADricos>. Acesso em: 12 ago. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG nº 62, de 17 de junho de 2019.** Altera Deliberação Normativa CERH-MG nº 09, de 16 de junho de 2004. 2019. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49178>. Acesso em: 25 ago. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG nº 65, de 18 de junho de 2020.** Estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, junho, 2020a. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52040>. Acesso em: 30 jul. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG nº 66, de 17 de novembro de 2020.** Estabelece as Unidades Estratégicas de Gestão do Estado de Minas Gerais. 2020b. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52900>. Acesso em: 12 ago. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação do CERH-MG nº 67, de 11 de dezembro de 2020.** Estabelece o Programa de Monitoramento e Avaliação da Governança dos Comitês de Bacias Hidrográficas em Minas Gerais para fins de aperfeiçoamento da gestão participativa, descentralizada e integrada. 2020c. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53104>. Acesso em: 25 ago. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG nº 68, de 22 de março de 2021.** Estabelece critérios e normas gerais sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (CRH) em bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, e dá outras providências. 2021. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53592#:~:text=Art.,normas%20gerais%20estabelecidos%20nesta%20delibera%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 30 jul. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Minas Gerais). **Instrução de Serviço Igam nº 04, de 03 de julho de 2020.** Procedimentos para realização de reuniões dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais via videoconferência. 2020a. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2020/PADRONIZACAO_PROCEDIMENTOS/IS_04_2020_Atualiza%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 25 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Instrução de Serviço Igam nº 05, de 23 de julho de 2020.** Procedimentos para encaminhamento dos processos de outorga aos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais. 2020b. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2019/PADRONIZACAO_PROCEDIMENTOS/Instru%C3%A7%C3%A3o_de_Servi%C3%A7o_05_2019_-_PMQAR.pdf. Acesso em: 25 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Instrução de Serviço Igam nº 03, de 16 de setembro de 2020.** Procedimentos para Regularização dos Usos de Recursos Hídricos de Minas Gerais – Outorga Coletiva. 2020c. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2020/PADRONIZACAO_PROCEDIMENTOS/IS_03_2020_-_Coletiva_-_R1.pdf. Acesso em: 30 jul. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos.** Belo Horizonte: Igam, 2011. Disponível em: <http://200.198.57.118:8080/handle/123456789/2585>. Acesso em: 25 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 02, de 26 de fevereiro de 2019.** Dispõe sobre a regulamentação dos artigos 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB. 2019a. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=47918>. Acesso em: 12 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 03, de 26 de fevereiro de 2019.** Dispõe sobre os procedimentos para o cadastro de barragens em curso d'água no Estado de Minas Gerais, em observância a Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, e convoca os usuários para o cadastramento. 2019b. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=47900>. Acesso em: 12 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 48, de 4 de outubro de 2019.** Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, outubro, 2019c. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: 30 jul. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 52, de 25 de outubro de 2019.** Estabelece procedimentos e normas para aplicação dos recursos, prestação e deliberação das contas com recurso da cobrança pelo uso de recursos hídricos, no âmbito das Agências de Bacias Hidrográficas e das Entidades a elas equiparadas do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 2019d. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50160>. Acesso em: 30 jul. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 60, de 14 de novembro de 2019.** Estabelece normas relativas aos procedimentos de seleção e de contratação de fornecedores e de pessoal para as entidades equiparadas às Agências de Bacia Hidrográficas do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 2019e. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50161>. Acesso em: 30 jul. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 26, de 05 de junho de 2020.** Institui a Comissão Gestora Local – CGL – no âmbito do processo de outorga coletiva de direito de uso de recursos hídricos superficiais em áreas declaradas de conflito pelo uso dos recursos hídricos. 2020d. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=51922>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 47.633, de 12 de abril de 2019.** Dispõe sobre os contratos de gestão firmados entre o Estado, representado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas, e as Agências de Bacias Hidrográficas ou as entidades sem fins lucrativos a elas equiparadas, relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do Estado e dá outras providências. 2019a. Disponível em: https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47633&comp=&ano=2019&aba=js_textoOriginal. Acesso em: 30 jul. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto n. 47.705, de 05 de setembro de 2019.** Estabelece normas e procedimentos para a regularização de uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, setembro, 2019b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47705&comp=&ano=2019>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 47.866, de 19 de fevereiro de 2020.** Estabelece o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e dá outras providências. 2020a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47866&comp=&ano=2020>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 47.891, de 20 de março de 2020.** Reconhece o estado de calamidade pública decorrente da pandemia causada pelo agente Coronavírus (COVID-19). 2020b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=47891&ano=2020&tipo=DEC>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 47.890, de 19 de março de 2020.** Dispõe sobre a prorrogação da vigência de convênios, parcerias e instrumentos congêneres e sobre a suspensão de prazos de processos administrativos no âmbito da Administração Pública direta e indireta do Poder Executivo, em razão da SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA em Saúde Pública no Estado. 2020c. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47890&comp=&ano=2020>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 47.972, de 03 de junho de 2020.** Dispõe sobre a adesão do Estado de Minas Gerais ao Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. 2020d. Disponível em <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47972&comp=&ano=2020>. Acesso em: 31 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 47.975, de 05 de junho de 2020.** Dispõe sobre a prorrogação do vencimento da cobrança pelo uso de recursos hídricos referente ao 2º trimestre do exercício de 2020e. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47975&comp=&ano=2020>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 48.061, de 13 de outubro de 2020.** Altera o Decreto nº 47.633, de 12 de abril de 2019, que dispõe sobre os contratos de gestão firmados entre o Estado, representado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas, e as Agências de Bacias Hidrográficas ou as entidades sem fins lucrativos a elas equiparadas, relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do Estado e dá outras providências. 2020f. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48061&comp=&ano=2020>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 48.078, de 5 de novembro de 2020.** Regulamenta os procedimentos para análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência – PAE, estabelecido no art. 9º da Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens. 2020f. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48078&comp=&ano=2020>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 48.140, de 25 de fevereiro de 2021.** Regulamenta dispositivos da Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens, estabelece medidas para aplicação do art. 29 da Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, e dá outras providências. 2021a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48140&comp=&ano=2021>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 48.160, de 24 de março de 2021.** Regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado e dá outras providências. 2021b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48160&comp=&ano=2021>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 48.209, de 18 de junho de 2021.** Dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. 2021c. Disponível em: https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48209&comp=&ano=2021&aba=js_textoOriginal. Acesso em: 31 ago. 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Instituto Estadual de Florestas (Minas Gerais); Fundação Estadual de Meio Ambiente (Minas Gerais); Instituto Mineiro de Gestão das Águas; Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. **Resolução Conjunta SEMAD/IEF/FEAM/IGAM/ARSAE nº 2 848, 15 de outubro de 2019.** Institui o Comitê Gestor do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais – Somos Todos água e demais providências no âmbito do Sistema Estadual de Meio Ambiente. 2019c. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49863>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Instituto Estadual de Florestas (Minas Gerais); Fundação Estadual de Meio Ambiente (Minas Gerais); Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3 049, 02 de Março de 2021.** Estabelece diretrizes para a apresentação do Plano de Ação de Emergência, para as barragens abrangidas pela Lei nº 23.291, de 25 de janeiro de 2019, no âmbito das competências do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos definidas pelo Decreto nº 48.078, de 5 de novembro de 2020, e determina procedimentos a serem adotados pelos responsáveis destas barragens quando estiverem em situação de emergência. 2021d. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53502>. Acesso em: 25 ago. 2021.

NEVES, K. M. M.; VIEIRA, L. C. M.; RIBAS, L. P. R.; FRAGA, M. S.; SOUZA, P. P. Eventos Extremos e Segurança Hídrica: monitoramento, reflexos e impactos. In: FONSECA, M. **Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2020.** Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2020. p.48-72.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future.** Oslo, 1987. Relatório de Brundtland. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2021.

USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS, FISCALIZAÇÃO E IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA: o caso do Rio Jequitinhonha

Carolina Cristiane Pinto¹
Gerson de Araújo Filho²
Guilherme Tadeu Figueiredo Santos³
Katiane Cristina de Brito Almeida⁴
Matheus Duarte Santos⁵
Thayná Silva Campos⁶
Vanessa Kelly Saraiva⁷

INTRODUÇÃO

Este capítulo propõe uma análise sobre o uso integrado de três ferramentas estratégicas na implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos – fiscalização, análise e processamento dos autos de infração e monitoramento da qualidade das águas, com enfoque nos usos irregulares. E apresenta, de forma ilustrativa, um estudo de caso na Bacia do Rio Jequitinhonha, que é marcada historicamente pela escassez hídrica e por atividades de extração mineral, muitas vezes operadas de forma irregular.

O referido estudo trata da Operação Salve o Jequitinhonha, que visou coibir a exploração

irregular dos recursos minerais e interromper os impactos ambientais causados pela prática de garimpo, que ocorria às margens do manancial de maneira ilegal.

Mostra, ainda, a avaliação evolutiva da qualidade da água nas estações de amostragem do Igam, localizadas na região afetada, antes e depois da atuação da força-tarefa que encerrou a referida atividade, evidenciando, assim, a importância dessas e de outras ferramentas de gestão no planejamento estratégico e desenvolvimento de ações que melhorem quali-quantitativamente as águas do estado.

¹ Engenheira Química. Mestre e Doutora em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. Analista Ambiental do Igam.

² Engenheiro Metalurgista. Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho e em Gestão Pública. Analista Ambiental do Igam.

³ Engenheiro Ambiental e Sanitarista. Pós-graduado em Perícia, Auditoria e Análise Ambiental e em Geoprocessamento Aplicado. Gestor Ambiental da Semad, em exercício ao Igam.

⁴ Bióloga. Mestre em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. Gerente de Monitoramento de Qualidade das Águas do Igam.

⁵ Geógrafo. Especialista em Recursos Hídricos. Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais. Analista Ambiental do Igam.

⁶ Bacharel em Direito. Especialista em Direito Processual. Coordenadora do Núcleo de Autos de Infração do Igam. Recrutamento Amplo.

⁷ Química. Mestre em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais - CDTN. Analista Ambiental do Igam

FISCALIZAÇÃO

Fiscalização ambiental é qualquer ação de controle, exercida pelo Poder Público, para proteger os recursos ambientais, manter a integridade do meio ambiente, bem como assegurar o uso racional dos recursos naturais e seus subprodutos, coibindo as ações prejudiciais do homem sobre a natureza. Trata-se de um mecanismo de caráter compulsório, estabelecido pelo estado para disciplinamento de um bem público, implementado com o objetivo de garantir que o interesse coletivo se sobreponha ao interesse particular.

Em Minas Gerais, a fiscalização ambiental e a aplicação das sanções por infração às normas de proteção ambiental encontram-se disciplinadas em diferentes normativos, cabendo destacar aqui o Decreto Estadual nº 47.383/2018, que estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades (MINAS GERAIS, 2018).

A referida norma atribui o poder de polícia administrativa aos fiscais dos órgãos ambientais e lhes garante o direito de entrada e perma-

nência, pelo tempo que for necessário, em estabelecimentos e propriedades públicas e privadas. No exercício desta função, os agentes credenciados atuam para promover a proteção e o uso racional dos recursos naturais, bem como assegurar o controle da poluição e da degradação ambiental, dentre outras ações em prol da melhoria da qualidade do meio ambiente. Suas ferramentas básicas são as penalidades administrativas - advertências, multas e suspensão/embargo de atividades.

Fiscalização preventiva

Os programas preventivos buscam orientar os usuários e a comunidade sobre a legislação ambiental, seus direitos, deveres e responsabilidades com o meio ambiente. Como o próprio nome sinaliza, o objetivo é prevenir ações irregulares e danos ambientais e, consequentemente, a quantidade de infrações lavradas, sensibilizando os usuários para o uso de boas práticas ambientais.



Como exemplo, têm-se o Programa Fiscalização Ambiental Preventiva na Indústria (Fapi) - lançado oficialmente em 2017, pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e instituições parceiras, como a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg). O objetivo é informar, instruir e sensibilizar empreendedores a respeito das melhores práticas ambientais; incentivar a obtenção da regularização ambiental e auxiliar na prevenção das infrações.

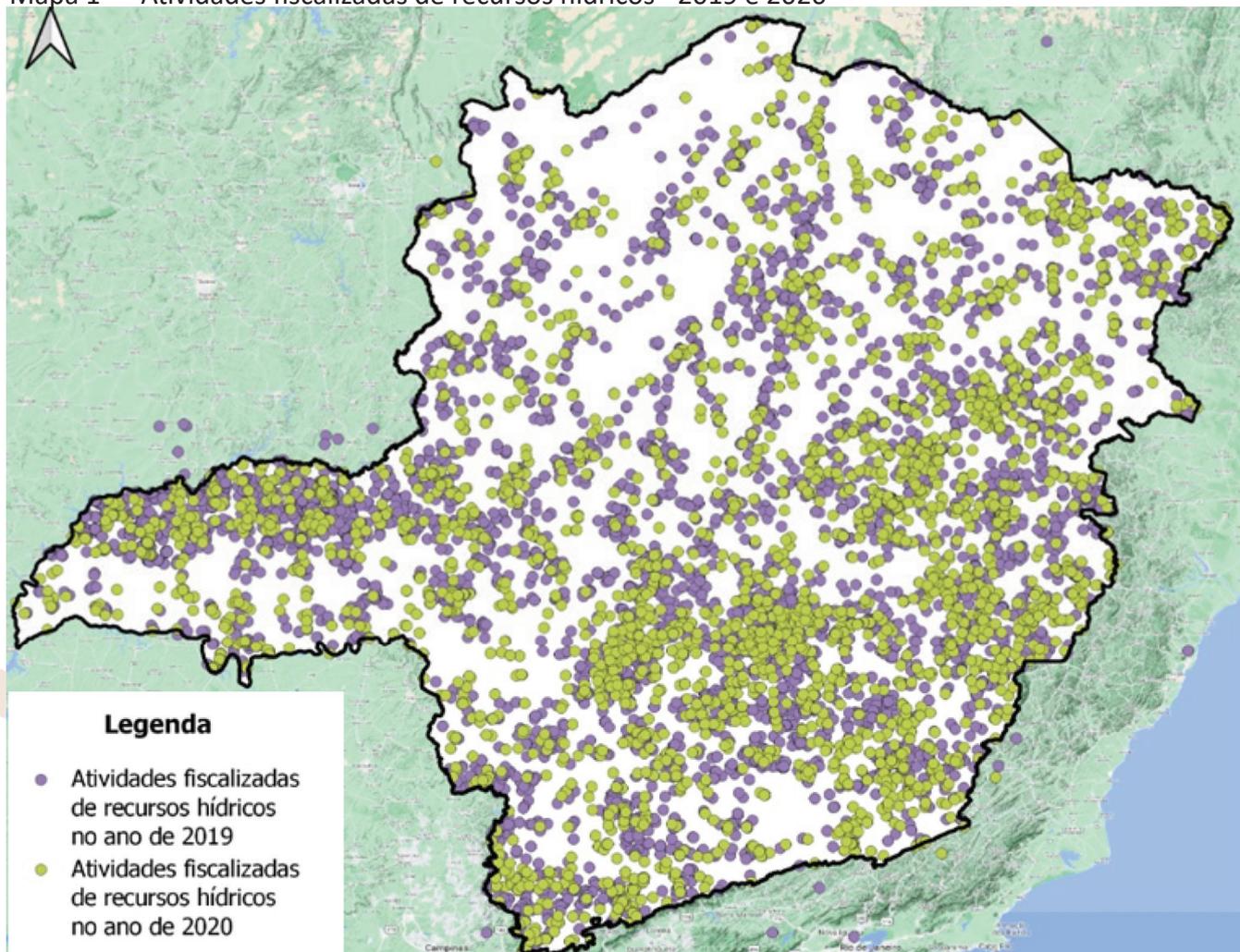
As três edições que já aconteceram do programa Fapi somam 38 workshops de orientação e mais de 3,4 mil fiscalizações, com constatação de infração em apenas 3% destas, enquanto nas fiscalizações ordinárias, a incidência de irregularidades é de 24,5%, em média. Além disso, quase 4,5 mil empreendimentos buscaram a regularização ambiental por meio do Fapi.

Fiscalização de recursos hídricos

Os objetos das ações de fiscalização são classificados em razão da natureza da atividade fiscalizada. Dentre elas tem-se as atividades potencialmente poluidoras (PP), atividades relacionadas aos usos dos recursos hídricos (RH), dos recursos florestais (FL) e dos recursos faunísticos (FAU) e pesqueiros (PSC), além das atividades não passíveis de licenciamento (NP). Em 2020, a fiscalização dos usos e intervenções em recursos hídricos representou cerca de 10% do total de fiscalizações realizadas e apesar da maior parte ser de captação em corpos de água (56%), não foi a atividade com maior porcentagem de infrações registradas (MINAS GERAIS, 2020b).

Esses resultados constam nos Relatórios Anuais de Fiscalização da Semad e a importância de todo o trabalho exercido pelas equipes pode ser evidenciada no Mapa 1 com o comparativo entre os anos de 2019 e 2020.

Mapa 1 — Atividades fiscalizadas de recursos hídricos - 2019 e 2020



Fonte: MINAS GERAIS (2021)

Fiscalização de barragens de acumulação de água

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída através da Lei Federal nº 12.334/2010, estabeleceu os fundamentos da fiscalização da segurança de barragens. Ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), por ser a entidade outorgante do direito de uso dos recursos hídricos, compete fiscalizar as barragens de acumulação de água, em corpos d'água de domínio estadual, desde que não utilizados para fins de aproveitamento hidrelétrico (BRASIL, 2010).

Em consonância com a PNSB, o Decreto Estadual nº 47.866/2020 definiu as competências de uma nova gerência na atual estrutura do Igam – Gerência de Segurança de Barragens e Sistemas Hídricos (Gesih). Esta possui, dentre outras competências, a de promover a gestão de segurança de barragens de acumulação destinadas à reservação de água, sendo necessário para isso, coordenar as ações decorrentes da PNSB. Destaca-se, nesse contexto, a implementação e gestão do cadastro e fiscalização destas estruturas, no que tange à segurança (MINAS GERAIS, 2020a).

Há de se destacar, ainda, a Portaria Igam nº 02/2019, que regulamenta artigos da PNSB no âmbito estadual, definindo diretrizes e conteúdos mínimos para a elaboração do Plano de Segurança de Barragem (PSB), das Inspeções de Segurança Regular (ISR), das Inspeções de Segurança Especial (ISE), da Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB) e do Plano de Ação Emergencial (PAE) (IGAM, 2019b).

Outro destaque é a Portaria nº 03/2019, que convoca os usuários de recursos hídricos que possuem barragem de acumulação de água, exceto para fins de aproveitamento hidrelétrico, quando localizados em corpos d'água de domínio estadual, a realizarem o cadastro destas estruturas, dentro dos prazos definidos (IGAM, 2019c).

Para a fiscalização das barragens de acumulação de água, de competência do Igam, foram definidas três organizações distintas de operações de fiscalização:

- **Operações ordinárias** - para a fiscalização periódica e rotativa das barragens já cadastradas e enquadradas na PNSB, sendo considerado como fator de priorização, o ano da última fiscalização, de modo a colocar no topo da lista, as estruturas há mais tempo sem fiscalização. Logo em seguida, os dados referentes a Dano Potencial Associado (DPA) e a Categoria de Risco (CRI) das barragens cadastradas são utilizados como critérios de priorização complementares.
- **Operações extraordinárias** - para atendimento às demandas externas oriundas de órgãos de controle, denúncias e emergências ambientais.
- **Operações complementares** - tratam da escolha de alvos de fiscalização nas proximidades das barragens fiscalizadas em atendimento das operações extraordinárias, de modo a aumentar a eficiência de fiscalização.

PLANO ANUAL DE FISCALIZAÇÃO (PAF)

O primeiro PAF foi elaborado para o ano de 2020, exclusivo para as ações de fiscalização de segurança de barragens de acumulação de água de competência do Igam.

Planejamento - o objetivo definido no Plano foi de fiscalizar 117 estruturas de acumulação, espalhadas por todo o Estado, considerando uma média de aproximadamente dez barragens fiscalizadas por mês, sendo reduzida a quantidade planejada para os meses mais chuvosos, de modo a manter maior força de trabalho preparada para o atendimento de potenciais situações de emergência.

Resultado - ao final de 2020, foram contabilizadas 134 barragens de acumulação de água fiscalizadas, o que representou 114% do total planejado, mesmo diante das dificuldades impostas pela pandemia de Covid-19, que restringiu e por vezes impediu as ações de fiscalização. Destaca-se o elevado número de fiscalizações realizadas no mês de fevereiro, como reflexo das fortes chuvas que atingiram grande parte do estado e culminaram em diversos atendimentos a demandas externas e situações emergenciais. O mês de novembro registrou o maior número de fiscalizações durante o ano, incluindo uma operação de fiscalização preventiva, com o intuito de alertar os proprietários de barragem quanto a chegada de um novo período de chuvas.

Próximo PAF - para o ano de 2021, o PAF foi remodelado em parceria com a Subsecretaria de Fiscalização da Semad, com o objetivo de elaborar um documento único, que atendesse conjuntamente às demais instituições que compõem o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema). Nele foram definidos 72 alvos de fiscalização ao longo do ano - número que representa somente as barragens cadastradas e que se enquadram na PNSB.

USOS IRREGULARES E OS AUTOS DE INFRAÇÃO

Em Minas Gerais, a competência pela análise e processamento dos autos de infração referentes aos usos irregulares de recursos hídricos é exercida tanto pela Semad, como pelo Igam, dependendo do agente fiscalizador, conforme determina o Decreto Estadual nº 47.383/2018 (MINAS GERAIS, 2018). A Secretaria fica responsável pelos autos lavrados por seus agentes credenciados e pela Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG). Já o Igam é o responsável por aqueles autos lavrados por fiscais credenciados pela instituição.

É importante destacar que, entre os anos de 2011 e 2018, a competência pelo processamento de todos os autos de infração ambiental na esfera do estado foi atribuída à Semad em função das Leis Delegadas nº 180 e 181 (MINAS GERAIS, 2011ab). Este é um marco temporal importante para se compreender as competências que a Secretaria e o Igam compartilham hoje em relação aos autos lavrados antes de 2018, no contexto da “agenda azul”. O Quadro 1 explicita as competências de cada entidade, considerando o ano de lavratura do auto de infração e o agente credenciado.

Quadro 1 — Competências da Semad e do Igam quanto à análise e processamento de autos de infração (AI)

Ano de Lavratura do AI	Fiscal	Órgão Responsável
Anterior a 2011	Independente	Igam
2011 a 2018	Independente	Semad
Após 2018	PMMG	Semad
Após 2018	Fiscal Semad	Semad
Após 2018	Fiscal Igam	Igam

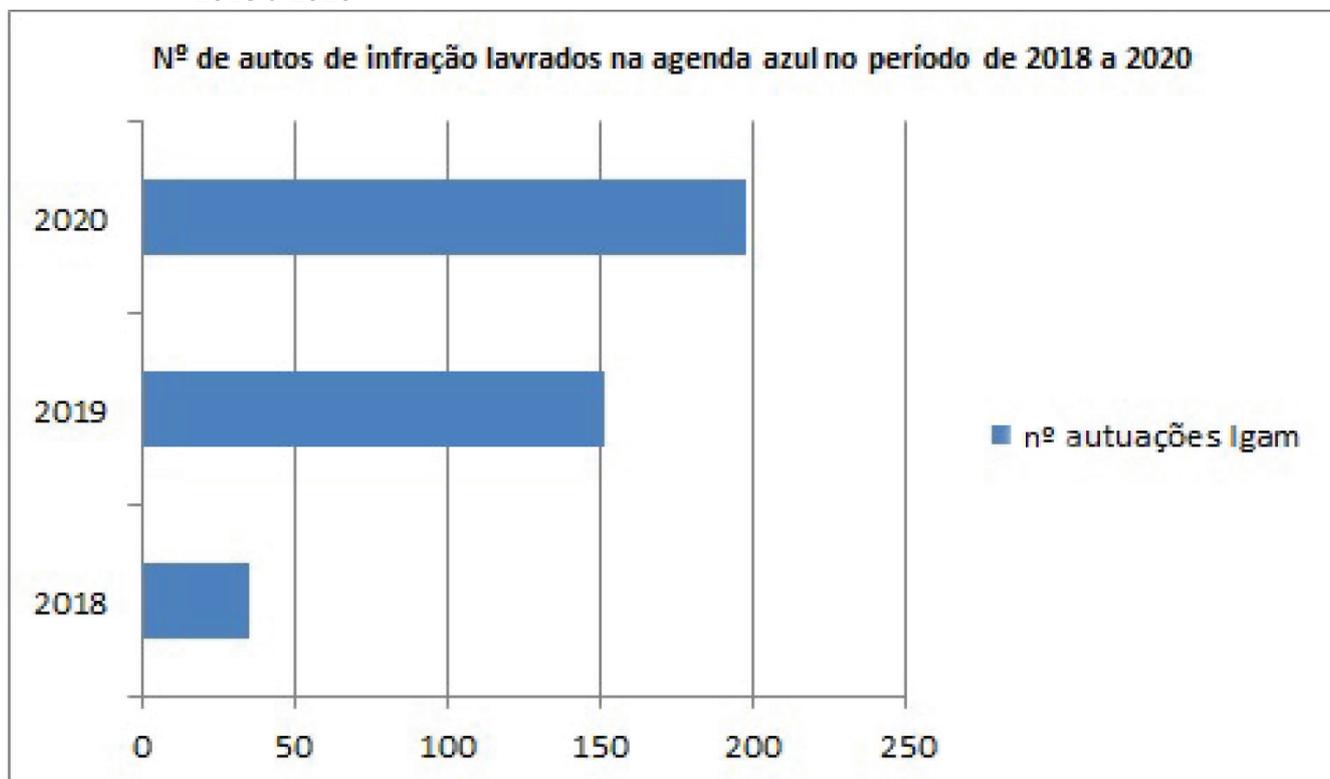
Fonte: Igam (2021)

No que se refere aos autos de infração de período anterior a 21 de janeiro de 2011, com a atuação e esforço do Núcleo de Autos de Infração, o Igam eliminou o seu passivo. Destaca-se que foram analisados mais de 3.000 processos de autos de infração e muitos deles foram beneficiados com a Lei de Remissão nº 21.735/2015 (MINAS GERAIS, 2015).

Até setembro de 2021, foram processados no Igam cerca de 400 autos de infração, grande parte relacionada à segurança de barragens e ao descumprimento de condicionantes de processos de outorga.

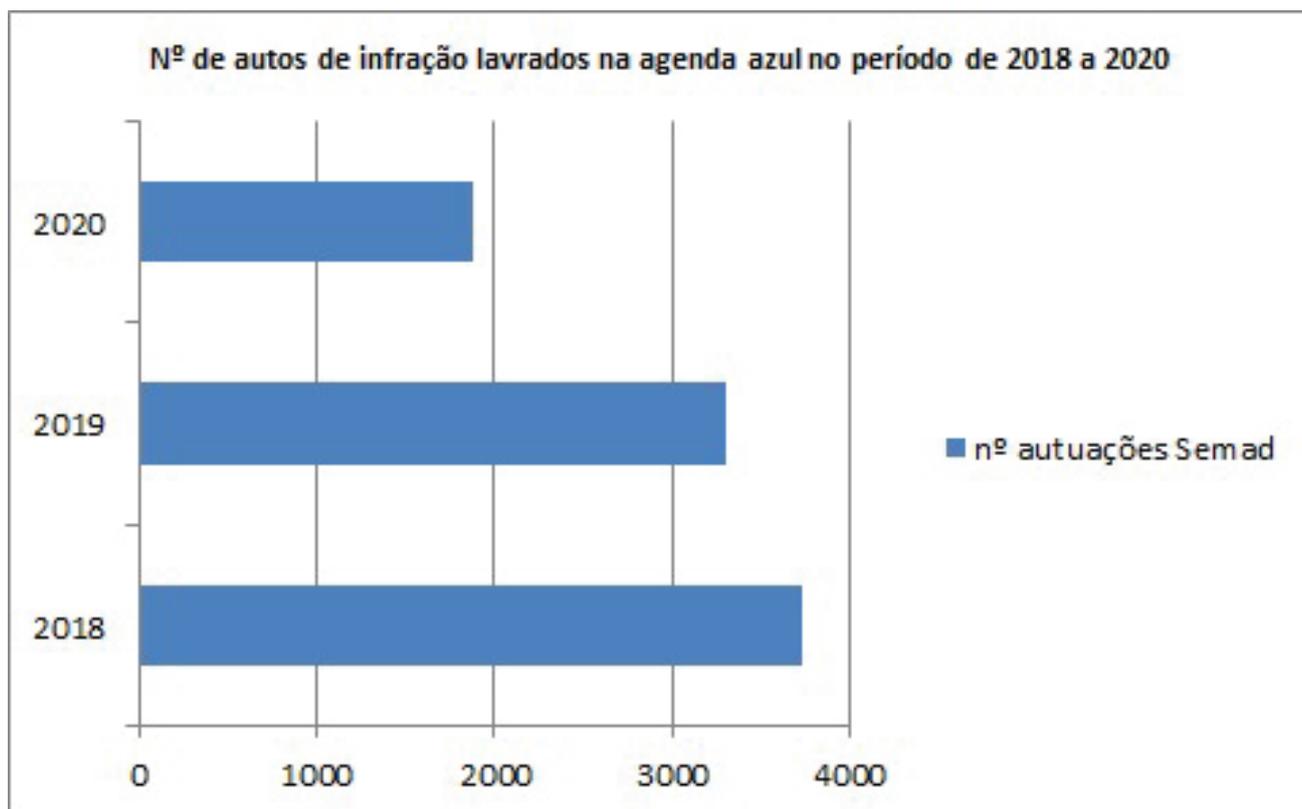
A seguir, os Gráficos 1 e 2 mostram o número de autos de infração lavrados na agenda azul pelo Igam e pela Semad no período de 2018 a 2020.

Gráfico 1 — Número de autos de infração lavrados na agenda azul pelo Igam no período de 2018 a 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Gráfico 2 — Número de autos de infração lavrados na agenda azul pela Semad no período de 2018 a 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Conforme pode ser observado, o número de autuações realizadas pela Semad é mais expressivo que o valor apresentado pelo Igam. Isso porque são computadas as lavraturas efetuadas pela Polícia Militar de Minas Gerais, que possui uma ampla atuação no que diz respeito às denúncias relacionadas ao meio ambiente de forma geral, bem como pelos fiscais da própria secretaria. No caso do Igam,

cuja fiscalização voltou a ter seu lugar a partir do ano de 2018, a atuação vem crescendo a cada ano.

Processamento de autos de infração

As penalidades mais aplicadas no caso de autos de infração da agenda azul são a advertência e a multa simples.

Em caso de penalidade de advertência, o fiscal dá ao autuado um prazo de até 90 dias para que este regularize a infração, sob pena de conversão da penalidade em multa simples. Contudo, o autuado também possui prazo de 20 dias para apresentar defesa para o Coordenador do Núcleo de Autos de Infração, podendo, ainda, apresentar recurso ao Diretor Geral do Igam no prazo de 30 dias.

Quando se tratar de multa, nos termos do Decreto Estadual nº 47.866/2020, o proces-

ANÁLISE E PROCESSAMENTO DOS AUTOS

Igam - realizados pelo Núcleo de Autos de Infração (NAI)

Semad - realizados pelos Núcleos de Autos de Infração das Superintendências Regionais de Meio Ambiente (Supram) ou pela Diretoria de Autos de Infração (DAINF).

samento de autos de infração ocorre de duas maneiras (MINAS GERAIS, 2020a):

- autos de infração lavrados com multa com valor até 60.503,38 Unidades Fiscais do Estado de Minas Gerais (Ufemgs): analisados e julgados em 1ª instância pelo Coordenador do NAI/Igam. O recurso da decisão do NAI/Igam será processado e julgado, em 2ª instância, pelo diretor geral da entidade.
- autos de infração lavrados com multa com valor superior a 60.503,38 Ufemgs: analisados e julgados pelo diretor geral do Igam, em 1ª instância. O recurso dessa decisão será encaminhado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG) em 2ª instância.

Vale destacar que no processamento dos autos de infração existem apenas duas instâncias, ou seja, passada a 2ª instância, a decisão se torna irrecorrível como dispõe o Decreto Estadual nº 47.383/2018 (MINAS GERAIS, 2018).

Em caso de indeferimento, em última instância, cabe ao autuado seu cumprimento. Caso a decisão não seja cumprida, o auto de infração será encaminhado à Advocacia Geral do Estado para inscrição em Dívida Ativa.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

Com vistas a conhecer a qualidade das águas em Minas Gerais, foi desenvolvido o Programa Águas de Minas, gerido pelo Igam, que responde pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas no Estado. Desde 1997, disponibiliza uma série histórica,

gerando dados indispensáveis à gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente.

Os resultados, armazenados em uma base de dados, com informações atuais e históricas, permitem observar a evolução da qualidade das águas nas duas últimas décadas. Estes são avaliados pela equipe técnica do Igam, que elabora mapas e relatórios, informando a situação da qualidade das águas e podem ser explorados no Portal Infohidro.

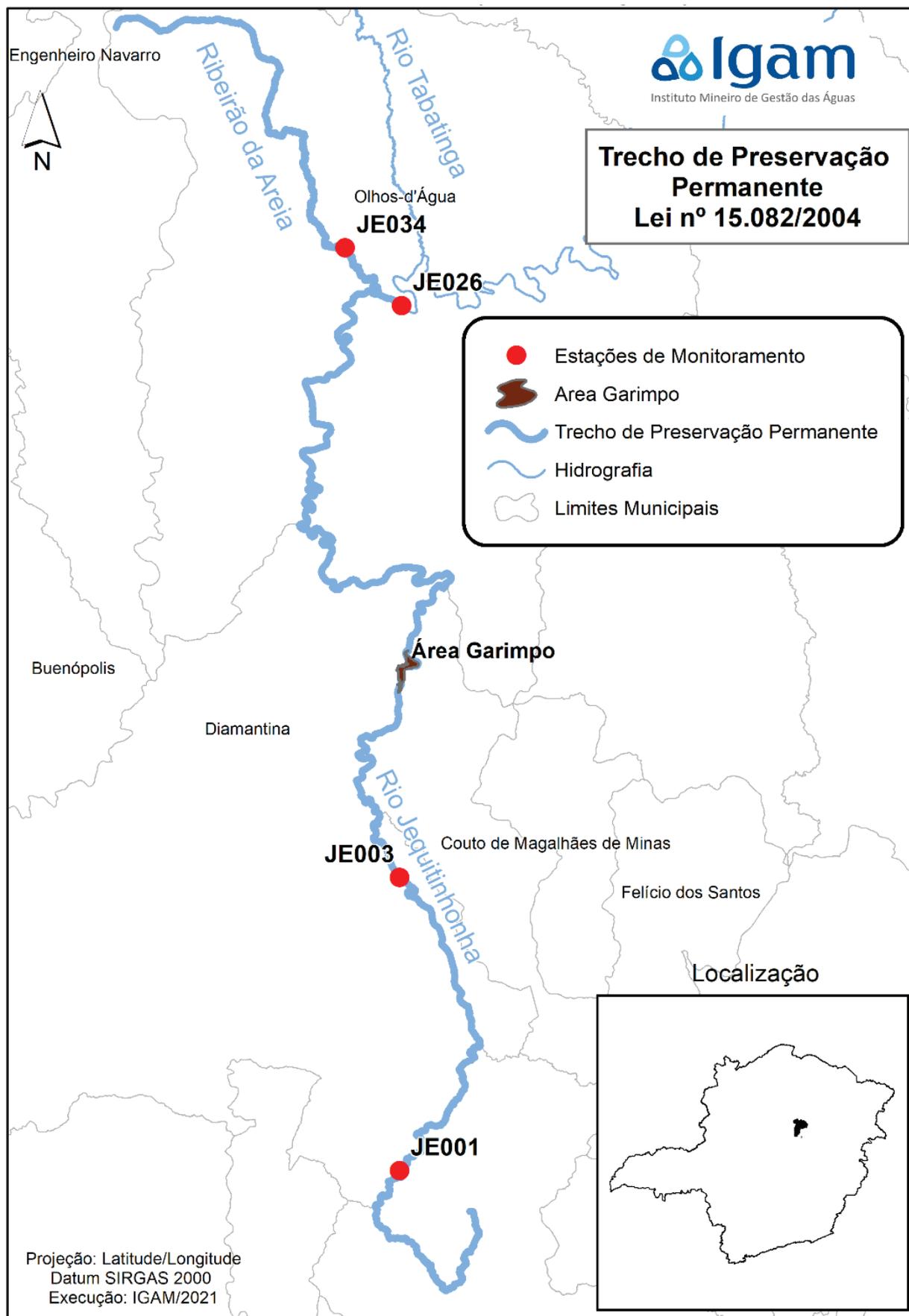
Neste capítulo, as informações sobre qualidade da água serão detalhadas a seguir no contexto do estudo de caso da bacia do Rio Jequitinhonha.

ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO JEQUITINHONHA - melhoria da qualidade da água como resultado do uso integrado de ferramentas de gestão

O Rio Jequitinhonha é um curso d'água de grande importância para o estado e para a região do Vale do Jequitinhonha, notadamente marcada pela escassez hídrica. Historicamente, tem seu uso direcionado às atividades de extração mineral, operadas muitas vezes de forma irregular, o que culminou numa crescente degradação ambiental de seu leito e entorno.

Vale ressaltar que, segundo a Lei nº 15.082/2004, o Rio Jequitinhonha e seus afluentes, no trecho entre a nascente e a confluência com o Rio Tabatinga, é considerado rio de preservação permanente, em razão das características excepcionais de beleza, valor ecológico, histórico ou turístico (MINAS GERAIS, 2004). Sendo assim, a atividade garimpeira é proibida nesta área, tratada no presente estudo de caso (MAPA 2).

Mapa 2 — Trecho do Rio Jequitinhonha, entre a nascente e a confluência com o Rio Tabatinga, considerado rio de preservação permanente



Fonte: Igam (2021)

Operação Salve o Jequitinhonha

Com o apoio do Sisema, investigações da Polícia Federal, que levantaram informações de diversos ilícitos ocasionados pelo garimpo mecanizado no leito e nas margens do Rio Jequitinhonha - desde danos ambientais à usurpação de bens da União, culminaram na Operação Salve o Jequitinhonha, que ocorreu de 02 a 04/04/2019, na localidade de Areinhas, entre os municípios mineiros de Diamantina e Couto de Magalhães de Minas.

A fiscalização conjunta teve como objetivo coibir a exploração irregular dos recursos minerais e interromper os impactos ambientais provenientes dessas explorações. Teve como partícipes, além da Polícia Federal, a Semad, a PMMG e o Ministério Público Estadual. A ação contou com um efetivo de 13 técnicos da Semad, 120 agentes da Polícia Federal e cerca de 250 policiais militares.

Verificou-se que a atividade garimpeira ilegal resultou em: supressão de vegetação em área de preservação permanente e em área comum; intervenção em área de preservação permanente com abertura de cavas para lavagem do material dragado do rio ou oriundo de desmonte hidráulico das margens; aumento da turbidez e assoreamento do curso d'água resultante da ausência de sistemas de controle ambiental.

Durante a operação, duas pessoas foram presas e equipamentos usados na prática ilegal foram apreendidos ou inutilizados, como forma de coibir o retorno dos infratores. Foram apreendidos, ainda, 4.258,57 metros cúbicos de material lenhoso, 35 dragas usadas para extração mineral e 22 bicas canadenses, equi-

pamentos usados para transporte e separação de diamantes.

Foram lavrados também 26 Autos de Infração, com as penalidades de multa simples, que chegaram a 705.201,66 Ufemgs (cerca de R\$2.679.766,30), e suspensão das atividades nas temáticas potencialmente poluidoras, intervenção florestal e intervenção em recurso hídrico.

A partir do fechamento e paralisação das atividades de garimpo foi possível avaliar a evolução da qualidade da água através do monitoramento existente na bacia hidrográfica, como poderá ser observado a seguir.

Antes, é importante ressaltar que a Semad, juntamente com a Polícia Militar, realiza o acompanhamento periódico na região de Areinhas com o objetivo de coibir o retorno das atividades garimpeiras. Em sobrevoo realizado em abril deste ano, na área atingida pelo garimpo, verificou-se que não houve a retomada da prática.

Qualidade da água

A região do antigo garimpo Areinhas está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, na Circunscrição Hidrográfica (CH) do Alto Jequitinhonha (JQ1). A CH-JQ1 possui uma área de drenagem de 19.803 km², cerca de 3,3% da área de Minas Gerais, e abrange 25 municípios, dos quais 10 possuem sede municipal no seu interior: Berilo, Bocaiúva, Botumirim, Carbonita, Couto de Magalhães de Minas, Cristália, Datas, Datas, Diamantina, Fruta de Leite, Grão Mogol, Guaraciama, Itacambira, Josenópolis, José Gonçalves de Minas, Rio Pardo de Minas, Leme do Prado, Novorizonte, Olhos-d'Água, Padre Carvalho,

Riacho dos Machados, Rubelita, Serranópolis de Minas, Serro, Turmalina e Virgem da Lapa (IGAM, 2011).

Cabe ressaltar que as principais fontes de poluição presentes na CH-JQ1 decorrem do lançamento de esgotos domésticos, provenientes dos aglomerados urbanos, e dos efluentes da mineração, da indústria e da agropecuária e silvicultura (IGAM, 2019).

A rede de aglomerações urbanas na bacia é relativamente esparsa, com pequenas cidades com populações que não ultrapassam 50.000 habitantes. Nesse sentido, os impactos dos esgotos domésticos ficam concentrados nas imediações de seus lançamentos, e não se propagam por toda a bacia, de forma cumulativa. Ao contrário, eles surgem nos corpos de água que passam nas imediações dos núcleos urbanos e são depurados gradualmente, assim, as águas retornam a condições de melhor qualidade, até que passem outra vez próximas a outro núcleo urbano (GAMA ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRICOS, 2013a).

A poluição proveniente da mineração pode ser mais significativa tanto em função de ser dispersa pela bacia, quanto pela considerável quantidade de material revolvido na atividade de extração de areia, quartzo, ouro e diamante.

Em relação às atividades industriais, destacam-se especialmente os setores de transformação e extração: fabricação de produtos alimentícios (hortaliças e legumes, laticínios, óleo, açúcar, café, produtos de panificação), bebidas alcoólicas (aguardente) e bebidas não alcoólicas (sucos de frutas). Ressalta-se também a produção artesanal de produtos cerâmicos e têxteis e as obras para geração e

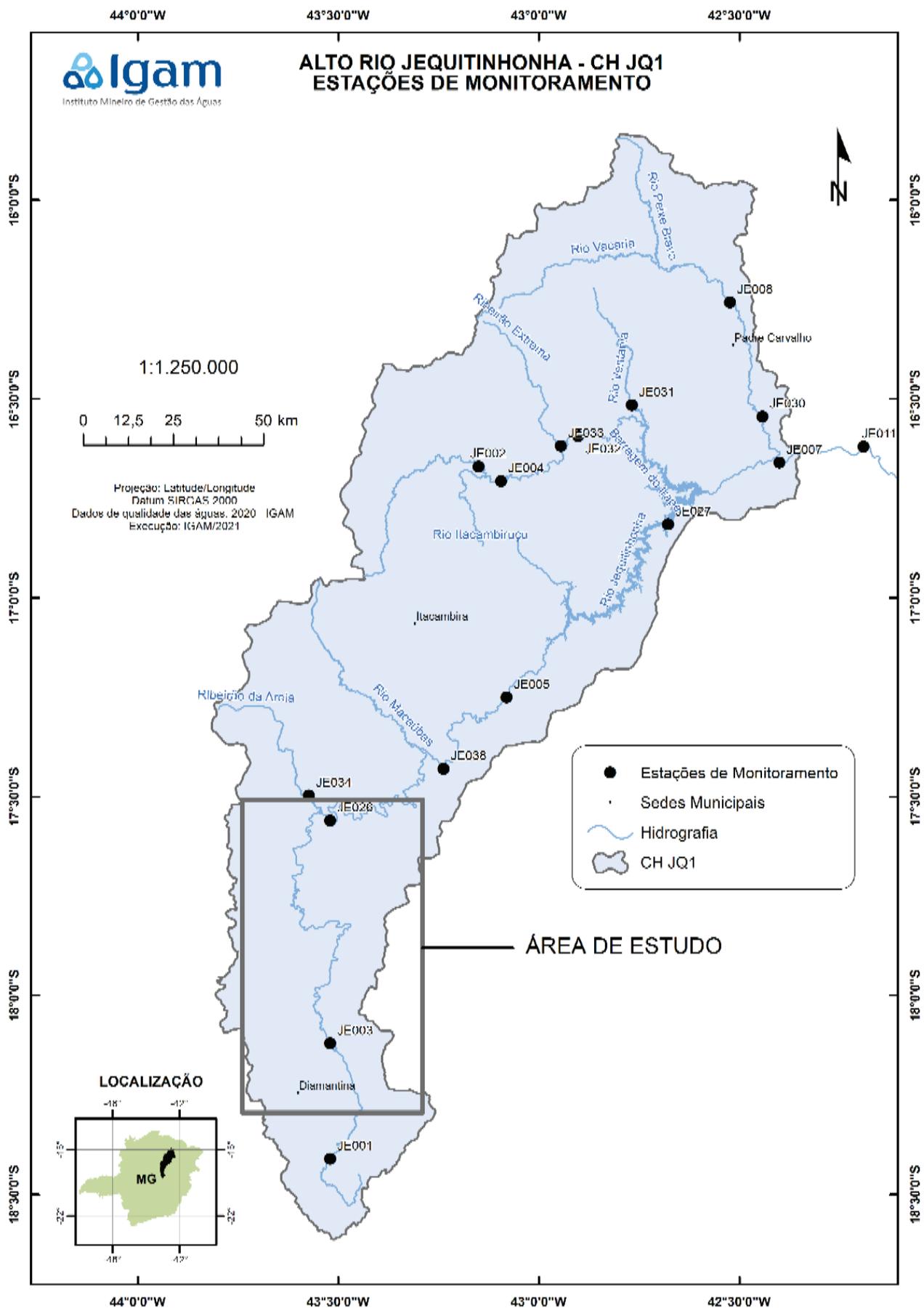
distribuição de energia elétrica e telecomunicação. Há grande interferência de atividades de extração de minerais não metálicos, minério de metais preciosos e pedras, bem como de joalheria, lapidação e ourivesaria. Como estas atividades, via de regra, são exercidas junto às aglomerações urbanas, seus efluentes fazem parte dos efluentes urbanos, misturados aos domésticos.

A poluição agropecuária e da silvicultura é esparsa. Decorre especialmente dos fertilizantes (adubos) e dos defensivos agrícolas (agrotóxicos). Como a atividade pecuária na bacia é extensiva, não havendo confinamentos notáveis, o seu poder poluente é reduzido, uma vez que a capacidade de assimilação do meio natural a atenua (GAMA ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRICOS, 2013b).

Na área-alvo do presente estudo, entre os municípios de Diamantina e Couto de Magalhães de Minas, os principais impactos presentes são provenientes das atividades industriais desenvolvidas no município de Diamantina, do lançamento de efluentes domésticos, da pecuária e do próprio garimpo ilegal de Areinhas, que foi desativado em 2019. Nesse sentido, são esperadas alterações de qualidade de água, sobretudo em parâmetros associados a lançamentos de efluentes domésticos, industriais e de mineração.

A rede de monitoramento da qualidade das águas do Igam, na CH-JQ1, é composta por 15 pontos de coletas, dos quais 6 estão localizados na calha do Rio Jequitinhonha. A região do garimpo se localiza entre os pontos JE003 (Rio Jequitinhonha na localidade de Mendanha) e JE026 (Rio Jequitinhonha a jusante do ribeirão Areia), aproximadamente 70 km à jusante do antigo garimpo (MAPA 3).

Mapa 3 — Rede de Monitoramento da CH-JQ1, com destaque para a área do estudo de caso



Fonte: Igam (2021)

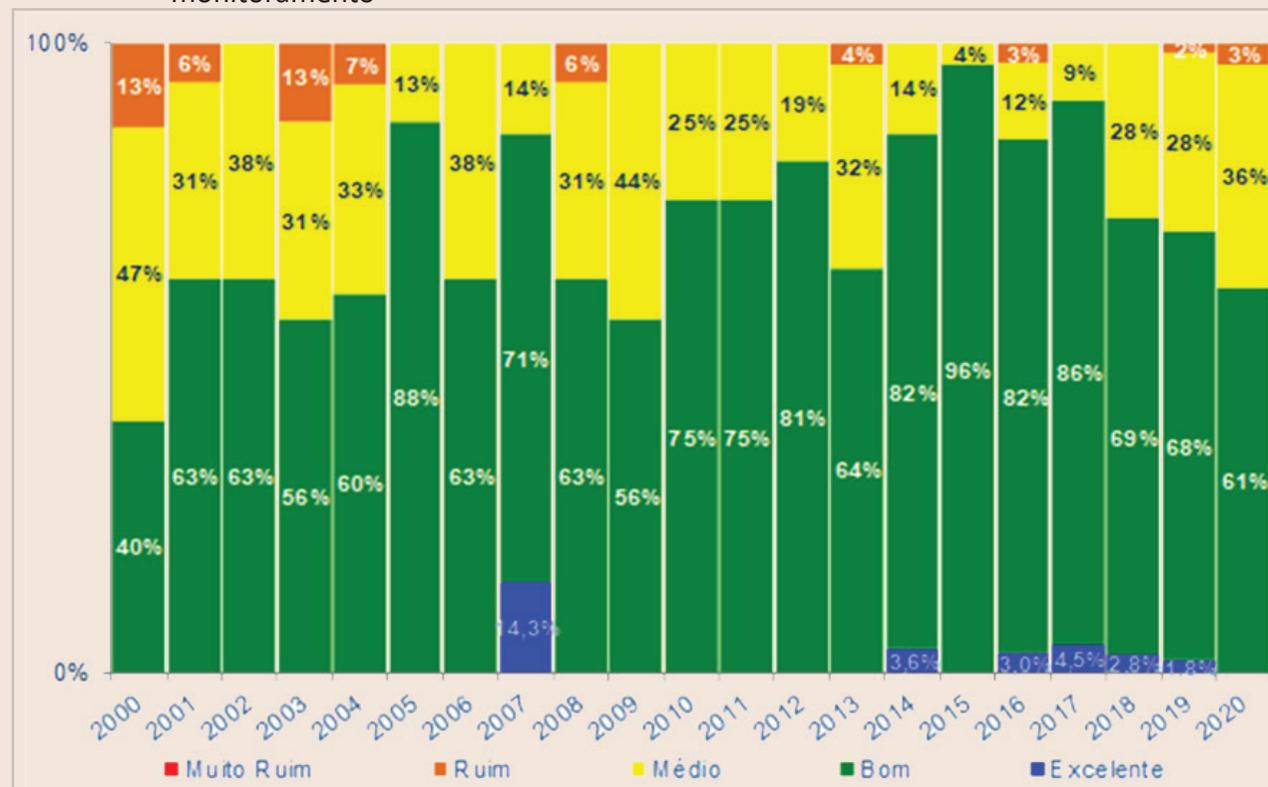
A seguir será apresentado um resumo da condição da qualidade das águas da CH-JQ1 para os indicadores Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Contaminação por Tóxicos (CT). Nas amostras, coletadas e analisadas trimestralmente pelo Igam, são avaliados cerca de 50 parâmetros físicos, químicos e biológicos.

ÍNDICES IQA E CT NO ALTO JEQUITINHONHA

De acordo com os resultados do monitoramento do Programa Águas de Minas na CH-JQ1, observa-se no ano de 2020 a predominância da condição da qualidade de água boa (IQA Bom), seguida de qualidade satisfatória (IQA Médio), com registro de 61% e 36% de ocorrências, respectivamente. O IQA Ruim foi identificado em 3% das medições realizadas, e os extremos das faixas - IQA Muito Ruim e Excelente, não foram identificados nessa CH em 2020. Esse comportamento vem sendo observado ao longo da série histórica de monitoramento (GRÁFICO 3).

Ressalta-se que os parâmetros que mais influenciaram as ocorrências de IQA Ruim no Alto Jequitinhonha ao longo dos anos foram *Escherichia coli* e turbidez.

Gráfico 3 — Frequência de ocorrência do IQA trimestral na CH-JQ1 ao longo da série histórica de monitoramento

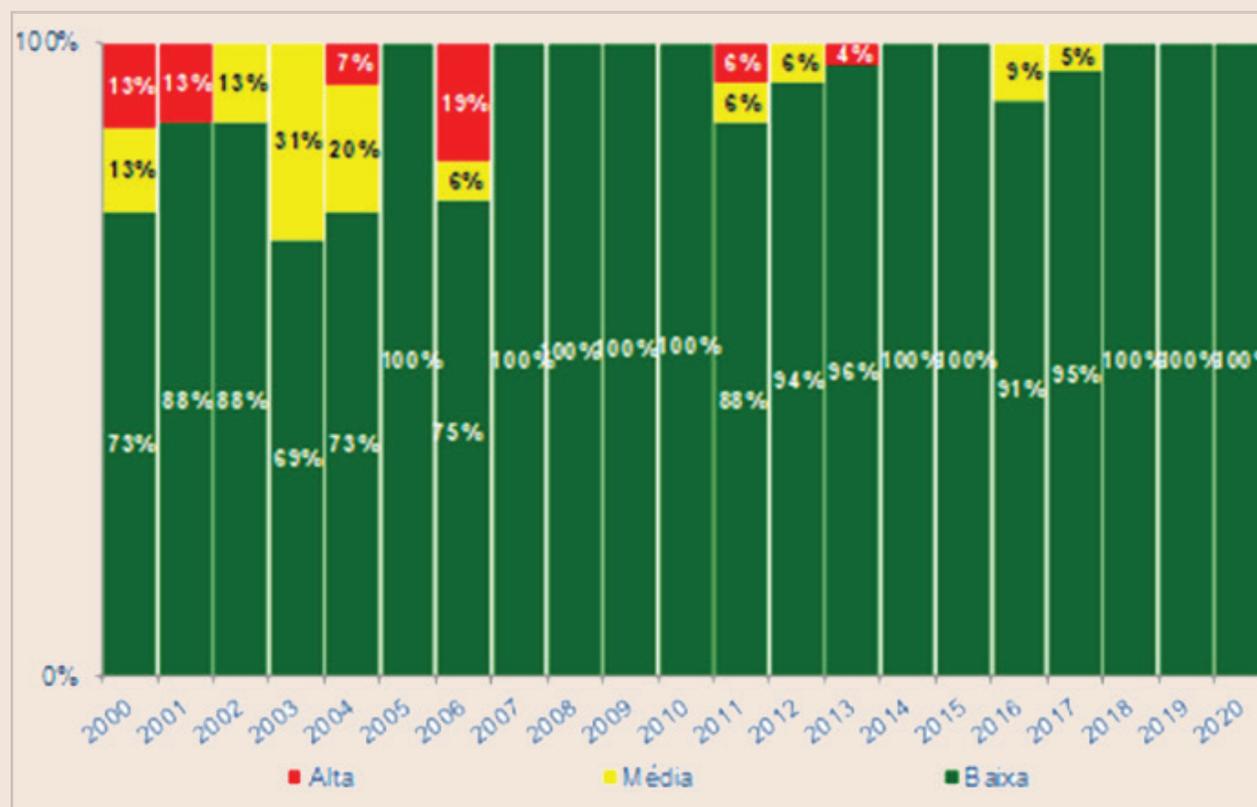


Fonte: Igam (2021)

Com relação ao indicador Contaminação por Tóxicos (CT), observa-se predominância de ocorrência de CT Baixa ao longo de toda a série histórica (GRÁFICO 4). Desde 2007 esta condição representa mais de 80% das amostras anuais. Nos três últimos anos, a CT Baixa representou 100% dos resultados de ocorrências.

Ao longo de toda a série histórica os parâmetros responsáveis pelas ocorrências de CT Média ou Alta na CH-JQ1 foram: cobre dissolvido, fenóis totais e zinco total. Esses resultados refletem, principalmente, a interferência das atividades de agropecuária e silvicultura sobre a qualidade das águas, bem como pela considerável quantidade de material revolvido na atividade de extração de areia, quartzo, ouro e diamante, deixando os solos expostos.

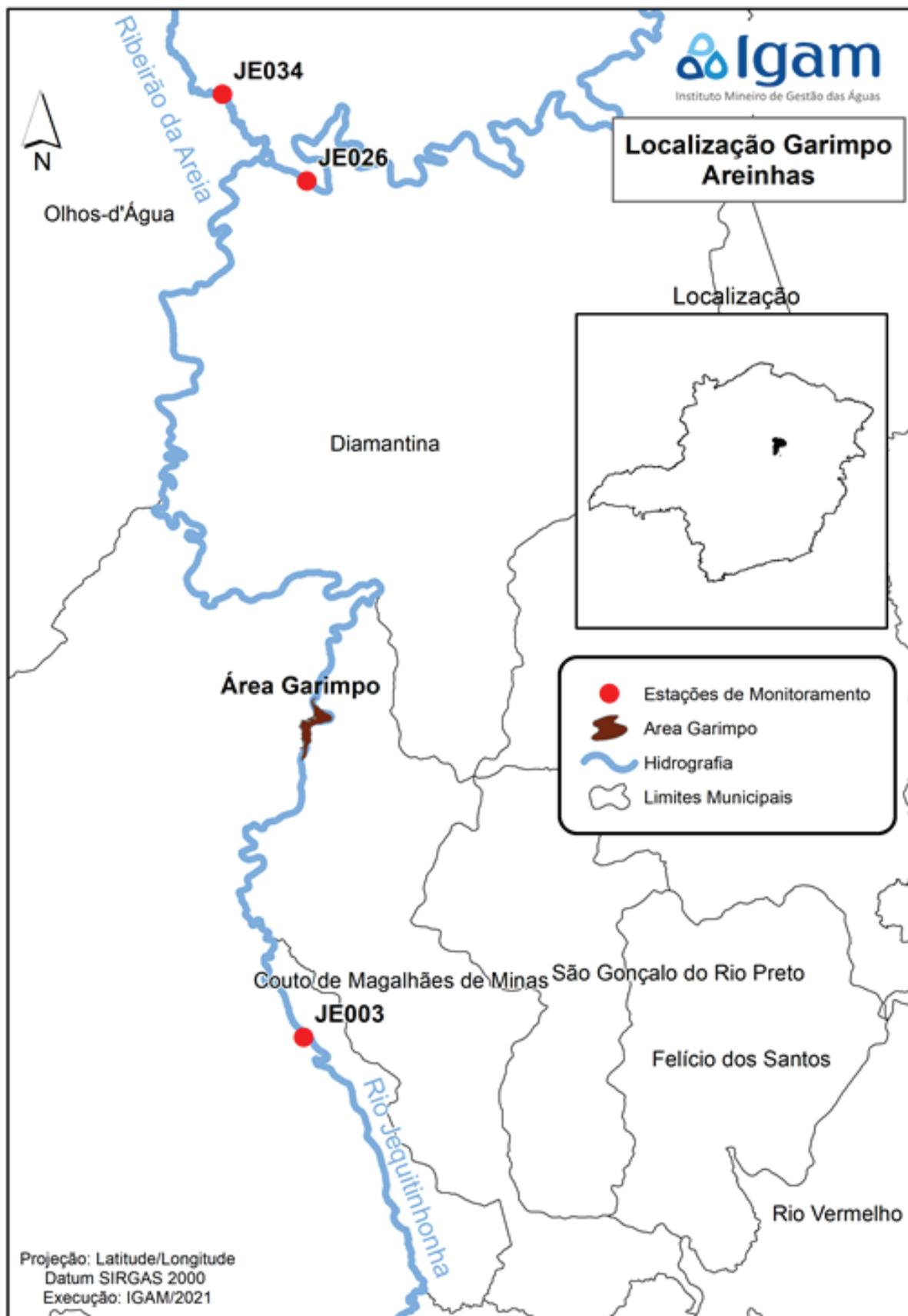
Gráfico 4 — Frequência de ocorrência da Contaminação por Tóxicos na CH-JQ1 ao longo da série histórica de monitoramento



Fonte: Igam (2021)

Como mencionado anteriormente, a avaliação da qualidade das águas da região do estudo tem como base os pontos de monitoramento JE003 - Rio Jequitinhonha na localidade de Mendanha e JE026 - Rio Jequitinhonha a jusante do Ribeirão Areia, Ponte da BR-451 (MAPA 4).

Mapa 4 – Estações de monitoramento na região do garimpo de Areinhas



Fonte: Igam (2021)

Qualidade da água na área de estudo e percentual de desconformidade com a Legislação

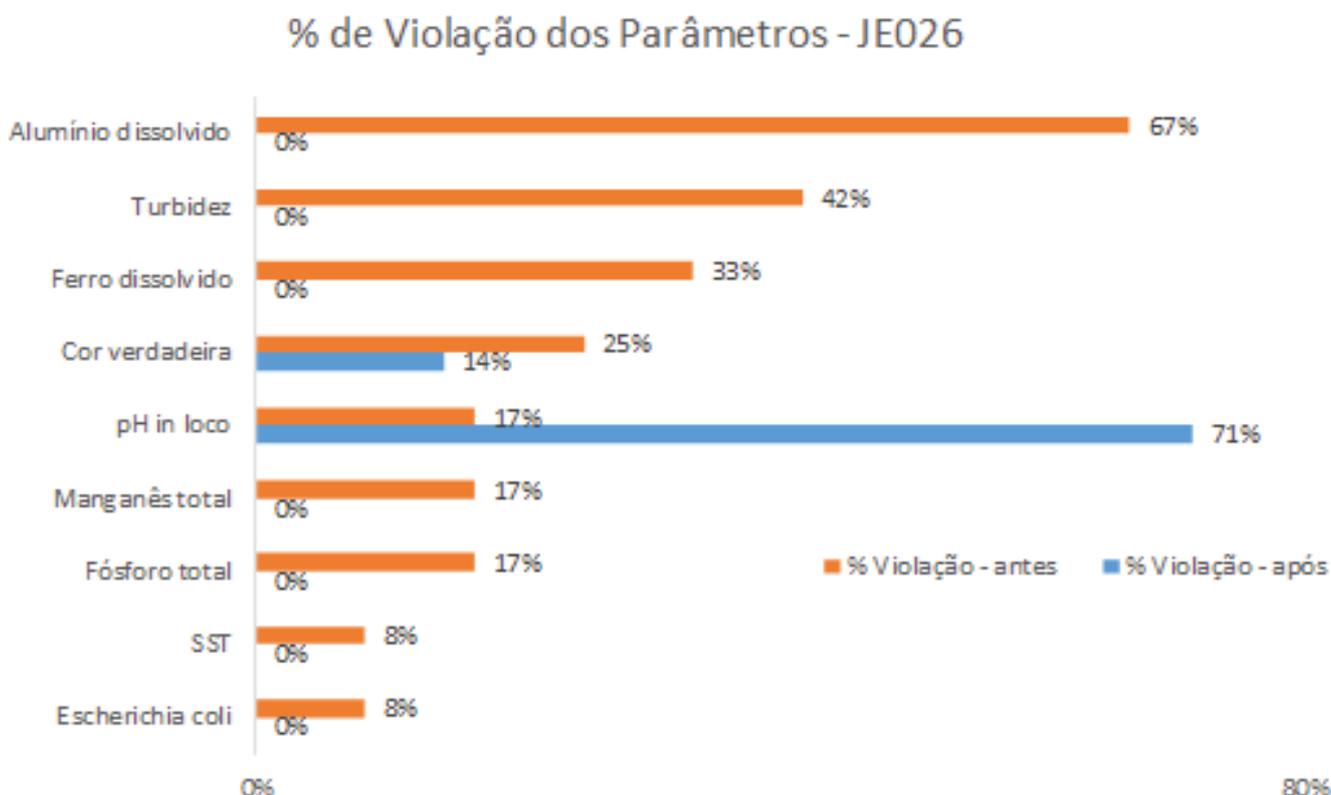
É importante destacar que as atividades de fiscalização, que culminaram com o fechamento do garimpo de Areinhas, foram realizadas entre janeiro e março de 2019. Com o intuito de verificar os impactos desta operação sobre a qualidade das águas na região, os percentuais de violação dos parâmetros monitorados pelo Igam, que serão apresentados a seguir, foram separados em dois períodos de análise, antes e depois do fechamento das atividades de garimpo: out/15 a jan/19 e abr/19 a dez/20.

Destaca-se que a estação de amostragem do Igam localizada a jusante do antigo garimpo (JE026) foi implantada em julho de 2015 e possui dados de monitoramento desde o quarto

trimestre do referido ano. No Gráfico 5 são apresentados todos os parâmetros com algum percentual de desconformidade com os limites estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01/2008 para a classe de enquadramento do trecho em questão (COPAM; CERH-MG, 2008).

Ao avaliar o Gráfico 5, observa-se, na comparação entre os períodos, que os parâmetros alumínio dissolvido, turbidez, ferro dissolvido, manganês total, fósforo total, sólidos em suspensão totais e Escherichia coli, que apresentavam violações antes do fechamento do garimpo, não mais as apresentaram, após o fechamento. O parâmetro cor verdadeira também apresentou redução nas violações, resultados estes que refletem a melhoria na qualidade das águas.

Gráfico 5 — Percentual de violações para os parâmetros na estação JE026, no período antes e depois do fechamento das atividades de garimpo



Fonte: Igam (2021)

No que se refere aos resultados de pH in loco observa-se aumento nos registros de violação. Há que se ressaltar que a região da Serra do Espinhaço é caracterizada por apresentar áreas onde ocorrem vários tipos de turfeiras, que são grandes reservatórios de carbono. As turfeiras são organossolos que resultam de condições ecológicas ideais ao acúmulo de material orgânico, controladas pelos sistemas geomorfológicos e processos geológicos e climáticos globais (SILVA et. al, 2009).

Essa condição propicia a formação de solos arenosos com elevado teor de matéria orgânica, com a presença de ácidos fúlvicos e húmicos que deixam o pH do solo baixo. Nesse sentido, os teores de pH mais baixos dessa região estão relacionados às condições naturais dos solos. A presença dos ácidos húmicos e fúlvicos é proveniente da decomposição da matéria orgânica natural em águas superficiais, conferindo cor à água. Assim, os registros de violação de pH e cor verdadeira estão relacionados às condições naturais da região.

Avaliação temporal dos parâmetros

Neste tópico será apresentada uma análise da evolução temporal dos parâmetros que apresentaram percentual de violação em relação aos limites estabelecidos na DN COPAM/CERH n° 01/2008, considerando os dados coletados nas estações de amostragem localizadas no rio Jequitinhonha a montante (JE003) e a jusante (JE026) da área do garimpo Areinhas. Reforça-se que a estação JE003 possui dados de qualidade de água desde o ano de 2000, e a JE026, desde 2015.

Ao comparar os resultados desses pontos nos Gráficos 6a a 6s, observa-se que o trecho situado na localidade de Mendanha (JE003) apresentou valores mais expressivos dos parâmetros fósforo total, coliformes termotolerantes/*Escherichia coli*, ferro dissolvido, manganês total, cor verdadeira e pH in loco do que a estação JE026. Destaca-se que os dois primeiros parâmetros são de origem de aporte de contaminação fecal e nutrientes, que são associados ao lançamento de esgotos

domésticos no município de Diamantina. Já os parâmetros cor e pH, conforme apontado anteriormente, estão associados às condições naturais das águas da região. Os metais ferro e manganês apresentaram algumas ocorrências ao longo da série histórica, especialmente durante os meses chuvosos, podendo estar associados ao carreamento de origem difusa da bacia de drenagem.



Crédito: Evandro Rodney

Já a estação de amostragem localizada a jusante (JE026), que sofria influência direta do garimpo de Areinhas, tem como parâmetros mais expressivos aqueles relacionados à presença de sólidos, como turbidez e sólidos em suspensão totais e alumínio dissolvido. Tais parâmetros estão relacionados à má preservação do solo e ao lançamento de poluentes ou atividades que possam causar revolvimento do leito do rio, como é o caso do garimpo.

Com o desmonte do garimpo, observou-se que a turbidez foi um dos parâmetros que apresentou uma redução expressiva, passando de 112,32 NTU (Unidade de Turbidez Nefelométrica) em média, considerando os 2 últimos anos antes da fiscalização, para 12,81 NTU, média dos 2 últimos anos após a fiscalização. Este parâmetro é utilizado para se conhecer a quantidade de partículas que estão em suspensão na água.

Os parâmetros que também acompanharam esse comportamento de redução significativa

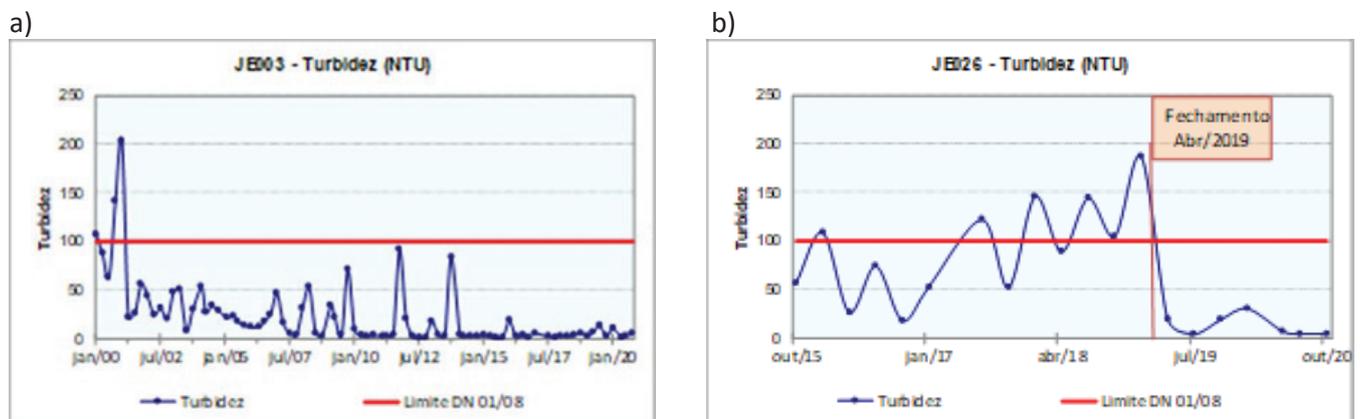
foram sólidos em suspensão totais e alumínio dissolvido.

Os resultados demonstram a efetiva melhora da qualidade das águas após o fechamento do garimpo de Areinhas.

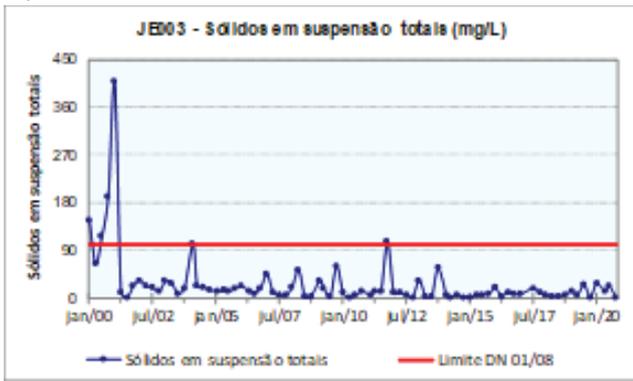
Cabe ressaltar, ainda, que ao avaliar o percentual dos parâmetros em desconformidade com os limites estabelecidos para a classe de enquadramento, constatou-se na estação JE026 que os parâmetros alumínio dissolvido, turbidez, ferro dissolvido, manganês total, fósforo total, sólidos em suspensão totais e Escherichia coli deixaram de apresentar violação do limite para rios de classe 2.

Os Gráficos 6a a 6s mostram os resultados para os parâmetros turbidez, sólidos em suspensão totais, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês total, fósforo total, E. coli, cor verdadeira e pH in loco, nas estações de monitoramento JE003 e JE026.

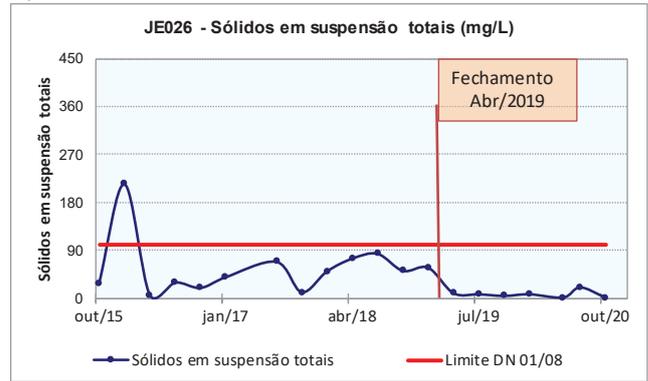
Gráfico 6 — Resultados para os parâmetros turbidez, sólidos em suspensão totais, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês total, fósforo total, E. coli, cor verdadeira e pH in loco, nas estações de monitoramento JE003 e JE026



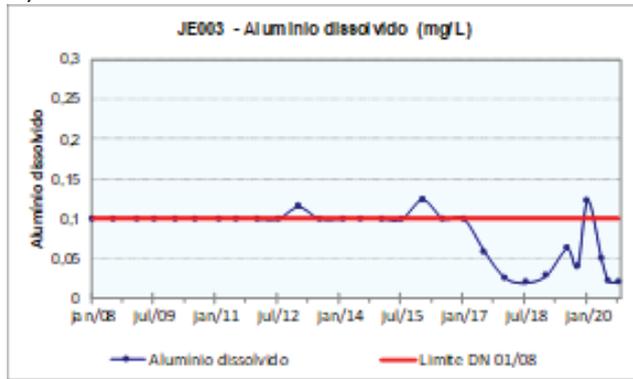
c)



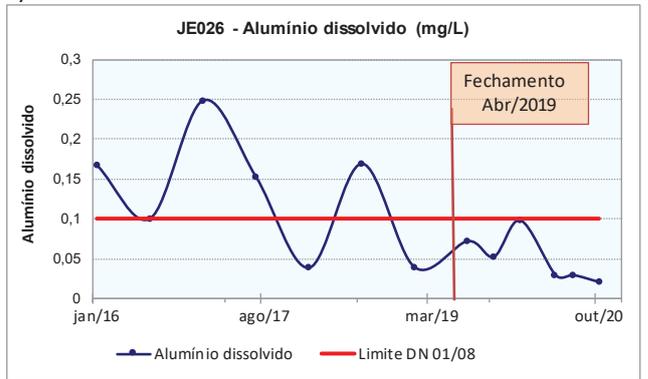
d)



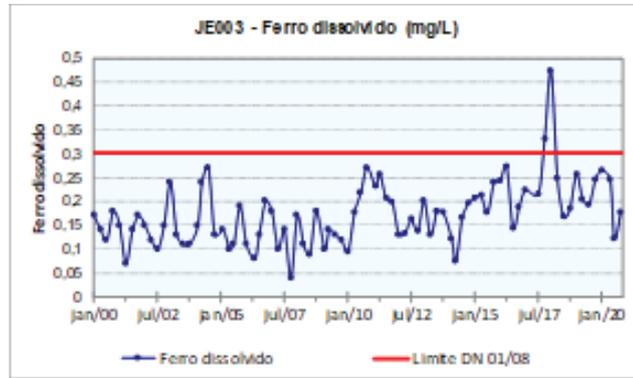
e)



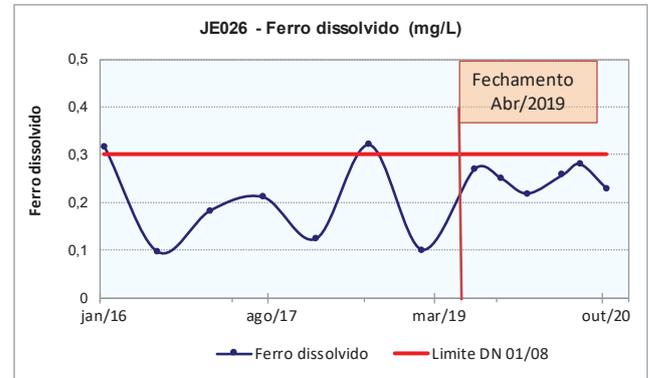
f)



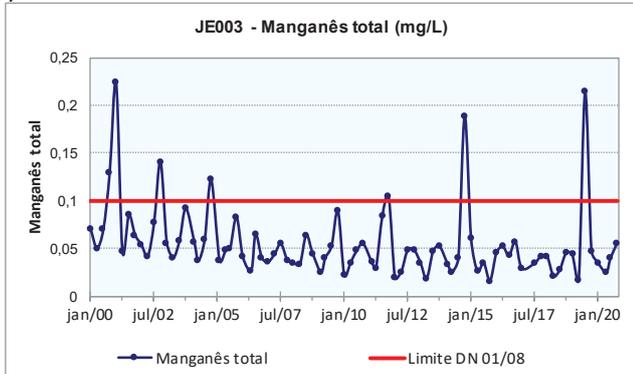
g)



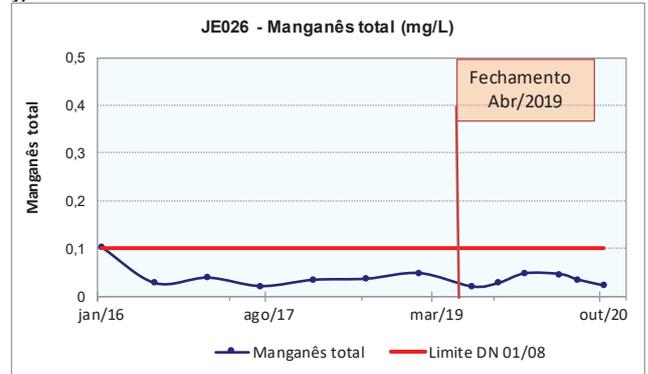
h)

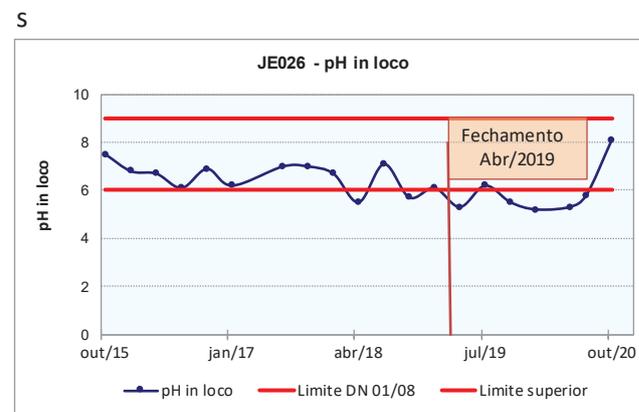
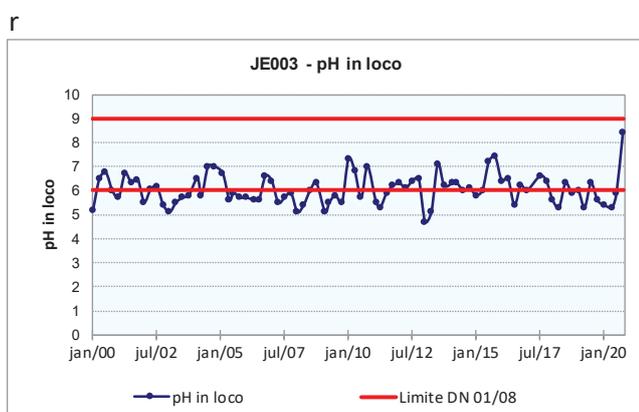
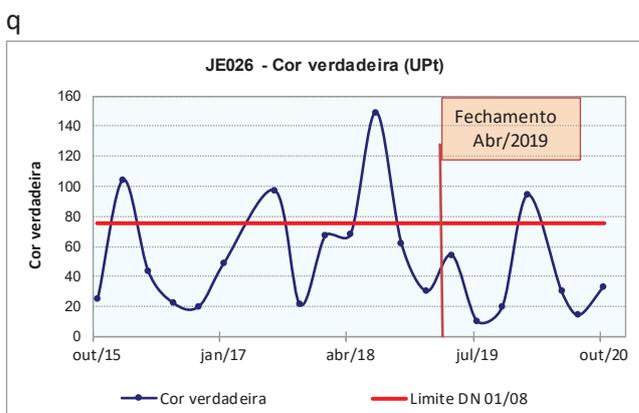
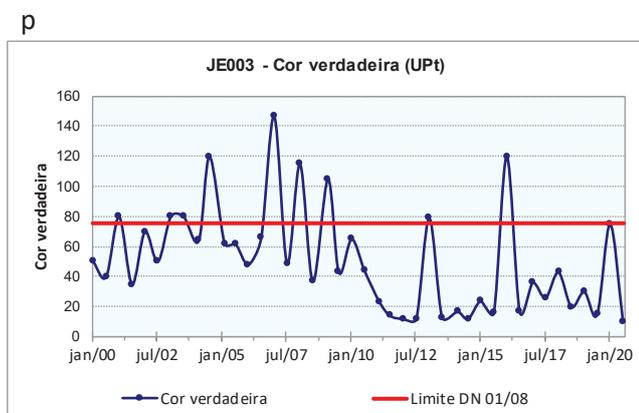
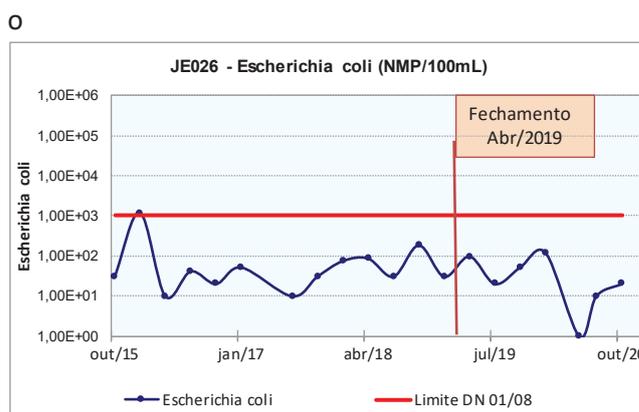
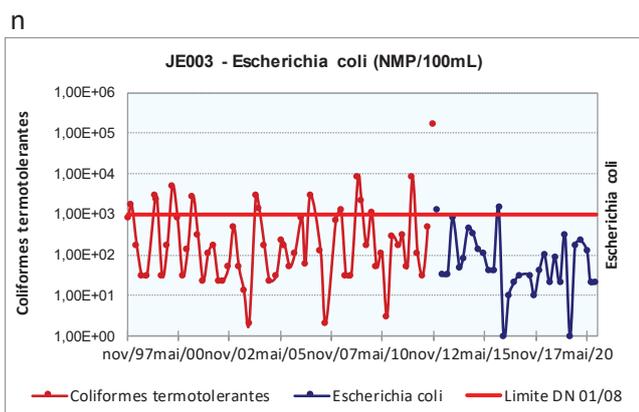
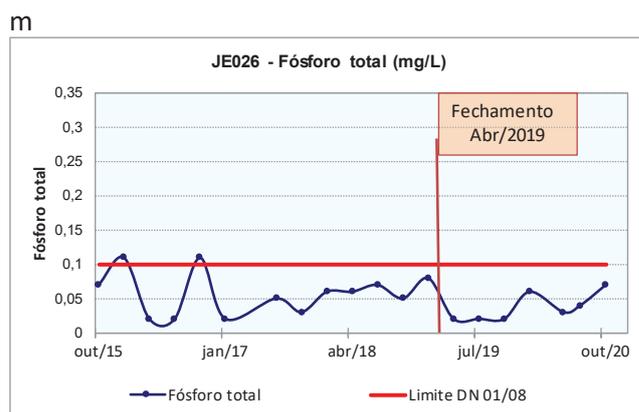
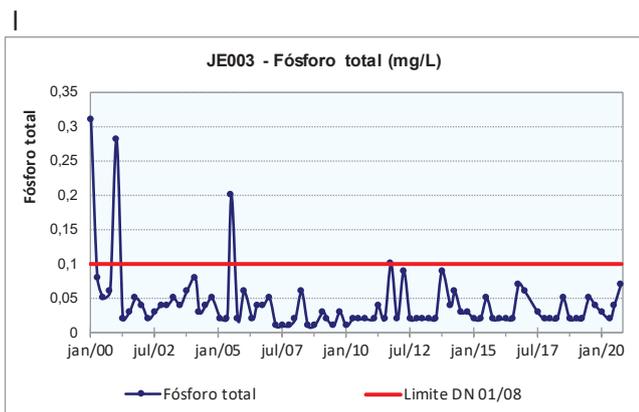


i)



j)





Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todo o exposto, pode-se observar a relevância do uso integrado das ferramentas de gestão de recursos hídricos - fiscalização, análise e processamento dos autos de infração e monitoramento da qualidade das águas, e seus efeitos práticos na melhoria ambiental. A Semad vem atuando em fiscalizações preventivas, com resultados positivos, mas em muitos casos, a prática robusta e reiterada de infrações exige do poder público grandes operações para reprimir atividades lesivas ao meio ambiente. E este foi o método adotado para combater o garimpo ilegal às margens do Rio Jequitinhonha, na região de Diamantina e Couto Magalhães de Minas.

Nesse processo, é importante destacar o monitoramento da qualidade das águas como fer-

ramenta tanto para direcionar ações, quanto para avaliar a efetividade da gestão e fiscalização ambiental em Minas Gerais, a exemplo do estudo de caso, que apresentou uma recuperação gradual da vegetação e melhoria significativa na qualidade das águas do Rio Jequitinhonha após o fechamento do garimpo.

Assim, acompanhar a execução das políticas públicas através das ferramentas de gestão permite medir, mensurar, avaliar e comparar situações de áreas em vulnerabilidade, com vistas a definir as ações e providências necessárias e adequadas à solução dos problemas de determinadas regiões.

É necessário, portanto, aprimorá-las cada vez mais e intensificar o monitoramento para garantir qualidade e quantidade de água para todos os usos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.** Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em: 12 ago. 2021.

CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais); CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do COPAM-MG e 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. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 12 ago. 2021.

GAMA ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRICOS. Relatório diagnóstico dos Afluentes do AltoJequitinhonha (JQ1) RT2. Maceió: Gama, 2013a. 866 p.

GAMA ENGENHARIA E RECURSOS HÍDRICOS. - Plano Diretor de Recursos Hídricos dos Afluentes Mineiros do Alto Rio Jequitinhonha- PDRH- JQ1. Maceió: Gama, 2013b. 235 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais:** relatório 3º trimestre de 2018. Belo Horizonte: Igam, 2019a.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais no Estado de Minas Gerais:** resumo executivo 2020. Belo Horizonte: Igam, 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos.** Belo Horizonte: Igam, 2011. Disponível em: <http://200.198.57.118:8080/handle/123456789/2585>. Acesso em: 25 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 02, de 26 de fevereiro de 2019.** Dispõe sobre a regulamentação dos artigos 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB. 2019b. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=47918>. Acesso em: 12 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 03, de 26 de fevereiro de 2019.** Dispõe sobre os procedimentos para o cadastro de barragens em curso d'água no Estado de Minas Gerais, em observância a Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, e convoca os usuários para o cadastramento. 2019c. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=47900>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.383, de 02 de março de 2018.** Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47383&comp=&ano=2018>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.866, de 19 de fevereiro de 2020.** Estabelece o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e dá outras providências. 2020a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47866&comp=&ano=2020>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 15.082, de 27 de abril de 2004.** Dispõe sobre rios de preservação permanente e dá outras providências. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=15082&comp=&ano=2004>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei Delegada nº 180, de 20 de janeiro de 2011.** Dispõe sobre a estrutura orgânica da Administração Pública do poder executivo do estado de Minas Gerais e dá outras providências. 2011a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LDL&num=180&comp=&ano=2011>. Acesso em: 22 set. 2021. Revogada.

MINAS GERAIS. **Lei Delegada nº 181, de 20 de janeiro de 2011.** Dispõe sobre a estrutura orgânica básica do Escritório de Prioridades Estratégicas. 2011b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LDL&num=181&comp=&ano=2011>. Acesso em: 22 set. 2021. Revogada.

MINAS GERAIS. **Lei nº 21.735, de 03 de agosto de 2015.** Dispõe sobre a constituição de crédito estadual não tributário, fixa critérios para sua atualização, regula seu parcelamento, institui remissão e anistia e dá outras providências. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=21735&comp=&ano=2015>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Mapa de Atividades fiscalizadas de recursos hídricos – 2019 e 2020.** Belo Horizonte: Semad, 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Relatório anual de fiscalização ambiental.** Belo Horizonte: Semad, 2020b. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2021/FISCALIZACAO/RAFA_ano_base_2020.pdf. Acesso em: 31 ago. 2021.

SILVA, A. C.; HORÁK, I.; VIDAL-TORRADO, P.; CORTIZAS, A. M.; RACEDO, J. R.; CAMPOS, J. R. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG. II: influência da drenagem na composição Elementar e Substâncias Húmicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33,p. 1399-1408, 2009.

COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS EM MINAS GERAIS: avaliação e perspectivas para a segurança hídrica

Felipe Silva Marcondes¹

Letícia Ribeiro Pacheco Lages²

Sônia Souza Ferreira³

Tayná Uber da Silva⁴

INTRODUÇÃO

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um dos instrumentos de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos - instituída pela Lei nº 13.199/1999. Trata-se de um instrumento econômico, cujo objetivo principal é incentivar o uso racional da água, propiciando ao usuário o reconhecimento do valor deste bem público e econômico, buscando impulsionar, inclusive, a adoção de ferramentas ou tecnologias que melhor utilizam este recurso vital ou que menos causam o seu desperdício (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2018).

Como consequência da arrecadação obtida com a cobrança, pode-se citar outros objetivos deste instrumento, como a obtenção de recursos financeiros para o financiamento de obras hídricas que visam à melhoria da qualidade e quantidade das águas (MINAS GERAIS, 1999).

Sinteticamente, afirma-se, portanto, que a cobrança transita tanto no aspecto subjetivo (reconhecimento do bem econômico),

quanto objetivo (obras de melhoria hídrica). Desta maneira, a segurança hídrica, em sua essência - na qual a água é o recurso base para sobrevivência e bem-estar humano e para tanto requer uma cooperação entre diversos usuários e setores (MELO; JOHNSON, 2017), vincula-se diretamente aos instrumentos econômicos de gestão.

Considerando essa exposição inicial, o presente capítulo se propõe a avaliar a implementação da cobrança no estado, com o olhar para a segurança hídrica. Inicialmente será apresentada uma breve avaliação do processo de implantação e operacionalização da cobrança na última década, dando destaque ao projeto de aprimoramento e simplificação a partir dos normativos publicados em 2021. Em seguida, o papel das agências de bacias hidrográficas ou entidades a elas equiparadas enquanto entes responsáveis pela aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança. Por fim, os principais números da cobrança por unidade estratégica de gestão e como efetivamente os recursos vêm sendo aplicados.

¹ Estatístico. Mestrando em Sustentabilidade e Tecnologias Ambientais. Pós-graduado em Gestão Pública. Pós-graduado em MBA em Gestão Estratégica de Negócios. Analista Ambiental do Igam.

² Graduada em Direito. Pós - graduanda em Direito Urbanístico e Ambiental. Pós-graduanda em MBA em Gestão Ambiental. Pós - graduanda em Direito Ambiental e Agrário. Analista Ambiental do Igam.

³ Geógrafa. Especialista em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Analista Ambiental do Igam.

⁴ Administradora. Pós-graduanda em Gestão Estratégica de Pessoas. Analista Ambiental do Igam.

COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS EM MINAS GERAIS

A cobrança pelo uso de recursos hídricos (CRH) foi implantada em Minas Gerais no ano de 2010, sendo as Bacias dos Rios das Velhas, Araguari e Piracicaba/Jaguari as pioneiras no que se refere às águas de domínio do estado. Atualmente, 12 comitês de bacia hidrográfica (CBHs) mineiros contam com os recursos provenientes da cobrança e os demais ou já

estão discutindo sua metodologia ou deverão discuti-la até o ano de 2023.

Contudo, observa-se um lapso temporal significativo na evolução da implantação desse instrumento no estado. Muito embora se reconheça a sua importância, os primeiros valores somente foram cobrados sete anos após o início da cobrança em rios de domínio da União e onze anos após o advento Política Estadual de Recursos Hídricos.

Em parte, isso se deve ao processo de normatização, indispensável ao seu início, aliado aos procedimentos operacionais que envolveram parcerias com outras entidades, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e a Secretaria de Estado de Fazenda (SEF) de Minas Gerais. Com relação ao apoio da ANA, destaca-se a cessão do uso do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) e do Sistema Digital de Cobrança (Digicob), que viabilizaram o cálculo do valor das cobranças no estado.

Mesmo após o início, verifica-se que o processo de implantação da cobrança por bacia hidrográfica tem se mostrado moroso, já que após uma década, o instrumento ainda não foi implantado em grande parte do território mineiro.

Cabe ponderar que a ausência de cobrança em parte das bacias do estado decorre também da demora dos comitês e/ou do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) em iniciar o processo, muito embora essa situação deva ser relativizada em função de dificuldades enfrentadas internamente por esses atores. A ausência ou deficiência de capacitação e de recursos financeiros muitas vezes são fatores preponderantes para a falta de iniciativa.

Bacia do Rio Araguari - uma das primeiras bacias mineiras a implementar a cobrança em 2010



Percurso para aprovação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em Minas Gerais

Início das discussões na Câmara Técnica do CBH



Pode ser formado Grupo de Trabalho (GT) com representação de todos os setores usuários para discussão da cobrança

Construção de uma minuta de deliberação



Reuniões setoriais

- Saneamento
- Indústria
- Mineração
- Agropecuária

Não há número preestabelecido de reuniões. Depende da dinâmica do grupo

Finalização da minuta de deliberação

Nota Técnica Igam

Análise Jurídica do Igam e se necessário nova manifestação técnica

Deliberação da Plenária do CBH

Deliberação CERH

O plenário do CERH-MG pode aprovar a deliberação ou sugerir adequação aos Comitês de Bacias Hidrográficas



Os membros do CBH e das CTs do CERH são instruídos sobre a cobrança, o processo de implantação e o papel dos colegiados nesse processo. O Igam presta apoio ao grupo na capacitação e elaboração de estudos técnicos (simulação de valores e de arrecadação).

O caráter econômico, intrínseco ao instrumento, associado à gestão participativa inerente à política de gestão de recursos hídricos é responsável ao menos em parte por um longo processo de aceitação e discussão, que justificam esse lapso temporal em alguma medida.

No que pese essas considerações, a necessidade de expansão da cobrança para todas as bacias se colocou como uma questão prioritária nesta gestão, tanto para se cumprir o disposto na Lei 13.199/1999, quanto pela importância do papel educativo do instrumento.

O primeiro passo para que uma mudança neste nível pudesse ocorrer foi a construção de uma nova regulamentação que norteasse uma trajetória de implantação da cobrança em todas as bacias, chamando os atores que compõem o sistema a exercerem o seu papel no que tange ao instrumento. No Rio de Janeiro, por exemplo, a Lei 4.247/2003, que dispõe sobre a cobrança naquele estado, trouxe nas suas disposições transitórias, uma metodologia de cálculo, com equações e preços a serem aplicados provisoriamente até a implantação dos demais comitês e planos de bacia (RIO DE JANEIRO, 2003).

Em Minas Gerais, não há uma Lei específica sobre a cobrança, mas a Lei Estadual nº 13.199/1999, que a instituiu como um instrumento de gestão, define condições para a sua implantação, bem como as competências para os integrantes do sistema, sem, no entanto, estabelecer um prazo para que seja iniciada (MINAS GERAIS, 1999).

Nesse sentido, o Decreto Estadual nº 48.160/2021, trouxe várias inovações, dentre as quais merece destaque obrigações e prazos para que os comitês de bacia implementem a cobrança em todas as circunscritões hidrográficas de Minas Gerais até o ano de 2023 (MINAS GERAIS, 2021). Observa-se que o referido Decreto vem suprir a ausência de prazo para a implantação do instrumento em todo o território mineiro.

Concomitantemente, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-MG) estabeleceu as diretrizes para a implantação da cobrança, por meio da Deliberação Normativa (DN) nº 68/2021, tendo como pontos centrais a simplificação e a transparência do processo (CERH-MG, 2021). Este normativo, fruto de mais de um ano de trabalho entre diversas entidades que compõem o CERH-MG, trouxe como inovações uma proposta metodológica e o estabelecimento de preços de referência para subsidiar os comitês no início da cobrança.

A DN também dispôs sobre a necessidade de adequação metodológica nas bacias onde a cobrança já havia sido implementada. Neste esteio, os comitês de bacia que já implementaram o instrumento devem adequar os seus mecanismos de cobrança em conformidade com as diretrizes do CERH-MG até o ano de 2024.

O QUE MUDA COM O DECRETO 48.160/2021

- a base de dados para cobrança passa a ser os usos regularizados do Igam, ou seja, a base de usos outorgados. Desde a implementação da cobrança no estado, a referência eram os usuários cadastrados no CNARH, mantido pela ANA;
- a cobrança passa a ser calculada por portaria de outorga. Anteriormente, como era realizada pelo CNARH, os valores calculados consideravam o somatório de todas as interferências cadastradas;
- o período de referência para a cobrança também foi alterado. Antes, cobrava-se o uso realizado no próprio ano, o que por vezes gerava uma dificuldade operacional no cálculo, já que era preciso considerar os dados de previsão de uso e, posteriormente, a medição efetiva. Agora, o uso realizado dentro de um ano é cobrado somente no exercício seguinte, tendo como referência para cálculo apenas a real medição apresentada pelo usuário;

- os Documentos de Arrecadação Estadual (DAEs), emitidos em até quatro parcelas, passaram a vencer nos últimos dias úteis de julho, agosto, setembro e outubro do ano seguinte à utilização do recurso hídrico;
- os DAEs que antes eram enviados fisicamente ao endereço dos usuários, agora estão disponíveis no **Portal do Igam**, visando otimizar o procedimento operacional e se adequar aos novos meios.

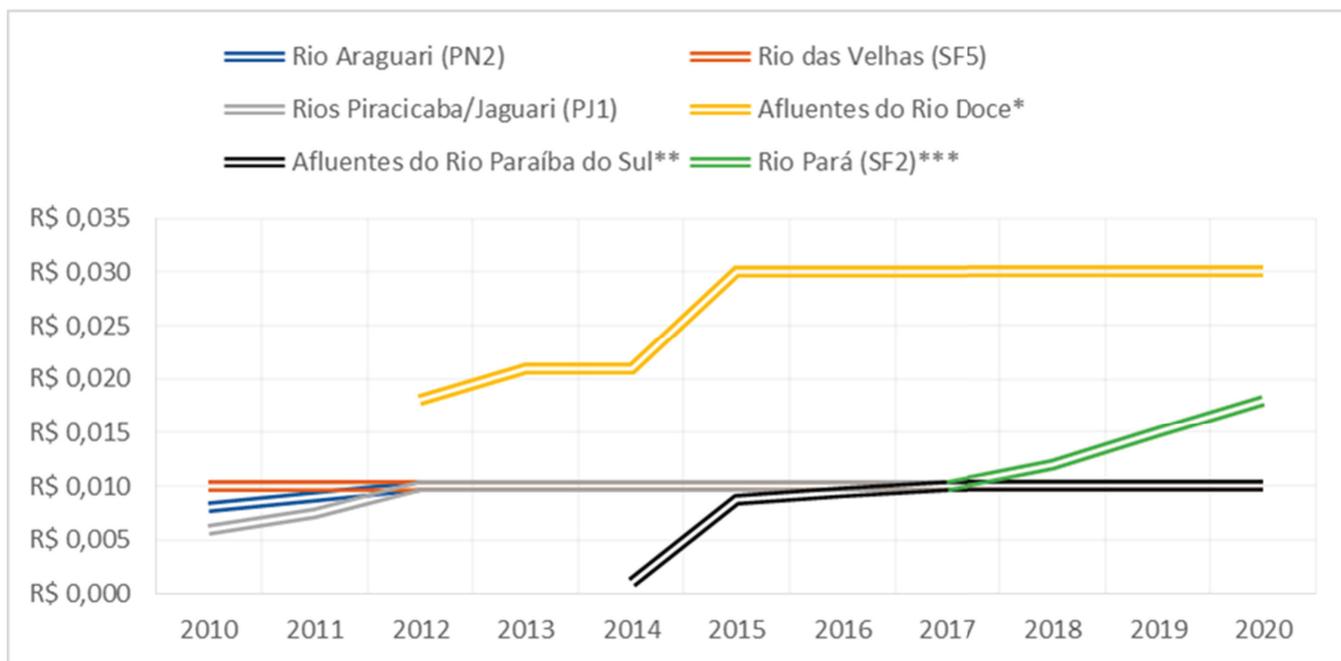
Cabe ressaltar, ainda, que tanto a Deliberação Normativa nº 68/2021 quanto o Decreto Estadual nº 48.160/2021 trazem outra questão central para o processo de cobrança que é a garantia de correção anual dos preços através do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (CERH-MG, 2021; MINAS GERAIS, 2021). Este índice foi adotado pioneiramente pelo Conselho Nacional de Recursos

Hídricos (CNRH) para atualização dos preços da cobrança no âmbito federal por meio da Resolução CNRH nº 192/2017 (CNRH, 2017).

Até a publicação destes normativos estaduais, qualquer alteração do preço era dependente de iniciativa dos comitês, sem a qual os valores permaneciam praticamente inalterados, salvo aqueles em que se previa uma progressividade, conforme mostra a seguir o Gráfico 1. Os preços públicos unitários (PPUs) apresentados são aqueles relativos à captação de água superficial.

A ausência de atualização dos preços pode comprometer a execução dos programas e projetos previstos nos planos de bacia, já que o valor arrecadado é corroído pela inflação ao longo dos anos, o que reduz na prática os recursos disponíveis para investimento na bacia. Estes recursos são essenciais para cumprimento dos planos de recursos hídricos, que são fundamentais para a segurança hídrica.

Gráfico 1 – Evolução dos preços públicos unitários (R\$/m³) em Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Nota: *Os preços para água superficial são iguais em todas as circunscrições hidrográficas afluentes ao Rio Doce; **Os preços para água superficial são iguais nas duas circunscrições hidrográficas afluentes ao Rio Paraíba do Sul, porém a progressividade só se aplica ao Preto/Paraibuna (PS1); ***Preços segundo o cronograma aprovado pelo comitê, porém contabilizado a partir do início da cobrança.

AGÊNCIAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

A Lei Estadual nº 13.199/1999 prevê que os recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão executados pelas agências de bacias hidrográficas ou entidades a elas equiparadas, por meio de contrato de gestão celebrado com o estado (MINAS GERAIS, 1999).

AGÊNCIAS DE BACIA

São unidades executivas descentralizadas de apoio aos comitês que implementaram a cobrança. Respondem pelo seu suporte administrativo, técnico e financeiro.

Conforme disposto na lei mineira de recursos hídricos, as agências de bacia, quando instituídas pelo estado, deverão ter personalidade jurídica própria, autonomia financeira e administrativa e serem organizadas segundo quaisquer das formas permitidas pelo Direito Administrativo, civil ou comercial.

Equiparação

Poderão ser equiparados à agência de bacia: consórcios ou associações intermunicipais de bacias hidrográficas; e associações regionais e multissetoriais de usuários de recursos hídricos, desde que legalmente constituídos, mediante solicitação do CBH e autorização do CERH-MG.

Saiba mais:

Lei 13.199/1999 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.

Decreto 41.578/2001 que dispõe sobre as agências de bacia hidrográfica e entidades a elas equiparadas e dá outras providências.

Deliberações Normativas do CERH-MG nº 19/2006 e nº 22/2008.

Atualmente, em Minas Gerais, não há agência de bacia hidrográfica instituída, mas quatro entidades autorizadas pelo CERH-MG a exercerem as funções inerentes a elas:

- **Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas (Abha Gestão de Águas)** - instituída para exercer as funções de Agência de Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. Hoje, também exerce as funções de Agência de Bacia do Rio Paranaíba (federal), do qual o Rio Araguari é afluente.
- **Agência Peixe Vivo** - associação civil de usuários de recursos hídricos, instituída para exercer as funções de Agência de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Além desta, atua na Bacia Hidrográfica do Rio Pará e na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, no âmbito federal.
- **Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Agevap)** - instituída para exercer as funções de Agência de Bacia Hidrográfica no âmbito federal do Rio Paraíba do Sul e dos seus afluentes mineiros e cariocas. Em Minas Gerais, a Agevap atua nas bacias hidrográficas dos Rios Preto e Paraibuna e dos Rios Pomba e Muriaé. A partir do ano de 2020 a Agevap assumiu as funções de Agência de Bacia do Rio Doce federal e dos seus afluentes mineiros, os quais eram atendidos, anteriormente, pelo Instituto BioAtlântica – Ibio.
- **Igam** - por previsão legal do art. 71 do Decreto Estadual nº 41.578/2001, exerce o papel de Agência de Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba e Jaguari, afluentes mineiros da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (MINAS GERAIS, 2001).

A seguir, o Mapa 1a-1e retrata a evolução da atuação das entidades equiparadas à agências de bacias no âmbito do estado de Minas Gerais. Os anos considerados foram aqueles nos quais houve formalização dos contratos de gestão entre o Igam, as entidades equiparadas e os comitês de bacia hidrográfica.

Mapa 1 – Evolução da atuação das Entidades Equiparadas às Agências de Bacias no âmbito do estado de Minas Gerais



Fonte: Igam (2021)

Nota: a) ABHA e Agência Peixe Vivo assinaram contrato junto ao Igam e aos CBHs Araguari (PN2) e Velhas (SF5), respectivamente; b) AGEVAP assumiu as funções de agência de bacia nos CBHs dos Rios Preto e Paraibuna (PS1) e Pomba e Muriaé (PS2); c) Agência Peixe Vivo iniciou o atendimento ao CBH Pará (SF2); d) com a rescisão contratual do IBIO, a AGEVAP assumiu as funções de Agência de Bacia nos CBHs mineiros do Rio Doce.

Como sinalizado, os recursos arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos são executados pelas agências de bacias ou entidades a elas equiparadas, por meio de contrato de gestão celebrado com o Igam, tendo como interveniente o respectivo comitê de bacia hidrográfica.

O contrato de gestão está previsto no §4º do art. 47 da Lei nº 13.199/1999, regulamentado pelo Decreto Estadual nº 47.633/2019 (alterado pelo Decreto Estadual nº 48.061/2020), que estabeleceu os critérios, as exigências formais e legais e as condições gerais para a celebração (MINAS GERAIS, 1999, 2019, 2020).

O Decreto Estadual nº 47.633/2019 é um marco normativo na regulamentação dos contratos de gestão e dos procedimentos administrativos para a aplicação dos recursos financeiros oriundos da cobrança, tanto por ser o primeiro ato normativo dessa natureza a tratar da matéria em Minas Gerais, quanto pelas inovações legislativas que trouxe, principalmente no âmbito administrativo-executório.

Dentre as inovações, destacam-se:

- possibilidade de seleção de entidade equiparada por meio de duas modalidades - chamamento público ou dispensa de chamamento;
- alteração da vigência dos Contratos de Gestão, que passou de cinco para dez anos; e
- revisão sobre o enquadramento das despesas no que se refere à alocação nas parcelas de custeio e investimento.

Com o objetivo de complementar as disposições do Decreto Estadual nº 47.633/2019, foram publicados:

- **Portaria IGAM nº 52/2019**, que estabelece procedimentos e normas para aplicação dos recursos, prestação e deliberação das contas com recurso da cobrança pelo uso de recursos hídricos, no âmbito das Agências de Bacias Hidrográficas e das Entidades a elas equiparadas do estado de Minas Gerais e dá outras providências (IGAM, 2019a);

- **Portaria IGAM nº 60/2019**, que estabelece normas relativas aos procedimentos de seleção e de contratação de fornecedores e de pessoal para as entidades equiparadas às Agências de Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais e dá outras providências (IGAM, 2019b); e
- **Manual de Execução dos Contratos de Gestão** cujo objetivo é subsidiar os procedimentos que Agências de Bacias e as Entidades Equiparadas adotarão na execução dos recursos oriundos da cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Com a celebração do contrato de gestão, as agências ou entidades a elas equiparadas adquirem competências que as conferem um papel fundamental na implementação da política hídrica, tais como: desenvolver estudos sobre a situação hídrica da sua área de atuação; efetuar e responder pela cobrança na sua área de atuação; acompanhar a administração financeira, gerenciar e aplicar os recursos arrecadados com a cobrança, conforme estabelecido no Plano Plurianual de Aplicação (PPA) aprovado pelo CBH; e prestar suporte financeiro, técnico e administrativo aos comitês que possuem o instrumento da cobrança implementado (MINAS GERAIS, 1999).

Quanto à aplicação dos recursos oriundos da cobrança, as agências e entidades equiparadas devem considerar a totalidade dos valores arrecadados nas bacias de origem e as ações previstas no PPA da referida bacia, bem como as diretrizes estabelecidas no Plano Diretor da Bacia Hidrográfica (PDRH). A aplicação deve atender, ainda, à proporção de aplicação prevista no artigo 28 da Lei nº 13.199/1999 (MINAS GERAIS, 1999):

- 7,5% desses recursos serão utilizados no pagamento das despesas com o custeio da agência de bacia hidrográfica ou da entidade a ela equiparada que ficará responsável por prestar apoio administrativo, técnico e financeiro ao comitê de bacia hidrográfica;
- 92,5% dos recursos serão investidos em estudos, programas, projetos e obras indicados no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

O Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) é o instrumento de gestão que objetiva definir a agenda de recursos hídricos para as bacias hidrográficas do estado, identificando ações de gestão, programas, projetos, obras e investimentos prioritários. É construído com a participação dos poderes públicos estadual e municipal, da sociedade civil e dos usuários, com vistas ao desenvolvimento sustentável da bacia (MINAS GERAIS, 1999; IGAM, 2019).

O PDRH estabelece as diretrizes para a implantação dos demais instrumentos de gestão previstos na Lei nº 13.199/1999, e contém informações e dados regionais que subsidiarão a definição de ações para os problemas hídricos encontrados na bacia.

Segundo a Resolução nº 145/2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2012), a elaboração do PDRH deverá apresentar as etapas de diagnóstico, prognóstico e plano de ações, contemplar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, estabelecer metas de curto, médio e longo prazos e ações para seu alcance, trabalhar com um horizonte de planejamento mínimo de 20 anos e observar o conteúdo mínimo estabelecido pelo art. 11, da Lei nº 13.199/1999, pelo art. 28, do Decreto nº 41.578/2001 e pela Deliberação Normativa CERH-MG nº 54/2017 (MINAS GERAIS, 1999, 2001; CERH-MG, 2017).

PLANO PLURIANUAL DE APLICAÇÃO

A hierarquização dos estudos, planos, projetos e ações prioritários definidos no âmbito do PDRH é estabelecida por meio do Plano Plurianual de Aplicação (PPA). Este é um instrumento normativo elaborado pela Agência de Bacia Hidrográfica, ou pela entidade equiparada, e aprovado pelo CBH, que estabelece as diretrizes de aplicação dos recursos oriundos da cobrança e as condições a serem observadas para a sua utilização (MINAS GERAIS, 2019; IGAM, 2019). Por isso, ele deve coincidir com o período de vigência do Contrato de Gestão.

O objetivo do PPA é planejar a execução de recursos oriundos da cobrança, visando o investimento em ações que propiciem a otimização da aplicação dos recursos, o aperfeiçoamento da gestão e a melhoria da qualidade e disponibilidade da água na bacia hidrográfica. Assim, é considerado uma ferramenta de planejamento à implementação do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica objeto do contrato de gestão, com horizonte plurianual.

Em observância aos objetivos do PPA e do PDRH, afere-se que eles são instrumentos de gestão da política de águas de grande relevância para a segurança hídrica no estado, pois através deles são definidas ações específicas de gestão para cada bacia que propiciam a efetivação da ideia de segurança hídrica local.

Apesar do termo “segurança hídrica” não ser expresso no texto da Lei Estadual nº 13.199/1999 e do Decreto Estadual nº 47.633/2019, o seu conceito e as suas premissas encontram-se embutidos nos artigos desses dispositivos que preveem a garantia da disponibilidade hídrica, em quantidade e qualidade para os usos múltiplos da água, e o dever de prevenção e mitigação de riscos ligados aos recursos hídricos (inundações, secas, etc.), para as presentes e as futuras gerações (MINAS GERAIS, 1999, 2019).

Considerando o cenário atual de aplicação dos recursos oriundos da cobrança, conforme diretrizes definidas nos PPA e PDRH, constata-se que as entidades equiparadas atuantes em Minas Gerais, por meio dos Contratos de Gestão, já promoveram investimentos consideráveis nas respectivas bacias hidrográficas. Das principais ações contempladas destacam-se:

- mais de 200 municípios receberam o Plano Municipal de Saneamento Básico;
- mais de R\$ 2 milhões investidos no Programa de uso racional da água, com a distribuição de irrigômetros - equipamento que de forma simples indica ao produtor quando e quanto irrigar;
- investimentos no monitoramento de dados hidrométricos das estações fluviométricas e pluviométricas, com foco no alerta contra inundações e redução de perdas humanas e econômicas devido a cheias;
- investimentos em Projetos Hidroambientais que visam a recuperação e conservação de nascentes, cursos d'água e todo o ecossistema que alimenta e mantém vivo os rios;
- investimentos em estudos de qualidade, quantidade e monitoramento das águas;
- promoção de ações de educação ambiental que buscam conscientizar a sociedade da importância da preservação dos rios de Minas Gerais.
- investimentos no saneamento rural com o fornecimento de fossas sépticas a pequenas comunidades rurais;
- investimentos em estrutura técnica para apoiar os municípios na elaboração e acompanhamento de projetos voltados para o saneamento urbano (estações de tratamento de efluentes, etc).

No item seguinte apresenta-se a arrecadação auferida no período e os principais investimentos realizados por Unidades Estratégicas de Gestão (UEG), estabelecidas em Minas Gerais.

COBRANÇA - 10 ANOS: ARRECADAÇÃO E APLICAÇÃO DOS RECURSOS

Conforme discutido nos tópicos anteriores, a cobrança pelo uso de recursos hídricos aliada à boa gestão e aplicação dos recursos, além de incentivar o uso racional da água, pode promover benefícios à região. Isso ocorre na medida em que o instrumento fomenta ações que impactam positivamente na qualidade e quantidade de recursos hídricos, contribuindo para a segurança hídrica.

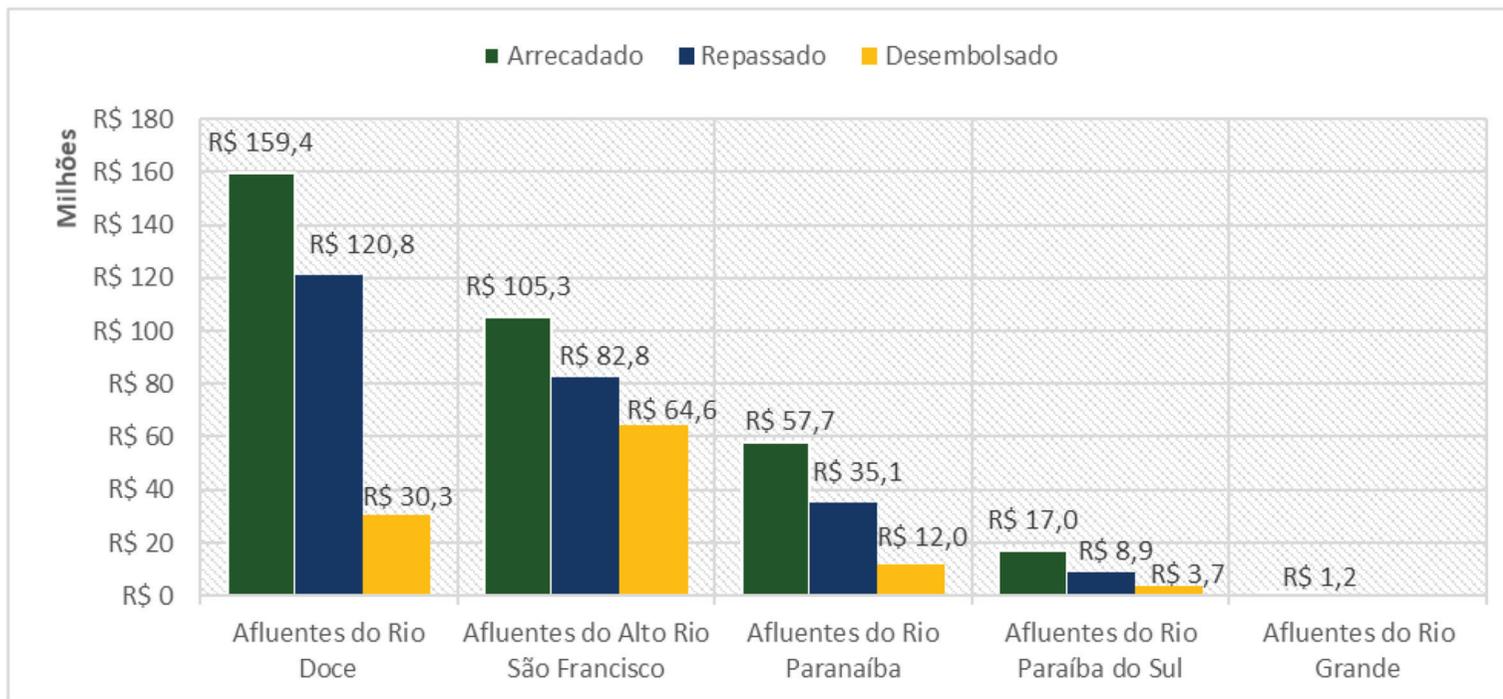
No estado de Minas Gerais, registra-se um total arrecadado com a cobrança, desde a sua implementação até junho de 2021, na ordem de R\$ 340,6 milhões. Destes:



Nos Gráficos 2a a 2e, é possível analisar a arrecadação total, os valores repassados às entidades equiparadas e os valores aplicados nas Unidades Estratégicas de Gestão nesse período. Adianta-se que as UEGs com maior montante arrecadado respectivamente são: Afluentes Mineiros do Rio Doce (159,4 milhões), Afluentes Mineiros do Alto Rio São Francisco (105,3 milhões), Afluentes Mineiros do Rio Paranaíba (57,7 milhões), Afluentes Mineiros do Rio Paraíba do Sul (17,0 milhões) e Afluentes Mineiros do Rio Grande (CBH dos rios Piracicaba e Jaguari – 1,7 milhão).

Gráfico 2 – Arrecadação total da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, valores repassados às entidades equiparadas e valores aplicados nas Unidades Estratégicas de Gestão

a)



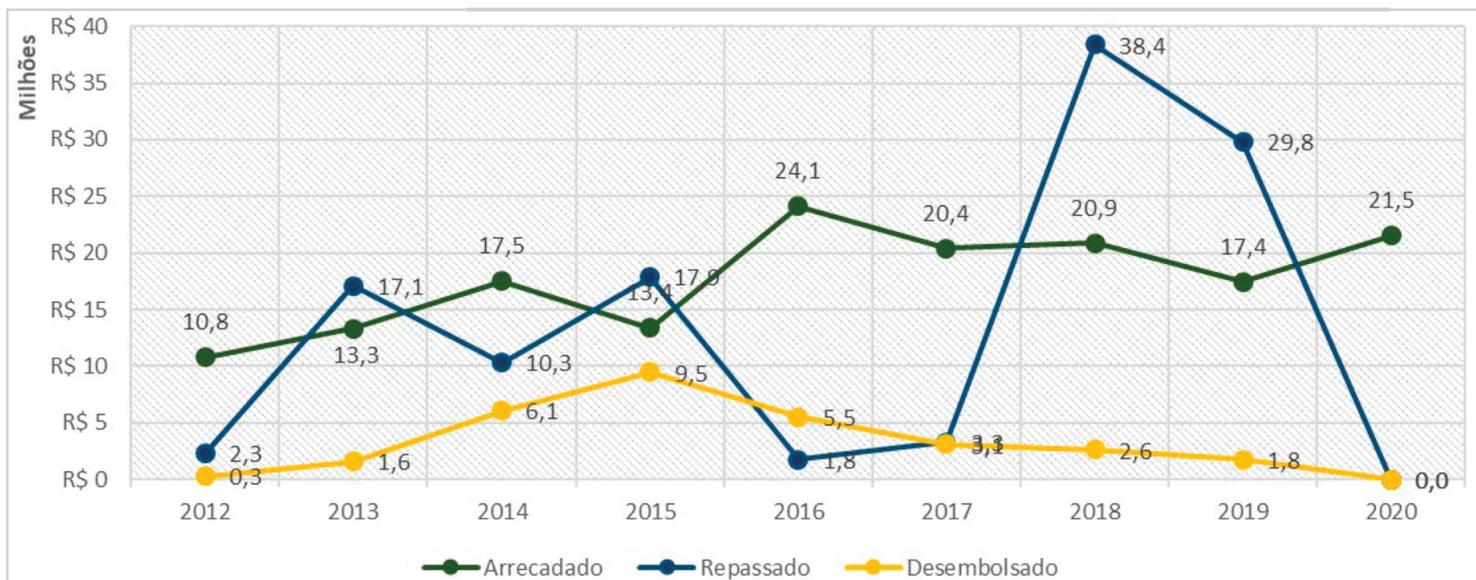
Nota: UEGs com cobrança pelo uso dos recursos hídricos implementada

b)



Nota: UEG Afluentes do Alto Rio São Francisco

c)



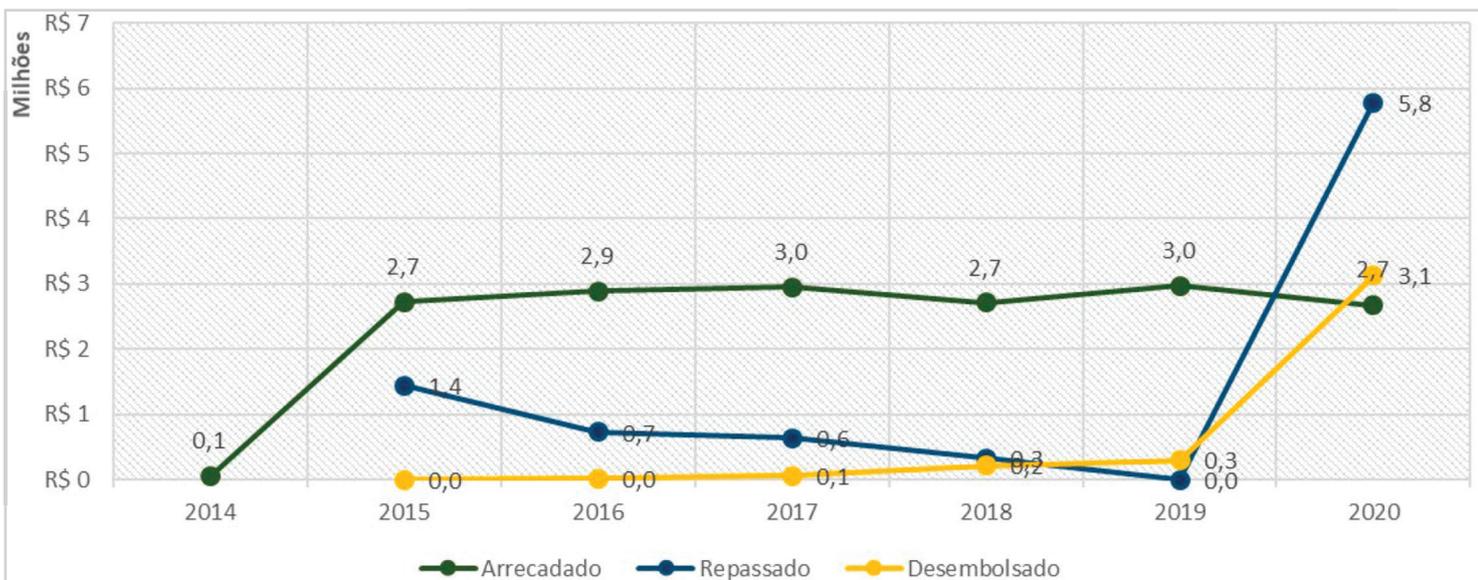
Nota: UEG Afluentes do Rio Doce

d)



Nota: UEG Afluentes do Rio Paranaíba

e)



Nota: UEG Afluentes do Rio Paraíba do Sul

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

É importante ressaltar que até o ano de 2015, a arrecadação e o repasse dos recursos ocorriam de forma equilibrada, mas a partir do ano de 2016 entraram em descompasso. Os recursos que deveriam ser repassados começaram a sofrer contingenciamento por parte do estado, o que provocou insegurança nas entidades na execução dos contratos de gestão, prejudicando as ações de investimentos previstas para as bacias no período.

Sabendo que a regularidade dos repasses é fundamental para o bom andamento das atividades da entidade e para a execução dos projetos de melhoria da qualidade e da quantidade de água nas bacias hidrográficas, sempre houve um esforço do Igam em garanti-los. Destaca-se, em 2020, a elaboração e encaminhamento de Nota Técnica à Secretaria de Estado de Fazenda (SEF), apontando o impacto da ausência de repasses na execução dos contratos de gestão vigentes e solicitando um cronograma de regularização e o comprometimento de regularidade para os repasses futuros.

Em resposta ao Igam, a SEF documentou a proposta de regularização dos repasses atrasados em 72 parcelas iguais e comprometeu-se a liberar tempestivamente os próximos repasses.

Assim, naquilo que lhe compete, o Igam tem tomado todas as providências para que o recurso arrecadado seja repassado de forma integral e tempestiva às entidades equiparadas.

Quanto à aplicação dos recursos, de forma geral, as ações relacionadas à elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) foram as que receberam os investimentos mais vultuosos em todas as bacias hidrográficas do estado que contam com o instrumento da cobrança implementado.

Quando executado de forma eficiente, o PMSB promove a segurança hídrica ao passo que contribui para a preservação do meio ambiente por meio de ações que envolvem:

- limpeza urbana;
- coleta e destinação adequada do lixo urbano;
- drenagem e destinação adequada das águas de chuva.

Essas ações contribuem para a oferta de água potável, para a prevenção de doenças, além de favorecer o desenvolvimento econômico dos municípios.

Outros projetos importantes receberam investimentos no entorno das bacias hidrográficas mineiras contempladas com o instrumento da cobrança, conforme serão apresentados a seguir. Cabe destacar que os programas e projetos aqui relacionados não representam a totalidade de investimentos feitos nas bacias em questão, tratando-se de uma seleção para exemplificar alguns dos principais resultados obtidos.



Programa de Incentivo ao Uso Racional de Água na Agricultura - etapa de montagem e instalação de irrigômetros nas Bacias dos Rios Manhuaçu e Santa Maria do Rio Doce.



Fonte: Relatório Técnico (Produto 0 - Plano de Trabalho) - FUNARBE

Afluentes Mineiros do Rio Doce

A gestão dos recursos oriundos da cobrança na Bacia Hidrográfica do rio Doce e de seus afluentes é trabalhada de forma integrada, o que proporcionou investimentos significativos em PMSBs e diversos projetos, como os exemplos a seguir.

- **Programa de Incentivo ao Uso Racional de Água na Agricultura**

O programa prevê mapeamento, identificação de áreas irrigadas e fontes de água, a partir de informações dos processos de outorga e da análise de séries temporais de imagens de satélite. Áreas irrigadas em trechos críticos e áreas com potencial de poluição devido ao beneficiamento de produtos agrícolas já foram identificadas pelo Programa para o incentivo à adoção de práticas de conservação e uso racional de água na agricultura. Com isso, foram entregues 240 equipamentos irrigômetros na bacia.

- **Programa de Recomposição de APPs e Nascentes**

O programa prevê a análise de processos de recuperação de nascentes, através do mapeamento, identificação e caracterização das nascentes de uma sub-bacia piloto, definida pelos comitês. Na sequência, tem-se a implantação de áreas demonstrativas para análise de eficiência e eficácia das medidas adotadas, divulgação dos resultados e apoio à adoção das práticas selecionadas no restante da bacia.

Já foram investidos recursos para o diagnóstico das áreas de APPs e nascentes; elaboração e execução de projetos de recomposição, com o plantio de espécies florestais e frutíferas; cercamento de nascentes; elaboração de Cadastro Ambiental Rural (CAR) e de projetos de plantio de espécies florestais para fins de conservação e/ou adoção de práticas rurais sustentáveis.

Afluentes Mineiros do Alto Rio São Francisco

- **Projetos Hidroambientais**

Os Projetos Hidroambientais contemplam ações de recuperação e conservação de nascentes, cursos d'água e todo o ecossistema que alimenta e mantém vivos os rios e buscam a manutenção da quantidade e qualidade das águas de uma bacia hidrográfica, preservando suas condições naturais de oferta de água das áreas críticas.

Dentre as ações estão a construção de bacias de captação de águas pluviais (barraginhas), estufa para produção de mudas e instalação de unidade de irrigação.

- **Projeto de Biomonitoramento**

O Projeto de Biomonitoramento da ictiofauna e monitoramento ambiental participativo na Bacia do Rio das Velhas foi vencedor do prêmio José Cândido de Mello Carvalho da Sociedade Brasileira de Zoologia. O objetivo do estudo foi avaliar se a poluição aquática promove mudanças na dieta dos peixes considerando que a bacia é altamente impactada por atividades antropogênicas, principalmente a descarga de esgoto doméstico e industrial de mais de cinco milhões de pessoas na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Projeto de Biomonitoramento – Metodologia de coleta de amostragens dos grupos de peixes presentes na Bacia do Rio das Velhas



Afluentes Mineiros do Rio Paranaíba

Além dos Planos Municipais de Saneamento e dos Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRS), a Bacia Hidrográfica do Rio Araguari também recebeu investimentos consideráveis em Projetos Hidroambientais. Pode-se citar como principais:

- **Programa Buriti / DMAE Uberlândia**

Foi criado com o objetivo de proteger, recuperar nascentes e fazer o plantio de matas ciliares, garantindo que não falte água suficiente e de qualidade para abastecer Uberlândia e as atividades rurais. As ações de proteção são desenvolvidas em propriedades rurais localizadas nas bacias dos rios Uberabinha, Araguari e Ribeirão Bom Jardim, mananciais responsáveis pelo abastecimento em Uberlândia. Como resultado, 9 propriedades rurais com total de 18,05ha de áreas de preservação permanentes foram reflorestadas com um total de 18.300 mudas de plantas nativas do cerrado.

- **Projeto de Recuperação do Córrego do Indaiá**

Este projeto relaciona-se a obras e serviços de recuperação hidroambiental da micro-bacia do Córrego Indaiá, em Indianópolis, no Triângulo Mineiro. O projeto teve como produtos o cercamento das APPs, plantio de mudas nativas da região, aquisição e instalação de fossas sépticas e manutenção das áreas.



Fonte: Relatório de Gestão ABHA - Exercício 2020

Afluentes do Rio Paraíba do Sul

O foco de investimentos da bacia tem sido o Programa de Tratamento de Águas Residuárias (Protratar), mantido pelo Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), que está em sua terceira edição. O objetivo é a implantação ou ampliação dos Sistemas de Coleta e Tratamento dos Esgotos Sanitários. No estado, os recursos da cobrança das Bacias Hidrográficas dos Rios Preto e Paraíba (PS1) e Pomba e Muriaé (PS2) são investidos como contrapartida dos municípios beneficiados com o Protratar III - Olaria, Mar de Espanha, Maripá de Minas e São Sebastião da Vargem Alegre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ano de 2020 marcou uma década de implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no estado de Minas Gerais, bem como o início do processo de mudanças que estão se concretizando em 2021. Ao longo desses 10 anos foi possível observar muitos obstáculos - alguns vencidos e outros por vencer, e com certeza pontos a serem trabalhados e aperfeiçoados para atender aos anseios trazidos pela Lei Estadual nº 13.199/1999.

A ausência de cobrança em diversas bacias hidrográficas do estado, as dificuldades operacionais, a complexidade metodológica, a defasagem de preços e a baixa aplicação dos recursos são alguns dos pontos mais sensíveis ao tema. No entanto, o Igam em conjunto com os demais atores que compõem o Sistema tem tentado dar mais praticidade, celeridade e modernidade aos normativos e fluxos que fazem parte do processo de cobrança e aplicação dos recursos.

Os dez anos de cobrança (2010-2020) trouxeram muitos aprendizados, tanto para o Igam

quanto para os comitês de bacia, particularmente em relação ao processo de negociação, que é cerne destes órgãos colegiados e uma premissa da gestão descentralizada por bacia hidrográfica, proveniente da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Quanto aos recursos arrecadados com a cobrança neste período decenal e posterior aplicação em busca da segurança hídrica, destaca-se o papel fundamental das entidades equiparadas à agência de bacia no estado de Minas Gerais. Mesmo com todas as dificuldades apresentadas pelas entidades (legais e operacionais), observa-se que projetos importantes foram e vem sendo implantados ao longo dessa década, no que pese a necessidade de melhoria quanto ao desembolso financeiro.

O conceito de segurança hídrica tem como premissa a garantia de água em quantidade e qualidade para atender às demandas atuais e futuras dos diversos usos, bem como a previsão e mitigação dos riscos ligados à água, como secas, inundações e desastres ambientais. Considerando este conceito, pode-se afirmar que o Plano Diretor de Recursos Hídricos e o Plano Plurianual de Aplicação são ferramentas essenciais para os planos de segurança hídrica, uma vez que, além de conter diretrizes para a implantação dos instrumentos de gestão, contam com informações e dados regionais que subsidiarão a definição de ações para problemas encontrados em determinada bacia hidrográfica.

O papel da cobrança é, portanto, estratégico na busca pela segurança hídrica, viabilizando investimentos em programas, projetos e ações de melhoria hidroambiental e deve ser visto como complementar a todos os demais instrumentos da Política de Recursos Hídricos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PEIXE VIVO. **Relatório anual de acompanhamento das ações – 2018**: apêndice III. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/uploads/2019/02/APENDICE-III-RELATORIO-ANUAL-ACOMPANHAMENTO-DAS-A%C3%87%C3%95ES-2018.pdf>. Acesso em: 09 set. 2021.

ASSOCIAÇÃO MULTISSETORIAL DE USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. **Relatório ABHA – exercício 2020**. Disponível em: <https://www.agenciaabha.com.br/doc/28/prestacao-de-contas.html>. Acesso em: 09 set. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. **Biomonitoramento na Bacia do Velhas ganha prêmio científico nacional (2020)**. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/noticias/biomonitoramento-na-bacia-do-velhas-ganha-premio-cientifico-nacional/>. Acesso em: 09 set. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa CERH n.º 19, de 28 de junho de 2006**. Regulamenta o art. 19, do Decreto 41.578/2001 que dispõe sobre as agências de bacia hidrográfica e entidades a elas equiparadas e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8710>. Acesso em: 16 ago. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG n.º 22, de 25 de agosto de 2008**. Dispõe sobre os procedimentos de equiparação e de desequiparação das entidades equiparadas da agência de bacia hidrográfica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8337>. Acesso em: 17 ago. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa CERH-MG n.º 54, de 9 de maio de 2017**. Dispõe sobre critérios e diretrizes gerais para a elaboração dos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, bem como mecanismos e critérios de acompanhamento de sua implantação e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=44281>. Acesso em: 20 ago. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG n.º 68, de 22 de março de 2021**. Estabelece critérios e normas gerais sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (CRH) em bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, e dá outras providências. 2021. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53592#:~:text=Art.,normas%20gerais%20estabelecidos%20nesta%20delibera%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 17 ago. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). **Resolução CNRH n.º 192, de 19 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre o procedimento para atualização dos preços públicos unitários cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, de que trata a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/2153-resolucao-n-192-de-19-de-dezembro-de-2017/file>. Acesso em: 17 ago. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). **Resolução CNRH n.º 145, de 12 de dezembro de 2012**. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/1720-resolucao-cnrh-145-revisao-17/file>. Acesso em: 17 ago. 2021.

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES (FUNARBE). **Relatório técnico produto 0 - plano de trabalho**: programa de incentivo ao uso racional de água na agricultura (P22), 2014. Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2014/10/Relat%C3%B3rio-0-RP0-Etapa-2.pdf>. Acesso em: 09 set. 2021.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Instrumentos econômicos aplicados à gestão de recursos hídricos**: caminhos para sua adoção em situações de conflito pelo uso da água no Brasil. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da FGV e ANA. São Paulo e Brasília. 2018.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Manual de execução dos contratos de gestão.** Disponível em: <http://igam.mg.gov.br/component/content/article/16-duvidas/2160-manual-de-execucao-dos-contratos-de-gestao>. Acesso em: 18 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 52, de 25 de outubro de 2019.** Estabelece procedimentos e normas para aplicação dos recursos, prestação e deliberação das contas com recurso da cobrança pelo uso de recursos hídricos, no âmbito das Agências de Bacias Hidrográficas e das Entidades a elas equiparadas do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 2019a. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50160>. Acesso em: 01 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam nº 60, de 14 de novembro de 2019.** Estabelece normas relativas aos procedimentos de seleção e de contratação de fornecedores e de pessoal para as entidades equiparadas às Agências de Bacia Hidrográficas do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 2019b. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50161>. Acesso em: 01 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Unidades Estratégicas de Gestão.** Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/unidades-de-planejamento>. Acesso em: 18 ago. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Processo Sei nº 2240.0000817/2020-77.**

MELO, M. C. de; JOHNSON, R. M. F. O conceito emergente de segurança hídrica. **Sustentare**, Três Corações, v. 1, n. 1, p.72-92, 2017. Disponível em <http://periodicos.unincor.br/index.php/sustentare/article/view/4325>. Acesso em: 01 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001.** Regulamenta a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: < https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=41578&comp=&ano=2001&aba=js_textoAtualizado#texto>. Acesso em: 01 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.633, de 12 de abril de 2019.** Dispõe sobre os contratos de gestão firmados entre o Estado, representado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas, e as Agências de Bacias Hidrográficas ou as entidades sem fins lucrativos a elas equiparadas, relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do Estado e dá outras providências. Disponível em: < https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47633&comp=&ano=2019&aba=js_textoAtualizado#texto>. Acesso em: 01 ago. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto 48.160, de 24 de março de 2021.** Regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado e dá outras providências. 2021b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48160&comp=&ano=2021>. Acesso em: 17 ago. 2021.

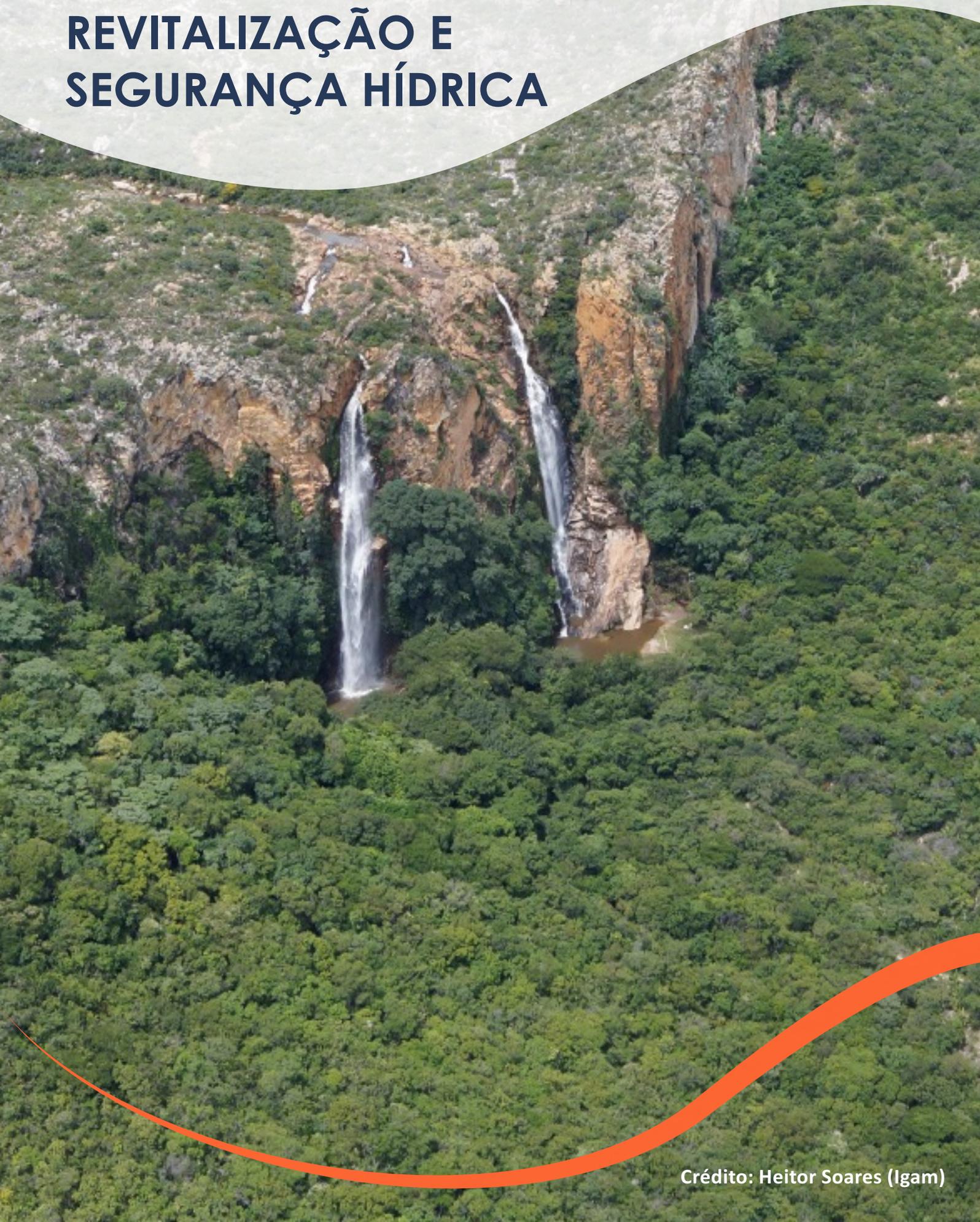
MINAS GERAIS. **Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999.** Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: < https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=13199&comp=&ano=1999&aba=js_textoAtualizado#texto>. Acesso em: 01 ago. 2021.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do rio de janeiro e dá outras providências. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/90620/lei-4247-03>. Acesso em: 17 ago. 2021.

UN WATER. Water Security & the Global Water Agenda. **A UN-Water Analytical Brief.2013.** Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/water-security-global-water-agenda/>

PARTE 2

REVITALIZAÇÃO E SEGURANÇA HÍDRICA



SEGURANÇA HÍDRICA E REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: interfaces no estado de Minas Gerais

Larissa Alves da Silva Rosa¹
Rafael Henrique Serafim Dias²
Wilson Rodrigues de Melo Junior³

INTRODUÇÃO

“Somos Todos Água”; “#A água é uma só” denominam respectivamente o Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais e o lema da campanha de comunicação digital da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para o Dia Mundial da Água. Tais motes têm em comum a abordagem sistêmica da água, priorizada pela gestão integrada de recursos hídricos e de forma atenta retratam a importância da conservação do meio ambiente e da água ao mesmo tempo em que se busca atender às necessidades dos diversos usuários de recursos hídricos.

O Somos Todos Água, como já mencionado nesta publicação, é um dos projetos prioritários do governo de Minas Gerais para o período 2020-2023 e tem o objetivo de ampliar a segurança hídrica no estado, a partir da promoção de ações integradas e permanentes (IGAM, 2019).

Nesse contexto, é fundamental trabalhar sua aproximação com o Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PRSF) - (BRASIL, 2016) e com o Programa denominado “Águas

Brasileiras”, lançado em 2020 pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2021B), com o objetivo de garantir a oferta de água em quantidade e qualidade, por meio da revitalização das principais bacias hidrográficas do país, buscando contribuir com a segurança hídrica nacional.

Observando os objetivos destes três Programas (Somos todos Água, PRSF e Águas Brasileiras) surge como questionamento para este artigo:

*como podemos relacionar
revitalização com o conceito de
segurança hídrica?*

Neste momento em que no Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) se constrói um Novo Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH 2021-2040 e um documento-base do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH), além de estar vigente um convênio em parceria com o estado de Minas Gerais para a elaboração do Plano

¹ Geógrafa. Doutoranda em Desenvolvimento Sustentável (CDS/UNB). Analista Ambiental do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR).

² Engenheiro Ambiental e Sanitarista. Mestre em Geografia (UNIR). Analista de Infraestrutura em exercício no Ministério do Desenvolvimento Regional.

³ Engenheiro Civil. Analista de Infraestrutura. Diretor de Recursos Hídricos e Revitalização de Bacias Hidrográficas no Ministério do Desenvolvimento Regional.

Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH), como parte do Programa Somos Todos Água, é fundamental a contribuição técnica que reflita sobre estes processos de planejamento federal e estadual almejando o mesmo fim.

Assim, o objetivo deste artigo é refletir sobre a intercambialidade dos conceitos (segurança hídrica e revitalização) e dos instrumentos de planejamento federais (PNRBH) e estaduais de Minas Gerais

(Somos Todos Água), sob a perspectiva do MDR, de modo a contribuir para a efetividade das ações de revitalização em todo o país.

Os tópicos a seguir apresentarão uma percepção de como os conceitos de segurança hídrica e revitalização de bacias se conectam e como estes programas governamentais estratégicos se relacionam no estado de Minas, sobretudo com a definição de áreas prioritárias de revitalização.

SEGURANÇA HÍDRICA

“O perigo é real, mas o risco é socialmente construído” (SLOVIC, 1999)

“Segurança não é um número, é um sentimento” (WARNER, 2016).

Estas frases destacam a subjetividade implícita nas representações sociais sobre o conceito de segurança, que se aplicam à percepção ao sentimento da sociedade acerca da segurança hídrica. Rosa (2019) já destaca que a segurança hídrica é um termo relacional com múltiplos significados dependendo do contexto em que se insere. Assim, tendo em vista seu percurso evolutivo conceitual, suas abordagens e estratégias, o foco será olhar para os esforços de gestão de águas na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF).

Na esteira de um entendimento comum e aperfeiçoamento da discussão, “Segurança Hídrica para a paz e o desenvolvimento” será o mote das discussões do 9º Fórum Mundial da Água, previsto para ser realizado em 2022, em Dakar, capital do Senegal.

No legado da última edição do Fórum Mundial em 2018, realizado em Brasília, cujo tema foi: “Compartilhando Água”, ficou nítido que o caminho rumo à segurança hídrica ainda é um objetivo distante de ser alcançado.

Para isso, a sociedade global e o Brasil teriam que se debruçar sobre os documentos elaborados e as informações construídas no [8º Fórum Mundial da Água](#) e redobrar os seus esforços e ações para que a insegurança hídrica não se torne ainda mais alarmante para ser debatida no próximo encontro, sobretudo em face das variabilidades climáticas e da incerteza do antropoceno (CRUTZEN; STOEMER, 2000), que tendem a aumentar os riscos impostos aos recursos hídricos. Entretanto, em 2021, o país passa pela pior “crise hídrica” em 91 anos, o que afeta diretamente o nível dos reservatórios dos subsistemas elétricos, conforme dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2021). Fato que coloca a agenda da água na pauta nacional.

A crise hídrica é tratada neste artigo como parte de uma crise ambiental, sendo apenas um componente do conceito de segurança hídrica, referente ao indicador oferta d'água. Defende-se que as raízes da crise em termos da água se prendem em uma crise ambiental que deve ser analisada e enfrentada de maneira sistêmica, sendo necessária a implementação de ações efetivas de revitalização, compreendendo a relação sociedade, solo, água, flora e fauna ecossistemicamente organizados.

Mas como avançar na direção da segurança hídrica? Para a Global Water Partnership (GWP), deve-se considerar tanto uma preocupação com o valor intrínseco da água, quanto por seus usos múltiplos para a sobrevivência e o bem-estar humano (VAN BEEK e ARRIENS, 2014), tratando-a como um recurso hídrico, dotado de valor econômico.

Um resgate conceitual acerca do entendimento do tema suscita a seguinte

pergunta: como entender o paradigma da segurança hídrica?

A resposta passa por considerar suas múltiplas perspectivas e dimensões. Localiza-se historicamente que o primeiro pronunciamento intergovernamental sobre segurança hídrica aconteceu no 2º Fórum Mundial da Água (2000), em Haia, na Holanda, com uma Declaração Ministerial, que explica que:

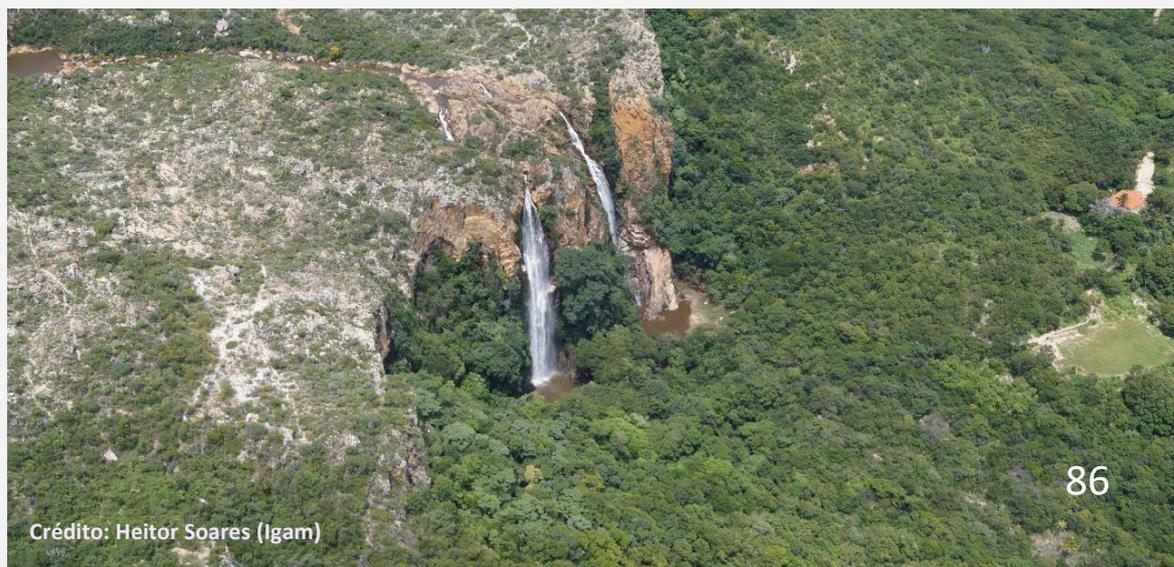
Segurança hídrica significa garantir que ecossistemas de água doce, costeira e outros relacionados sejam protegidos e melhorados; que o desenvolvimento sustentável e a estabilidade política sejam promovidos; que cada pessoa tenha acesso à água potável suficiente a um custo acessível para levar uma vida saudável e produtiva, e que a população vulnerável seja protegida contra os riscos relacionados à água (WWF, 2000).

Assim, haveria seis componentes na segurança hídrica:

- 1) proteção dos ecossistemas;
- 2) desenvolvimento sustentável;
- 3) estabilidade política;
- 4) acesso humano à água de boa qualidade;
- 5) sustentação do setor produtivo; e
- 6) proteção contra os riscos.

Tal Declaração Ministerial estabelece como consenso internacional garantir a segurança da água no século XXI. E lista sete desafios principais à consecução da segurança hídrica: 1. Satisfação das necessidades básicas; 2. Garantia do abastecimento de alimentos; 3. Proteção aos ecossistemas; 4. Compartilhamento de recursos hídricos; 5. Gerenciamento de riscos; 6. Valorização da água; e 7. Controle racional da água.

*Bacia Hidrográfica do
Rio Viamão, que
integra a Bacia do Rio
São Francisco*



Crédito: Heitor Soares (Igam)

Para vencer esses desafios, que 20 anos depois ainda são atuais, a sociedade como um todo necessitaria rever suas ações e o governo aperfeiçoar suas práticas, considerando a segurança hídrica em suas múltiplas dimensões. As grandes decisões sobre a gestão dos recursos hídricos devem ser tomadas, portanto, com base em uma visão abrangente e multidisciplinar.

Entretanto, abordagens fragmentadas ainda predominam. Por exemplo, nos Estados Unidos, o termo segurança hídrica é frequentemente associado à prevenção de ameaças terroristas à água (GROSSKRUGER, 2006), abordando o impacto destrutivo que a água pode assumir. Na Europa, um aspecto central da segurança hídrica está relacionado à implementação da Diretiva Quadro da Água, que avalia o estado (ecológico e químico) dos corpos d'água (WILLARTAS *et al.*, 2012). No Oriente Médio, a discussão se concentra em questões transfronteiriças (ZEITOUN e WARNER, 2006). Bakker e Morinville (2013) apontaram que o compromisso com a boa governança é um pré-requisito para a segurança hídrica no Canadá. Na Índia, Narain *et al.* (2019) chamam atenção que são as diferenças sociais que moldam o acesso desigual à água. Na África, Soyapi (2017) o correlacionou com o direito humano à água. No Brasil, a discussão se centraliza em grandes obras de infraestrutura hídrica, conforme o Plano Nacional de Segurança Hídrica (BRASIL, 2019).

No conjunto de publicações científicas, destaca-se que Grey e Sadoff (2007)

incluiram o conceito de risco à segurança hídrica, conceituando-a como a disponibilidade de uma quantidade e qualidade aceitável de água para a saúde, meios de subsistência, ecossistemas e produção, juntamente com um nível aceitável de riscos relacionados à água para pessoas, ambientes e economias.

Desse modo, embora haja uma série de apropriações sobre segurança hídrica e perspectivas de análise, destaca-se que os principais componentes necessários para alcançar, expandir ou manter a segurança hídrica estão listados na definição da Organização das Nações Unidas (ONU). Ela conceitua como 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 (UN-WATER, 2013).

De acordo com Saito (2018), esta definição estabelece as cinco dimensões pertinentes para analisar a segurança hídrica: 1) humana; 2) econômica; 3) ecossistêmica; 4) riscos; e 5) estabilidade política. Nessa perspectiva, entende-se que a “segurança hídrica” é um conceito amplo e holístico voltado para atingir os resultados da gestão integrada da água. Assim, é crucial entender as estratégias postas em prática para alcançá-la na BHSF e em Minas Gerais.

REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

A revitalização do Rio São Francisco é tema que deve ser tratado com prioridade devido à importância histórica do “Velho Chico”, e para melhorar a qualidade de vida de todos os brasileiros que vivem ao longo de sua bacia e dele dependem para sobreviver (BRASIL, 2012A). Esse tipo de assertiva é recorrente no Brasil nos últimos 20 anos.

O primeiro passo para debatermos este tema é inevitavelmente reconhecer a gênese e trajetória do termo revitalização, em particular, no contexto da BHSF e refletir como ela se aproxima do objetivo plurifacetado de alcançar a segurança hídrica.

Ao que consta nos documentos do Programa de Revitalização do Rio São Francisco, foi em um seminário promovido pela Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB), em Salvador, em 1999, que pela primeira vez se levantou a bandeira “Transposição Não, Revitalização Sim!” (BRASIL, 2006).

Merece destaque naquele momento o papel da CNBB nas reivindicações por

ações de revitalização do Rio São Francisco - SF, sobretudo do Bispo Dom Cappio que inicia sua luta pela preservação do Rio em 1992. Ele realizou uma peregrinação ecológica entre 1993 e 1994 para debater sobre a questão ambiental na bacia, resultando na obra “O Rio São Francisco – uma caminhada entre vida e morte” (CAPPIO, *et al.* 1995).

Durante e depois da peregrinação, o grupo de Cappio também se direcionou às autarquias públicas municipais, estaduais e do governo federal, enviando cartas à Presidência da República com cobrança e alerta sobre os cuidados necessários para com o Rio e para com suas populações (ARAÚJO, 2012). A partir dessa iniciativa, a sociedade e o poder público, em grande parte, são levados a reconhecer a situação alarmante de degradação do Rio. O grupo foi então recebido pelo ministro do Meio Ambiente, Rubens Ricupero, em 1993, que se comprometeu em favor da proteção ambiental na área da bacia. A partir desta repercussão, nasce a expressão “revitalização do Rio São Francisco” para dizer desta demanda social por ações de recuperação ambiental, e com isso uma pauta na agenda política brasileira.



Rio São Francisco no município de São Romão, no Norte de Minas Gerais

Logo mais, este termo se notabiliza pelos atores sociais que contestavam a obra de transposição, para sensibilizar o poder público da necessidade de implementação de ações preventivas de recuperação do Rio (BRASIL, 2012B). Conforme revela Machado *“o embate político e social em torno da possibilidade da obra de transposição das águas do Rio São Francisco cunhou o termo revitalização”* (2008, p. 195).

Incorrer-se-ia em ingenuidade, no entanto, analisar de forma restritiva o conceito de revitalização com ênfase em seu caráter semântico e desconsiderar desta discussão a relevância política do processo de revitalização para a BHSF. Com este fito, cabe uma retrospectiva desta evolução conceitual, iniciando com o fato desta bacia ter sido a primeira do país a ser alvo de planejamento deliberado estatal, logo após a segunda guerra mundial, antes mesmo de se denominar ações de revitalização de bacias.

Retoma-se que o início da planificação do vale sanfranciscano, data de 1946, em que foi incluído na Constituição Federal (Ato das Disposições Transitórias nº 92), na gestão Dutra, que o governo deveria, no prazo de 20 anos, *“traçar e executar um Plano de aproveitamento total das possibilidades econômicas do rio São Francisco”* (BRASIL, 1946). Naquele momento reconhece-se a importância do Rio para o desenvolvimento da região Nordeste e evidencia-se o início de uma política concreta de intervenção estatal, destinados a obter o máximo proveito da utilização das águas do Rio São Francisco para inúmeros fins: transporte, eletrificação, irrigação, agricultura, colonização e industrialização, o que intensificaria sua degradação ambiental.

Do ponto de vista institucional isso se materializa, com a criação da Companhia Hidrelétrica do Vale do São Francisco (CHESF) para explorar o potencial hidrelétrico do Rio em 1945; em 1948 da Comissão do Vale do São Francisco (CVSF) para executar o Plano de Aproveitamento Econômico do Vale do SF; sendo substituída pela Superintendência do Vale do São Francisco (SUVALE), em 1967; com o lançamento do Programa Especial para o Vale do São Francisco (PROVALE), em 1972; com a construção de uma série de usinas hidrelétricas (na década de 1970); com a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale São Francisco (CODEVASF) em 1974; com a elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (PLANVASF) em 1989; e com os crescentes investimentos em irrigação e desmatamento do cerrado, a partir da década de 1980.

Até então, não se falava em revitalização do Rio São Francisco, apenas em aproveitamento do Rio e desenvolvimento do Vale do SF. O conceito de revitalização passou a assumir maior relevância, se oficializando como uma política pública, em 05 de junho de 2001, por meio de decreto presidencial (BRASIL, 2001), que instituiu o Projeto de Conservação e Revitalização da BHSF, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Neste mesmo dia, publicou-se o Decreto s/n de criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), mostrando que desde sua gênese o processo de revitalização possui relação direta com o seu Comitê de Bacia.

A revitalização passou, então, a ser definida neste Decreto como *“um conjunto de ações a serem realizadas, visando a melhoria das condições de oferta de água da bacia, segundo os seus usos prioritários”* (BRASIL, 2001), de maneira similar o conceito de segurança hídrica, no mesmo período, focava sua definição nas questões de quantidade e qualidade de água.

Em 2003, o MMA criou um Grupo de Trabalho com a missão de elaborar o Programa de Revitalização e propor seu conceito. Esse é incorporado, em seguida ao Plano de Recursos Hídricos da BHSF (CBHSF, 2004), no qual se define revitalização como um *“processo de recuperação, conservação e preservação ambiental, por meio da implementação de ações integradas e permanentes, que promovam o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria das condições socioambientais e o aumento da quantidade e a melhoria da qualidade da água para usos múltiplos”*. Essa definição, que foi reafirmada no Decreto nº 8.834/2016 (BRASIL, 2016), ainda é adotada nos dias atuais em que as ações de revitalização encontram-se sob a coordenação do MDR, na Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH/MDR).

Embora alguns autores argumentem que o termo revitalização de bacia ainda sofra de polissemia e está em construção (MACHADO, 2008; VEIGA, 2011; CASTRO, 2019), defende-se que o conceito que existe desde 2003 precisa ser difundido e aplicado. Parte-se do pressuposto de que não faz sentido estabelecer um conceito científico para a revitalização de bacias hidrográficas ou propor um novo, sem ter analisado suficientemente suas repercussões nas diferentes ações práticas do PRSF.

As ações desenvolvidas sob a designação de revitalização nestes últimos 20 anos mostram um conjunto diversificado, que inclui, ações de preservação e recuperação ambiental, garantia do acesso digno à água, dinamização das economias com bases sustentáveis, prevenção em área de risco e saneamento ambiental. É para essas questões que se pretende chamar a atenção e demonstrar que a ação do governo federal é diversificada e vai ao encontro das diversas perspectivas e demandas sociais em busca da segurança hídrica.

Preliminarmente deve ser feita a revitalização do rio que envolve este conjunto de ações que visam garantir a sustentabilidade desenvolvida na bacia hidrográfica. Tais feitos incluiriam segundo Caúla e Moura (2006) o aumento da quantidade e qualidade da água, a recuperação e preservação do meio ambiente, conscientização e participação de usuários no processo de revitalização e proteção ambiental, geração de empregos e renda, reflorestamento de nascentes, matas ciliares e de galerias, além de tratamento de resíduos sólidos e esgotos.

Do ponto de vista técnico ao se trabalhar a revitalização da BHSF, em toda a amplitude e variadas dimensões, desenhou-se as principais áreas temáticas que norteiam o Programa, e que já constavam no primeiro Plano Nacional de Recursos Hídricos 2006-2020 (BRASIL, 2006):

- 1) Planejamento e Informação;
- 2) Fortalecimento Institucional e Socioambiental;
- 3) Proteção e Uso Sustentável dos Recursos Naturais;
- 4) Saneamento Ambiental; e
- 5) Economia Sustentável.

Seguindo esta categorização temática, o Quadro 1 apresenta o resumo dos investimentos aportados na BHSF, considerando seus diversos executores.

Quadro 1 - Resumo dos recursos investidos PRSF (2004-2021)

Tema	Projeto ou ação	Investimento (R\$ milhão)
Planejamento e Informação	Zoneamento e Fiscalização	5,0
Fortalecimento Institucional	Educação Ambiental	2,5
Proteção e Uso Sustentável dos Recursos Naturais	Conservação de solo e água	258,08
Saneamento	Esgotamento Sanitário	4.822,13
	Acesso à Água em áreas rurais	3.374,91
	Resíduos sólidos	59,00
	Saneamento rural	52,2
Economia Sustentável	Centros Integrados de recursos Pesqueiros e Aquicultura	7,5
Total Geral		8.573,82

Fonte: PPA 2004-2007, PPA 2008-2011, PPA 2012-2015, PPA 2016-2019, PPA 2020-2023; PAC-Saneamento, PAC-Recursos Hídricos, PAC II, MDR/Codevasf, MMA, FUNASA

Considerando as ações relacionadas à revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, chega-se a um total de aproximadamente R\$ 8,5 bilhões em ações concluídas, o que mostra o significativo investimento e comprometimento do Governo Federal com a revitalização da bacia.

Para o próximo decênio a segurança hídrica será o foco e, portanto, as atividades relacionadas à preservação, conservação e recuperação de nascentes e áreas degradadas deverão ser intensificadas visando à garantia da quantidade de água e redução dos processos erosivos.

Nesse sentido, acenam como prioridades:

- Finalizar a elaboração participativa do documento base do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas alinhadas às diretrizes do PNRH;

- Apoio à Formulação dos Programas Estaduais de Revitalização de Bacias Hidrográficas, com elaboração de banco de projetos executivos em cada estado, para descentralização das ações;
- Dar escala aos projetos experimentais de manejo integrado de microbacias e visibilidade às boas práticas conservacionistas de solo e água e;
- Agregar mecanismo de financiamento de patrocinadores privados que gere valor público e que converge com os objetivos dos programas governamentais.

Em síntese, o PRSF é essencialmente um programa que atua na articulação de políticas públicas orientadas para o território da BHSF, sendo que estas ações podem ser agregadas tecnicamente ampliando seu foco para atingir os objetivos da segurança hídrica, como será exposto a seguir.

SEGURANÇA HÍDRICA X REVITALIZAÇÃO

Melhorar a segurança da água sempre foi um fator-chave para alavancar esforços de revitalizar o Rio São Francisco. Sobretudo, conforme Rosa (2019), com base em dois motivos:

- 1) seu foco em aumentar o suprimento de água suficiente para a bacia, no desenho original do Projeto de Revitalização, Decreto s/n (BRASIL, 2001); e
- 2) sua associação recorrente ao Projeto de Transposição do Rio São Francisco, com o objetivo de levar água para

áreas mais secas na região Nordeste, apesar da possibilidade de afetar negativamente as relações ecológicas e sociais na própria BHSF.

Avançando no sentido de identificar quais são os processos simbióticos, a partir da caracterização do termo revitalização de bacias hidrográficas (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO-CBHSF, 2004) e da definição de segurança hídrica (UN-WATER, 2013), elaborou-se um mapa conceitual, com base nos pressupostos apresentados no Quadro 2.

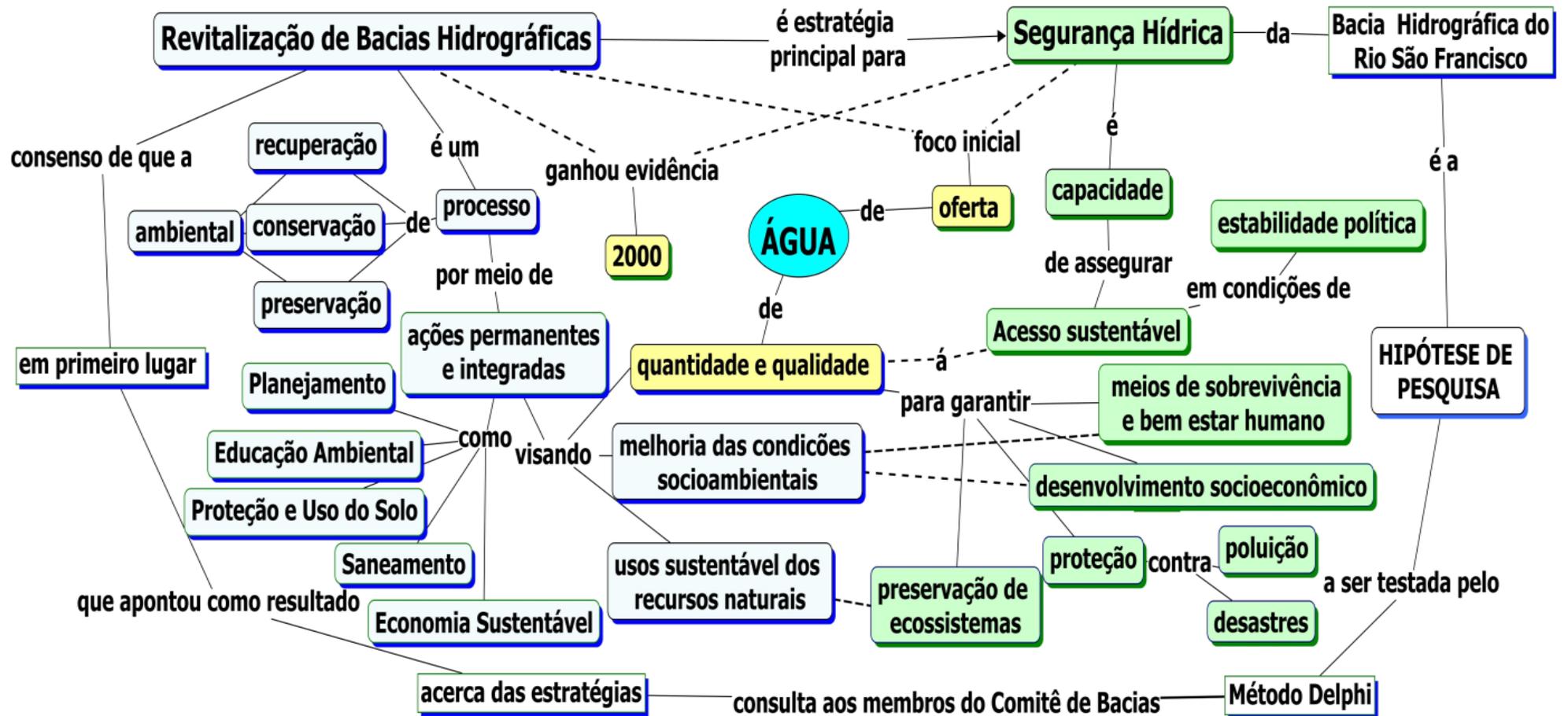
Quadro 2 — Elementos de comparação entre revitalização e segurança hídrica

	Revitalização de Bacias Hidrográficas	Segurança Hídrica
Propagação	Debate acerca da Transposição - 2000	2º Fórum Mundial de Águas - 2000
Foco inicial	Oferta de água (Decreto s/nº 2001)	Quantidade e qualidade de água (Witteford e Witter, 1999).
Conceito - Chave	Processo de recuperação, conservação e preservação ambiental.	Capacidade de salvaguardar o acesso sustentável à quantidades adequadas de água de qualidade.
Finalidades	1) Uso sustentável dos recursos naturais; 2) Melhoria das condições socioambientais e; 3) Aumento da quantidade e a melhoria da qualidade da água para usos múltiplos.	1) Garantir meios de sobrevivência, o bem-estar humano, desenvolvimento socioeconômico; 2) Proteção contra poluição e desastres relacionados à água; e 3) Preservação de ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.
Componentes	1) Planejamento e Informação; 2) Educação Ambiental; 3) Proteção e Uso do Solo; 4) Saneamento Ambiental e 5); Economia Sustentável	1) Abastecimento Humano; 2) Produtividade Econômica; 3) Preservação de Ecossistemas; 4) Gestão de Riscos; 5) Estabilidade Política
Objetivo Final	Melhorar as condições relacionadas à água para o bem-estar humano.	

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A ferramenta do mapa conceitual apresentado na Figura 1, com base em Novak e Canvas (2007), foi escolhida porque facilita a visualização de temas e suas interconexões, bem como a obtenção de resultados, a partir da seguinte pergunta: Qual o lugar do conceito de revitalização no conceito de segurança hídrica?

Figura 1 — Mapa conceitual revitalização e segurança hídrica



Fonte: Adaptado de Novak e Canvas (2007)

A partir de uma abordagem integrativa, o mapa conceitual estruturado na Figura 1 localiza teoricamente a revitalização de bacias hidrográficas na definição de segurança hídrica, apresentando a convergência nítida entre as temáticas. Na proposta, revitalização e segurança hídrica aparecem dentro de caixas de texto, azul e verde, respectivamente, ao passo que as relações entre elas são representadas por linhas que unem as caixas e por palavras associadas (de ligação) que descrevem qual é a natureza da relação que as vincula. As linhas tracejadas estabelecem ligações cruzadas que ajudam a ilustrar como os dois temas se interseccionam de uma forma mais direta. Na figura, por exemplo, uma das finalidades comuns é a melhoria das condições relacionadas à água para o bem-estar humano.

Ao desenvolver esta construção, o diagrama de maneira autoexplicativa

sintetiza os principais tópicos apresentados neste trabalho. Portanto, considerando que os recursos naturais precisam ser conservados, preservados, e recuperados, postula-se que as bacias hidrográficas devem ser revitalizadas para atender os usos múltiplos da água em uma base sustentável, o que significa alcançar a segurança hídrica.

A segurança hídrica, apesar de estar no centro da missão das ações de revitalização de bacias hidrográficas, é uma de suas partes, como sendo um de seus principais resultados e com foco em ações práticas. Reconhece-se também que a construção de obras de infraestrutura hídrica é essencial para o alcance do objetivo da segurança hídrica, no entanto, não são suficientes, sendo necessário integrar soluções naturais e construídas, no sentido do conceito de revitalização.

PROGRAMA NACIONAL DE REVITALIZAÇÃO X PROGRAMA ESTADUAL DE REVITALIZAÇÃO

Em 2020, foi contratada consultoria para elaboração de documento base para o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH). O objetivo do PNRBH é formular diretrizes e estratégias, assim como viabilizar um conjunto de ações integradas de preservação, conservação e recuperação das bacias hidrográficas para promover o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria das condições socioambientais e o aumento da disponibilidade hídrica, em quantidade e qualidade, para os mais diversos usos.

Esta contratação vem no esteio do processo desencadeado em 2018 pelo MMA, que coordenava as ações de revitalização, com a realização de Encontros “O Brasil que cuida de suas águas: construindo as bases para o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas”. Estes eventos iniciaram o processo participativo de construção de recomendações que seriam agregadas ao documento-base do PNRBH e envolveram representantes de organismos internacionais, comitês de bacias hidrográficas dos domínios da União e dos estados, governos municipais, estaduais e federal, além de usuários de água e sociedade civil ligados à temática de gestão da água e revitalização de bacias hidrográficas. Nestes eventos houve também uma aproximação com as agendas internacionais.

Entre estas agendas destaca-se o reconhecimento da importância das soluções baseadas na natureza (SbN) na agenda da água mundial, a partir do lançamento do Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018 (UNESCO, 2018), durante a abertura do 8º Fórum Mundial da Água, ocorrido em Brasília. O documento incentiva a busca por SbN, que usam ou simulam processos naturais, para contribuir com o aperfeiçoamento da gestão da água no mundo, fortalecendo a resiliência às mudanças climáticas e contribuindo para a segurança hídrica. Esta abordagem é basilar para a estruturação do Programa de Revitalização em desenvolvimento.

De acordo com UN-WATER (2018), especialmente no que se refere à segurança hídrica, a ampliação das SbN será fundamental para a realização da Agenda 2030, visando alcançar os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) aprovados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2016, em especial o ODS 6 - assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. Esta base participativa, iniciada em 2018, impulsiona a necessidade de se buscar soluções integradas com a otimização de esforços institucionais no contexto do PNRBH.

A elaboração deste Programa é uma das atribuições do MDR, conforme estabelecido no artigo 19 do Decreto nº 10.773/2021 (BRASIL, 2021A), em que lhe cabe propor a formulação de políticas, de normas e de diretrizes e a definição de estratégias para a implementação de programas e de projetos em temas relacionados com a revitalização de bacias hidrográficas e; coordenar a Política Nacional de Segurança Hídrica.

O documento base do PNRBH indicará as diretrizes, estratégias, objetivos, metas e o conjunto de medidas necessárias para a revitalização considerando as várias tipologias de impacto/degradação e os objetivos pretendidos. E sobretudo, proporá a definição de critérios técnicos para a priorização de sub bacias críticas, alinhada ao tema desta publicação.

Atualmente os trabalhos encontram-se justamente nesta fase de proposição de critérios de priorização de sub-bacias e atividades temáticas. A etapa presente conta com suporte de duas abordagens metodológicas específicas:

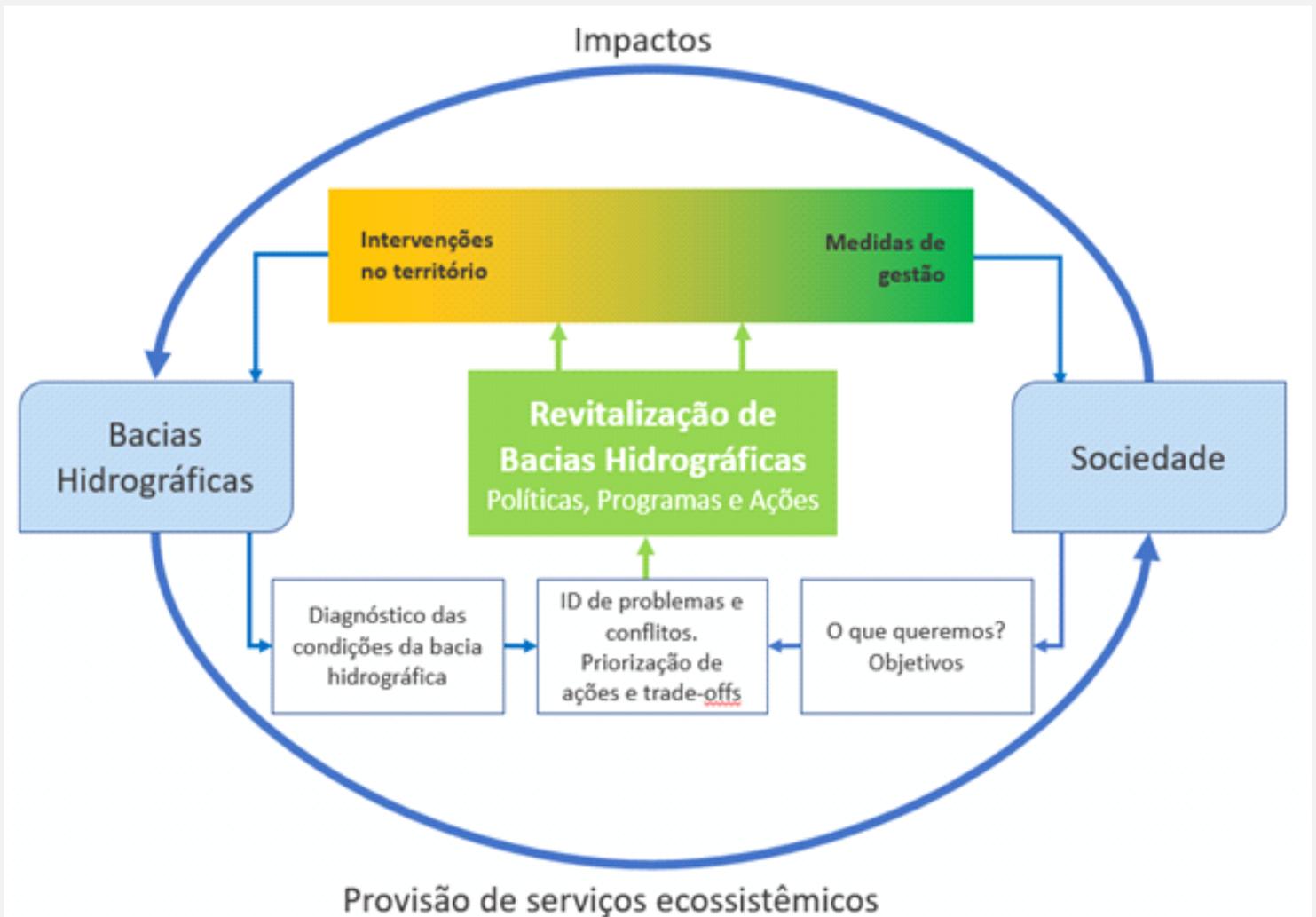
- Método Delphi: consulta a especialistas no tema buscando o consenso na identificação e seleção dos critérios e condicionantes a serem adotados para a priorização das sub-regiões hidrográficas; e;
- Sistema de Suporte à Decisão - SSD: baseado na aplicação do Processo Analítico Hierárquico - AHP que consiste na determinação de ponderadores para as variáveis selecionadas no método Delphi, que irão indicar o grau de prioridade para revitalização das sub-regiões hidrográficas. Tal metodologia foi pensada de forma análoga à que foi utilizada na escolha de priorização do Programa de Minas Gerais - Somos Todos Água (IGAM, 2019).

O resultado destacará os critérios e os respectivos pesos relativos, que refletem o grau de hierarquização frente à necessidade de revitalização baseada nos resultados já alcançados no processo de construção dos estudos e texto-base do PNRBH.

Para a consecução do PNRBH com resultados efetivos é necessário um processo de planejamento amplo, fundamentado técnica e cientificamente e consensuado com os atores sociais e políticos. Por se tratar de problemas complexos e dinâmicos, permeado de mudanças e incertezas, é necessário que se adote, para o planejamento das ações de revitalização, uma gestão adaptativa. Enfatiza-se, portanto, a importância de um processo continuado de monitoramento e avaliação, rediscutindo o planejamento e estratégia adotados quando necessário, de modo a garantir sua efetividade.

A abordagem para o PNRBH implicará em um conjunto de ações ativas (intervenções) e passivas (medidas na gestão) que tratam dos múltiplos elementos envolvidos, desde ações diretas sobre os ecossistemas até aquelas que visam modificar o comportamento da sociedade, conforme teia de relações expressas na Figura 2.

Figura 2 — Relação entre revitalização, ecossistemas e sistemas humanos



Fonte: Adaptado de SPEED *et al.*(2016)

A revitalização de bacias hidrográficas partirá, então, de uma etapa inicial de diagnóstico das bacias hidrográficas e levantamento das principais causas da degradação e dos problemas ambientais para se definir os objetivos e metas a atingir. A partir dessa identificação será possível elaborar abordagens ativas - que atuam em intervenções no território para preservação, conservação e recuperação ambiental - e passivas - que modificam o comportamento da sociedade em relação à saúde das bacias hidrográficas, as impactando indiretamente, como por exemplo, através de ações de educação ambiental, redução do consumo de água e disposição inadequada de resíduos sólidos nos rios.

No contexto do PNRBH, a revitalização de bacias hidrográficas é uma parte importante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), e tem a função de articular ambos na busca do equilíbrio entre a manutenção dos serviços ecossistêmicos e as pressões antropogênicas sobre os recursos naturais. Isso gera a necessidade de conhecimento sobre a relação entre o ecossistema, as demandas e os impactos da sociedade sobre ele.

Assim, atenção especial tem sido dada às particularidades regionais e locais, especialmente para o desenvolvimento, a adaptação e a parametrização de abordagens. Somente a partir da identificação das condições específicas do quadro regional se podem estipular os parâmetros que permitam a análise integrada do conhecimento sobre os temas da água, cobertura vegetal, solo e clima, de forma a demonstrar por exemplo, como a conservação ambiental

contribui para promover os usos múltiplos da água, uma prerrogativa essencial para o desenvolvimento sustentável e para a revitalização de bacias. Para isso, garantir ampla participação social e descentralização do planejamento de forma a considerar uma abordagem integrada, sistêmica e preditiva é fundamental ao PNRBH. O que coaduna com outra atribuição do MDR que é o apoio às unidades da federação na formulação e na implementação de programas, de projetos e de ações relacionadas à revitalização de bacias hidrográficas e ao acesso à água. Logo, a estratégia de implementação do Programa Nacional de Revitalização passa por fomentar a formulação e implementação dos Programas Estaduais de Revitalização de Bacias Hidrográficas e fortalecer o tema no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas de modo que sejam incluídos como elemento estratégico nos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas.

É neste contexto que se formalizou o Convênio nº 906405/2020, com o estado de Minas Gerais, em dezembro de 2020, com o objeto de elaborar o Plano Mineiro de Segurança Hídrica e implementar e executar o Projeto Experimental de Revitalização na Bacia Hidrográfica do Rio Viamão, no município de Mato Verde - MG, contribuindo para ampliar a segurança hídrica no estado. Do ponto de vista técnico, a proposta se enquadra na diretriz do MDR de apoiar planejamentos estaduais de revitalização para direcionar os investimentos e elencar prioridades para ação coordenada do governo a fim de recuperar as bacias estaduais. Este objeto comprova a intercambialidade expressa nas relações conceituais entre revitalização e segurança hídrica.

Na construção da estratégia de ação para o alcance dos objetivos dispostos no Programa e, ao orientar o desenvolvimento da elaboração dos programas estaduais de revitalização de bacias hidrográficas, algumas questões devem ser abordadas, de maneira direta ou indireta, tais como:

- Abordagem da questão hídrica de forma holística;
- Conservação da biodiversidade, segurança alimentar e energética; mitigação e adaptação às mudanças do clima e redução dos riscos associados à ocorrência de eventos climáticos;
- Reconhecimento dos múltiplos benefícios das ações de revitalização, inclusive para a melhoria da qualidade de vida da população;
- Contribuição com o desenvolvimento de planos integrados e harmonizados de gestão de recursos hídricos e de bacias hidrográficas;
- Envolvimento da população em geral e dos diversos setores interessados

Na bacia, na execução das ações de revitalização, desde a identificação de problemas até a busca de consensos e soluções e acompanhamentos das ações;

- Integração interinstitucional coordenada, visando a incorporação do conceito da sustentabilidade nas várias políticas públicas e nos diversos setores econômicos e sociais, principalmente articulando as diversas ações e atuações dos órgãos para a implantação de princípios ambientais, por bacia hidrográfica.

Todas estas recomendações foram consideradas no desenho do Plano Mineiro de Segurança Hídrica, em fase de contratação pelo estado de Minas Gerais. Em síntese, o processo de planejamento de um programa de revitalização de bacias hidrográficas deve promover a articulação intersetorial e interinstitucional, visando a convergência e coordenação entre as políticas, planos e projetos voltados para o recorte geográfico de bacias hidrográficas, como se materializa em Minas Gerais.



PROGRAMA ÁGUAS BRASILEIRAS

Como tema prioritário para o governo federal, além do PNRBH, que está em desenvolvimento, o MDR coordena ainda, o Programa denominado “Águas Brasileiras”, com o objetivo de buscar garantir a oferta de água em quantidade e qualidade, por meio da revitalização das principais bacias hidrográficas do país, com a participação da iniciativa privada. O Programa Águas Brasileiras é uma iniciativa de convergência interministerial, interfederativa e de parcerias público privadas para valorização da água como insumo estratégico para o desenvolvimento regional sustentável do Brasil.

Lançado em dezembro de 2020, almeja mobilizar e engajar empresas privadas que têm compromissos com a agenda da sustentabilidade para investimento em ações de revitalização de bacias hidrográficas. O intuito é convergir mecanismos alternativos de financiamento de patrocinadores privados aos objetivos do Programa de Revitalização, para além do uso dos mecanismos tradicionais de controle e financiamento de implementação de políticas públicas.

Em fevereiro de 2021, o MDR lançou o primeiro edital de chamamento de projetos nº 1/2021 para comporem o Programa Águas Brasileiras, com o foco nas Bacias Hidrográficas dos Rios São Francisco, Parnaíba Taquari e Tocantins Araguaia. A finalidade deste Edital foi estruturar uma carteira de propostas robusta e qualificada de projetos que objetivem realizar serviços de preservação, melhoria e recuperação da qualidade do meio ambiente nas bacias hidrográficas, a serem ofertadas para o aporte de investimento privado.

A proposta é aproximar os projetos qualificados selecionados no edital de chamamento com o potencial de investimento disponível do mercado.

Como resultado deste edital foram aprovados 26 projetos que passaram a integrar o banco de projetos de revitalização de bacias para prospecção de patrocínio. Os projetos selecionados abrangem aproximadamente 250 municípios em 10 estados, sendo que 10 desses projetos já conseguiram patrocínio, somando um montante total de R\$ 6 milhões. Integra ainda o Programa Águas Brasileiras, o Projeto Juntos pelo Araguaia, fruto de uma parceria entre o MDR e os governos de Goiás e Mato Grosso que visa recuperar 10 mil hectares de áreas degradadas às margens do Rio e de seus afluentes na Bacia do Rio Araguaia.

Para facilitar o contato entre organizações que elaboram e executam projetos de revitalização de bacias e empresas, fundos nacionais e internacionais e pessoas físicas engajados com a agenda de sustentabilidade, o MDR desenvolverá uma plataforma online (marketplace), para cadastramento de projetos diretamente na prateleira de projetos ou financiamento dos projetos disponibilizados na plataforma. Para elaboração da ferramenta encontra-se em andamento a contratação de consultoria especializada, pelo MDR.

Em curso, também se encontra o processo de seleção para reconhecer bons projetos de revitalização de bacias hidrográficas, através de outro instrumento do Programa Águas Brasileiras que é o Selo Aliança pelas Águas Brasileiras.

O selo representa um reconhecimento oficial de que um projeto de revitalização de bacia hidrográfica contribui para a segurança hídrica e para o desenvolvimento sustentável do país, visando disseminar boas práticas de conservação de águas e solos, incentivar a replicação de iniciativas positivas em outros locais, engajar a população e difundir a importância da participação pública e privada no processo de conservação e manutenção da disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas brasileiras. Na estampa do selo, está o pato-mergulhão, embaixador das águas brasileiras e uma das aves mais ameaçadas de extinção das Américas, que vive e se reproduz apenas em rios e cursos d'água extremamente limpos. A ave é considerada um bioindicador ambiental, pois onde é encontrada, há certeza de qualidade dos mananciais e da preservação.

Para impulsionar este processo de investimento privado nas ações de revitalização, e como parte da implementação do Programa Águas Brasileiras, foi publicado o segundo Edital, em outubro de 2021, para selecionar projetos para composição de carteira de propostas do MDR a serem ofertadas para o aporte de investimento privado, para todo o Brasil. De maneira a ampliar o escopo geográfico previsto no primeiro edital, este terá uma abrangência nacional.

Espera-se com o Programa Águas Brasileiras atrair o potencial de investimento disponível na iniciativa privada e avançar nos mecanismos de conversão de multas ambientais, compensações e pagamentos por serviços ambientais, a fim de aprimorar medidas de gestão e governança que garantam segurança hídrica em todo o país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um estado tão extenso quanto paradoxal, como Minas Gerais, alcançar a segurança hídrica não é um objetivo simples. As ameaças e pressões aos recursos hídricos são oriundas de diversas fontes e variam de acordo com a escala, com a maneira como são experimentadas pelos atores de governança, com os recursos e com as estratégias mobilizadas para responder a essas ameaças.

Dentro desse contexto, a proteção dos ecossistemas torna-se uma preocupação central para a segurança hídrica em Minas Gerais. Em resposta a esta preocupação, o Plano Mineiro de Segurança Hídrica deve incorporar a estratégia de revitalização de bacias hidrográficas como um princípio orientador crítico para a segurança hídrica, com a função de encontrar o equilíbrio entre o ecossistema, as demandas e os impactos da sociedade.

Indo ao encontro do enfoque integrador do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas, seu desenvolvimento é estruturado em um processo de articulação constante entre os parceiros do governo federal, estaduais e municipais, comitês e agências de bacias hidrográficas, iniciativa privada e organizações não governamentais. O processo de articulação e desenvolvimento do Programa apresenta caráter dinâmico, essencialmente técnico e político.

Nestes Programas, o termo segurança hídrica emerge para atender a necessidade de uma percepção clara ou de procurar um status final almejado de uma bacia hidrográfica - sua revitalização. As estratégias e as ações são variáveis regionalmente, mas o fim e o objetivo principal são os mesmos: melhorar a

qualidade e a quantidade da água para usos múltiplos. Portanto a importância, urgência e relação destes temas estão postos.

Depreende-se que a “segurança da água”, por meio da conservação dos mananciais e dos ecossistemas são determinantes para assegurar as demais formas de uso, ou seja, para o alcance da segurança hídrica, que deve ser trabalhada em suas múltiplas dimensões: humana, econômica, ambiental, de gestão de riscos e de conflitos.

Enfim, a escolha de se alavancar as ações de revitalização no estado de Minas Gerais e em todo o país, se mostra com uma solução bastante acertada para melhorar não apenas a segurança da água, mas também uma série de outros desafios econômicos, sociais, ambientais e de desenvolvimento regional sustentável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Plano Nacional de Segurança**. Brasília: ANA, 2019.

BAKKER, K. e MORINVILLE, C. **The governance dimensions of water security: A review**. Philosophical transactions.Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences. 371. 2013.

BRASIL. [**Constituição (1946)**].Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 06 out. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 1997.

BRASIL. **Decreto Presidencial s/n de 5 de junho de 2001**.Institui o Projeto de Conservação e Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

BRASIL. **Decreto Presidencial nº 8834, de 8 de agosto de 2016**. Institui o Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e cria seu Comitê Gestor.

BRASIL. **Decreto nº 10.773, de 23 de agosto de 2021**. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério do Desenvolvimento Regional e remaneja e transforma cargos em comissão, funções de confiança e funções comissionadas técnicas. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10773.htm. Acesso em: 06 out. 2021A.

BRASIL. **Medida Provisória nº 870 de 1º de janeiro de 2019**. Estabelece a organização básica dos Ministérios.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). **Programas Águas Brasileiras**. 2021. 52 p. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/Cartilha_Aguas_brasileiras_2-compactado_removed.pdf. Acesso em: 06 out. 2021B.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). **Programa de revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Brasília: TCU, 2012A. 64 p. Relatório de auditoria operacional.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. A Questão da Água no Nordeste. Brasília, DF: CGEE/ANA, 2012B. 432 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Documento base do Programa de Revitalização da Bacia do rio São Francisco - PRSF**. Brasília, DF: MMA, 2006. CAPPIO, L.F.; Martins. A.; Kirchner. R. **Rio São Francisco: a caminhada entre a vida e a morte**. Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

CAÚLA, B.Q.; MOURA G.B. **Aspectos ambientais e jurídicos da transposição do Rio São Francisco**. UNIFOR-CE, 2006.

CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. **Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: histórico, diagnóstico e desafios**. Brasília: Ipea, 2019. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190724_livro_revitalizacao_hidrografica.pdf. Acesso em: 06 out. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF). **Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**: resumo executivo com as deliberações do CBHSF aprovadas na III Plenária de 28 a 31 de julho de 2004. Módulo 1. Salvador: CBHSF, 2004.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF). **Resumo executivo do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025**. Alagoas: CBHSF, 2016. 300 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **A Questão da Água no Nordeste**. Brasília, DF: CGEE, 2012

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F.T. The Anthropocene” **Global Change Newsletter**, Stockholm, n. 41, may, p. 17-18, 2000.

GROSSKRUGER, P. **Analysis of a U.S. water infrastructure from a security perspective**. Carlisle, Penn.: Army War College. 2006.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Igam). **Programa Estratégico para Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais**: projeto básico. Belo Horizonte: Igam, 2019. 22 p. Disponível em: <http://200.198.57.118:8080/jspui/handle/123456789/3230>. Acesso em: 06 out. 2021.

MACHADO A. T. A construção de um programa de revitalização. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

NARAIN, V.; VIJ, S.; DEWAN, A. Bonds, battles and social capital: power and the mediation of water insecurity in peri-urban Gurgaon, India. **Water**, Switzerland, v. 11, n. 8, p. 1607, ago. 2019.

NOVAK, J. D.; CANAS, A. J. Theoretical origins of concept maps, how to construct them, and uses in education. **Reflecting Education**, London, v. 3, n. 1, p. 29-42, 2007.

OOPERADOR NACIONAL DO SISTEMA (ONS). **Esclarecimento em relação à reportagem intitulada “Crise hídrica é resultado de má gestão dos reservatórios das usinas, dizem debatedores”**. Notícias. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/20210817-Esclarecimento-em-relacao-a-reportagem-intitulada-Crise-hidrica-e-resultado-de-ma-gestao-dos-reservatorios-das-usi.aspx>. Acesso em: 06 out. 2021.

SAITO, C. H. **Segurança hídrica e direito humano à água**: ética, direito socioambiental e democracia. Caxias do Sul, RS: EDUCS, p. 94-108. 2018.

SLOVIC, P. Trust, emotion, sex, politics, and science: surveying the risk-assessment battlefield. **Risk Analysis**, New Jersey, v. 19, n. 4, p. 689-701.1999.

SOYAPI, C. B. **Water security and the right to water in Southern Africa**: an overview. PER/PELJ, 20. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17159/1727-3781/2017/v20i0a1650>. 2017. Disponível em: Acesso em: 06 out. 2021.

UN-WATER. The United Nations Inter-Agency. **Mechanism on all freshwater related issues, including sanitation**. Water security. 2013. Disponível em: <http://www.unwater.org/topics/water-security/en>.

UN-WATER. **Nature-based solutions for water**: The United Nations World Water Development Report 2018. Paris: UNESCO, 2018. 139 p.

VAN BEEK, E.; ARRIENS, W.L. **Water security**: putting the concept into practice. Stockholm: Global Water Partnership, 2014, 55 p. (TEC background paper, n.20).

VEIGA, H. P. **Revitalização de bacias hidrográficas**: em busca de um conceito. Monografia (Especialização). 60 f. 2011. Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília. 2011.

WARNER, J. e BOAS, I. **Securitisation of climate change: The risk of exaggeration**. Ambiente & Sociedade [online]. 2017, v. 20, n. 03. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOCEx0003V2022017>.

WILLAARTS, B.; BALLESTEROS OLZA, M.; HERNANDEZ-MORA, N. **Water framework directive experiences in Spain**. 2012.

WORLD WATER FORUM, 2., 2000. Hague. **Ministerial Declaration of the Hague on Water Security in the 21st Century**. Hague: WWF, 2000.

ZEITOUN, M.; WARNER, J. Hydrohegemony : a framework for analysis of trans-boundary water conflicts. **Water Policy**, London v. 8, n. 5, p. 435 -60. 2006.

SEGURANÇA HÍDRICA E O PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA: fortalecendo a resiliência local por meio de ações de conservação de água e solo

Carlos Alberto Perdigão Pessoa¹
Consuelo Franco Marra²
Ewandro Andrade Moreira³
Flávio Hermínio de Carvalho⁴
Henrique Pinheiro Veiga⁵
Luis Augusto Preto⁶
Marco Alexandre Silva André⁷
Rossini Ferreira Matos Sena⁸
Vera Maria da Costa Nascimento⁹

INTRODUÇÃO

As unidades hidrográficas brasileiras têm sido submetidas a um contínuo processo de degradação, produzindo reflexos diretos na qualidade e disponibilidade de água. As modificações ambientais decorrentes de processos antrópicos impõem aos sistemas naturais níveis de desmatamento e erosão incompatíveis com sua capacidade de suporte.

No mesmo sentido, o crescimento da população em nível mundial e o aumento das exigências de consumo em razão do crescente nível de desenvolvimento da humanidade levam a um incremento do uso da água, nos diversos modos de

emprego desse recurso. Essa demanda traz como consequência uma maior pressão sobre os recursos hídricos disponíveis.

Ao mesmo tempo, o ciclo da água está diretamente ligado ao clima. Assim, mudanças no clima, que alterem o regime de chuvas, podem provocar o aumento da ocorrência de eventos hidrológicos extremos, como inundações e alterações nos padrões das estiagens e períodos de seca. Esses eventos afetam a oferta de água, ameaçando o suprimento de recursos hídricos para seus diversos usos.

¹ Servidor da carreira de Especialista em Recursos Hídricos e Coordenador na Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA.

² Servidora da carreira de Especialista em Recursos Hídricos da Superintendência de Implementação de Planos, Programas e Projetos (SIP/CCOAS) da ANA.

³ Servidor da carreira de Especialista em Recursos Hídricos da SIP/CCOAS da ANA.

⁴ Servidor da carreira de Especialista em Recursos Hídricos da SIP/CCOAS da ANA.

⁵ Servidor da carreira de Analista Ambiental do Ministério do Desenvolvimento Regional e atualmente Coordenador de Conservação de Água e Solo da SIP/CCOAS da ANA.

⁶ Servidor da carreira de Especialista em Recursos Hídricos da SIP/CCOAS da ANA.

⁷ Servidor da carreira de Especialista em Recursos Hídricos da SIP/CCOAS da ANA.

⁸ Servidor da carreira de Especialista em Recursos Hídricos da SIP/CCOAS da ANA.

⁹ Servidora da carreira de Especialista em Recursos Hídricos da SIP/CCOAS da ANA.



Crédito: Alessandro Borsagli
Concurso de Fotografias Igam – Águas de Minas 2021

As crises hídricas ocorridas em várias regiões metropolitanas no Brasil desde 2012 estão associadas, não apenas às variações climáticas naturais, mas à convergência dos fatores expostos anteriormente. Bacias hidrográficas degradadas são incapazes de suprir as demandas hídricas e energéticas da sociedade moderna num ambiente em que as mudanças ambientais globais impõem aos gestores um nível de imprevisibilidade nunca observado.

Nesse cenário, cumpre à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), como entidade responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, efetivar medidas para aumentar a segurança hídrica e a capacidade do Brasil de se adaptar a uma conjuntura cada vez mais complexa e desafiadora. Esta atuação se dá de forma integrada com os órgãos gestores estaduais e comitês de bacias

hidrográficas, com a participação dos usuários e da sociedade.

O Programa Produtor de Água (PPA), concebido e capitaneado pela ANA, é uma entre as várias medidas que vêm sendo adotadas para se alcançar a segurança hídrica. O Programa atua por meio do estabelecimento de parcerias para o desenvolvimento de projetos locais, cuja metodologia e abordagem induzem a adoção de práticas de conservação de água e solo no meio rural e incentivam o pagamento aos produtores rurais pelos serviços ambientais prestados na implementação de tais práticas em suas propriedades. Nesse contexto, o presente capítulo busca apresentar a experiência do Programa Produtor de Água, suas bases técnicas e a relação com a segurança hídrica, bem como sua atuação no estado de Minas Gerais e perspectivas.

SEGURANÇA HÍDRICA E O PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA

A segurança hídrica, de acordo com o conceito da Organização das Nações Unidas (ONU), existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado aos eventos hidrológicos extremos, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões (humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência) como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país (ANA, 2019).

Para se garantir a segurança hídrica é necessário atuar de forma sistêmica, integrando a infraestrutura hídrica tradicional (cinza) com soluções baseadas na natureza (SBN) e promover o contínuo aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos (planejamento, controle do uso da água, monitoramento, operação, manutenção de sistemas hídricos, entre outros). Adicionalmente, é importante incorporar medidas para gestão de riscos, o que envolve um conhecimento da vulnerabilidade e da exposição do ambiente diante de algum evento, visando à proposição de ações dirigidas a mitigar seus impactos e ao aumento da resiliência da bacia hidrográfica.

Nesse sentido, o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), lançado em 2019, buscou preencher uma lacuna de planejamento, em escala nacional, da infraestrutura hídrica de natureza estratégica e relevância regional. Sua construção partiu de uma análise criteriosa dos graus de segurança hídrica

em todo o território nacional, definidos mediante um Índice de Segurança Hídrica (ISH), que retrata as quatro dimensões da segurança hídrica, incorporando o conceito de risco associado aos usos da água.

A composição do ISH, de maneira integrada e padronizada, buscou facilitar a comunicação e permitir tanto a realização de leituras em diferentes recortes territoriais (por bacia hidrográfica, por região, estado, município, etc.), quanto comparações diretas entre esses recortes. Entretanto, sua utilidade vai além do índice composto, uma vez que é possível extrair das suas dimensões, indicadores e análises específicas. As dimensões humana e econômica permitem quantificar os déficits de atendimento às demandas efetivas (abastecimento humano e setor produtivo) e riscos associados, enquanto as demais dimensões – ecossistêmica e de resiliência – possibilitam identificar as áreas mais críticas e vulneráveis.

Nesse processo de identificação de áreas mais vulneráveis, para as quais, em muitos casos, ações tradicionais de engenharia não são suficientes para dar cabo de todos os problemas de segurança hídrica, surgem oportunidades de integração entre a infraestrutura cinza e as soluções baseadas na natureza, que usam ou imitam processos naturais para aumentar a disponibilidade de água (ex.: retenção de umidade do solo, recarga de aquíferos), melhorar a qualidade da água (ex.: retenção de sedimentos e poluentes) e reduzir os riscos associados a eventos hídricos críticos (ex.: redução dos picos de cheia).

Historicamente, abordou-se a segurança hídrica com o foco predominante na infraestrutura cinza e o enorme potencial para SBN permanece subutilizado (WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME - WWAP, 2018).

As soluções baseadas na natureza incluem a infraestrutura verde, que pode ser entendida como ecossistemas naturais ou seminaturais que contribuem com a provisão de serviços ecossistêmicos associados à água (controle da qualidade, regulação hidrológica, retenção de sedimentos e poluentes, entre outros) de modo a complementar, aumentar ou substituir as funções desempenhadas pela infraestrutura cinza (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP, 2014).

A simples implementação de soluções baseadas na infraestrutura hídrica tradicional (cinza), como reservatórios, adutoras e integração de bacias, tornam-se ineficazes caso não sejam garantidas as condições de oferta de água, em termos de qualidade e quantidade. Nesse sentido, a gestão adequada do espaço rural, com a implementação de boas práticas de conservação de água e solo e de soluções baseadas na natureza é, portanto, fundamental.

É importante destacar que o meio rural é composto pelos ecossistemas, mas, também, pelas pessoas que nele trabalham ou residem. Dessa forma, a gestão da bacia hidrográfica, muito além de se preocupar com o meio físico, deve levar em consideração as particularidades e necessidades dos produtores rurais e suas famílias. Afinal, são eles os legítimos detentores do território rural e os principais atores potencialmente capazes

de realizar e permitir o adequado manejo de suas propriedades, influenciando positivamente na qualidade ambiental da bacia hidrográfica em que suas propriedades estão inseridas.

Nesse cenário, a Lei nº 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas do Brasil, determina que a gestão de recursos hídricos e a gestão de solos sejam feitas de forma indissociável, e que a gestão das águas seja integrada com a gestão ambiental (BRASIL, 1997). Ademais, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Ações de conservação e restauração florestal, e o desenvolvimento de atividades agrícolas em bases sustentáveis, com a adoção de medidas de conservação de água e solo são os principais elementos de proteção e recuperação da infraestrutura verde de uma bacia. Idealmente, essas ações devem estar inseridas num sistema de pagamentos por serviços ambientais (PSA), de forma a obter a participação ativa dos produtores rurais e garantir a sustentabilidade das ações no longo prazo.

O PSA atua como mecanismo de integração entre as comunidades rural - produtora de suprimentos e água, e urbana - grande consumidora de alimentos, água e energia, com base nos princípios do provedor-recebedor e usuário-pagador. Trata-se de um instrumento econômico que materializa uma consciência situacional entre partes com objetivo comum de contribuir com segurança hídrica local.

O PSA ocorre da seguinte forma: por um lado, os produtores rurais recebem pelos benefícios gerados pela adoção, em suas propriedades, de boas práticas de conservação de água e solo com vistas ao aumento dos serviços ambientais; e, por outro lado, os usuários à jusante, que remuneram os proprietários rurais pelos serviços ambientais prestados.

É com base nesses preceitos que o Programa Produtor de Água (PPA) tem induzido e apoiado projetos de revitalização de bacias desde o ano de 2005, quando teve início o primeiro projeto local apoiado: o Conservador das Águas, em Extrema – Minas Gerais. Trata-se de uma estratégia para o estabelecimento de metodologia para a promoção de projetos locais com o foco no manejo integrado de microbacias, integrando no território a rede de instituições e o conjunto de iniciativas, potencializando, assim, esforços e investimentos.

O Programa foi considerado inovador à época, pois não havia, até então, qualquer iniciativa ou política ambiental que se utilizasse de pagamentos por serviços ambientais no Brasil.

A conservação dos recursos hídricos no meio rural é, portanto, a forma como o Programa Produtor de Água atua para contribuir com a segurança hídrica.

Seus projetos, hoje espalhados por todo o Brasil, visam disseminar os conceitos e a aplicação de práticas conservacionistas em áreas que extrapolam as bacias onde são implementados por meio de efeito indutor, contribuindo, assim, com a melhoria dos serviços ecossistêmicos e com o aumento da resiliência local frente aos eventos hidrológicos críticos.

O Programa Produtor de Água

O PPA é coordenado pela Agência Nacional de Água e Saneamento Básico em parceria com diversas instituições e visa induzir a adoção de práticas conservacionistas de cobertura



Programa Produtor de Água – Bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais.

vegetal, com o objetivo de aumentar a disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica. O Programa atua no estabelecimento de modelos para implementação de projetos que sejam descentralizados, participativos e replicáveis, considerando as especificidades locais e o conjunto de atores envolvidos na gestão da bacia hidrográfica alvo.

Para tanto, o Programa promove e induz a organização de projetos locais e regionais baseados no estabelecimento de parcerias, por meio de um arranjo que promove a participação, das mais variadas formas, de entes públicos, privados, usuários de água, instituições de pesquisa e organizações não governamentais, tendo como público-alvo os produtores rurais. Ademais, o Programa estimula a adoção de arranjos para Pagamento por Serviços Ambientais, contribuindo, assim, com o engajamento do produtor rural na adoção e manutenção das boas práticas implementadas.

O PPA possui como principais objetivos:

- melhoria da qualidade da água, por meio da utilização de práticas que promovam a redução da erosão e da sedimentação;
- aumento da oferta de água, por meio do aumento da infiltração de água no solo e consequente “produção” de água durante as estações secas; e
- conscientização dos produtores rurais e usuários de água sobre a importância da gestão integrada da bacia hidrográfica, considerando a inter-relação do solo, água e da vegetação e demais condições socioambientais.

As bases do Programa Produtor de Água são derivadas diretamente das legislações. Iniciam-se pela Constituição Federal - dever de todos de preservar o equilíbrio ecológico para atuais e futuras gerações; Política Nacional de Meio Ambiente e legislações correlatas, com seus objetivos de produção sustentável e conservação dos recursos naturais, e, especialmente, na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), onde destacam-se três pontos importantes:

- gestão compartilhada e descentralizada dos recursos hídricos – múltiplos atores, responsabilidades e atuação coletiva;
- diretrizes – integração da gestão ambiental e do uso dos solos com a de recursos hídricos;
- instrumentos de gestão – aplicação dos recursos da cobrança pelo uso de recursos hídricos, planos de recursos hídricos e enquadramento.

Neste contexto e alinhado às diretrizes e objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, o PPA orienta a estruturação de projetos que devem seguir os seguintes critérios:

- estabelecimento de um arranjo institucional para a governança do projeto com a definição das atribuições e responsabilidade de cada uma das partes envolvidas;
- integração de esforços e recursos das instituições que atuam ou que tenham interesse em atuar na região;
- implementação de práticas conservacionistas de água e solo em atividades produtivas agrícolas;

- implementação de práticas conservacionistas de água e solo em estradas rurais;
- conservação e recuperação de vegetação nativa; e
- pagamento por serviços ambientais: remuneração aos produtores rurais pelos serviços ambientais prestados.

Assim, o arranjo institucional estabelecido para cada projeto produz como resultado uma capacidade de ação conjunta com foco na bacia hidrográfica de interesse. Ademais, cria-se um maior engajamento do produtor rural no uso sustentável de sua propriedade e na gestão da água na bacia hidrográfica. A rede de instituições estabelecida para cada projeto permite ainda uma maior proximidade e interação entre os usuários de água, gestores e demais instituições presentes no território, permitindo uma atuação mais célere e integrada em situações de crise e de conflito, aumentando, assim, a resiliência da bacia.

Bases técnico-científicas do Programa Produtor de Água

A concepção do Programa Produtor de Água foi desenvolvida tendo por base a busca pela sustentabilidade do uso dos recursos hídricos, focado no uso e ocupação do território de bacias hidrográficas situadas rio acima.

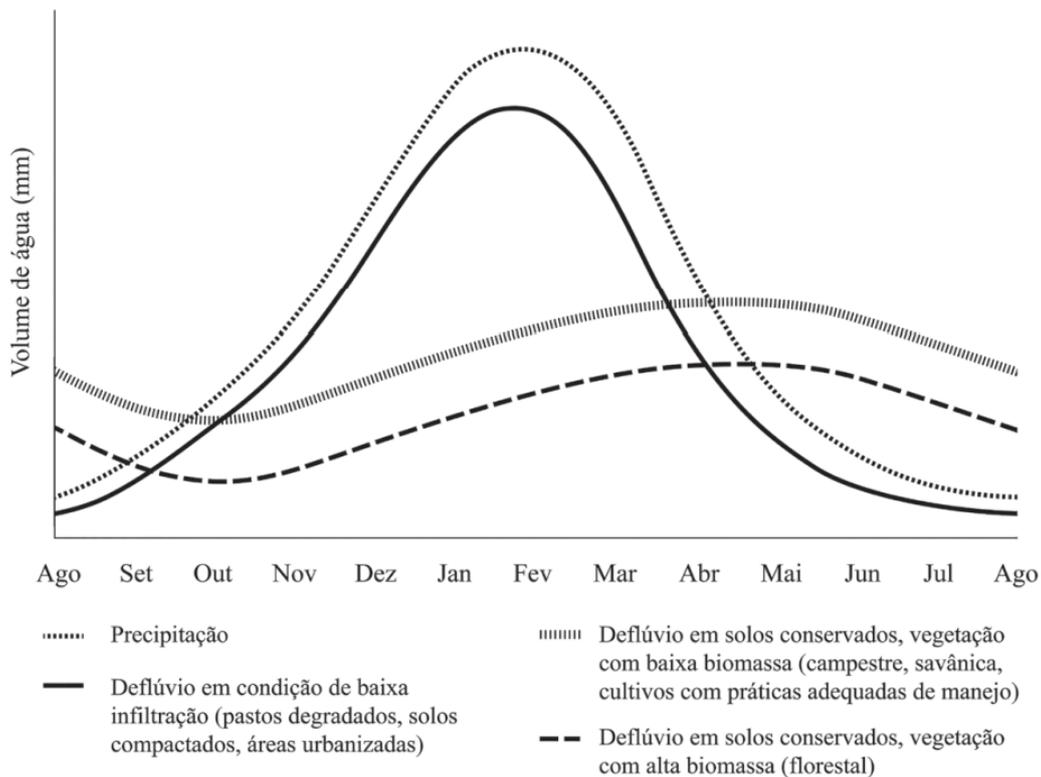
Sob o ponto de vista do manejo hidrológico, o objetivo é transformar escoamento superficial em escoamento subsuperficial e armazenar água nos solos. Para tanto, as práticas conservacionistas visam melhorar a

cobertura vegetal e as estruturas físicas objetivam reduzir o escoamento superficial e induzir à infiltração. Além disso, concomitantemente espera-se a redução do processo de perda do solo pela erosão. Para que isso seja alcançado, há que se considerar a capacidade de infiltração, tipos de solo, de relevo, ecossistemas de referência, variações da precipitação, ou seja, características de cada bacia hidrográfica, e, sob orientação técnica, executar ações de melhoria da cobertura vegetal, sejam em áreas naturais ou de uso alternativo, combinadas com as estruturas físicas, terraços, barraginhas (bacias de contenção de sedimentos) e adequação de estradas rurais.

A vegetação visa proteger a superfície dos solos da força das gotas de chuva e os terraços e barraginhas visam evitar o escoamento, potencializar o armazenamento de águas pluviais em suas estruturas durante tempo suficiente para que ocorra a infiltração e recarga dos aquíferos. Os padrões de uso e ocupação do solo exercem influência na fase terrestre do ciclo hidrológico (interceptação, escoamento e infiltração) e na distribuição da vazão de um rio ao longo de um ano, conforme representado no Gráfico 1 (HONDA; DURIGAN, 2017).



Gráfico 1 — Representação esquemática da variação na precipitação e no deflúvio ao longo do ano em região de clima estacional, em três condições hipotéticas relativas ao tipo de cobertura vegetal e manejo do solo



De acordo com a revisão feita pelas autoras Honda e Durigan (2017):

“ Quando o solo é recoberto por vegetação nativa (campos, savanas ou florestas, naturais ou restaurados) a infiltração é favorecida e o escoamento superficial tende a ser mínimo, exceto em eventos chuvosos de alta intensidade ou em locais onde os solos são rasos (Bonell 2005). Quando o solo é cultivado com práticas adequadas de conservação e são preservadas as suas propriedades físicas favoráveis à infiltração e percolação da água (Derpsch et al. 1991, Bonell 2005, Leite et al. 2009, Pinheiro et al. 2009), o escoamento superficial também pode ser mínimo (Beutler et al. 2003, Panachuki et al. 2011). Cabe ressaltar, todavia, que, embora tanto florestas quanto ecossistemas de baixa biomassa ou cultivos com boas práticas exerçam, igualmente, a função de regulação da vazão ao longo do ano, o volume será comparativamente menor quando há florestas (naturais ou plantadas), conforme foi claramente demonstrado por Zhang et al. (2001) e Brown et al. (2005). Porém, em pastagens ou cultivos com solos compactados e sem práticas de conservação, assim como em solos expostos, a infiltração é reduzida e o impacto direto das gotas da chuva desagrega as partículas do solo e produz sedimentos que são carregados diretamente para os rios pela água da chuva que não infiltrou (Tarolli & Sofia 2016). As consequências são a diminuição da vazão ou até a interrupção do fluxo na estiagem e cheias com maior volume e mais frequentes na estação chuvosa (Grip et al. 2005), além de assoreamento e contaminação de fontes hídricas. A situação é agravada em áreas impermeabilizadas, como zonas urbanas ou rodovias, em que toda a água da chuva escoou pela superfície (Rijsdijk et al. 2007, Thomaz et al. 2013, Ramos-Scharrón & LaFevor 2016) [HONDA & DURIGAN, 2017 p. 319]. ”

Nesse contexto, a fundamentação teórica proposta por Chaves *et al.* (2004), por meio do uso da Equação Universal de Perda de Solo - USLE, foi vincular o abatimento da erosão, em nível de propriedade rural, à redução da sedimentação nos corpos hídricos e eventuais poluentes adsorvidos neste sedimento aportado. Buscou-se assim estimar por meio de equações teóricas, os benefícios recebidos, por todos os usuários de recursos hídricos à jusante (ou rio abaixo), que poderiam ser constatadas por meio da verificação das ações de conservação de solo que promoveram este abatimento na geração de erosão das áreas antropizadas.

A simulação, desta externalidade positiva de abatimento de erosão, quantificaria o PSA devido aos agricultores que promoveram a redução da erosão do solo em suas terras. Os recursos captados através da cobrança pelo uso de recursos hídricos e de outras fontes financeiras teriam, assim, uma aplicação em ações que contribuiriam com segurança hídrica na bacia hidrográfica.

Neste mesmo sentido aponta o Plano Nacional de Segurança Hídrica, na sua dimensão de resiliência, ao elencar a reservação natural, que é a capacidade do corpo hídrico em ofertar água durante o período da estiagem por meio do escoamento de base (originário dos aquíferos) nos rios perenes. O PPA fortalece a reservação natural utilizando-se de soluções aplicadas em microbacias hidrográficas, ao favorecer as condições de recarga dos aquíferos e a retenção da umidade no solo.

Ainda na dimensão de resiliência, a ANA busca novas técnicas de geoprocessamento que possibilitem

elencar áreas que naturalmente possuam maior potencial para recarga de aquíferos, facilitando a escolha das melhores áreas para receberem as ações de conservação de solo e água. Uma primeira tentativa de se criar um modelo foi feita na região abrangida pela Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, entre Paraná e São Paulo e, a partir de informações sobre a geologia, os aquíferos, os solos e a topografia, foi feito um zoneamento com a indicação das áreas mais propícias a receber ações visando a infiltração de água nos aquíferos. Este modelo ainda deverá ser testado a partir de parceria a ser estabelecida com o Comitê de Bacias e outros parceiros da região.

O PROGRAMA PRODUTOR DE ÁGUA EM MINAS GERAIS

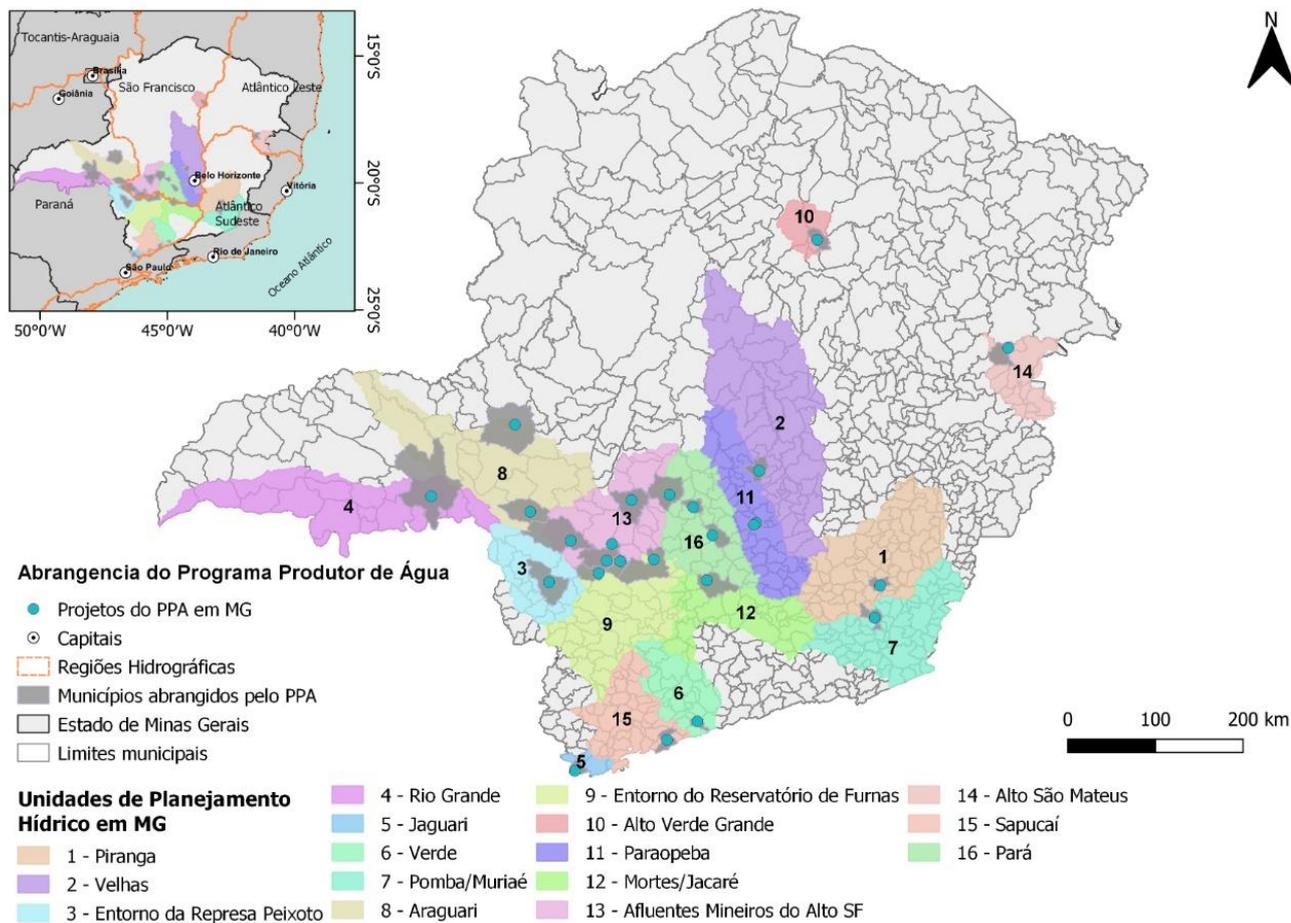
Minas Gerais é protagonista em projetos de conservação de água e solo em parceria com a ANA, tendo sido pioneiro através do apoio recebido para o fortalecimento do Conservador das Águas em Extrema. Atualmente, são vinte e cinco projetos apoiados pelo PPA no estado.

Em 2011, com o apoio da ANA, três projetos deram impulso para que Minas Gerais se tornasse destaque dentre os estados inseridos no Programa Produtor de Água.

Os projetos de Luz, Pains e Viçosa, voltados à instalação de ações de conservação de água e solo, além de influenciarem outros municípios regionalmente, apresentaram novos projetos seguindo as diretrizes do Programa Produtor de Água, incluindo o componente de gestão com a estruturação da rede de parceiros e previsão de PSA, sendo que, apenas o projeto de Luz foi contemplado com novos recursos.

A partir da experiência pioneira em Extrema em 2005, Minas Gerais hoje conta com 25 projetos recebendo apoio da ANA através do Programa Produtor de Água, abrangendo importantes mananciais de abastecimento dos municípios onde estão inseridos, contribuindo para bacias hidrográficas relevantes do ponto de vista regional, como as dos Rios Paraopeba, Pará, Piuí e Velhas, como também de bacias hidrográficas nacionalmente importantes como as dos rios Tietê, São Francisco e Grande (MAPA 1).

Mapa 1 — Abrangência do Programa Produtor de Água no estado de Minas Gerais



Fonte: Coordenação de Conservação de Água e Solo SIP/ANA (2021)

Nota1: Atualmente são 25 projetos espalhados por 15 Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos

Nota2: Em Minas Gerais, a Unidade de Planejamento Hídrico (UPH) correspondem à Circunscrição Hidrográfica (CH)

O Quadro 1 traz as informações sobre os projetos do PPA em Minas Gerais que estão atualmente recebendo apoio, com indicação de localização, manancial atendido, população localmente afetada e órgãos estaduais envolvidos na gestão.

Quadro 1 – Projetos do Programa Produtor de Água em Minas Gerais em 2021

Nº	Município	População*	Manancial	Bacia	Parceiros**
1	Bom Despacho	51.436	Rio Capivari	Rio Pará / Rio São Francisco	Emater, IEF, Faemg, Copasa, Sicoob, PM Ambiental
2	Capitólio	8.693	Ribeirão Ambrósio	Rio Piuí / Rio São Francisco	Emater; IEF, Copasa, Faemg
3	Carmo do Cajuru	22.900	Ribeirão Empanturrado	Rio Pará / Rio São Francisco	Emater, IEF, Faemg, Saae
4	Delfim Moreira	8.007	Rio Santo Antônio	Rio do Salto / Rio Sapucaí / Rio Grande	Emater, IEF, Faemg, CBH Sapucaí, ICMBio
5	Doresópolis	1.639	Ribeirão Perobas	Rio São Francisco	Emater, IEF, Igam, Faemg, PM Ambiental, MP Estadual, CBH-SF1, Arpa, Nordeste
6	Extrema	37.649	Ribeirão Posses e do Salto	Rio Jaguari / Rio Piracicaba / Rio Tietê / Rio Paraná	IEF, TNC, SOS Mata Atlântica, CBH PCJ.
7	Formiga	67.956	Rio Formiga	Rio Grande	Emater, IEF, Igam, PM Ambiental, Saae, Sicoob, Faemg, MP Estadual, Unifor, Arpa
8	Frei Gaspar	5.858	Ribeirão Boa Ventura	Rio São Mateus	Projeto aguardando decisão judicial para dar início
9	Igarapé	44.561	Córrego Estiva e Batatais	Rio Paraopeba / Rio São Francisco	Emater, MP Estadual, TNC
10	Itanhandú	15.511	Ribeirão Imburi	Rio Verde / Rio Grande	Emater, CBH Verde, UFPA, Flona Passa Quatro
11	Juramento	4.359	Rio Verde Grande	Rio São Francisco	CBH – Verde Grande, CBH São Francisco, Codevasf, Copasa, Emater, IEF, Ibama, Agência Peixe Vivo
12	Luz	18.297	Córrego Velhas	Rio São Francisco	Emater, IEF, Sicoob, Faemg, Saae
13	Nova Serrana	108.241	Rio Pará	Rio São Francisco	Emater, IEF, CBH Pará, Faemg
14	Oliveira	41.987	Rio Jacaré	Rio Grande	Emater, IEF, Saae, CBH Afluentes do Rio Grande
15	Passos	115.970	Ribeirão Bocaina	Rio Grande	Emater, Faemg, Saae, PM Ambiental, MP Estadual, Arpa
16	Patrocínio	92.116	Córrego Feio	Rio Paranaíba / Rio Paraná	Saae, Consórcio Águas do Cerrado
17	Pimenta	8.715	Córrego Pinheiros	Rio Grande	Emater, IEF, Igam, Faemg PM Ambiental, Sicoob, Saae, Arpa
18	Piumhi	35.137	Ribeirão Araras	Rio São Francisco	Emater, IEF, Igam, Faemg, Saae, PM Ambiental, MP Estadual, UEMG, Arpa, CBH-SF1
19	São Joaquim de Bicas	32.696	Rio Paraopeba	Rio São Francisco	Emater, MP Estadual, UFMG, Copasa, IEF
20	São Roque de Minas	7.100	Rio do Peixe – Alto São Francisco	Rio São Francisco	Emater, IEF, Igam, ICMBio, Sicoob, Faemg, PM Ambiental, MP Estadual, Arpa, CBH-SF1
21	Sete Lagoas	243.950	Rio Jequitibá	Rio das Velhas / Rio São Francisco	Embrapa, Emater, UNIFEM, CBH Rio das Velhas, Saae, UFSJR
22	Tapira	4.890	Córrego Capivara	Rio Araguari / Rio Paranaíba	IEF, Emater, PM Ambiental, CBH – Araguari, Copasa
23	Ubá	117.995	Ribeirão Ubá e Córrego Pequeno	Rio Pomba	Emater, Copasa, UEMG, IEF
24	Uberaba	340.277	Rio Mutum	Rio Uberaba / Rio Grande	Codau
25	Viçosa	79.910	Ribeirão São Lourenço / Rio Turvo Limpo	Rio Piranga / Rio Doce	IEF, UFV, Saae

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Nota: (*)IBGE (2021); (**) Não foram citados todos os parceiros

Estudo de caso – Município de Extrema

O Projeto Conservador das Águas, inspirado no Programa Produtor de Água, idealizado e implantado no município de Extrema – Minas Gerais, é pioneiro no Brasil no que se refere a Pagamento por Serviços Ambientais. Teve início com a publicação da Lei Municipal nº 2.100/2005, que instituiu o Projeto no município (EXTREMA, 2005). A referida Lei autoriza, de forma inovadora, o Poder Executivo municipal a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais que aderirem ao Projeto. É um trabalho conjunto entre poder público, proprietários rurais, empresas privadas, organizações não governamentais e sociedade.

Para ser beneficiário do projeto devem-se cumprir as metas estabelecidas, tendo direito ao recurso no início da implantação das ações, por um período mínimo de quatro anos. As parcerias para viabilização dos projetos são autorizadas pela referida Lei, possibilitando que sejam firmados convênios com entidades governamentais e da sociedade civil, possibilitando tanto o apoio técnico quanto financeiro.

São objetivos do projeto:

- Aumentar a cobertura florestal nas sub-bacias hidrográficas e implantar microcorredores ecológicos;
- Reduzir os níveis de poluição difusa rural;
- Difundir o conceito de manejo integrado de vegetação, solo e da

água na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari;

- Garantir a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos manejos e práticas implantadas, por meio de incentivos financeiros aos proprietários rurais.

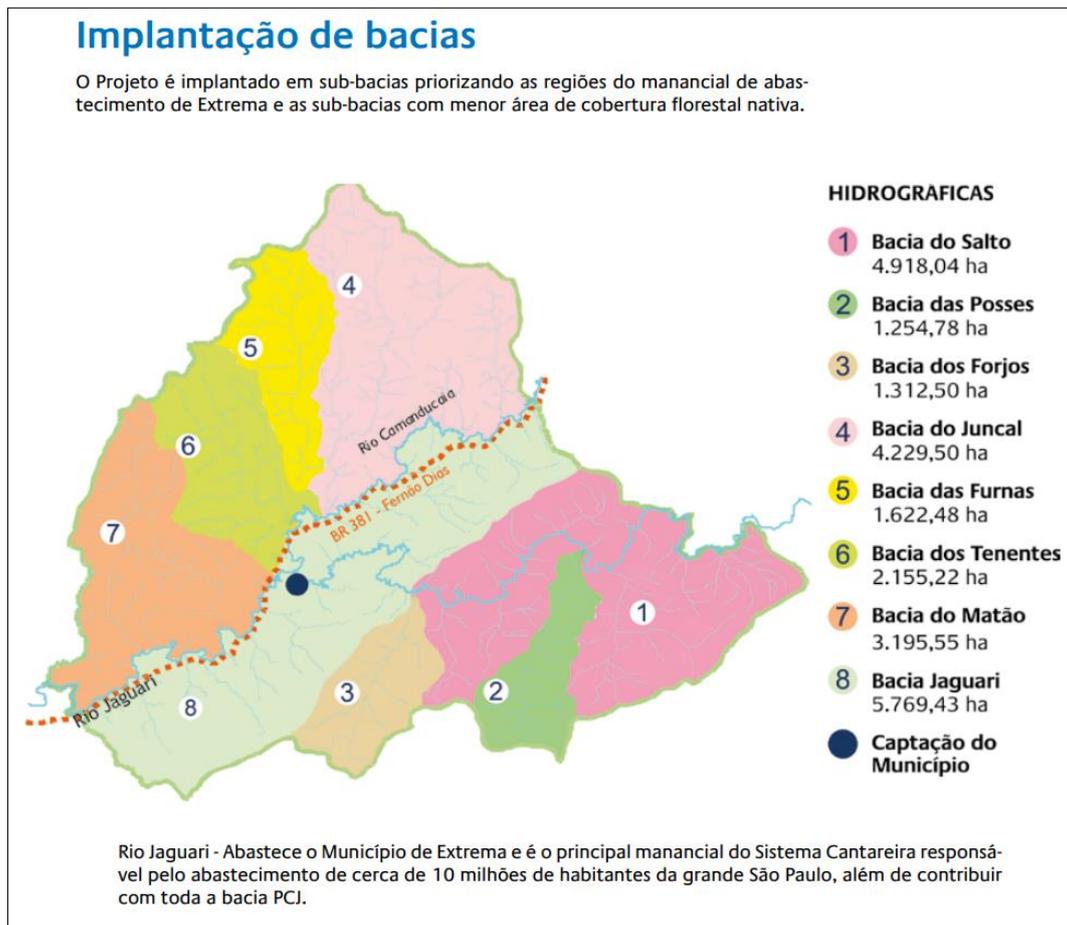
As diretrizes do projeto são centradas na adesão voluntária dos produtores rurais, na flexibilidade no que se refere às práticas e manejos, nos pagamentos baseados no cumprimento de metas e efetuados durante e após a implantação do projeto.

O município de Extrema está localizado no Espigão Sul da Serra da Mantiqueira, extremo sul do estado de Minas Gerais, tendo uma população de aproximadamente 37.000 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2020). As inúmeras nascentes localizadas na região contribuem para um dos principais mananciais de abastecimento do Brasil, denominado “Sistema Cantareira”, que é responsável por abastecer a Região Metropolitana de São Paulo, além de vários outros municípios integrantes da Bacia do Rio Piracicaba. O Mapa 2 apresenta a área de abrangência do Projeto.

Com relação a preservação da cobertura florestal, a Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Posses era a mais impactada do município e, por este motivo, foi escolhida para iniciar o projeto, seguindo a ordem das propriedades de montante para jusante do curso d’água.

Desta forma, foram cadastradas e mapeadas 120 propriedades rurais na Sub-Bacia das Posses, cuja área totalizou, aproximadamente, 1.200 hectares. A atividade predominante na região é a pecuária leiteira de baixa tecnificação.

Mapa 2 — Área de atuação do Projeto Conservador das Águas



Fonte: PEREIRA (2017)

Por meio dos Decretos nº 1.703/2006 e nº 1.801/2010, unificados pelo Decreto 2.409/2010, que regulamentou a Lei Municipal nº 2.100/2005, estabeleceu-se critérios para o apoio financeiro aos proprietários rurais que aderissem ao Projeto Conservador das Águas (EXTREMA, 2005, 2010). O apoio financeiro se dá a partir da assinatura de termo de compromisso, buscando atingir as seguintes metas:

Meta 1: Adoção de práticas conservacionistas de solo, com finalidade de abatimento efetivo da erosão e da sedimentação;

Meta 2: Implantação de sistema de saneamento ambiental rural;

Meta 3: Implantação e manutenção de Áreas de Preservação Permanentes;

Meta 4: Implantação da Reserva Legal.

O projeto técnico definindo as ações a serem implementadas e as metas propostas, para cada propriedade (de acordo com suas características), foi elaborado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O termo de compromisso, com validade de quatro anos, foi celebrado entre os proprietários e o município de Extrema. O Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental (Codema) tem a atribuição de analisar e deliberar sobre os projetos técnicos a serem implantados nas propriedades.

Com relação aos valores de pagamento, a Lei definiu o valor de referência a ser pago, fixado em 100 unidades Fiscais de Extrema (UFEX), equivalente em 2021 a R\$ 312,00 por hectare por ano. Os pagamentos foram iniciados em 10 de abril de 2007 e são realizados mensalmente, em doze parcelas iguais, caso a meta seja cumprida. O apoio financeiro é interrompido caso a meta não seja alcançada.

Os critérios para seleção dos produtores rurais beneficiários, e consequentemente, das áreas prioritárias, foram estabelecidos pelo Decreto nº 2.409/2010, devendo ter os seguintes atributos (EXTREMA, 2010):

- Regiões de mananciais de abastecimento público.
- Sub-bacias com menor cobertura vegetal;
- Propriedade rural inserida na sub-bacia hidrográfica trabalhada no projeto;
- Propriedade com área igual ou superior a dois hectares;
- Uso da água na propriedade rural regularizado.

A mobilização dos proprietários foi fator primordial para o sucesso do projeto. Técnicos do município realizaram reuniões periódicas com os produtores rurais para apresentar e explicar as diretrizes básicas do projeto, bem como buscar a adesão para sua implementação. Paralelamente a esse processo, buscou-se o estabelecimento de parcerias que pudessem apoiar as ações de campo.

Dentre os principais objetivos alcançados, destaca-se a celebração de 266 Termos de Compromisso até 2021 em propriedades rurais beneficiadas com o PSA, somando um valor total de mais de 6,5 milhões de reais pagos entre os anos 2007 e 2020.

Para o atendimento a meta de adoção de práticas conservacionistas de solo, foram realizadas, com apoio da ANA, de 2007 até 2020, a construção de terraços, bacias de captação e adequação de estradas vicinais: 1.000 bacias de contenção de águas pluviais e 40.000 metros de construção de terraços em 100 hectares. O projeto beneficiou mais de 200 proprietários com 287.000 metros de cerca construída e mantida, e mais de 2 milhões de mudas plantadas nas Sub-Bacias das Posses, do Salto e Forjos. Os resultados do projeto podem ser traduzidos em imagens (IMAGEM 1a a 1d).

Imagem 1 — Propriedade da Família Fróes

a)



b)



c)



d)



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Extrema- MG

Nota: a) à esquerda um trecho da propriedade em abril de 2007; e b) à direita o mesmo trecho da propriedade em abril de 2020

c) à esquerda outro trecho da propriedade em abril de 2007; e d) à direita o mesmo trecho da propriedade em abril de 2020

A replicabilidade da política pública desenvolvida em Extrema tem se disseminado por diversos municípios do Sul de Minas como em Paraisópolis, Pouso Alegre, Conceição dos Ouros, Caldas, Campestre, Poços de Caldas, Machado, todos através do Plano Conservador da Mantiqueira e na região metropolitana de Belo Horizonte, como é o caso de Igarapé que será detalhado abaixo.

O Projeto Conservador de Água é reconhecido nacional e internacionalmente.

Oferece um exemplo para o enfrentamento da falta d'água e a busca pela resiliência para várias regiões do Brasil, e evidencia a importância de política pública de longo prazo. Por isso, Extrema conquistou diversos prêmios nacionais e internacionais de expressão. Portanto, espera-se que a experiência de Extrema auxilie outros municípios a conquistar e promover a recuperação ambiental, contribuindo assim com a segurança hídrica, não só de Minas Gerais, mas de todo o país.

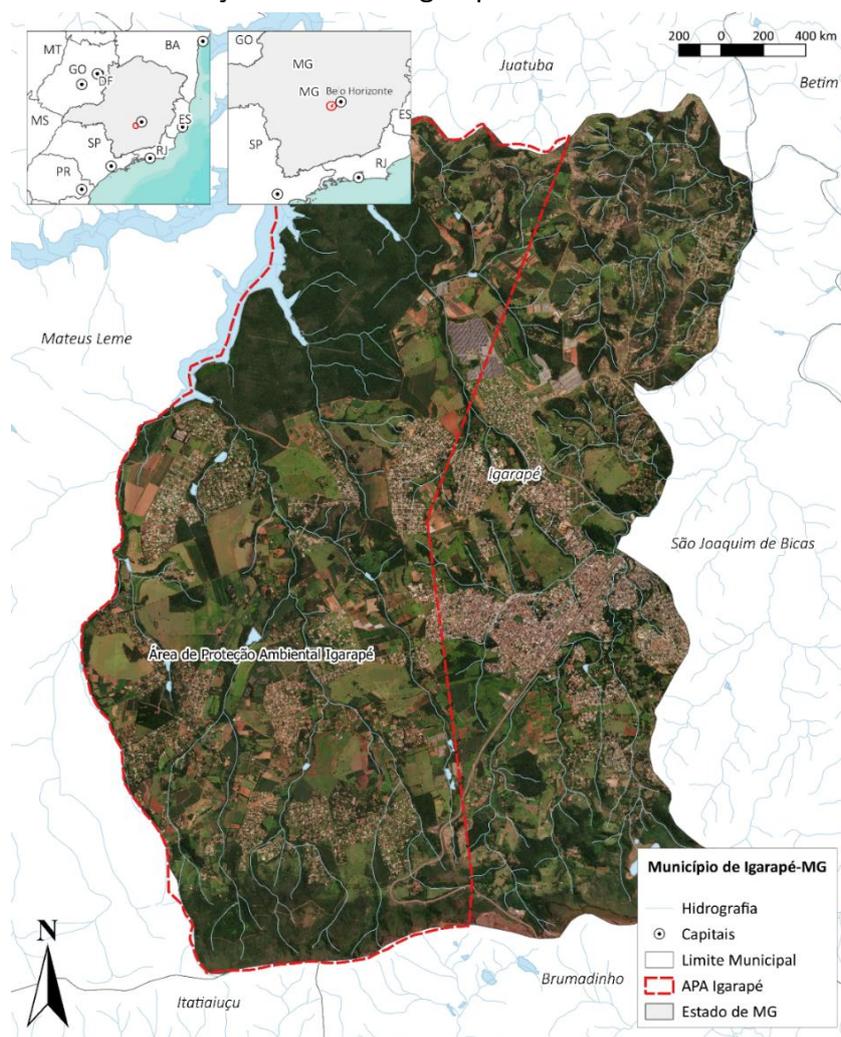
Estudo de caso – Projeto Guardiã dos Igarapés/Minas Gerais

O município de Igarapé possui características predominantes de uma grande área de recarga hídrica, com elevada ocorrência de nascentes, formação de pequenos córregos e áreas úmidas, que tem relevantes funções ecológicas e socioeconômicas. São constantes as notícias da escassez de água em escala regional, associadas aos intensos danos ao ambiente, à perda significativa da qualidade da água e à mudança dos ciclos hidrológicos.

Tal quadro leva a conflitos socioambientais, que repercutem na diminuição da qualidade de vida, comprometimento das atividades produtivas - agrícolas, pecuária e indústria - e da economia em geral.

O município de Igarapé abrange 110,263 km de extensão, com uma estimativa de 53.403 habitantes (IBGE, 2021). Nele está situada a Área de Proteção Ambiental – APA Igarapé - criada pela Lei nº 1.306/2003 com a finalidade de proteger os mananciais do Sistema Serra Azul (MAPA 3).

Mapa 3 – Município de Igarapé-MG e a delimitação da Área de Proteção Ambiental Igarapé



Fonte: Coordenação de Conservação de Água e Solo SIP/ANA (2021)

O Sistema Serra Azul, de propriedade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), é abastecido por vários cursos d'água cujas nascentes estão no território de Igarapé, sendo responsável pelo fornecimento de água para grande parte da região metropolitana de Belo Horizonte. Durante a crise hídrica de 2014 o nível de armazenamento do sistema ficou em situação crítica. Com a diminuição das chuvas naquele período ficou evidenciado a fragilidade e a incapacidade da Bacia do Ribeirão Serra Azul como um todo de manter a sua vazão e abastecer o reservatório da Copasa. Outro motivo é devido ao baixo grau de conservação das suas áreas de recarga, que em Igarapé corresponde a 64% do território do município.

Reconhecendo a importância das funções ecológicas da região para a produção de água e a degradação histórica sobre estes sistemas, o município buscou iniciativas que reverteriam a cultura de degradação ambiental para uma cultura de cuidado com a água e com a conservação das condições ambientais da bacia, em busca da sustentabilidade: uma situação em que os envolvidos se tornem atores na recuperação e preservação dos recursos naturais e dos meios de seu próprio sustento. O município de Igarapé destaca-se pela sua histórica participação como produtor de hortícolas. Na década de 80 figurava como um dos maiores fornecedores de legumes e hortaliças para a CEASA-MINAS, porém recentemente vem desenvolvendo atividades mais voltadas para a floricultura.

Após visita técnica à cidade de Extrema/MG, onde foi possível conhecer de perto as ações do Programa Produtor de Água "Conservador das Águas", a equipe da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé, juntamente com proprietários rurais, buscou informações e capacitações para desenvolver projeto semelhante e aderir ao Programa, visando recuperar e preservar os recursos hídricos do município.

Nesse contexto, foi editada a Lei Municipal nº 1.672/2014 regulamentada pelo Decreto Municipal nº 1.849/2015, criando o Projeto Guardião dos Igarapés e autorizando o poder executivo municipal a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais habilitados que aderirem ao Projeto, através do Pagamento por Serviços Ambientais, com recursos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Igarapé (IGARAPÉ, 2014, 2015). O Edital de Credenciamento de Proprietários Rurais nº 01/2015 e nº 01/2018 definiu a metodologia de cálculo usada para realização do PSA.

O Projeto Guardião dos Igarapés apresenta como objetivo promover o aumento da quantidade e da qualidade da água no município nas microbacias que integram o sistema Serra Azul, por meio da recuperação e preservação dos recursos hídricos. O projeto visa ainda a gestão ambiental das propriedades rurais maiores que 2 hectares com ações de recuperação e preservação de nascentes e matas ciliares, controle de erosão e melhorias sanitárias.

O projeto piloto foi desenvolvido na microbacia do Córrego Batatal até o final de 2017, onde foram cadastradas 23 propriedades totalizando 206,9 hectares, onde estão sendo conservados 55 hectares de floresta nativa. Com o sucesso obtido vários proprietários rurais fora da área do projeto piloto demonstraram interesse em participar e a proposta de ampliação do projeto foi aprovada em 2018, sendo expandido para todas as microbacias do município que contribuem para a Bacia Hidrográfica do Sistema Serra Azul.

Para execução da área de expansão foi publicado o Edital de Credenciamento de Produtores Rurais nº 01/2018, sendo 20 novas propriedades inseridas. A expansão do Projeto passou a abranger uma área de 7.100 hectares, correspondente a toda área de proteção ambiental do município. Os principais resultados estão listados a seguir:

- 17 hectares de plantio sendo o equivalente a 18.512 mudas de espécies nativas e cercamento de 8.738 metros lineares de nascentes e APPs;
- Adequação de 19.700 m² de estradas rurais;
- Construção de 119 unidades de barraginhas;
- 03 cursos para professores e para produtores rurais;
- 03 apresentações de teatros para alunos das escolas do município;

- Confecção de materiais de comunicação - banners, cartilhas e jornais;
- 08 cursos de treinamentos para voluntários;
- Formação da Brigada Voluntária de Incêndio Florestal com aquisição de equipamentos para combate à incêndios florestais e Equipamentos de Proteção Individual (atualmente a Brigada é coordenada pela Defesa Civil Municipal); e
- 04 ciclos de monitoramento da qualidade e quantidade de água.

As metas implantadas foram custeadas com recursos provenientes da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e contrapartida de recursos próprios da Prefeitura Municipal de Igarapé. O Pagamento por Serviços Ambientais, que acontece uma vez ao ano, é realizado com recursos do Fundo Municipal de Meio Ambiente.

As ações são implantadas em parceria com os proprietários rurais, que recebem anualmente o PSA, que corresponde ao tamanho da área e ações previstas e implantadas de acordo com o Projeto Individual por Propriedade (PIP). Após a aprovação das metas propostas no PIP, os proprietários rurais assinam um Termo de Compromisso com o município. Ao longo do ano a equipe responsável pelo acompanhamento e execução do projeto realiza vistorias nas propriedades para constatar se o proprietário rural está cumprindo as cláusulas descritas no Termo de Compromisso.

Assim como em Extrema, destaca-se o caráter demonstrativo e de indução regional da iniciativa. Vários municípios buscaram na experiência de Igarapé o apoio para elaboração de propostas para aderirem ao programa Produtor de Água, um deles o município de São Joaquim de Bicas. Além disso, o projeto recebeu visitas de estudantes de vários cursos da área ambiental e arquitetura e urbanismo. Foi pauta no Bom Dia Brasil e no MG-TV, além de participação no 1º Workshop Internacional sobre gestão e modelagem de mananciais metropolitanos na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com a presença de pesquisadores da Rússia, França, Estados Unidos e Canadá.

Para os próximos anos, projeta-se a expansão do programa para a Bacia Hidrográfica do Córrego da Olaria ou Machado, visando contribuir para recuperação da Bacia do Rio Paraopeba, em uma área de aproximadamente 800 hectares.

Os principais parceiros do projeto são: ANA; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater); Ministério Público de Minas Gerais (MPMG - Coordenadoria de Meio Ambiente); The Nature Conservancy (TNC); e o Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente (Codema) e Conselho Consultivo da APA Igarapé.

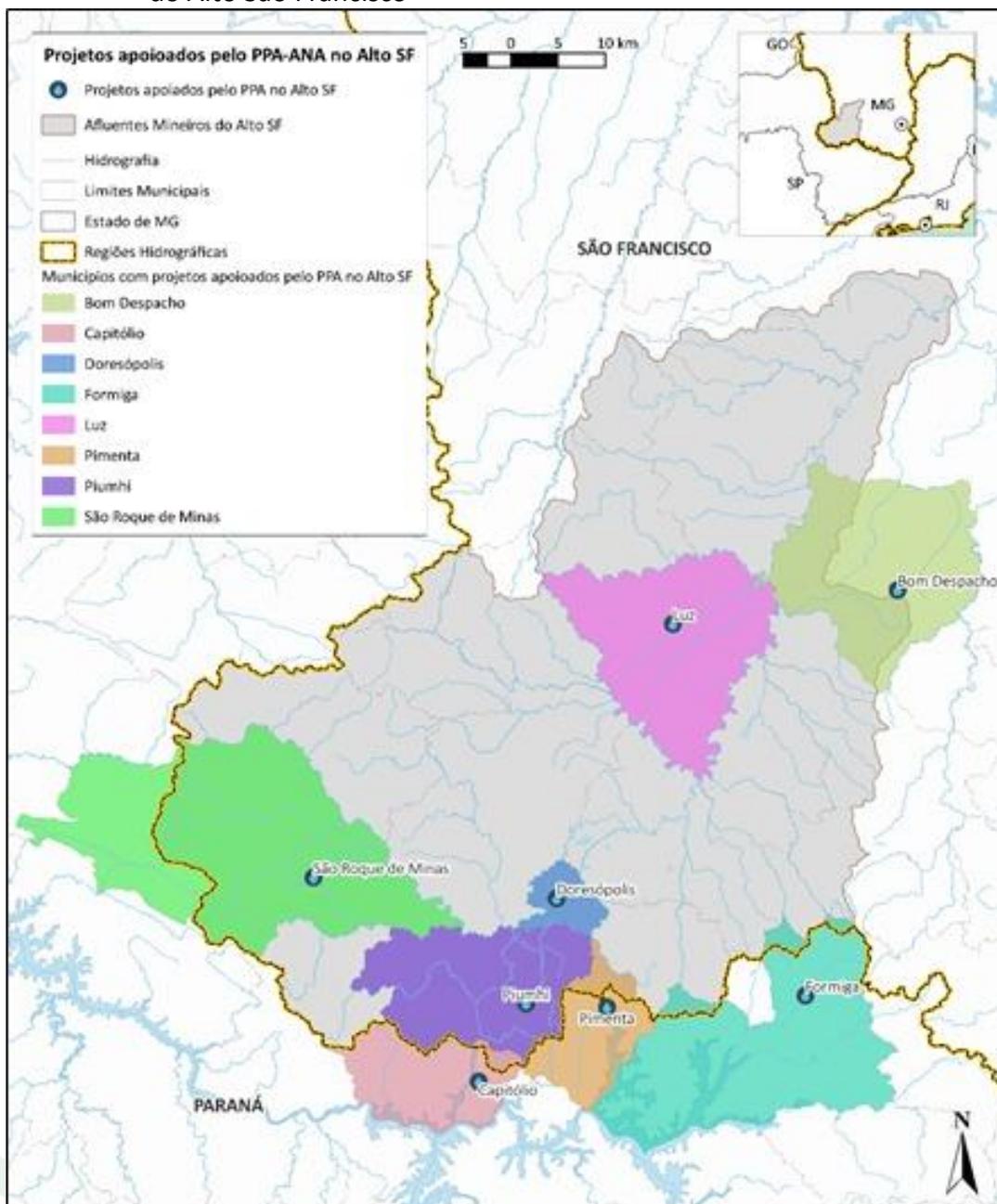
Ações executadas no âmbito do Projeto Guardião dos Igarapés: 1. situação da estrada rural antes da adequação; 2. barragem com armazenamento da água da chuva; 3. atividade de monitoramento com a medição de vazão; e 4. área de plantio e cercamento.



Atuação do Programa Produtor de Água na Região do Alto São Francisco – Rede Nascentes do São Francisco

Até o momento, a ANA apoia ou já apoiou pouco mais de 80 iniciativas que tratam da conservação de água e solo no país, sendo que 60 delas por meio do Programa Produtor de Água. Desses projetos, 25 se encontram em Minas Gerais, havendo uma concentração de projetos na Região da Bacia dos Afluentes do Alto São Francisco - SF1 (MAPA 4).

Mapa 4 – Projetos apoiados pelo Programa Produtor de Água da ANA na Região do Alto São Francisco



Fonte: Coordenação de Conservação de Água e Solo SIP/ANA (2021)

Os pioneiros foram os projetos do Córrego da Mina no município de Pains e do Córrego da Velha em Luz, que tinham como objetivo implantar ações de conservação de água e solo nas áreas onde estão localizados os principais mananciais de abastecimento dos municípios. Ambos os projetos receberam apoio financeiro da ANA em 2011.

A partir destes, em 2014, a ANA passou a apoiar outros cinco projetos, nos municípios de Bom Despacho, Carmo do Cajuru, Doresópolis, Luz e Sete Lagoas, sendo que o diferencial entre os projetos de 2011 e 2014 foi a inserção da gestão através da participação de parceiros e a previsão de pagamento por serviços ambientais aos produtores que aceitassem fazer parte do projeto.

Estes cinco projetos por sua vez levaram a uma mobilização regional que resultou em novos apoios por parte da ANA, em 2017, a outros cinco projetos, localizados nos municípios de Capitólio, Igarapé, Nova Serrana, Piumhi e São Joaquim de Bicas. Em 2020 o município de São Roque de Minas também foi contemplado.

Nos municípios de Formiga e Pimenta, cujos territórios estão parcialmente dentro da Bacia do Alto Rio São Francisco, existem projetos do PPA, mas que estão situados em mananciais pertencentes à Bacia do Rio Grande. Também em Passos e Tapira, localizados nas proximidades, mas fora da Bacia do Rio São Francisco, a partir de 2017, estão sendo apoiados projetos seguindo os moldes do PPA e que foram construídos a partir da mesma mobilização regional ocasionada pelos projetos iniciados em 2014.

Dos doze projetos atualmente recebendo apoio e localizados na bacia do rio São Francisco em Minas Gerais, seis estão localizados na área de atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto São Francisco CBH-SF1, que vem demonstrando interesse em ampliar a presença de projetos do PPA para os demais municípios nos quais atua.

O projeto de Pains foi o pioneiro na região tendo sido executado a partir de 2011 com encerramento em 2013 e conduzido pela Prefeitura e o Serviço de Abastecimento e Saneamento Municipal. A partir de 2014 os outros projetos foram sendo implantados na região e, nestes, a gestão é feita por meio das Unidades de Gestão do Projeto (UGPs) que congregam representantes de parceiros públicos e privados que são os que tomam as decisões sobre o projeto. Nessa instância todos os parceiros têm a mesma possibilidade de opinar e de colaborar para o bom andamento do projeto e este modelo de gestão tem se mostrado como um fator de ampliação e de divulgação, como demonstra a existência de todos estes projetos situados em uma mesma região, com vários parceiros em comum.

Diante dessa concentração de projetos numa mesma região, da metodologia do Programa Produtor de Água já ser conhecida localmente, por ser uma região emblemática por abrigar a nascente histórica e geográfica do Rio São Francisco e que problemas comuns ocorrem num mesmo território (Bacia do SF1), foi proposta a criação da Rede Nascentes do São Francisco.

A criação dessa Rede tem a finalidade de aliar interesses, buscar a resolução de problemas, ampliar o raio de alcance de ações, bem como divulgar experiências. Com a criação da Rede se espera:

- Fortalecer os projetos existentes;
- Envolver, de forma gradativa, os demais municípios inseridos na bacia, criando arranjos e consequente apoio a novos projetos;
- Aliar interesses da bacia;
- Resolver os problemas com enfoque nos recursos hídricos.

No momento, já existe uma série de parceiros que atuam nessa região, sendo que em alguns casos os parceiros se repetem nos diferentes projetos.

Dentre as vantagens de se trabalhar em Rede, pode se destacar a otimização dos recursos (financeiros, econômicos e humanos); compartilhamento das experiências exitosas, servindo de modelo para outras ações; aumento da capacidade de mobilização, uma vez que ações como essa reverberam de forma mais eficiente na região; maior visibilidade, onde a divulgação das ações realizadas alcançará toda a bacia.

Há de se destacar que, nesse caso da Rede, o apoio da ANA não será mais voltado a apenas um projeto ou município, mas sim a um conjunto de municípios na mesma bacia e, dessa forma, se espera o envolvimento do CBH e de outros atores relevantes na região.

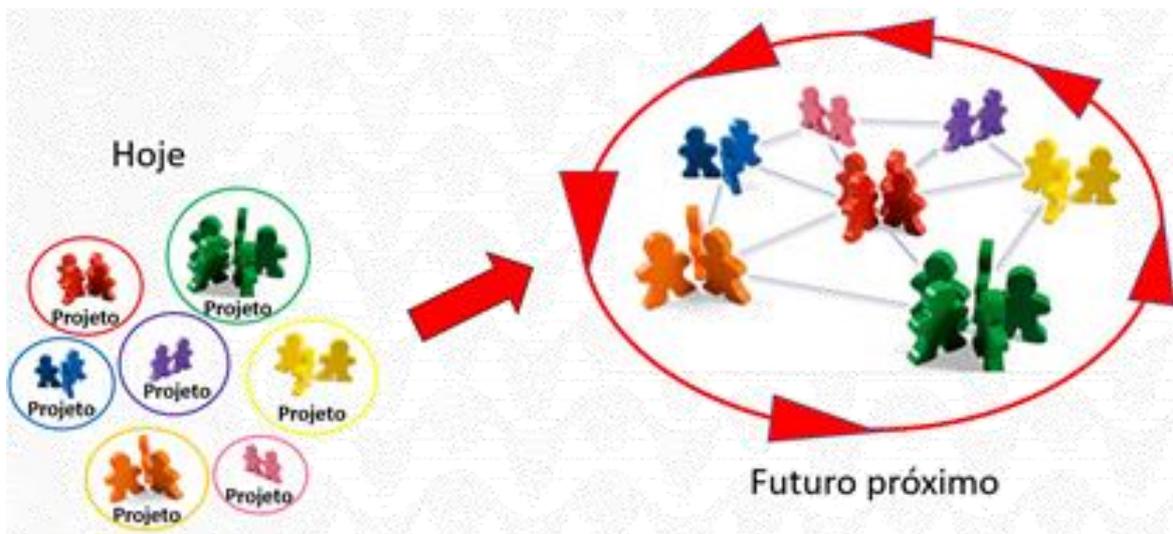
A área da Bacia do Alto São Francisco está sendo indicada como potencial para receber um piloto deste novo modelo, uma vez que na região, a ANA conta com seis projetos em andamento, um concluído e cinco demandas identificadas. Todos estes projetos apresentam resultados capazes de potencializar as ações de mobilização e adesão de parceiros, estão na mesma bacia e contam com vários parceiros comuns.

A partir do entendimento de que determinados objetivos não podem ser plenamente alcançados se forem buscados de forma isolada e que é importante conciliar os recursos disponíveis de diferentes organizações, como, por exemplo, informações, conhecimento, recursos materiais, financeiros e até mesmo o corpo técnico, e diante da existência de experiências bem sucedidas em parte da bacia, por meio de projetos que estão em diferentes estágios de execução e com potencial de expansão, a criação da Rede Nascentes do São Francisco, possibilitará integrar, de diversas formas, os atores e instituições atuantes na bacia.

A área de abrangência seriam os municípios de Abaeté, Arcos, Bambuí, Bom Despacho, Campos Altos, Capitólio, Córrego Danta, Córrego Fundo, Dolores do Indaiá, Doloresópolis, Estrela do Indaiá, Formiga, Iguatama, Japaraíba, Lagoa da Prata, Luz, Martinho Campos, Medeiros, Moema, Pains, Pimenta, Piumhi, Pratinha, Quartel Geral, Santo Antônio do Monte, São Roque de Minas, Serra da Saudade, Tapira e Vargem Bonita.

Como produto dessa Rede, além do fortalecimento dos arranjos existentes, espera-se a criação de novos arranjos em outros pontos da bacia e a elaboração de um banco de projetos, com a identificação de potenciais parceiros, com suas atribuições, responsabilidades e competências definidas, o que facilitará a captação e alocação de recursos para novas iniciativas ou ampliação daquelas já em curso.

Figura 1 – Atuação em rede, visões e objetivos comuns com a integração de esforços e recursos e compartilhamento de experiências e informações



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Perspectivas do Programa Produtor de Água em Minas Gerais

O estado de Minas Gerais devido às suas características (área, localização, relevo, hidrografia, dentre outras) tem grande relevância no contexto da gestão dos recursos hídricos. A partir de seu território nascem grandes rios de importância nacional, tais como o Rio Paranaíba, Rio Grande e, com destaque, o Rio São Francisco.

Nesse sentido, toda e qualquer iniciativa relacionada à conservação e preservação dos recursos hídricos no estado é bem-vinda, uma vez que os impactos extrapolam os limites de seu território que, de forma análoga ao Programa Produtor de Água, os benefícios vão além dos limites das cercas das propriedades e do divisor de água das bacias hidrográficas.

Uma outra característica do estado de Minas Gerais, agora levando em consideração o Programa Produtor de Água, foi a aceitação pelos parceiros, em especial os produtores rurais, que viram no Programa uma forma de se beneficiar e também contribuir para a conservação dos recursos hídricos.

Diante de algumas estratégias que estão sendo desenvolvidas pela ANA, espera-se que em breve haja um aumento do número de projetos no estado de Minas.

A partir do Plano Nacional de Segurança Hídrica, por exemplo, vislumbra-se o desenvolvimento de estudos de alternativas para o aproveitamento dos recursos hídricos em sub-bacias hidrográficas com baixo grau de segurança hídrica nas Bacias dos Rios Paranaíba, Grande, Verde Grande, São Francisco, Pardo e Jequitinhonha. Embora estes estudos tenham foco na infraestrutura cinza, o aproveitamento de futuros mananciais deverá considerar também ações como o Programa Produtor de Água.

De maneira mais específica, merecem destaque dois movimentos que estão sendo desenvolvidos para ampliação do Programa no estado: a Rede Nascentes do São Francisco, descrita acima, e a celebração de um Acordo de Cooperação Técnica com órgãos estaduais para integrar a estratégia de atuação do Programa Produtor de Água no estado de Minas Gerais ao Plano Mineiro de Segurança Hídrica, que se encontra em elaboração.

Devido à sua natureza e característica, a ANA não possui unidades descentralizadas pelo país, sendo que sua sede fica localizada no Distrito Federal. Esse fato dificulta sua atuação presencial nos projetos apoiados. Por outro lado, devido à proximidade e grande capilaridade que órgãos estaduais tais como Igam, IEF, Emater possuem, tanto pela localização de sua sede, quanto por meio de seus escritórios regionais, entende-se que a proximidade que esses órgãos possuem é um facilitador na condução de projetos.

Além disso, o apoio do estado, por meio de seus órgãos e empresas é extremamente relevante para o sucesso e boa execução de qualquer projeto.

Neste contexto, está sendo estruturado o Acordo de Cooperação Técnica onde os partícipes atuarão de forma planejada e integrada, definindo claramente os papéis e responsabilidades visando a implementação do Programa Produtor de Água no estado.

Por meio desse Acordo será possível estabelecer uma proposta de atuação conjunta em consonância com as diretrizes do Programa Produtor de Água e com o Plano Mineiro de Segurança Hídrica, onde cada partícipe desenvolverá atividades relacionadas à sua finalidade, onde, assim, seus esforços serão potencializados visando contribuir com a segurança hídrica em Minas Gerais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a experiência do Programa Produtor de Água, a ANA tem contribuído diretamente com a revitalização de bacias desde o ano de 2005, quando apoiou e orientou o primeiro projeto local: o Conservador das Águas, em Extrema-MG. Seguiram-se os demais projetos e, na medida que se tornam autônomos e são reconhecidos, induzem novos projetos e motivam a adoção de boas práticas de conservação de água e solo nos territórios em seu entorno.

O Programa Produtor de Água foi considerado de vanguarda à época, pois eram pontuais as iniciativas que adotavam pequenas bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão.

Ao mesmo tempo, inovador ao induzir projetos locais a utilizarem o pagamento por serviços ambientais como mecanismo de valorização e reconhecimento do principal parceiro na conservação de recursos hídricos e ambiental, o produtor rural. Sua abordagem e proposta metodológica vem sendo continuamente aperfeiçoada, ampliando a rede de parceiros e recebendo apoio e contribuições técnicas de diversas instituições e pesquisadores.

A indução à organização de projetos locais com foco na conservação dos recursos hídricos no meio rural é, portanto, a forma como o Programa Produtor de Água atua para contribuir com a segurança hídrica. Seus projetos, hoje espalhados por diversas regiões do Brasil, visam induzir novos conceitos de organização, integração institucional, aplicação de práticas conservacionistas em áreas rurais e remuneração por serviços ambientais prestados. Sua metodologia e abordagem, considerando as especificidades locais e regionais, são passíveis de serem adaptadas e implementadas em todas as regiões do Brasil e respectivas bacias hidrográficas.

Com a edição da Lei nº 14.119/2021, que instituiu a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais, as receitas oriundas da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de que trata a PNRH poderão ser destinadas à ações de pagamento por serviços ambientais que promovam a conservação e a melhoria da quantidade e da qualidade de água, devendo ser aplicadas conforme decisão dos comitês de bacias hidrográficas (BRASIL, 2021). Este dispositivo abre uma oportunidade para a ampliação da estratégia de atuação do Programa Produtor de Água, com a possibilidade de ganho de escala e alcance de suas ações e maior integração com os comitês de bacias e órgãos gestores estaduais, que são atores essenciais nesse processo.

As experiências e o diagnóstico compartilhados neste capítulo apontam para o fortalecimento e contínuo aperfeiçoamento do Programa Produtor de Água. Espera-se, portanto, a expansão e continuidade dos projetos em andamento no Brasil e em Minas Gerais, contribuindo, assim, com o aumento da resiliência destas bacias hidrográficas frente aos eventos hidrológicos críticos e, dessa forma, com a segurança hídrica em nosso país.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. 2019. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

BRASIL. **Lei n. 9.433/97, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm . Acesso em: 12 ago. 2021.

BRASIL. **Lei 14.119, de 13 de janeiro de 2021.** Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nos 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Acesso em: 12 ago. 2021.

CHAVES, H. M.L. *et al.* Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do Programa do Produtor de Água (ANA): I. Teoria. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 05-14, 2004.

EXTREMA (MG). **Lei Municipal nº 2.100, de 21 de dezembro de 2005.** Cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/legislacoes/extrema-lei-2100-05.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

EXTREMA (MG). **Lei Municipal nº 2.482, de 13 de fevereiro de 2009.** Institui o Fundo Municipal para Pagamentos por Serviços Ambientais e dá outras providências. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/legislacoes/extrema-lei-2482-09.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2021.

EXTREMA (MG). **Decreto Nº 2.409, 29 de dezembro de 2010.** Regulamenta a Lei 2100/2005 que cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências. Acesso em: 12 ago. 2021.

EXTREMA (MG). **Lei Municipal nº 3.829, de 29 de agosto de 2018.** Instituiu a política de combate às mudanças climáticas do município de Extrema, Estado de Minas Gerais. Disponível em: <https://www.extrema.mg.gov.br/imprensaoficial/wp-content/uploads/2019/01/Lei-3.829.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2021.

HONDA, E. A.; DURIGAN, G. A. restauração de ecossistemas e a produção de água. **Hoehnea**, São Paulo, v. 44, p. 315-327, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/94FLKd8kSgdzCHNpVsJfMJQ/?format=html>. Acesso em: 12 ago. 2021.

IGARAPÉ (MG). **Lei Municipal nº 1.306, de 16 de maio de 2003.** Dispõe sobre a implantação de Área de Proteção Ambiental no município de Igarapé. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/i/igarape/lei-ordinaria/2003/130/1306/lei-ordinaria-n-1306-2003-dispoe-sobre-a-implantacao-de-area-de-protecao-ambiental-no-municipio-de-igarape>. Acesso em: 12 ago. 2021.

IGARAPÉ (MG). **Lei Municipal nº 1.672, de 14 de outubro de 2014.** Cria o projeto guardião dos igarapés, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/mg/i/igarape/lei-ordinaria/2014/167/1672/lei-ordinaria-n-1672-2014-cria-o-projeto-guardiao-dos-igarapes-autoriza-o-executivo-a-prestar-apoio-financeiro-aos-proprietarios-rurais-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 23 ago. 2021.

IGARAPÉ (MG). **Decreto Municipal 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 dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/mg/i/igarape/decreto/2015/185/1849/decreto-n-1849-2015-regulamenta-a-lei-n-1672-2014-que-cria-o-projeto-guardiao-dos-igarapes-autoriza-o-executivo-a-prestar-apoio-financeiro-aos-proprietarios-rurais-e-da-outras-providencias?r=p>. Acesso em: 23 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Conheça cidades e estados do Brasil**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/extrema.html> Acesso em: 23 ago. 2021.

PEREIRA, P. H. **Conservador de Águas 12 anos**. 2017. Disponível em: <https://extrema.mg.gov.br/conservadordasaguas/wp-content/uploads/2019/10/CONSERVADOR-DAS-%C3%81GUAS-LIVRO-12-ANOS.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Green infrastructure guide for water management: ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects**. 2014. Job number: DEP/1827/NA. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9291/-Green%20infrastructure%3a%20guide%20for%20water%20management%20%20-2014unep-dhigroup-green-infrastructure-guide-en.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 12 ago. 2021.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP). **The United Nations World Water Development Report 2018: nature-based solutions for water**. Paris: UNESCO, 2018.

PARTE 3

PLANEJAMENTO E ÁREAS PRIORITÁRIAS



ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA REVITALIZAÇÃO DE BACIAS EM MINAS GERAIS: diretrizes e proposição de metodologia para sua definição

Fabrcio Lisboa Vieira Machado¹

Felipe Silva Marcondes²

Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes³

Ivone de Sousa Nascentes Morgado⁴

Leandro Carmo Guimarães⁵

Lucas de Melo Carvalho⁶

Nádia Antônia Pinheiro Santos⁷

INTRODUÇÃO

A maior recorrência de eventos extremos, resultante da variabilidade natural do clima somada à ação humana, tem provocado reflexos na sociedade, tanto no âmbito social quanto no econômico.

Em relação ao desenvolvimento das atividades econômicas, os impactos antropogênicos sobre os sistemas naturais repercutem em múltiplos setores e dimensões, com reflexos, especialmente, no abastecimento de água e na produção de alimentos e energia.

Esse cenário tem impulsionado a busca pela segurança hídrica, conceito que

dialoga diretamente com a governança da água. Nessa abordagem a segurança hídrica é vista como um objetivo a ser alcançado pela implantação de planos, ações e intervenções, estruturados a partir do balanço hídrico, da disponibilidade hídrica e da infraestrutura hídrica implantada.

Com base na identificação da localização do recurso hídrico, ou seja, em sua espacialização, pode-se direcionar ações seguras e investimentos em gestão do uso da terra, infraestrutura construída, armazenamento e distribuição da água (EMPINOTTI, 2020).

¹ Geógrafo. Mestre em Geografia e Análise Ambiental. Doutorando em Geografia Aplicada e Geotecnologias pela Universidade Federal de Minas Gerais.

² Estatístico. Mestrando em Sustentabilidade e Tecnologias Ambientais. Pós-graduado em Gestão Pública. Analista Ambiental do Igam.

³ Geógrafo. Mestre em Gestão de Recursos Hídricos. Gestor Ambiental do Igam.

⁴ Engenheira Florestal. Mestre em Solos. Analista Ambiental do Igam.

⁵ Biólogo. Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Biodiversidade. Gerente de Conservação e Restauração de Fauna Aquática do IEF.

⁶ Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Estagiário do Igam.

⁷ Geógrafa. Mestre em Geografia e Análise Ambiental. Gestora Ambiental do Igam.

A segurança hídrica pode ser entendida também como um processo, que considera a água desde a origem (rio) até o consumidor final, envolvendo fluxo de poder, agendas de governo e definição de prioridades de uso que reduzam a desigualdade da distribuição da água. Nesse sentido, devem-se considerar as condições dos ecossistemas, a qualidade e quantidade de água, os reservatórios e também o modelo de desenvolvimento. Em síntese, o ciclo hidrossocial é produto da materialidade da água, tecnologia e infraestrutura hídrica e das estruturas sociais e de poder (EMPINOTTI, 2020).

Reforça-se que a promoção da segurança hídrica envolve múltiplas escalas, com cooperação e acordos entre os entes federativos, destacando o papel municipal na construção do espaço e das relações nele estabelecidas. Pode, ainda, exercer a função de mediadora de conflitos, uma vez que a falta do recurso hídrico e/ou sua degradação afetam especialmente setores mais vulneráveis da sociedade. Desta forma, resguarda os usos múltiplos e garante uma distribuição mais justa.

Nessa conjuntura, o tema segurança hídrica tem protagonizado os debates em diferentes cenários (mundial, nacional e estadual) e esferas (pública e privada).

No estado, como abordado anteriormente, a publicação “Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais 2020” discute o tema sob a perspectiva das quatro dimensões apresentadas no Plano Nacional de Segurança Hídrica: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência, avaliando a situação do estado em relação aos aspectos quali-quantitativos da água (IGAM, 2020).

O documento também apresentou o Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais - Somos Todos Água e umas das suas metas, o Plano Mineiro de Segurança Hídrica, em elaboração, cujo objetivo é promover a segurança hídrica de Minas Gerais mediante ações de revitalização de bacias.

O Programa tem como uma de suas estratégias a definição de áreas prioritárias que apresentem maior relevância, capacidade de resposta, benefícios à sociedade e aproveitamento dos investimentos realizados para alcançar os objetivos propostos (IGAM, 2020). O grande desafio do processo de priorização, portanto, é estabelecer requisitos mínimos capazes de traduzir determinado problema.

Segundo Morais, Cavalcante e Almeida (2010), para a identificação das áreas prioritárias é primordial considerar “as várias dimensões do problema”, em seus “aspectos de diferentes natureza e impactos”, observando, para isso, os requisitos essenciais para essa tomada de decisão.

Nessa linha de raciocínio, Melo (2016) discute os estressores que determinam maiores riscos quali-quantitativos para o abastecimento de água bruta, como eventos hidrológicos extremos, pressão sobre as condições ambientais, demanda e poluentes ordinários e acidentais.

Partindo da premissa de que a revitalização de bacias envolve conservação e recuperação de áreas e processos ecológicos fornecedores de água bruta, uso consciente da água e infraestrutura hídrica e sanitária necessárias a seu aproveitamento sustentável, foram definidos, no âmbito

do Programa Somos Todos Água, três eixos de atuação:

- Conservação, restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos;
- Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos e;
- Saneamento, controle da poluição e obras hídricas.

É nesse contexto que este artigo tem como objetivo discutir modelos e diretrizes metodológicas para seleção das áreas prioritárias direcionadas à revitalização de bacias e promoção da segurança hídrica, tendo como referência os eixos temáticos propostos neste Programa.

Assim, os conteúdos dissertados adiante buscam trazer à luz e superar as incertezas que ainda orbitam o tema, a partir do conhecimento mais atual e tecnicamente consagrado disponível sobre o assunto.



EXPERIÊNCIAS DE PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

Zoneamento Ecológico Econômico

Dentre os aprendizados mais relevantes em que se utilizaram técnicas de priorização de áreas no estado, é capital citar o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), mais precisamente, a utilização de critérios técnicos para a conservação dos recursos hídricos.

Em Minas Gerais, numa abordagem metodológica e pragmática, suas diretrizes articulam duas categorias conceituais abrangentes e distintas, a ecológica e a econômica, a partir de diagnósticos específicos que procuram identificar a Vulnerabilidade Natural e a Potencialidade Social de municípios e microrregiões fazendo do ZEE um produto da integração da potencialidade social, que indica a possibilidade de gerar desenvolvimento econômico, com a vulnerabilidade natural indicando a fragilidade de um ecossistema.

Todos esses arranjos técnicos se traduziram especialmente em inúmeras cartas delimitando as áreas institucionais, combinadas à associação entre potencialidade social e vulnerabilidade natural, gerando Índice Ecológico-Econômico (IEE) e suas respectivas zonas, apresentadas no Mapa 1, sendo essa composição a essência da definição de áreas prioritárias.

Para melhor compreensão do Mapa, as seis zonas estão caracterizadas a seguir:

Zona Ecológico-Econômica 1: locais menos vulneráveis ambientalmente, empreendedores com melhores condições para implantar ações preventivas e mitigadoras de impactos.

Zona Ecológico-Econômica 2: locais mais vulneráveis ambientalmente, e os empreendedores devem procurar estabelecer maior gama de ações preventivas e mitigadoras de impactos.

Zona Ecológico-Econômica 3: áreas de potencial social intermediário e baixa vulnerabilidade natural que demandam ações que incentivem o desenvolvimento

Zona Ecológico-Econômica 4: áreas de baixo potencial social e baixa vulnerabilidade natural, dependentes de assistência direta e constante do governo do estado ou do governo federal em áreas básicas de desenvolvimento.

Zona Ecológico-Econômica 5: áreas de potencial social intermediário e alta vulnerabilidade natural que demandam ações que incentivem o desenvolvimento

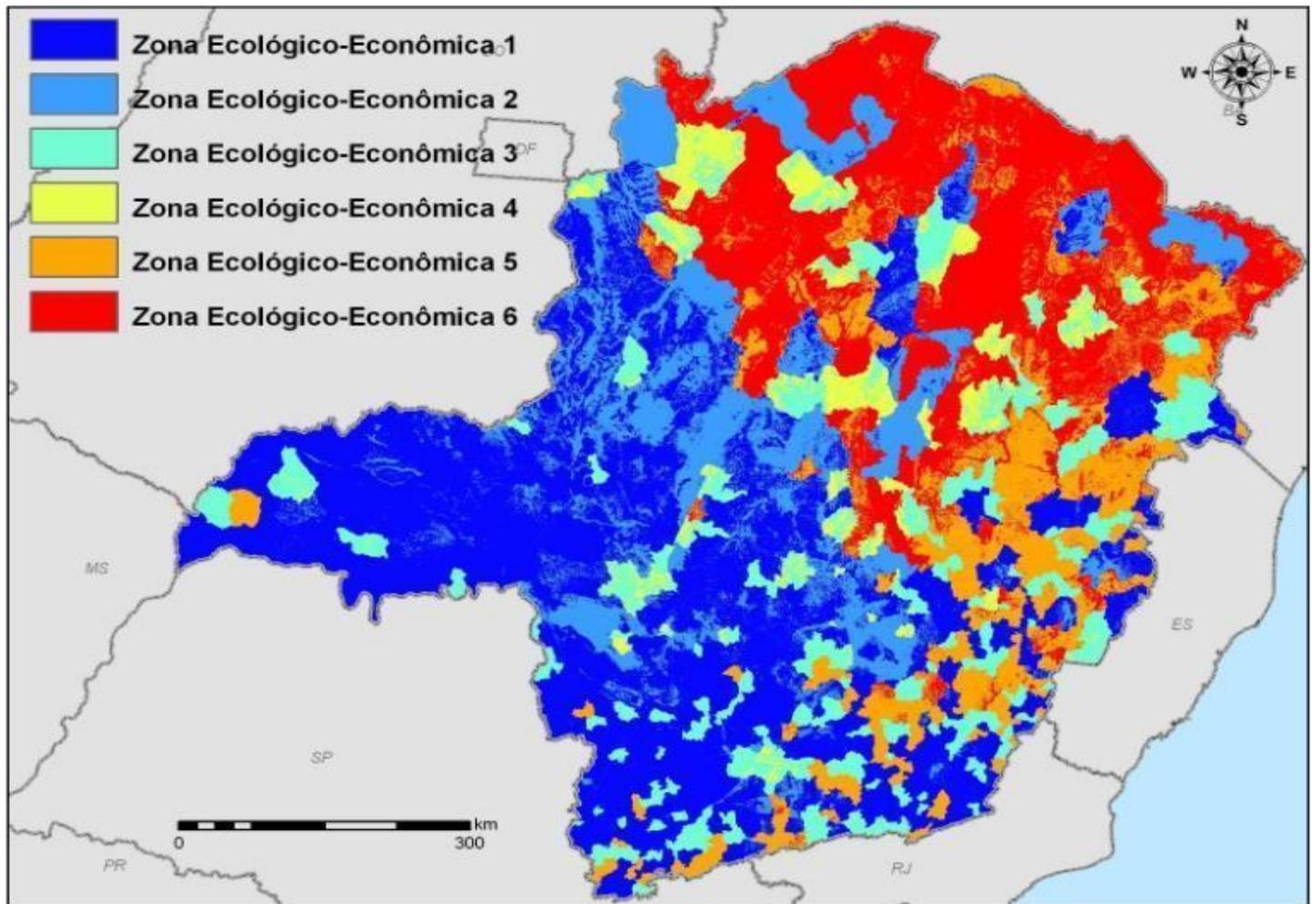
Zona Ecológico-Econômica 6: áreas de baixo potencial social e alta vulnerabilidade natural, dependentes de assistência direta e constante do governo do estado ou do governo federal em áreas básicas de desenvolvimento.

Já para a priorização de áreas considerando os recursos hídricos utilizou-se a carta de Vulnerabilidade Natural, elaborada a partir de componentes bióticos, abióticos, e principalmente, o componente recursos hídricos, assumida como o reverso da sua disponibilidade natural.

SAIBA MAIS



Mapa 1 – Índice Ecológico-Econômico – IEE

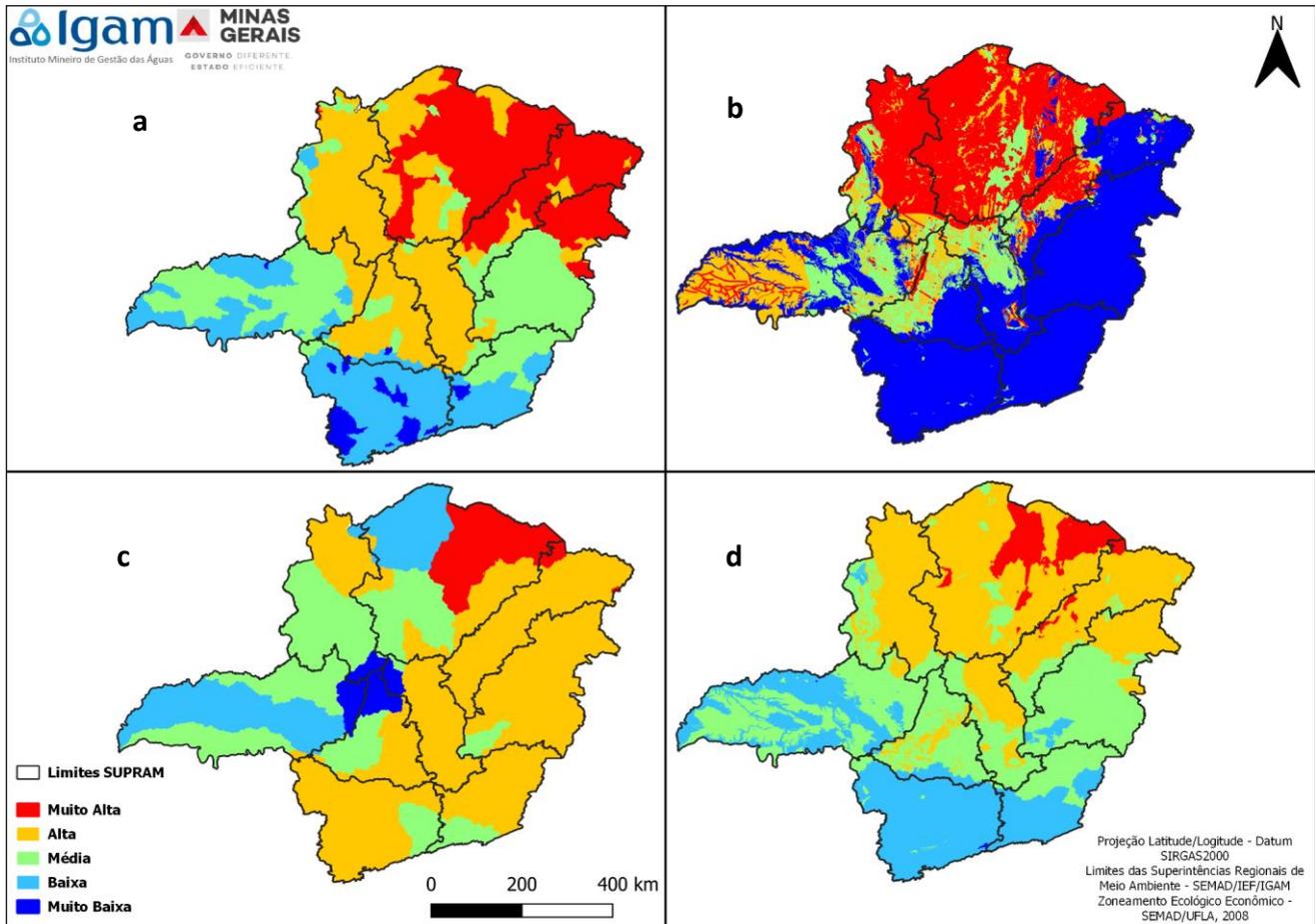


Fonte: SCOLFARO *et al.* (2008a)

Na caracterização da disponibilidade natural hídrica foi adotada a vazão de referência para outorga do direito de uso da água superficial, para captações a fio d'água, com o objetivo de caracterizar a disponibilidade natural da água superficial. Já para a água subterrânea, o critério baseia-se na lâmina de reposição da reserva renovável dos aquíferos, cuja conceituação ainda não é bem acordada no contexto de sua gestão. Outra abordagem importante diz respeito à potencialidade de contaminação dos aquíferos, que integra a vulnerabilidade

natural dos recursos hídricos, elencando, de forma qualitativa, as principais características hidrogeológicas direta ou indiretamente associadas à contaminação. Tais critérios de priorização são apresentados na coleção de mapas de vulnerabilidade natural (MAPA 2) associados à disponibilidade natural de água superficial, potencialidade de contaminação da água subterrânea, disponibilidade natural de água subterrânea, e vulnerabilidade natural dos recursos hídricos.

Mapa 2 – Cartas de Vulnerabilidade natural dos recursos hídricos para o Estado de Minas Gerais



Fonte: SCOLFORO *et al.* (2008b)

Nota: (a) disponibilidade natural de água superficial; (b) potencialidade de contaminação da água subterrânea; (c) disponibilidade natural de água subterrânea; e (d) vulnerabilidade natural dos recursos hídricos

Considerando o momento atual da gestão de recursos hídricos em Minas Gerais, a aquisição de conhecimento a partir da priorização de áreas no ZEE/MG demonstra um grande potencial de aplicação, principalmente naqueles associados à água. Entretanto, um dos maiores aprendizados é que, por se tratar de uma composição complexa de informações socioeconômicas e principalmente ambientais, em sua maioria passíveis de atualização contínua e de alto custo ao poder público, há grande risco de descontinuidade de seu uso e atualização.

Acrescentam-se a essa situação os diferentes interesses dos diversos atores sociais envolvidos na gestão e uso sustentável dos recursos hídricos, o que torna qualquer tipo de priorização incorporada a políticas públicas motivo de questionamentos e cria a necessidade de um arranjo institucional que inclua ampla e permanente discussão entre setores, mantendo sempre a sociedade, o meio ambiente e os recursos hídricos como os maiores beneficiados.

Projeto Áreas Prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e dos Ecossistemas de Minas Gerais

A ampla extensão territorial do estado, a complexidade de suas paisagens naturais e antropizadas e a riqueza da biodiversidade oferecem grande desafio à conservação, recuperação e uso sustentável de seus recursos naturais. A gestão e proteção efetivas são, ainda, limitadas por custos financeiros, pela capacidade operacional dos órgãos públicos e pela expansão espacial das atividades econômicas. Tal quadro torna crítico direcionar a alocação de recursos escassos às áreas de maior relevância ecológica e em que os investimentos apresentam as melhores chances de sucesso, de modo a se maximizar o retorno em qualidade ambiental e bem-estar social. Com esse fim, o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), sob a coordenação do Instituto Estadual de Florestas (IEF),

desenvolveu o Projeto Áreas Prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e dos Ecossistemas de Minas Gerais (PSCRMG). Ele integra o Programa Somos Todos Água, coordenado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), compondo seu eixo temático relativo à conservação e restauração da biodiversidade e dos bens e serviços ecossistêmicos relacionados à água, incluindo proteção de mananciais de abastecimento público altamente demandados, ecossistemas aquáticos e recursos pesqueiros, infraestrutura verde e restauração de áreas e adaptação aos efeitos da crise climática.

A metodologia empregada seguiu os princípios do Planejamento Sistemático da Conservação (PSC), método que identifica as áreas de maior relevância ecológica, maiores chances de sucesso de conservação e menor conflito com as atividades econômicas (MARGULES PRESSEY, 2000; LOYOLA LEWINSOHN, 2009).

ETAPAS DO PSCRMG

- (i) partição do território sob análise (Minas Gerais) em unidades indivisíveis, Unidades de Planejamento (UP) de cerca de 2300 ha, que são priorizadas ou não;
- (ii) seleção e mapeamento de alvos de conservação, que representam os aspectos do ambiente que devem ser conservados, como áreas de ocorrência de espécies ameaçadas ou áreas de drenagem de mananciais sob alta demanda para abastecimento público;
- (iii) estipulação de metas de conservação, ou seja, das extensões de área que devem ser conservadas, restauradas ou especialmente geridas para a persistência de cada alvo e manutenção de suas funções ecológicas ao longo do tempo;
- (iv) mapeamento da conectividade, representando as feições da estrutura de paisagem, aquática e terrestre, que influenciam as chances de persistência dos alvos;
- (v) identificação, ponderação e mapeamento de custos de conservação, representando as dificuldades e oportunidades para a implantação de políticas de conservação efetivas e os conflitos com outros usos da terra e da água, como as atividades econômicas;

(vi) integração analítica das variáveis anteriores em uma solução ótima que melhor equilibre os objetivos de: a) garantia da persistência dos alvos pelo cumprimento de suas metas de conservação e pela conexão espacial das áreas prioritárias; e b) otimização das chances de sucesso da conservação e minimização de conflitos com atividades econômicas pela seleção de UP de menor número e custo possível;

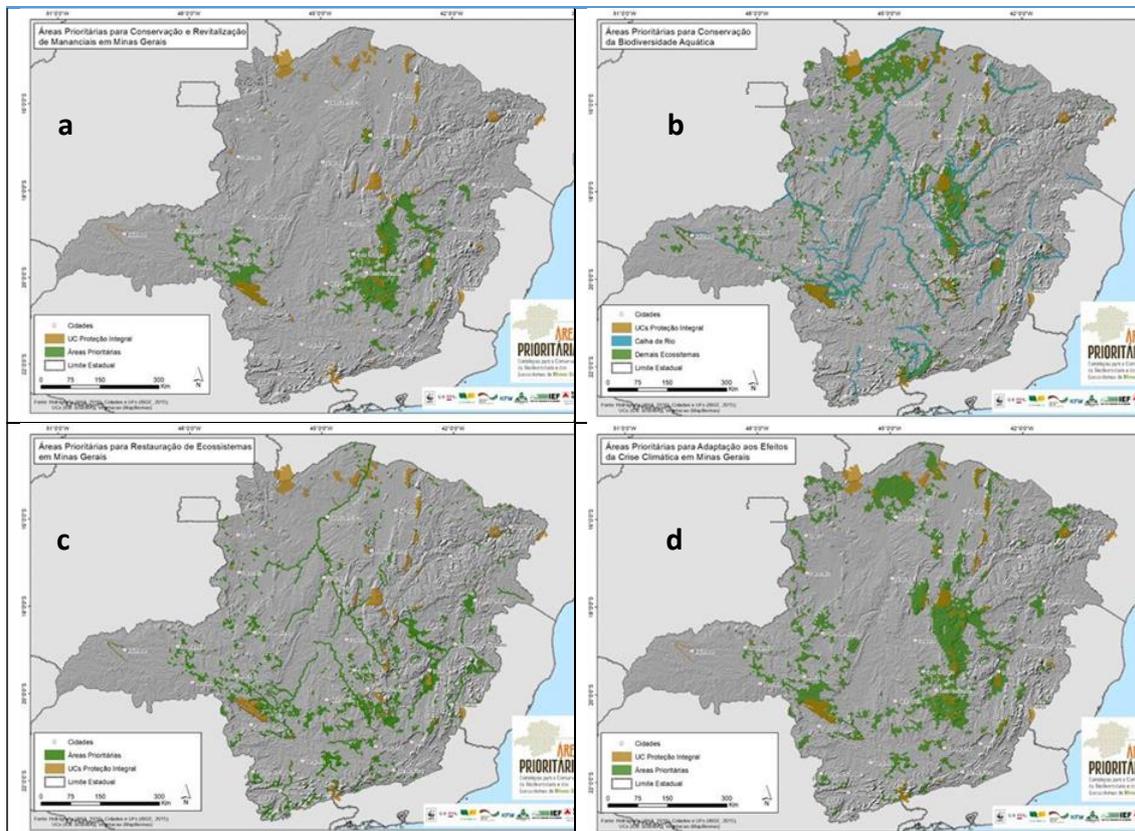
(vii) ranking das áreas prioritárias em quatro classes a partir do cruzamento de seus atributos de insubstituibilidade, o quão única a área é, e vulnerabilidades, o quão ameaçada por degradação iminente ela se encontra;

(viii) desdobramento das áreas prioritárias finais em mapas temáticos orientativos das diferentes políticas setoriais mais adequadas a sua gestão, pela análise de seus alvos, custos, estrutura de paisagem e outros qualificadores relevantes;

(ix) Elaboração de Plano de Ação Estratégico para a implantação de diferentes políticas setoriais nas áreas prioritárias.

Todas as etapas foram construídas a partir de amplos processos consultivos à comunidade científica, sociedade civil organizada, usuários econômicos dos recursos naturais e órgãos de governo, o que assegurou sua robustez técnica e legitimidade social. Seus produtos relativos aos recursos hídricos e seus usos múltiplos, tanto naturais quanto antrópicos já foram objeto de artigo na publicação “Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais: Segurança Hídrica” e encontram-se exemplificados no Mapa 3.

Mapa 3 – Produtos do PSCRMG relativos aos recursos hídricos e seus usos múltiplos



Fonte: IEF (2019)

Notas: a: Áreas prioritárias para conservação e revitalização de mananciais; b: Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade aquática; c: Áreas prioritárias para restauração de ecossistemas; d: Áreas prioritárias para adaptação aos efeitos da crise climática em Minas Gerais

A priorização de áreas para proteção de mananciais de abastecimento público altamente demandados empregou como alvos as áreas de drenagem a montante dos pontos de captação superficial que abastecem adensamentos populacionais com 200 mil habitantes ou mais.

Já a seleção de áreas prioritárias para a conservação de biodiversidade aquática e recursos pesqueiros considerou as áreas de distribuição e rotas de migração de espécies de interesse pesqueiro ou conservacionista, bem como a distribuição de habitats críticos para suas populações, como as planícies fluviais e fluviolacustres, lagoas marginais e suas Áreas de Preservação Permanente (APP), veredas e o pantanal do Rio Pandeiros.

A identificação de áreas prioritárias para a restauração da cobertura natural selecionou UP de alta relevância ecológica cuja vegetação se encontra na faixa que mais demanda e melhor responde a esforços de restauração (30-50%) e UP com alvos de excepcional relevância que demandam restauração pontual, sobretudo de APP.

Por fim, as áreas prioritárias para mitigação dos efeitos da crise climática selecionaram regiões de cabeceiras de bacias sujeitas a efeitos de estiagem (índice de cokrigagem) ou onde há municípios com alto Índice de Vulnerabilidade a Mudanças Climáticas (acima de 0,6) que também apresentassem alta relevância para recarga hídrica subterrânea ou para proteção de mananciais de abastecimento público sob alta demanda.

A relação entre as Áreas Prioritárias acima e o Programa Somos Todos Água será explorada de forma mais aprofundada no próximo capítulo desta publicação.

Índice de Segurança Hídrica

O Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNRH) é uma ferramenta de gestão integrada do território brasileiro, que tem como objetivo propor infraestrutura hídrica estratégica e com relevância regional para reduzir os riscos associados a eventos extremos de secas e cheias. O PNRH utilizou o Índice de Segurança Hídrica (ISH), síntese da sobreposição em condições de igualdade das quatro dimensões da segurança hídrica, para representar a áreas de insegurança hídrica no território nacional (ANA, 2019). Nessa abordagem, cada dimensão desempenha um papel específico, traduzido em indicadores (QUADRO 1) e nos seus respectivos pesos.

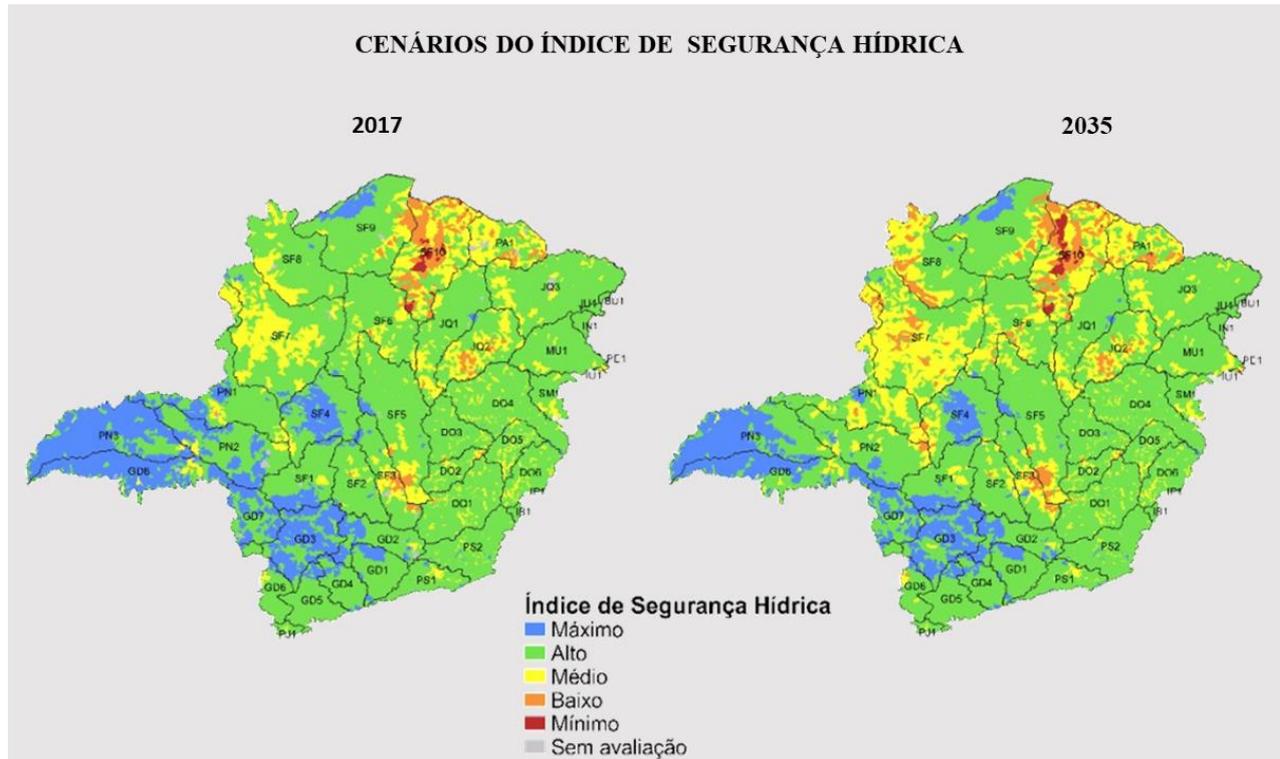
Quadro 1 — Indicadores que compõe o ISH

Indicadores do ISH	
Dimensão	Indicador
Humana	Garantia de água para abastecimento
	Cobertura da rede de abastecimento
Econômica	Garantia de água para Irrigação e Pecuária
	Garantia de água para atividade Industrial
Ecológica	Quantidade adequada de água para usos naturais
	Qualidade adequada de água para usos naturais
	Segurança de barragens de rejeito de mineração
Resiliência	Reservação artificial
	Reservação natural
	Potencial de armazenamento subterrâneo
	Variabilidade pluviométrica

Fonte: ANA, 2019

Esse índice, espacializado nas otobacias, de fácil compreensão pela sociedade, apresenta de forma objetiva a situação da segurança hídrica no Brasil. O Mapa 4 apresenta o ISH para o estado de Minas Gerais em dois cenários: 2017 e 2035. Os resultados são apresentados por Unidades Territoriais de Análise (UTA) - agrupamentos de bacias hidrográficas.

Mapa 4 — Cenário de segurança hídrica de Minas Gerais – 2017 e 2035



Fonte: Adaptado ANA (2020)

Em Minas Gerais, as áreas que apresentam menor grau de segurança hídrica estão localizadas, principalmente, em três regiões (ANA, 2019):

- Norte - semiárido mineiro, especialmente no médio Rio São Francisco, onde predominam cursos d'água intermitentes e há grande variabilidade pluviométrica. Esses aspectos interferem nos indicadores das dimensões ecossistêmica e de resiliência.
- Noroeste – região com grande incidência de áreas de conflito (onde a demanda supera a disponibilidade hídrica). As atividades econômicas de destaque são a agricultura irrigada e mineração. Nesse aspecto, os indicadores da dimensão econômica são os que refletem esse grau de insegurança.

- Região metropolitana de Belo Horizonte - resultado da poluição das águas devido ao lançamento dos esgotos domésticos sem tratamento adequado. Essa situação é refletida em todas as dimensões analisadas.

Esses cenários demonstram a importância de ações efetivas, sobretudo nas áreas descritas anteriormente, para mitigar os problemas já existentes.

Embora não tenha como objetivo direto, esse índice possibilita estabelecer prioridades de áreas e de intervenções estratégicas, sendo, portanto, um instrumento de tomada de decisão e de políticas públicas, que categoriza o território de acordo com sua vulnerabilidade e insegurança hídricas.

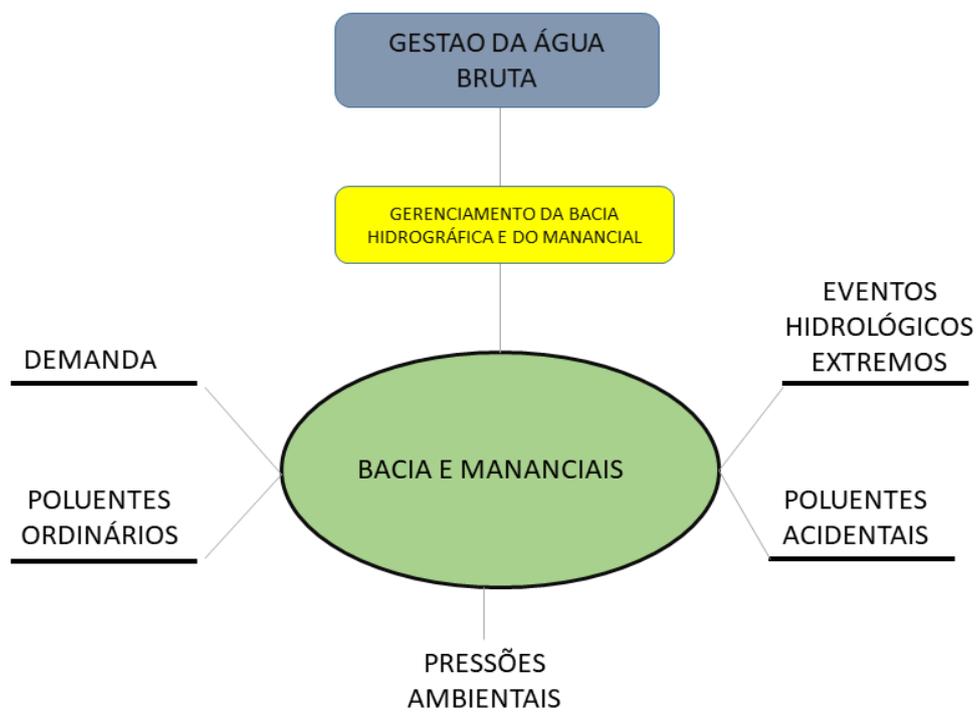
Segurança Hídrica para o abastecimento urbano de água

Especificamente no contexto da priorização em abastecimento, Melo (2016) discute, para as águas brutas destinadas ao fornecimento público em áreas urbanas, da Bacia do Rio das Velhas, um modelo analítico de aplicação desse conceito que produza resultados satisfatórios em termos quali-quantitativos, objetivando dar suporte a elaboração e aplicação de políticas públicas.

O modelo é fundamentado no conhecimento de estressores, seus efeitos, padrões de ocorrência, probabilidade e condições de detecção (FIGURA 1 e FIGURA 2).

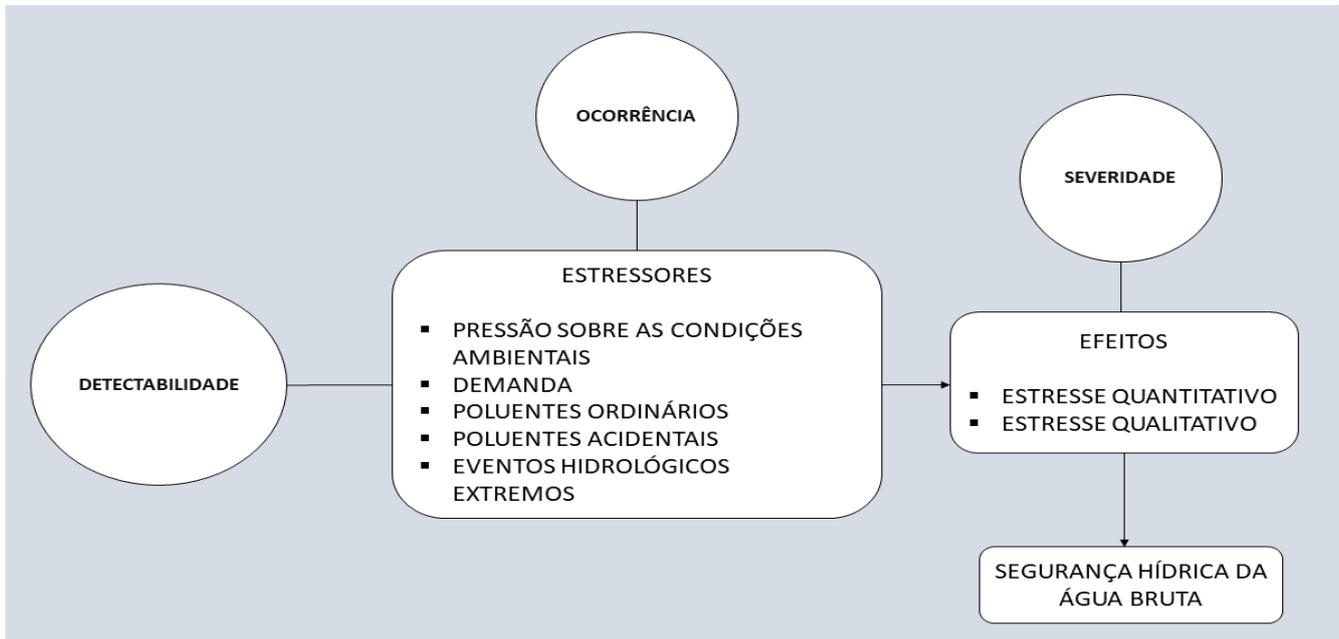
Na bacia hidrográfica, a exposição ao estressores determina os riscos de efeitos adversos, quantitativa e qualitativamente, ao abastecimento público. Segundo Melo (2016), os estressores sobre o fornecimento de água bruta identificados são: eventos hidrológicos extremos, pressão sobre as condições ambientais, demanda e poluentes ordinários e acidentais. Os efeitos quantitativos desses estressores vão da escassez ao excesso de água, enquanto os qualitativos se caracterizam pela inadequação aos requisitos de uso da água. As características mensuráveis desses estressores servem para avaliar sua detectabilidade, imediata ou previsível, conforme um padrão de recorrência no tempo (frequência e contingência).

Figura 1 — Estressores de água bruta



Fonte: Melo (2016)

Figura 2 — Influência das propriedades dos estressores sobre as águas brutas



Fonte: Melo (2016)

Conhecidos os estressores, deve-se selecionar os indicadores que resumem as informações de cada um facilitando a sua compreensão. Para cada indicador é proposta uma métrica, medida quantitativa ou qualitativa relacionada às dimensões tratadas, e os pesos, conforme a relevância da propriedade ponderada para a segurança hídrica.

A aplicação do modelo possibilitou “indicar prioridade de ação – até a avaliação de desempenho da gestão, mediante acompanhamento dos indicadores das características mensuráveis dos estressores e pela medida do risco associado a cada estressor” (MELO, 2016; pág. 377). A autora ressalta que a identificação e compreensão do comportamento dos estressores é o fundamento para estabelecer pesos e cenarizar os riscos à segurança hídrica.

DESAFIOS PARA A PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

Partição do território e escala de saída dos mapas

A partição do território de interesse é uma etapa basal que influencia fortemente o processo de priorização de áreas e seus resultados. Consiste na divisão do território em subunidades que serão selecionadas como prioritárias ou não, com base em seus atributos. Seu tamanho deve ser apropriado à escala geográfica das feições de interesse, resolução dos mapeamentos disponíveis, objetivos e escala do planejamento, uso pretendido para os resultados e tamanho das áreas onde devem ser implementadas as ações de conservação, restauração ou gestão diferenciada dos recursos naturais (GAME; GRANTHAM, 2008; ARDRON *et al.*, 2010).

O uso de unidades de tamanho e forma mais uniformes tem a vantagem de minimizar a heterogeneidade em seu interior, o que permite uma comparação mais objetiva entre duas áreas para a seleção da mais relevante. Unidades maiores agregam mais áreas sem valor estratégico junto a áreas relevantes por simples efeito de amostragem (quanto maior a área amostral, maiores as chances de ocorrerem áreas irrelevantes em seu interior). Contornos naturais como interflúvios oferecem vantagens óbvias para a gestão das águas e já são reconhecidos como limites para sua governança pela política nacional de recursos hídricos, ainda que suas extensões possam variar significativamente num mesmo nível de otobacia, o que pode resultar em maior heterogeneidade. Contornos políticos já delimitam unidades administrativas, mas são mais artificiais e ainda mais variáveis e heterogêneos do que bacias.

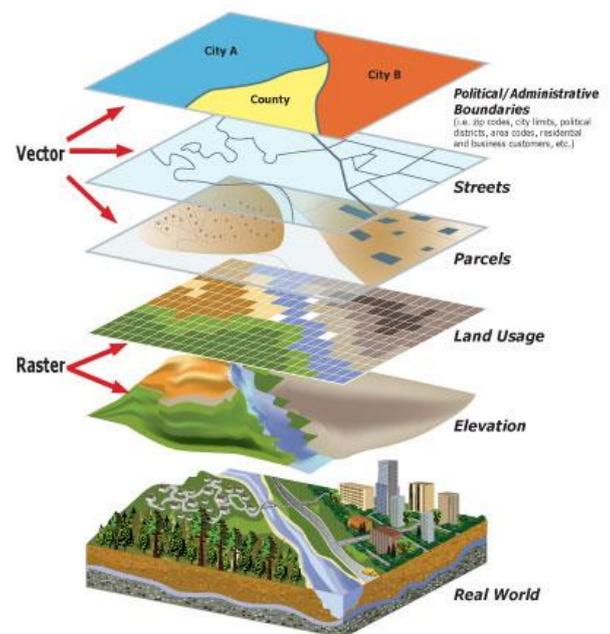
Outro conjunto de desafios diz respeito à escolha pelo uso de uma ou várias classes de unidades territoriais simultaneamente. O emprego de múltiplas classes tende a aumentar a heterogeneidade das áreas prioritárias, mas pode oferecer benefícios para a gestão e alcançar um meio termo entre as diversas demandas acima. Nesses casos, o problema de contagem dupla de atributos pode ser prevenido pelo uso de unidades que não se sobreponham umas às outras, ainda que de diferentes classes, por exemplo, parte do território de uma bacia é mapeada em unidades conservação e o resto dividido em otobacias.

A seleção de unidades territoriais deve integrar as considerações acima em busca da melhor solução para cada problema concreto de priorização.

Alternativamente, a priorização pode partir apenas da sobreposição de camadas de outros mapeamentos e seleção de áreas que satisfaçam a uma regra de decisão quanto a seu nível de interseção e suas importâncias relativas. Tal método, contudo, oferece maior risco de geração de artefatos e erros ou de mapeamento, como a seleção de áreas que, embora satisfaçam à regra apresentam formas ou tamanhos inadequados à representação, gestão e preservação dos recursos, como porções arbitrárias e irregulares de bacias hidrográficas.

Por fim, é preciso frisar que a resolução dos mapas de áreas prioritárias será expressivamente influenciada pela escala geográfica das unidades territoriais ou, no caso de integração de mapeamentos prévios sem recurso a partição do território, pela escala cartográfica dos mapas empregados, variáveis que devem ser levadas em consideração durante o desenho do algoritmo de priorização.

Figura 3 — Exemplificação de sobreposição de camadas



Fonte: Sampaio (2018)

Compatibilização de escalas cartográficas

Desafio comum a qualquer processo de priorização de áreas, a multiplicidade de escalas dos dados cartográficos disponíveis para modelagem aparecerá como um especial ponto de atenção no que se refere à seleção de bacias hidrográficas para revitalização em Minas Gerais.

A variedade de fenômenos socioambientais inerentes ao tema, representados por mapas e cartas e, traduzidos para o meio digital como arquivos vetoriais e matriciais georreferenciados, implica necessariamente na consideração da sua escala de produção. Isto é, muito provavelmente não haverá uniformidade de escala entre todos os mapas temáticos a serem utilizados como insumo no processo de definição das áreas prioritárias para as diferentes bacias hidrográficas de Minas Gerais, podendo resultar em discrepância na representação gráfica dos fenômenos do mundo real e, principalmente, no nível de detalhamento do resultado final.

Um interessante exemplo a se destacar, nesta ótica, é advindo da própria base de dados dos cursos d'água e bacias hidrográficas otocodificadas do estado, que devido às informações previamente disponíveis e à metodologia de produção escolhida à época, foi construída em escala 1:50.000 para a porção centro-sul de Minas Gerais e em 1:100.000 para as demais regiões (UFMG & IGAM, 2010).

Por outro lado, insumos cartográficos advindos do ZEE, possuem escalas mais grosseiras, da ordem de 1:1.000.000 ou menor, tendo como objetivo definir diretrizes para políticas públicas mais regionais do que locais.

Conjugar as informações derivadas dessas e de outras cartas será desafio intrinsecamente ligado à etapa de proposição de critérios para seleção das áreas prioritárias nas bacias hidrográficas, devendo ser interpretado com foco na otimização do diálogo entre os mapas temáticos e em observância ao papel que cada um deles exercerá no resultado final. Por exemplo, se um determinado mapa com escala pouco detalhada receber um elevado peso em uma eventual matriz de análise multicritério, seus aspectos generalistas exercerão maior influência sobre o resultado cartográfico final das áreas prioritárias do que um mapa em escala grande que foi ponderado de maneira mais tímida.

Diante disso, é fundamental buscar os melhores insumos cartográficos disponíveis para o emprego no processo de priorização, bem como realizar acurada seleção do conjunto de mapas temáticos de entrada dos modelos, de modo que se preze tanto pela compatibilidade entre escalas dos mapas, buscando-se, quando possível proximidade entre elas, quanto pelo nível de detalhamento suficientemente adequado ao fenômeno representado.

Representação de diferentes escalas geográficas

A despeito da preocupação com a escala cartográfica dos fenômenos, também é importante ampliar o conceito de escala para uma abordagem geográfica, que versará diretamente sobre a organização de cada fenômeno natural do mundo real em diferentes níveis de grandeza.

Interessantes exemplos neste sentido são advindos das escolas geográficas de estudo da geomorfologia e da climatologia, em que Tricart & Cailleux (1956) e Monteiro & Mendonça (2003) estabeleceram níveis de compartimentação natural para cada fenômeno, definindo suas unidades de superfície (de metros a milhões de quilômetros quadrados), os fatores responsáveis pela sua gênese e organização (tectônica de placas, centros de ação atmosférica, latitude, etc.), as técnicas de análise e meios de observação, bem como as escalas cartográficas mais adequadas para sua representação em mapas.

Nesse sentido, a escolha das bases cartográficas a serem trabalhadas no processo de priorização de áreas deverá levar em conta que cada fenômeno ali representado cartograficamente também possui um nível natural de compartimentação em escalas e que a escala do mapa selecionado vai necessariamente refletir os aspectos observados de uma determinada compartimentação.

Disponibilidade de dados

Outro desafio a ser suplantado durante o processo de priorização de áreas para revitalização de bacias hidrográficas, que excede a questão da escala, é a disponibilidade de dados. Exercícios de priorização de áreas tipicamente partem de dados secundários disponíveis em função de limitações inescapáveis de tempo e recursos - mapeamento primário e representativo das variáveis de interesse comumente excedem os prazos e orçamentos de projetos de priorização em ordens de magnitude. Mesmo num cenário financeiro altamente favorável a demora na geração de dados primários é tal que derrota o propósito central da priorização, que é o de orientar estrategicamente o uso dos recursos no presente e futuro próximo. Assim, a estratégia mais factível para o incremento contínuo da capacidade de decisão na alocação de recursos para a revitalização de bacias é a priorização de áreas com base em dados existentes e a atualização ou geração de novos dados em projetos paralelos (na medida em que recursos se tornam disponíveis para tal) que serão posteriormente integrados a novas iterações de priorização.

Dessa forma, juntamente com a disponibilidade de recursos e prazos, o principal fator limitante para a priorização de áreas para revitalização de bacias é a incompletude do conhecimento da distribuição quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos, seus usos múltiplos naturais e econômicos, e seus processos ecológicos mantenedores.

A seleção de critérios e variáveis a serem empregadas na priorização deve considerar cuidadosamente a representatividade de seus mapeamentos no território de interesse, no caso específico, Minas Gerais. O uso de critérios apenas parcialmente mapeados resulta facilmente em enviesamento espacial das áreas prioritárias para áreas melhor conhecidas, excluindo áreas importantes, mas menos estudadas, o que reduz a capacidade das áreas prioritárias representarem a realidade (verossimilhança) e, portanto, prejudica a efetividade de decisões baseadas nelas.

A prevenção desse viés passa por três estratégias principais:

- Uso de técnicas de modelagem para estimar a distribuição real dos objetos de interesse a partir de sua distribuição conhecida, como modelos de distribuição de espécies de interesse da conservação derivados de conhecimento sobre seu nicho ecológico e pontos de ocorrência conhecidos;
- Uso de variáveis bem mapeadas que sabidamente co-ocorrem com variáveis de interesse menos conhecidas como proxies para estimativa de sua distribuição, como mapeamentos de uso da terra para a representação dos usos múltiplos, de forma complementar a dados de outorga em contextos em que captações não autorizadas forem comuns;
- Seleção preferencial ou mesmo exclusiva de variáveis bem mapeadas, ainda que mais simples ou limitadas do que as parcialmente conhecidas.

Cabe frisar, contudo, que a seleção de variáveis bem mapeadas, mas cuja distribuição geográfica é restrita, é perfeitamente válida e desejável e não implica nos erros decorrentes do uso de mapeamentos incompletos. Por exemplo, utilizar como critério de priorização de áreas um ecossistema único em Minas Gerais - caso do pantanal do Rio Pandeiros, não gera viés na análise, uma vez que sua distribuição restrita a uma área do estado reflete a realidade. Ademais, é desejável priorizar áreas cujos atributos hídricos tenham caráter raro ou singular no contexto regional ou estadual.

No que se refere às águas subterrâneas, em especial, mesmo existindo certo conhecimento e algum tipo de uso das águas subsuperficiais ao longo da história, o avanço na hidrogeologia ocorreu somente no século XX, já que até a década de 70 não havia demanda excessiva pelo recurso advindo dos níveis freáticos. O mundo consumia as águas superficiais, mas as contaminações e o aumento populacional aliado às variabilidades climáticas, mais especificamente a ocorrência de eventos extremos, principalmente de seca, aumentaram o consumo de água subterrânea. Com isso, observou-se o aumento na produção científica ao longo do tempo, mas nos dias atuais ainda existe uma carência em estudos técnicos detalhados dos aquíferos para determinar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade.

De acordo com o Conjuntura de Recursos Hídricos do Brasil, existem atualmente 405 pontos de monitoramento de água subterrânea no banco da ANA, onde 281 são monitorados pela Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas operada pelo Serviço Geológico do Brasil

(RIMAS/CPRM) e 124 monitorados pelos estados, dos quais 82 estão em São Paulo e 42 no Distrito Federal. É destacado no relatório que os dados de monitoramento são quantitativos com alertas qualitativos (ANA, 2020).

Em Minas Gerais há uma rede de 165 pontos de monitoramento de quantidade de água. Destes, 128 são monitorados pelo Igam e 37 compõem a rede do CPRM, mencionada acima. Do montante, 66 também monitoram a qualidade. Os pontos de monitoramento estão localizados espacialmente em posição estratégica e com visão econômica, concentrados em regiões com problemas de disponibilidade hídrica superficial e alta demanda de água subterrânea.

É importante que o processo de priorização leve em consideração a disposição espacial dos pontos de monitoramento, de modo a aproveitar os dados gerados como potenciais critérios do modelo. Além disso, os resultados obtidos poderão fomentar a instalação de novas redes de monitoramento da água subterrânea e o preenchimento de lacunas de informação no estado de Minas Gerais.

Regionalização da priorização

Para além das considerações acima quanto à representatividade e completude dos mapeamentos disponíveis, outra dimensão essencial a ser considerada num processo de priorização de áreas é a necessidade de sua regionalização. Um exercício de priorização não regionalizado compara o valor estratégico de todas as diferentes

áreas (tipicamente partições territoriais) do território de interesse entre si e seleciona as mais valiosas. Isso significa que áreas relevantes num contexto regional, mas não global, tendem a ser excluídas em prol de outras mais importantes na escala do território como um todo. Tal processo pode levar a vazios de áreas prioritárias em regiões naturais ou administrativas inteiras, o que é indesejável por deixar a provisão local ou regional de recursos hídricos descoberta.

A solução para esse desafio passa pela regionalização da priorização, ou seja, a partição do território em regiões em que as áreas serão selecionadas independentemente umas das outras, ainda que a partir dos mesmos critérios e unidades territoriais. Um exemplo seria a priorização de subbacias (ou outra unidade territorial) em cada circunscrição hidrográfica do estado, o que garante a representatividade regional das áreas prioritárias e seu valor para a orientação da gestão dos recursos em todas as regiões do estado.

A priorização pode ser regionalizada, mas deve-se empregar um conjunto único de variáveis, mapeadas de forma representativa e assertiva em todo o estado, para todas as regiões. Selecionar essas variáveis torna-se etapa crítica nesse caso.

Alternativamente, a priorização pode ser regionalizada e empregar conjuntos de variáveis diferentes em cada região, conforme a disponibilidade de dados. Esse método cria o risco de que não haja contiguidade espacial e lógica entre as áreas.

Uma terceira opção é a priorização regionalizada com variáveis comuns para priorização estadual e seu refinamento com mapeamentos locais mais detalhados para um desdobramento

posterior das áreas prioritárias em mapas regionais. Também é possível inserir nessa etapa novos critérios de priorização local sobre a base de áreas priorizadas em nível estadual sem, contudo, desorganizar a priorização estadual.

Obtenção de mapas de consenso e mapas temáticos e abordagens *top-down* e *bottom-up*

Mapas de consenso integram todos os critérios de priorização de áreas num produto único que representa prioridades para a gestão em todo o território de interesse, no caso concreto, Minas Gerais. Já mapas temáticos representam áreas prioritárias para a implantação de políticas setoriais específicas, como a construção de infraestrutura sanitária ou a restauração de APP. Tais políticas representam objetivos distintos que podem, mesmo, competir entre si, por exemplo, preservação ou restauração; abastecimento dos maiores centros populacionais ou das populações sob maior estresse. Ainda assim, representam aspectos complementares de uma política efetiva de gestão global dos recursos hídricos necessária à garantia dos usos múltiplos.

Ambas as classes de mapa podem ser obtidas a partir uma da outra (consenso e temático) por meio do conjunto de abordagens resumidas a seguir:

- **Abordagem *top-down*:** todos os diferentes critérios de priorização e

mapeamentos usados como insumo são, num primeiro momento, analiticamente integrados no nível estadual, ainda que regionalizado, resultando em áreas prioritárias para a revitalização de bacias em Minas Gerais. Em seguida, tal produto é submetido a regras de decisão que o desmembram em áreas prioritárias para a implantação de políticas setoriais específicas, conforme seus atributos componentes. Assim, as áreas mais sujeitas a déficit hídrico podem originar áreas prioritárias à construção de reservatórios; enquanto as rotas migratórias, áreas prioritárias para a manutenção de trechos livres.

- **Abordagem *bottom-up*:** mapas temáticos são elaborados em separado pela integração de critérios pertinentes apenas a suas políticas setoriais, como áreas de alto potencial de recarga subterrânea ou de proteção de mananciais de abastecimento público, ainda que todos empreguem as mesmas unidades territoriais e regiões de priorização. Em seguida, tais mapas são cruzados para a obtenção de um mapa de consenso. Este cruzamento pode obedecer a uma lógica de interseção em que as áreas que integram todos ou um número mínimo de mapas temáticos passam à solução de consenso, podendo haver ainda a ponderação diferenciada das áreas dos diferentes mapas. Essa abordagem exclui parte das áreas prioritárias para políticas setoriais do consenso. Alternativamente, os mapas temáticos podem ser integrados por um simples processo de união de seus territórios, abordagem mais conservadora que garante a inclusão de todas as áreas prioritárias na solução final.

Mapas de áreas prioritárias podem ainda ser ranqueados conforme a urgência de intervenção em diferentes áreas. Para tanto, um cruzamento interessante envolve a relevância da área e sua vulnerabilidade. A relevância pode ser derivada de sua prioridade para um maior ou menor número de diferentes políticas setoriais, de sua insubstituibilidade (o quão únicos os atributos da área são), da população beneficiada, dentre outras. Já a vulnerabilidade decorre tipicamente da probabilidade de degradação futura da área ou da sensibilidade de seus atributos, isto é, quanto menor a resiliência, maior sua vulnerabilidade. Um método comum para a integração dessas variáveis é utilizar seus valores medianos como linha de corte para a obtenção de quatro classes:

- relevância e vulnerabilidade muito altas - prioridade 1;
- relevância muito alta e vulnerabilidade alta - prioridade 2;
- relevância alta vulnerabilidade muito alta - prioridade 3;

- relevância e vulnerabilidade altas - prioridade 4;

CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

Em 2018, o Igam, no âmbito do Programa Somos Todos Água, publicou o documento Gestão de Bacias Hidrográficas: critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização, com o objetivo de orientar a identificação dessas áreas no estado. Neste contexto, os critérios de priorização foram definidos como os atributos a serem considerados na seleção dessas áreas, cuja escolha depende do objetivo do trabalho (conservação, recuperação ou indicação de áreas sensíveis), da área de estudo (extensão, localização) e da disponibilidade de dados (bases cartográficas de qualidade e de escala compatível) (IBAMA, 2010). Assim, com base nesse conceito, foram definidos critérios de priorização abordando a diversidade de feições físicas, bióticas, demográficas, econômicas e socioculturais das bacias hidrográficas de Minas Gerais.



Crédito: Heitor Soares (Igam)



Essa construção teve como referência estudos de caso sobre revitalização de bacias, com participação de órgãos públicos e instituições parceiras. Os resultados desse trabalho estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Lista de Critérios para Revitalização de Bacias

CRITÉRIOS	
1.	População Beneficiada
2.	Índice de Desenvolvimento Humano
3.	Áreas com baixo grau de preservação da cobertura vegetal
4.	Áreas de cabeceira da bacia hidrográfica
5.	Relevância da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos
6.	Áreas de pastagens degradadas
7.	Susceptibilidade à erosão
8.	Área potencial para recarga de aquíferos
9.	Mananciais estratégicos para o abastecimento público
10.	Alta demanda de água superficial
11.	Alta demanda de água subterrânea
12.	Vocação econômica no qual a água é o fator prioritário
13.	Área com vulnerabilidade à inundação
14.	Área com solo contaminado
15.	Área de contaminação da água subterrânea ou vulneráveis à contaminação
16.	Baixo Índice de tratamento de efluentes
17.	Porção da bacia a montante de trecho de curso de água classificado em classe especial e Classe 1
18.	Áreas de balneabilidade e pontos turísticos de contato primário e secundários
19.	Área com vulnerabilidade à seca

Fonte: Igam (2018)

De acordo com a publicação, dentre os critérios acima selecionados, os mais relevantes, por estarem diretamente relacionados à disponibilidade de água, são:

- a) áreas com baixo grau de preservação da cobertura vegetal;
- b) mananciais estratégicos para o abastecimento humano;
- c) áreas de cabeceira da bacia hidrográfica;

- a) áreas com potencial para recarga de aquíferos, e;
- b) susceptibilidade à erosão.

Essa mesma publicação indicou a necessidade de definição futura de métricas para o emprego de cada um desses critérios na seleção das áreas prioritárias, bem como de hierarquização desses territórios conforme urgência de atuação do estado sobre eles.

PROPOSTA DE MODELO METODOLÓGICO DIRECIONADO À SEGURANÇA HÍDRICA

Considerando os aspectos debatidos anteriormente, o desenvolvimento do modelo metodológico apresentado baseou-se no conceito de análise multicritérios, que permite avaliar e integrar conjuntos diversos de dados e informações quali-quantitativas.

Esse modelo estrutura-se na lógica de que uma decisão é uma seleção de uma ou mais opções dentre um conjunto maior de possibilidades (SAATY, 1987). Segundo Melo (2016), as possibilidades são capazes de retratar diferentes localizações, planos, classificações ou hipóteses sobre um fenômeno, enquanto a decisão é a escolha por uma delas, como por exemplo, a definição de áreas críticas para revitalização de bacias dentre todas as áreas do estado. A decisão se fundamenta na ponderação de critérios capazes de qualificar ou quantificar as condições para escolha de uma solução. Esses critérios podem assumir característica restritiva, dita booleana (verdadeiro ou falso), limitando um aspecto da tomada de decisão, ou podem assumir caráter de fator, em que o critério influencia a decisão em determinado grau (baixo, médio ou alto). A avaliação de possibilidades e posterior decisão exige combinar o conjunto de critérios numa regra de decisão. Desse modo, o método analisa um determinado problema, dando suporte à proposição de soluções e suas ações, orientando assim a tomada de decisões.

No contexto da revitalização de bacias e segurança hídrica, a estruturação do modelo proposto fundamentou-se, como já mencionado, nos três eixos de atuação do Programa Somos Todos Água (IGAM, 2020). Esses eixos foram estruturados de forma a possibilitar uma abordagem sistêmica e interdisciplinar, e cada um deve fornecer um conjunto de temas, que quando analisados conjuntamente, traduzirão o grau de segurança hídrica do território mineiro.

A metodologia proposta neste artigo consiste em dois momentos:

- I. Estruturação temática: sistematização dos temas (estressores) relacionados a revitalização de bacias e segurança hídrica em eixo, linha e subtema;
- II. Representação temática: espacialização dos subtemas em mapas temáticos por meio da aplicação dos critérios e suas respectivas métricas.

Estruturação temática

No modelo proposto, para cada eixo devem-se avaliar os aspectos ambientais, sociais e econômicos (estressores) que mais se correlacionam e sintetizam a vulnerabilidade hídrica e ambiental de uma região, base para definição das linhas de ação e subtemas. Toma-se como exemplo a estrutura apresentada na Figura 4, em que o Eixo 1 pode ser dividido em três linhas de ação e para cada linha pode-se definir uma série de subtemas a ela associada.

Figura 4 — Proposta metodológica da divisão dos eixos em linhas e subtemas



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Os conceitos dessa subdivisão são apresentados a seguir:

a) **Eixos de atuação**

Conjunto de temas que sistematiza as respostas aos principais estressores de uma bacia hidrográfica que, quando compreendidos, podem subsidiar o planejamento e a execução de ações direcionadas a sua revitalização e à promoção da segurança hídrica.

b) **Linhas de ação**

Divisão dos estressores em linhas em função das principais temáticas que irão direcionar as ações de revitalização na bacia hidrográfica.

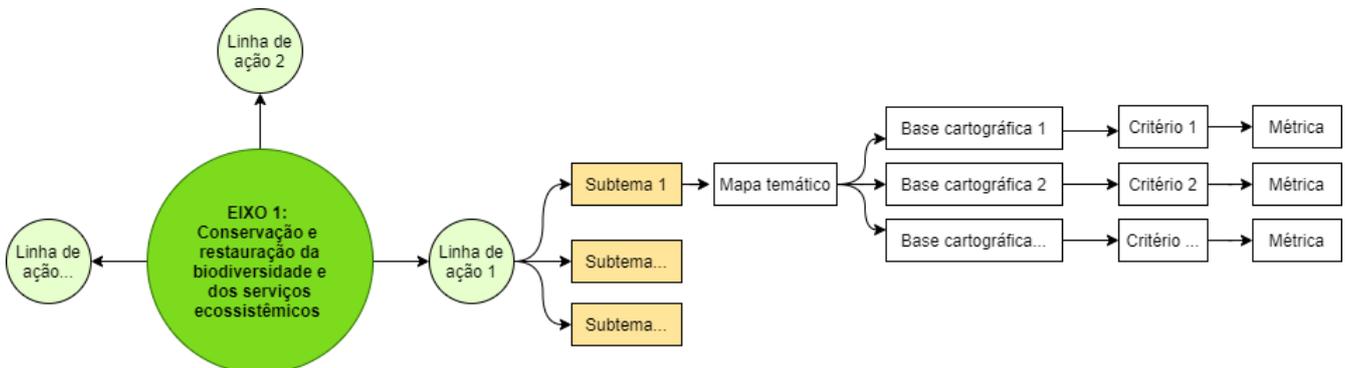
c) **Subtemas**

Subdivisão da linha de ação em temas pormenorizados que se correlacionam diretamente com as questões afetas à revitalização de bacias e promoção da segurança hídrica, que servirão de base para construção de mapas temáticos e a proposição de ações que irão compor o banco de projetos.

Representação temática

Nesta etapa, busca-se traduzir os subtemas em representação cartográfica. É a sobreposição dos mapas temáticos que permitirá identificar as áreas prioritárias. A Figura 5 apresenta a organização metodológica desta etapa. Observa-se que após a estruturação apresentada no tópico anterior busca-se definir a representação temática, iniciando com o mapa temático associado ao subtema e posteriormente a definição das bases cartográficas, critérios e métricas.

Figura 5 – Proposta de organização metodológica para o mapeamento das áreas prioritárias



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

a) Mapas temáticos

Representação cartográfica dos diversos fenômenos socioambientais descritos nos subtemas, capazes de caracterizar e identificar as áreas prioritárias para revitalização de bacias e, conseqüentemente, para a promoção da segurança hídrica.

b) Bases cartográficas

Conjunto de dados geoespaciais, estruturados em arquivos vetoriais e matriciais, permitindo uma visão integrada do território.

c) Critérios técnicos para seleção de áreas prioritárias

O conceito de “critério” adotado nesse trabalho é o conjunto de atributos,

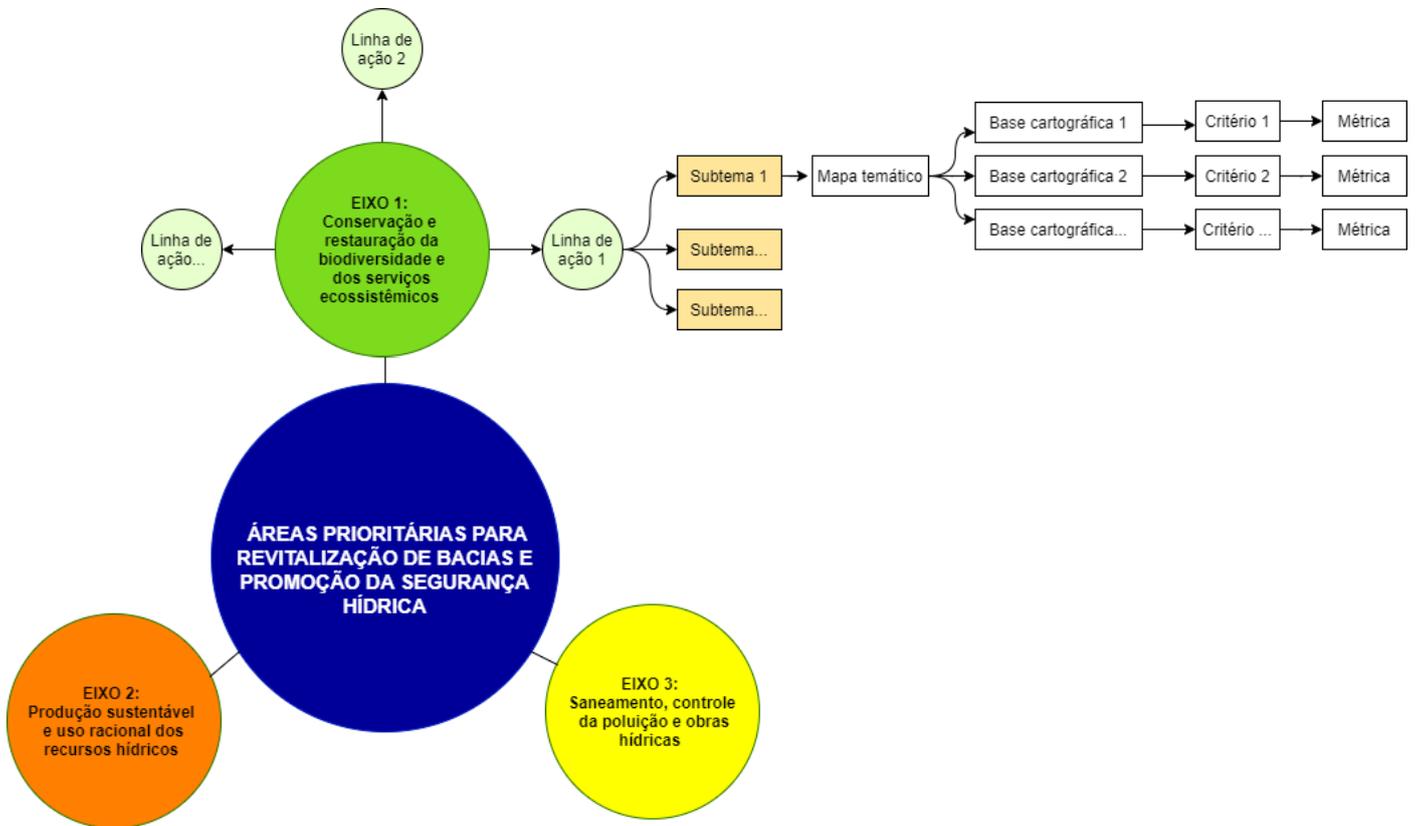
relacionados à revitalização de bacias e segurança hídrica de uma unidade territorial estratégica, que pode ser uma bacia hidrográfica, sub-bacia ou circunscrição hidrográfica, capaz de ser representada espacialmente, possibilitando a seleção de áreas prioritárias (IBAMA, 2010).

d) Métricas

Entende-se como métrica a forma de aplicação dos critérios, por meio de medidas quantitativas ou qualitativas, capazes de direcionar e representar as áreas prioritárias.

A proposta completa com todas as etapas está apresentada na Figura 6.

Figura 6 – Proposta metodológica para o mapeamento das áreas prioritárias



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa Somos Todos Água, em cujo contexto esse artigo se insere, está fundamentado, desde a sua concepção, na participação de diferentes atores sociais num arranjo institucional que assegura a sua governança como uma política de Estado. Suas ações serão implantadas de maneira integrada, pelo conjunto de instituições envolvidas, a partir de sua articulação e cooperação permanentes, pactuadas com a sociedade e os governos municipal, estadual e federal. Assim, conceitos e diretrizes de seleção de áreas prioritárias aqui abordados poderão ser utilizados no

planejamento de ações e programas ambientais, tanto de instituições públicas quanto privadas.

Como exposto, considerar múltiplos aspectos da segurança hídrica, permite avaliar as principais vulnerabilidades de um território, tendo como premissas: a garantia da oferta hídrica quali-quantitativa; a proteção, a conservação e a restauração dos ecossistemas associados e o aumento de sua resiliência às mudanças climáticas; e a redução das desigualdades e desequilíbrios regionais, fomentando, ainda, conexões positivas entre o uso dos recursos ambientais e os setores econômicos.

Este artigo busca, portanto, facilitar o processo de mapeamento de áreas prioritárias, organizando as etapas de sua execução e apontando diretrizes metodológicas, apresentadas na sequência:



Seleção de áreas que apresentem valor para a solução de um ou mais problemas que afetem a disponibilidade qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, considerando seus aspectos ambientais, sociais e econômicos.



Uso de critérios de priorização objetivos, que reduzam a subjetividade na priorização de áreas e que já se encontrem exaustiva ou, pelo menos, representativamente, mapeados no estado, bem como de métodos de correção de eventuais vieses amostrais.



Inclusão dos parâmetros já apresentados na publicação *Gestão de Bacias Hidrográficas: Critérios Para Definição de Áreas Prioritárias para Revitalização (Igam, 2018)* e dos mapas temáticos desenvolvidos nos diferentes eixos do Programa Somos Todos Água entre os critérios de priorização.



Emprego de unidades territoriais de contornos naturais e de menor tamanho e heterogeneidade possível.



Priorização regionalizada por circunscrição hidrográfica ou unidade estratégica de gestão dos recursos hídricos, de modo a se assegurar a seleção de áreas relevantes ao fornecimento de recursos hídricos em todas as regiões do estado.



Obtenção do mapa de consenso pela união dos mapas temáticos, de modo a se preservar as áreas prioritárias para diferentes políticas setoriais na solução final de priorização de áreas para revitalização de bacias.



Hierarquização do resultado da priorização em faixas de gradação e em ordem decrescente segundo o grau de urgência de ações para a revitalização e promoção da segurança hídrica, considerando dentre outros fatores, o grau de interseção entre os diferentes subtemas dos eixos temáticos.

Por fim, o artigo teve como proposta, nortear a discussão sobre os estressores que possuam influência direta na segurança hídrica. Busca-se, portanto, nesta obra, estabelecer uma metodologia objetiva de priorização de áreas através da conexão entre passado, por meio da avaliação do histórico da gestão de recursos hídricos, e futuro, a partir do planejamento estratégico a longo prazo. Tal arranjo se concretiza na elaboração do Plano Mineiro de Segurança Hídrica e na proposta de atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Todos os atores envolvidos nesse processo têm ciência de que essa

composição é uma tarefa árdua e complexa, porém necessária diante dos desafios territoriais brasileiros, principalmente no âmbito de Minas Gerais. Soma-se ainda as restrições relativas à disponibilidade de recursos financeiros, especialmente, nos últimos dois anos, frente ao cenário pandêmico, com interferência direta na economia que ressalta as desigualdades sociais e de acesso à água potável. Ainda assim, todos os envolvidos estão empenhados em superar as dificuldades aqui apontadas e a escrita desses artigos já é um grande passo nesse sentido.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. 2019. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>. Acesso em: 5 out. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL) - **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**: informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. -- Brasília: ANA, 2020.

EMPINOTTI V., 2020. **Webinar Segurança Hídrica e acesso ao abastecimento de água para todos** – 14/4/21. Disponível em: <https://ondasbrasil.org/seguranca-hidrica-e-acesso-ao-abastecimento-de-agua/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

GOMES, Marco Antônio Ferreira [1], PEREIRA, Lauro Charlet [2] - **Cenário mundial dos recursos hídricos subterrâneos**. Disponível em: <file:///C:/Users/nucleo/Downloads/Gomes-Cenario-mundial-2020.pdf>. Acesso em 16 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS- IBAMA. **Planejamento sistemático da conservação**: material didático. Coordenação de Zoneamento Ambiental. Brasília: IBAMA2010. 64p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS -IGAM. **Gestão e situação das águas de Minas Gerais**: 20 anos da Lei Mineira das Águas 2019. Belo Horizonte: Igam, 2019. 160 p. ; il.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS -IGAM. **Gestão e situação das águas de Minas Gerais**: Segurança Hídrica 2020. Belo Horizonte: Igam, 2020. 230 p. ; il.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Construção de base ottocodificada de Minas Gerais:** Manual Técnico., 72p; il. Belo Horizonte, 2012.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Gestão de bacias hidrográficas:** critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Livro_Crit%C3%A9rios_Igam_28_12.pdf. Acesso em: 16 ago. 2021.

MACHADO, José Luiz Flores - **Tributo aos Fundadores da Ciência Hidrogeológica** Disponível em: file:///C:/Users/nucleo/Downloads/23842-Texto%20do%20artigo-86492-1-10-20110915.pdf Acesso em 16/08/2021 as 15:08 horas.

MELO, M. C. de. **Segurança hídrica para abastecimento urbano:** proposta de modelo analítico e aplicação na bacia do rio das Velhas, Minas Gerais. Tese. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas:** a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2001.

_____. **Teoria e clima urbano:** um projeto e seus caminhos, 2003. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. Clima urbano. São Paulo: Ed. Contexto, 2003.

MORAIS, D. C.; CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. **Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água.** Pesquisa Operacional, v.30, n.1, p.15-32, Janeiro a Abril de 2020.

SAATY. R.W. **The analytic hierarchy process:** What it is and how it is used, Mathematical Modelling, v.9, p.161-172, 1987.

SAMPAIO, Tony Vinicius Moreira; BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato. **Cartografia geral, digital e temática.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2018. 210 p. : il. - (Série Geotecnologias: teoria e prática; v. 1) Disponível em: <http://www.prppg.ufpr.br/site/ppggeografia/wp-content/uploads/sites/71/2018/03/cartografia-geral-digital-e-tematica-b.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SÃO PAULO. **Zoneamento Ecológico Econômico:** O que é e como participar. 2019. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/politicas-de-meio-ambiente/zoneamento-ecologico-economico-o-que-e-e-como-participar/>

SCOLFORO, J.R.S; CARVALHO, L.M.T; OLIVEIRA, A.D. **Zoneamento Ecológico- Econômico de Minas Gerais** – componentes geofísico e biótico. Lavras: Editora UFLA, 2008a.

SCOLFORO, J.R.S; OLIVEIRA, A.D.; CARVALHO, L.M.T. **Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais** – componente socioeconômico. Lavras: Editora UFLA, 2008b.

TRICART, J. & CAILLEUX, A. **Le problème de la classification des faits géomorphologiques.** Annales De Géographie, vol. 65, n° 349, 1956, p. 162–186.

CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS RELACIONADOS À ÁGUA

Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes¹
Ivone de Sousa Nascentes Morgado²
José Jorge Pereira³
Leandro Carmo Guimarães⁴
Lucas de Melo Carvalho⁵
Manuela Cardoso Stein⁶
Nádia Antônia Pinheiro Santos⁷

INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico se encontra modificado pela ação humana, o que sugere alterações no padrão climático conhecido. A escassez de água já atinge várias regiões do mundo, e tende a piorar, à medida que as taxas de consumo continuam a crescer (ONU, 2017). Percebe-se a tendência de regiões já úmidas ou secas apresentarem situações cada vez mais extremas (WWDR, 2018.) No Brasil, a variabilidade nos valores de precipitação em 2021, abaixo da média, tem indicado um cenário hídrico preocupante. Os índices pluviométricos deficitários na estação chuvosa 2020-2021 causaram a redução no nível dos reservatórios, contribuindo para esse cenário (CEMADEN, 2021).

Por ser um solvente universal, a água é necessária a diversos processos biológicos e atividades socioeconômicas fundamentais. Possui inter-relação com os ciclos biogeoquímicos do planeta, sendo, por esse motivo, o recurso mais essencial para manutenção da vida na Terra. Sua presença e interações determinam e condicionam, em cada meio, a sobrevivência, a diversidade e os atributos dos seres vivos, bem como as potencialidades de utilização do território.

Conhecer as relações existentes entre os processos hidrológicos e os ecossistemas é fundamental para a conservação das bacias hidrográficas e dos recursos hídricos. A degradação dos ecossistemas naturais, da biodiversidade e o manejo

¹ Geógrafo. Mestre em Gestão de Recursos Hídricos. Gestor Ambiental do Igam.

² Engenheira Florestal. Mestre em Solos. Analista Ambiental do Igam.

³ Engenheiro agrônomo. M.Sc Analista Ambiental do Igam.

⁴ Biólogo. Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Biodiversidade. Gerente de Conservação e Restauração de Fauna Aquática do IEF.

⁵ Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Estagiário do Igam.

⁶ Bióloga. Pós-graduada em Direito Ambiental. Analista Ambiental do IEF.

⁷ Geógrafa. Mestre em Geografia e Análise Ambiental. Gestora Ambiental do Igam.

inadequado do solo reduzem a oferta qualitativa de água para os seus usos múltiplos e agravam os conflitos diante de um cenário crescente de escassez hídrica, fato já observado em diversas regiões do estado de Minas Gerais. Nesse panorama, torna-se cada vez mais importante a adoção de medidas que visem melhorar a gestão da oferta e da demanda de água, considerando-se não apenas sua quantidade, mas também sua qualidade (LOPES *et al.*, 2014).

Nessa conjuntura, a busca pela segurança hídrica está intimamente relacionada ao fornecimento dos chamados serviços ecossistêmicos, benefícios de ordem econômica, social, cultural e científica proporcionados pela biodiversidade e pelos processos ecológicos naturais. A manutenção e incremento da provisão desses serviços é tanto necessária à garantia da oferta qualitativa de água, quanto dependente dela.

Serviços ecossistêmicos são tipicamente classificados conforme suas funções de suporte, suprimento, regulação e serviço cultural, funções que, somadas, permitem e otimizam os processos agropecuários, industriais e culturais.

Considerando os serviços mais diretamente relacionados aos recursos hídricos, podemos citar:

- o suporte de processos como a recarga de aquíferos, a filtragem e remoção de poluentes dos corpos d'água e a disponibilização de habitat para a vida silvestre;
- o suprimento de bens de consumo fundamentais, como água para múltiplos usos e pescadao;

- a regulação do clima e de eventos hidrológicos extremos; e serviços culturais, como recreação e turismo baseados na pesca, contato primário com a água e belezas cênicas.

É nesse contexto que surge o conceito de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), que representam alternativas inspiradas e sustentadas pelos ecossistemas e usam, ou simulam, processos naturais, as chamadas infraestruturas verdes, para a solução de problemas sociais e econômicos, incluindo o aperfeiçoamento da gestão da água (IUCN, 2012, apud ATANAZIO, 2019).

Existe um enorme potencial na utilização das SBN para o enfrentamento dos desafios contemporâneos da água em todos os setores, aumentando sua disponibilidade e qualidade e reduzindo os riscos de desastres relacionados à água, o que resulta em benefícios sociais, econômicos e ambientais. Trabalhar com a natureza melhora a gestão dos recursos hídricos, ajuda a alcançar a segurança hídrica para todos e apoia o desenvolvimento sustentável (WWDR, 2018; ATANAZIO, 2018).

Nesse sentido o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), em parceria com o Governo Federal, como já mencionado no capítulo anterior, está desenvolvendo o Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas (Somos Todos Água), composto por um conjunto de ações voltadas à promoção da segurança hídrica. Esse artigo é uma dessas ações que tem por finalidade discutir a conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos

hídricos, um dos eixos de atuação do Programa que mais influenciam na oferta hídrica qualitativa no estado. Esses aspectos serão considerados para a seleção de áreas prioritárias para a implantação de medidas de revitalização no âmbito do Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH), meta de planejamento do Programa Somos Todos Água.

BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ASSOCIADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS E SEUS USOS MÚLTIPLOS

O solo e sua relação com a água

O solo é um dos componentes vitais por constituir o substrato natural de suporte para o meio biótico e para a ocupação do território e desenvolvimento das diversas atividades humanas. É constituído por minerais e poros (ocupados por ar e água), além de material orgânico e biota, que juntos determinam sua composição, estrutura e função e, conseqüentemente, as medidas mais adequadas para seu manejo. Dentre diversas outras funções, os solos são essenciais para o controle do

armazenamento, da movimentação e da transformação da água e da biodiversidade, sendo que esta última tem um papel funcional nesses processos, promovendo a sustentação e a regulação (WWDR, 2018). Tais funções são dependentes da capacidade hidráulica dos solos, ou seja, suas condições de receber, conter e absorver as águas pluviais incidentes, possibilitando, assim, a infiltração e a percolação da maior quantidade possível das chuvas. Qualquer fator, inerente ou não ao solo, que limite essa função, age na contração da capacidade de recarga hídrica e se transforma em potencial gerador de impactos negativos, tais como escassez hídrica, erosões, inundações, assoreamento dos rios, dentre outros.

Assim é fundamental conhecer as condições climáticas locais, que combinadas à estrutura, paisagem, geomorfologia, fitofisionomias e biota do solo devem nortear o zoneamento de uma região, ou seja, as regras de uso e ocupação do solo, e determinar as opções menos impactantes para seu uso.



A inobservância de um zoneamento bem planejado para o uso da superfície age negativamente na conservação ambiental à medida que desrespeita aptidões naturais, potencializando a exposição de áreas naturalmente vulneráveis à erosão, aumentando os escoamentos superficiais e o carreamento de sedimentos e poluentes e comprometendo todo o sistema de drenagem.

Cobertura natural do solo

O uso alternativo do solo para agropecuária, indústria ou infraestrutura, sobretudo quando desordenado, aumenta a exportação e carreamento de sedimentos, poluentes e nutrientes aos corpos d'água, o que impacta negativamente sua qualidade. Tal efeito pode ser prevenido ou mitigado pela redução da emissão na fonte ou por barreiras e filtros naturais na paisagem, que previnam seu carreamento até os cursos d'água. Métodos de mitigação na fonte incluem a conservação da cobertura natural e as boas práticas no uso do solo. Já os métodos de proteção dos corpos d'água focam a cobertura do solo, sobretudo a integridade da vegetação ripária e suas funções (VIGIAK *et al.*, 2007).

Os remanescentes de vegetação natural desempenham diversas funções hidrológicas que ajudam a mitigar impactos ambientais antropogênicos e auxiliam na prevenção da erosão, graças ao sistema radicular, cujo

emaranhado de raízes estabiliza o solo (KRZEMINSKA, 2019). Promovem, ainda, a infiltração da água e a recarga subterrânea por dispersarem a energia cinética das chuvas e do escoamento superficial, retardando o fluxo pluvial (KARSSIES and PROSSER, 1999; MANDER and HAYAKAWA, 2005), e por aumentarem a porosidade do solo pela ação mecânica e bioquímica do sistema radicular, da microbiota e da fauna edáfica (GEHRING, 2017; QUEREJETA, 2017).

Faixas de vegetação natural nas zonas ripárias desempenham papel estratégico na oferta qualitativa das águas e na disponibilidade de habitat para espécies aquáticas. Zonas ripárias ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem em termos hidrológicos, ecológicos e geomorfológicos e constituem ecótonos entre os ecossistemas aquáticos e terrestres, regulando o fluxo de água, sedimentos, nutrientes e poluentes entre eles (LIMA, 2000). Sua vegetação exerce funções protetivas sobre os cursos d'água por uma série de mecanismos distintos. O sistema radicular estabiliza as margens, o que as protege de erosão direta (KRZEMINSKA, 2019). A rugosidade da superfície vegetada e da serrapilheira retém partículas sólidas e retarda o escoamento superficial (KNIGHT *et al.*, 2010). A cobertura natural aumenta a infiltração da água, o que imobiliza partículas carreadas (ASBJORNSEN, 2019, ANGERS E CARON, 1998). E a biota



absorve nutrientes e adsorve contaminantes antes que atinjam os rios (CASTELLE & JOHNSON, 2000; DABNEY, MOORE & LOCK, 2006).

A cobertura ripária, sobretudo florestal, é, ainda, crítica para a disponibilidade de habitat e recursos para espécies aquáticas. Além dos efeitos sobre a qualidade da água discutidos acima, ela regula sua temperatura (GREGORY *et al.*, 1991) e produtividade pelo sombreamento (NERES-LIMA *et al.*, 2017) e abriga e protege habitats marginais de alto valor para reprodução e desenvolvimento de juvenis de muitas espécies, incluindo habitats sazonais associados a áreas alagáveis (LOWE-MCCONNELL, 1999; JUNK *et al.*, 2006).

Aporta matéria orgânica ao ambiente aquático, o que fornece recursos alimentares e introduz heterogeneidade arquitetural, pela formação de novos substratos (folhas, galhadas e vegetação em áreas alagadas), que oferecem habitat e abrigo para diferentes grupos ecológicos (LIGEIRO *et al.*, 2020; TIEGS *et al.*, 2019). Suas espécies interagem com as aquáticas, regulando sua produtividade, riqueza e densidade através de efeitos tróficos e biofísicos complexos.

Supressões e perturbações da cobertura natural ripária provocam perdas substanciais de riqueza e abundância de fauna aquática, incluindo invertebrados e ictiofauna e tais efeitos são não-lineares, resultando em perdas abruptas quando ultrapassados limiares de perturbação. Para muitos grupos, qualquer supressão é prejudicial (DALA-CORTE *et al.*, 2020; FELD *et al.*, 2018; TANAKA *et al.*, 2016).

Somadas, essas funções hidrológicas, desempenhadas por áreas com cobertura

natural, influenciam na provisão de serviços ecossistêmicos hídricos, que são fundamentais para a sociedade, por contribuir para a segurança hídrica. Esses serviços compreendem a regulação hídrica, a mitigação de inundações por chuvas intensas, o aumento da recarga de aquíferos, o provimento de mais vazão nos episódios de estiagem, a conservação do solo e dos recursos hídricos, a redução da turbidez e poluição das águas, a proteção contra desastres naturais, a regulação do microclima, a conservação da biodiversidade, a manutenção de áreas de recreação e a manutenção do estoque pesqueiro. (WWAP, 2018; ROCHA; DOMINGUES, 2017; JACOBI; FRACALANZA; SILVA-SÁNCHEZ, 2015; TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001; apud ATANAZIO, 2019 e POMPERMAYER, 2006).

Regiões de montanhas, em particular, apresentam uma sinergia na provisão de múltiplos serviços ecossistêmicos hidrológicos. Por exemplo, regiões de formação de teto orográfico conduzem à precipitação de determinada área, terras altas contribuem significativamente para a recarga de aquíferos mais profundos, as funções de proteção de corpos hídricos exercidas pela vegetação são particularmente efetivas na região de cabeceira e as comunidades aquáticas apresentam alta diversidade, distinta da dos ecossistemas de calha (GRÊT-REGAMEY *et al.*, 2012).

Assim, a adoção de um manejo florestal eficiente e sua respectiva recuperação contribui não só para um uso sustentável dos recursos hídricos, mas também para a melhoria da produção de água de forma geral. A cobertura vegetal dos vários ecossistemas presentes em uma bacia exerce funções hidrológicas, ecológicas e são vitais para o desenvolvimento das

populações e também da biodiversidade como um todo (NOLASCO, 2015).

Biodiversidade aquática

Comunidades aquáticas abrigam uma porção alta da biodiversidade mundial, fornecem alimento na forma de pescado, suportam processo de autodepuração das águas e provêm serviços culturais através da pesca recreativa, belezas cênicas e turismo, incluindo o pescueiro. Apesar de representar apenas 0,02% da água do planeta e ocupar menos de 1% da superfície mundial, ecossistemas de água doce abrigam mais de 10% de todas as espécies e cerca de 30% de todos os vertebrados, respondendo, ainda, por cerca de um terço de toda a produção de pescado mundial (SURING, 2020).

Sustentam, assim, cadeias produtivas complexas relacionadas à aquicultura e à pesca comercial e recreativa, que incluem a produção e comércio de embarcações, equipamentos de pesca e cultivo, bem como o sistema turístico e hoteleiro. Também promovem a qualidade da água por suportar o processo de autodepuração biológica. A carga de contaminantes e nutrientes que atinge os corpos d'água é consumida e metabolizada pela biota ao longo do fluxo, percorrendo uma espiral de ciclagem de nutrientes que remove, degrada e inertiza poluentes. Uma série de fatores físico-químicos e biológicos influencia a efetividade desse processo, dentre eles a diversidade de grupos funcionais e a qualidade do habitat aquático (CARDINALE, 2011).

Áreas alagáveis e ambientes aquáticos sazonais também armazenam água das chuvas e regulam inundações, prevenindo e mitigando eventos extremos a jusante (TANG *et al.*, 2020).

Tais ambientes são, ainda, críticos para a reprodução e desenvolvimento de indivíduos de muitas espécies ameaçadas de extinção, endêmicas, migratórias e de interesse pesqueiro (LOWE-MCCONNELL, 1999; JUNK *et al.*, 2006).

A integridade dos ecossistemas aquáticos e conseqüentemente, a provisão dos serviços ecossistêmicos depende de múltiplos fatores, mas, dentre eles, destacam-se a integridade dos ecossistemas ripários, já discutida acima, a conectividade hídrica e a gestão pesqueira.

Modelos atuais de representação da conectividade hídrica (GRILL *et al.*, 2019) reconhecem dimensões:

- longitudinal, de montante a jusante, o que inclui tanto o carreamento natural de sedimentos e nutrientes, necessário à sobrevivência da biota quanto a manutenção de trechos lóticos suficientes às necessidades das espécies e a manutenção de rotas migratórias para espécies de piracema;
- lateral, do talvegue às margens, incluindo as áreas alagáveis;

- sazonal, considerando o pulso de inundação e os ambientes marginais temporários decorrentes; e
- vertical, que representa a conexão entre a zona hiporréica e as águas superficiais, e permite a troca de nutrientes, água e biota.

Barramentos são os principais disjuntores da conectividade aquática e atingem, sobretudo, as dimensões longitudinal, lateral e sazonal da conectividade. Rompem rotas migratórias e encurtam trechos lóticos, confinando populações em remanescentes com menor capacidade de suportá-las, e regulam a vazão, suprimindo os pulsos de inundação a jusante e a conectividade entre rio e ambientes marginais, bem como a formação de habitats sazonais.

Tais efeitos acarretam impacto severo sobre a biodiversidade e os estoques pesqueiros e representam um dos maiores fatores de pressão sobre eles (GRILL *et al.*, 2019)

Já os impactos da pesca incidem sobretudo pela sobrepesca (extração que ultrapassa a capacidade de reposição natural das populações) e pela introdução de espécies exóticas invasoras (espécies que não encontram condições ambientais ou inimigos naturais capazes de limitar sua expansão nos novos ambientes, tornando-se supercompetidoras ou superpredadoras de espécies nativas) de interesse pesqueiro e aquicultural.

Combinadas, levam a consequências como a redução dos estoques e de sua produtividade, substituição de

espécies nobres por outras de menor valor e declínio e extirpação de espécies, agravando riscos de extinção e comprometendo as funções do ecossistema (ALLAN *et al.*, 2005; LEUVEN *et al.*, 2017).

Fazem-se necessárias portanto, políticas de conservação e restauração de faixas ripárias, manutenção de trechos de rios estratégicos para conservação da biodiversidade e gestão pesqueira efetiva, dentro de limites de sustentabilidade.

CONSERVAÇÃO, RESTAURAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DA BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ASSOCIADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS

Conservação e proteção ambiental

Minas Gerais apresenta os biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, cada um dos quais exibe grande heterogeneidade ambiental, conforme pode ser observado no Mapa 1.

Cerca de 40% da área total do estado é de domínio da Mata Atlântica e suas fitofisionomias. Contudo, apenas 19% da cobertura natural desse bioma persiste, em diferentes estágios sucessionais (SISEMA, 2021).

O Cerrado ocupa 54% de Minas Gerais, com 20,5% de vegetação remanescente.

Já o domínio da Caatinga corresponde a cerca de 2,9% do território e conta com 53% de cobertura conservada (IEF, 2021). Considerando todos os biomas, Minas Gerais retêm apenas 42% de sua vegetação natural.

Mapa 1 – Domínios dos biomas em Minas Gerais

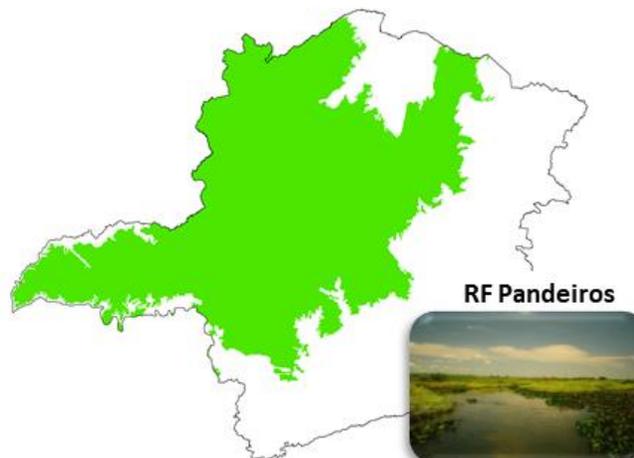
DOMÍNIOS DOS BIOMAS

MATA ATLÂNTICA



- 19% de remanescente em Minas Gerais.
- 46 Unidades de conservação Estadual, total ou parcialmente inseridas, sendo 34 de proteção integral.
- Destaque para o Parque Estadual do Rio Doce – 3º maior complexo lacustre do país.

CERRADO



- 20,5% de remanescente em Minas Gerais.
- 47 Unidades de conservação, total ou parcialmente inseridas, sendo 40 de proteção integral.
- Destaque para o Refúgio de Vida Silvestre Estadual do Rio Pandeiros (Pantanal mineiro) – responsável por 70% da reprodução de peixes da bacia do Rio São Francisco.

CAATINGA



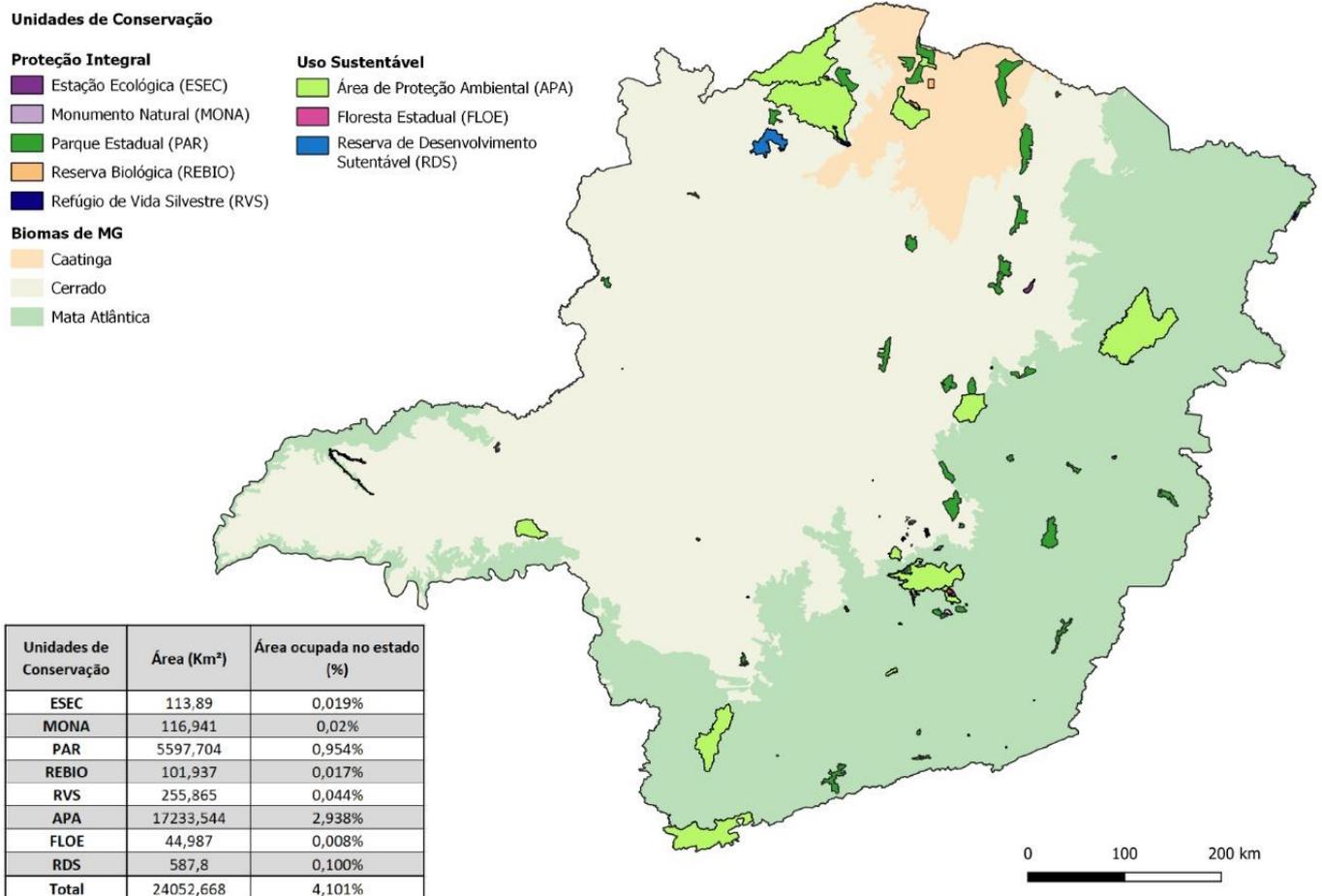
- 2,9% de remanescente em Minas Gerais.
- 10 Unidades de conservação, total ou parcialmente inseridas, sendo 7 de proteção integral.
- Destaque para o Parque Estadual da Mata Seca – abriga floresta perenifólias e grandes porções das várzeas dos rios Verde Grande e São Francisco.

Fonte: Elaborado pelos autores

Como já discutido, a relevância desses remanescentes no fornecimento dos serviços ecossistêmicos hídricos e proteção da cobertura vegetal de bacias hidrográficas tem se destacado no contexto do enfrentamento dos desafios relacionados a gestão das águas (WWDR, 2018), à medida que se observa uma relação direta entre a cobertura vegetal e a disponibilidade de água em qualidade e quantidade, bem como a integridade dos ecossistemas aquáticos (KIFFNEY & RICHARDSON, 2010; apud LISBOA, 2012).

Atualmente, em Minas Gerais existem 94 Unidades de Conservação (UC) estaduais, territórios especialmente protegidos instituídos pela Lei nº 9.985/2000. Destas, 75 são de proteção integral, ou seja, não admitem uso direto de seus recursos naturais (MAPA 2). Por isso, é um dos maiores sistemas de proteção estadual do país. Adicionalmente, há cinco rios de preservação permanente no estado, instrumento voltado à conservação de ecossistemas aquáticos que veda usos incompatíveis com a conservação de sua biodiversidade.

Mapa 2 – Unidade de Conservação de Minas Gerais



Fonte: Adaptado do IEF

Além dos dispositivos citados, a legislação nacional e estadual institui as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal, que impõem aos particulares o dever de proteger as faixas ripárias e o mínimo de 20% da cobertura natural de cada propriedade. Ambas, por sua extensão territorial, capilaridade espacial (obrigação de toda propriedade) e, no caso das APPs, configuração ripária, constituem o principal instrumento para a conservação e proteção dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela infraestrutura verde e biodiversidade aquática discutidos anteriormente.

A Lei Federal nº 12.651/2012 instituiu o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é o registro eletrônico das informações ambientais das propriedades e posses rurais na plataforma Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA) – Tabela 1. Nesse sistema o proprietário ou possuidor rural declara toda a situação do imóvel, com a finalidade de compor uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e, ainda, combate ao desmatamento.

Outra política associada à manutenção da infraestrutura verde do estado é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), estratégia de conservação que recompensa financeiramente proprietários que conservam a cobertura natural pelos serviços ecossistêmicos fornecidos por suas propriedades.

Em Minas Gerais, o programa Bolsa Verde transferiu 60 milhões de reais a 2.700 beneficiários pela conservação de 90.000 ha ao longo de cinco anos (IEF, 2021). Mesmo com o final da vigência dos contratos, tem-se observado que a maioria das áreas cadastradas se

mantiveram conservadas, o que demonstra o potencial de iniciativas do gênero no contexto estadual.

Finalmente, além desses instrumentos de proteção de habitat, o Sisema desenvolve, através do Instituto Estadual de Florestas (IEF), projetos e programas de conservação de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção, buscando a recuperação de suas populações e reabilitação de suas funções ecológicas. O IEF integra 26 Planos de Ação Nacionais para a conservação de espécies ameaçadas e desenvolve dois Planos de Ação Territorial para espécies criticamente ameaçadas e sem outros instrumentos de conservação em seu território.

Restauração ambiental

A restauração ambiental pode ser definida como um conjunto de ações físicas, químicas e biológicas que tem como objetivo gerar condições para o retorno das características semelhantes àquelas originais. Trata-se de um processo de reabilitação de um determinado ambiente no qual é necessário um planejamento, onde devem ser consideradas as viabilidades técnicas e econômicas.

Restauração da cobertura vegetal

Abordar a questão hídrica no contexto da restauração ambiental é fundamental. Conforme dados do CAR, o estado possui atualmente 915.244 imóveis rurais inscritos, dos quais, 849.295 são até 4 módulos fiscais e 65.949 são acima, e apresenta quase 744.510 mil hectares de APPs antropizadas, não consolidadas, que por lei deverão ser restauradas. A estas

somam-se as APPs previstas no artigo 61-A da Lei Federal nº 12.651/2012, denominadas de “escadinha”, por determinarem cotas de restauração

proporcionais ao tamanho da propriedade, bem com as áreas de Reserva Legal a serem restauradas, o que ainda pode elevar esses números (TABELA 1).

Tabela 1 – Estratificação das informações inseridas no sistema de inscrição do CAR no estado de Minas Gerais

FEIÇÃO	ÁREA TOTAL (ha)	% DA ÁREA DO ESTADO
Imóveis rurais	51.471.066,25	87,76
Imóveis rurais até 4 MF	21.609.910,80	36,84
Imóveis rurais acima de 4 MF	29.861.155	50,91
APP antropizada não consolidada	744.510,83	1,27
APP com vegetação nativa	1.667.912,17	2,84
APP segundo o art. 61-A da Lei 12651/2012	365.446,41	0,62
APP Total	3.407.456,49	5,81
RL Averbada	2.825.347,94	4,82
RL Aprovada e Não Averbada	242.564,86	0,41
RL Proposta	6.154.451,69	10,49
RL Total	8.682.364,49	14,80
Vegetação Nativa	15.933.367,29	27,17
Área rural consolidada	27.322.382,35	46,58

Fonte: IEF (2021)

O Programa de Regularização Ambiental (PRA) consiste em um conjunto de ações que tem como objetivo promover a regularização ambiental de um imóvel conforme estabelecido em Lei e disposto nos Decretos Federais nº 7.830/2012 e nº 8.235/2014, principalmente voltados à recuperação de APPs e da Reserva Legal. Propriedades rurais que realizaram a inscrição no CAR até o dia 31/12/2020 tiveram direito a adesão ao PRA. Em Minas Gerais ambos dispositivos foram estabelecidos pela Lei nº 20.922/2013.

O PRA foi regulamentado pelo Decreto nº 48.127/2021. Atualmente, a adesão ao PRA no estado é de 60,85%, sendo o próximo passo a regulamentação desses dispositivos junto ao IEF, responsável por sua gestão. Serão promovidas no âmbito do PRA diversas ações que compreendem desde o isolamento para regeneração natural, até aquelas de maior complexidade que dependem da elaboração de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA).

Essas ações envolvem parcerias com instituições públicas ou privadas, como por exemplo, a já estabelecida com a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) - para compensação ambiental em APP – e com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), em processo de negociação. Em 2021, o Sisema, por meio do IEF, assinou acordo de cooperação técnica com a The Nature Conservancy (TNC) Brasil para a recuperação, conservação e proteção de áreas nativas pertencentes ao bioma Mata Atlântica no estado, com ações voltadas ao PSA; incentivo à adesão ao CAR e PRA, assim como a capacitação de agentes públicos e privados (IEF, 2021).

Busca-se ainda o desenvolvimento de tecnologias de monitoramento ambiental, com a implantação de um sistema de informação para a cadeia de restauração florestal, por meio da ampliação dos bancos de informações digitais do Projeto Atlas e o Portal da Mantiqueira (IEF, 2021). Ainda em processo de negociação, tem-se as parcerias com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto World Agroforestry (ICRAF), World Resources Institute (WRI), Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias Extrativas de Itaúna e Itatiaiuçu (Sindixtra) e Associação das Indústrias Sucreenergéticas de Minas Gerais (Siamig).

O PRA é um importante aliado para a revitalização das bacias hidrográficas e proteção dos recursos hídricos, pois estimula a recuperação de áreas desmatadas. Dentro de um ecossistema específico, a prática da recuperação da cobertura vegetal, principalmente em áreas legalmente instituídas (APP e Reserva Legal), apesar de ainda ser muito discutida pelos especialistas, aponta que

o incremento da vegetação florestal em grandes bacias hidrográficas, ao atingir o equilíbrio, pode levar ao aumento da disponibilidade de água (BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. *et al.*, 2009). Uma vez que, como já dito, favorece a infiltração de água no solo até os sistemas aquíferos alimentando os fluxos de base, propiciando assim a perenidade dos corpos hídricos.

Os serviços esperados dos ecossistemas protegidos ou restaurados são dependentes das águas infiltradas que alimentam as reservas subterrâneas e abastecem os corpos d'água (GONÇALVES, W., FILGUEIRAS, J.F. 2004). Os processos de recuperação por meio de práticas adequadas favorecem a preservação das propriedades físicas do solo e cria, como já mencionado, condições favoráveis à infiltração e percolação da água e promove a redução do escoamento superficial, influenciando a distribuição da vazão ao longo do ano.

O sucesso da restauração da vegetação natural, entretanto, depende criticamente da recuperação da fauna local, responsável por polinização e dispersão de sementes e, portanto, pelo recrutamento de novos indivíduos nos fragmentos recuperados e por sua expansão. Áreas revegetadas, mas desfaunadas, devido ao fragmento se encontrar distante dos remanescentes naturais ou a fauna da região deprimida por degradação de habitat ou caça, apresentam pouca ou nenhuma chuva de sementes e função ecológica limitada, desaparecendo na medida em que suas árvores morrem. Métodos mais efetivos de restauração florestal incluem seu planejamento espacial, considerando a capacidade de dispersão e a implantação de atrativos da fauna, assim como esforços diretos de refaunação.

Coadunando com esse esforço, o IEF desenvolve o Programa de Áreas de Soltura de Animais Silvestres (ASAS) que anualmente reabilita e reintroduz 3.000 - 6.000 animais traficados, em sua grande maioria aves, incluindo grandes frugívoros dispersores de espécies arbóreas, em 65 propriedades parceiras ao longo do estado, sobretudo em áreas em que há potencial de expansão dos fragmentos naturais.

Recuperação de áreas degradadas

O Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) é um procedimento legal que foi regulamentado no Decreto Federal nº 97.632/1989. Nessa normativa, são apresentados, respectivamente nos Artigos 2º e 3º, o conceito de degradação e seus objetivos:

Art. 2º Para efeito deste Decreto são considerados como os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Art. 3º A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.

Diversas normativas de diferentes entes federativos, como exemplo, Lei nº 6.938/1981, Instrução Normativa do ICMBIO nº 11 /2014, Decreto nº 48.127/2021, Lei nº 20.922/2013,

indicam as diretrizes que devem ser consideradas na reabilitação das áreas impactadas. Estas abrangem desde fatores relacionados à fase de projeto, quando é proposta a alteração do uso da área, até a sua reabilitação.

A degradação ambiental embora ocorra de forma concentrada no meio urbanizado, pela ocupação desordenada, é sentida em maiores proporções no meio rural, pois afeta diretamente o desenvolvimento das atividades produtivas, bem como as infraestruturas de produção, vias de acesso, atividades extrativas de minerais, dentre outras.

É necessário, nesse cenário, a recuperação das áreas degradadas, sendo fundamental identificar e analisar os impactos ambientais diretos ou indiretos sobre os meios físico e biótico. Deve-se, para isso, avaliar os aspectos de conformações topográficas, paisagísticas e a estabilidade do terreno, propondo adequações para a promoção do controle da erosão e da drenagem. Esse processo deve envolver diversos atores, como empreendedor ou proprietário, poder público e comunidade local.

É fundamental considerar, que em muitos casos o impacto negativo é permanente, como por exemplo, aqueles sobre a topografia do terreno e algumas espécies vegetais, que não retornam à configuração inicial. Portanto, a reabilitação dessas áreas possibilita um novo tipo de uso.

Quanto aos recursos hídricos, o dano sempre é significativo, principalmente, se, além das alterações citadas anteriormente, ocorrer mudanças na densidade e permeabilidade, na capacidade e velocidade de infiltração,

assim como na contenção e armazenamento de água do solo daquele ambiente, tanto em aquífero temporário/livre, quanto em aquífero permanente.

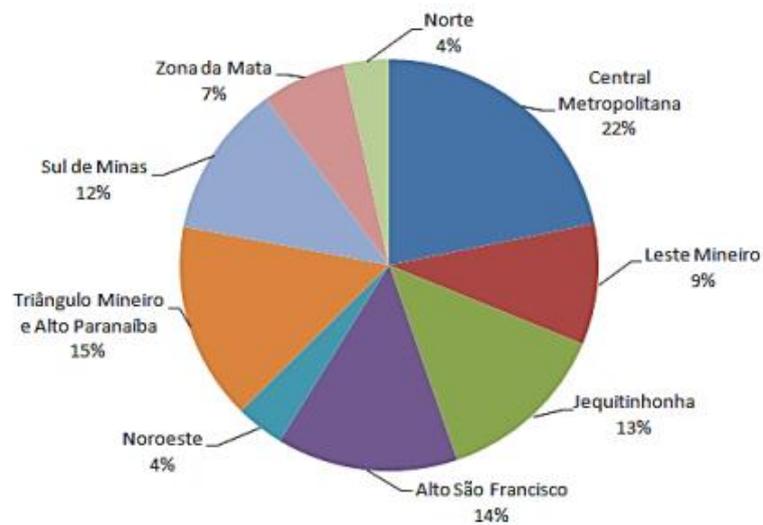
As áreas de empréstimo (áreas de retirada de material para aterro) podem ser consideradas áreas degradadas, pois delas foram retirados os horizontes superficiais do solo e, assim, como já discutido, eliminado o banco de sementes. Ocorre que nessas áreas são também encontrados problemas de compactação do material exposto, baixas taxas de infiltração e armazenamento de água, deficiência de oxigênio, alta resistência à penetração de raízes, aumento da densidade do solo e falta de matéria orgânica. Dessa forma, apresentam insignificante potencial de regeneração natural, que ocorre com a reprodução de espécies, cujas sementes ali chegam, germinam e crescem.

A gestão ambiental de áreas de mineração, com foco na recuperação de áreas degradadas, é compartilhada entre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam). Desde 2008, a Deliberação Normativa COPAM nº 127 determina a elaboração do Plano Ambiental de Fechamento de Mina (PAFEM) no momento de encerramento das atividades. A publicação “Cadastro de Minas Paralisadas no Estado de Minas Gerais” (FEAM, 2016) apresenta 400 minas, de pequeno e médio porte, mapeadas em situação de abandono ou paralisadas (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 – Cadastro de Minas Paralisadas em Minas Gerais

SUPRAM	Nº de minas	%
Central Metropolitana	87	21,8
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	62	15,5
Alto São Francisco	56	14,0
Jequitinhonha	54	13,5
Sul de Minas	48	12,0
Leste Mineiro	38	9,5
Zona da Mata	26	6,5
Noroeste	15	3,8
Norte	14	3,5

Fonte: Feam (2016)



Resultado desse trabalho, a Deliberação Normativa Copam nº 220/2018, além de revogar a DN anteriormente citada, de acordo com Feam (2012, p.?) “(...) consolidou o relatório de paralisação de atividade minerária como instrumento de gestão oficial de acompanhamento de empreendimentos com a atividade de lavra temporariamente suspensa”, buscando minimizar os impactos e regulamentar a recuperação dessas áreas pelos empreendedores.

Ainda sobre a temática da mineração, em função dos rompimentos de barragens de rejeitos, o Sisema tem acompanhado, juntamente com outros órgãos estaduais e federais, a recuperação ambiental das Bacias dos Rios Doce e Paraopeba.

Nessa seara, o esforço para a restauração dos ecossistemas aquáticos suprimidos ou degradados, em particular, representam um desafio excepcional, que exige a reintrodução das feições hidrogeomorfológicas e arquiteturais originais ou funcionalmente equivalentes para que a biodiversidade aquática possa recolonizar o ambiente. A restauração dessas áreas exige reconhecer que, embora as três classes de feições relevantes - geomorfológica, hidrológica e biológica - influenciem umas às outras, elas integram uma hierarquia de organização física do ecossistema.

As feições geomorfológicas são muito mais estáveis que as demais e fornecem a arquitetura física na qual as outras se desenrolam, influenciando-as sobremaneira. O relevo determina a drenagem da água e, portanto, o trajeto, extensão linear, profundidade, largura e meandros dos cursos d'água, bem como sua velocidade, extensão, forma de seus leitos maior e menor e de sua planície de inundação. Determina, portanto, todas as feições críticas à disponibilidade de habitat para a biota aquática e ripária.

Já as feições hidrológicas constituem o habitat das espécies aquáticas e fornecem recursos críticos para a biodiversidade ripária e terrestre de modo geral. Volume, qualidade e velocidade das águas e suas variações sazonais afetam diretamente as espécies que podem habitar o trecho e

sua abundância. Assim, a restauração geomorfológica e hidrológica da área é pré-requisito a sua restauração biológica.

Para a solução desse desafio é necessário implantar métodos de manejo de rejeitos, seguidos de restauração ou renaturalização do relevo e, então, reintrodução das diferentes classes de substratos no leito e margens. Sem essas etapas a sucessão ecológica é emperrada pela indisponibilidade de substrato físico para a recolonização.

Áreas contaminadas e reabilitadas

Outro aspecto fundamental à discussão que envolve a conservação e proteção ambiental é o trabalho realizado pelo governo do Estado de Minas por meio da Feam, concernente às áreas contaminadas e o seu reatamento direto na gestão e conservação dos recursos hídricos e que será trabalhada quando da elaboração do Plano Mineiro de Segurança Hídrica.

As áreas contaminadas se caracterizam pela presença de substâncias químicas no solo e, principalmente, nas águas subterrâneas, em geral decorrentes de atividades antrópicas e podem ser constituintes de resíduos depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada ou acidental no solo (FEAM, 2020). Nessas áreas, os contaminantes podem estar presentes no ar, nas águas superficiais, no solo, nos sedimentos, ou nas águas subterrâneas, podendo ser transportados a partir desses meios, propagando-se por diferentes vias, alterando suas características naturais e gerando impactos negativos e riscos à

saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens a proteger.

Durante muito tempo o solo foi considerado um bom receptor de substâncias nocivas com base no suposto poder tampão e no seu potencial autodepurativo. Além disso, não eram muito difundidos ou adotados procedimentos seguros para o manejo de substâncias perigosas e nem para a prevenção e resposta a acidentes ou vazamentos durante o desenvolvimento dos processos produtivos, no transporte ou armazenamento de matérias primas e produtos, o que contribuiu para a contaminação do solo.

O gerenciamento das áreas contaminadas vem sendo conduzido no âmbito dos respectivos processos administrativos dos empreendimentos, cujas áreas são identificadas em vistorias, no atendimento de emergências nos casos de acidentes e denúncias, e, muitas vezes sem adotar uma metodologia única. Desta forma, as informações sobre a contaminação de solo estavam dispersas em processos de regularização ambiental, sem registro em banco de dados sistematizado, capaz de fornecer respostas e relatórios confiáveis para se propor um Programa de Gerenciamento das Áreas Contaminadas do Estado, contendo diretrizes e critérios técnicos com vistas a uniformização e priorização de ações em função do risco à saúde humana e meio ambiente (FEAM, 2020).

Neste contexto, foi a partir de 2007, que os órgãos estaduais de controle ambiental, em especial a Feam, estabeleceram procedimentos para o gerenciamento de áreas contaminadas e estruturaram o cadastro dessas áreas

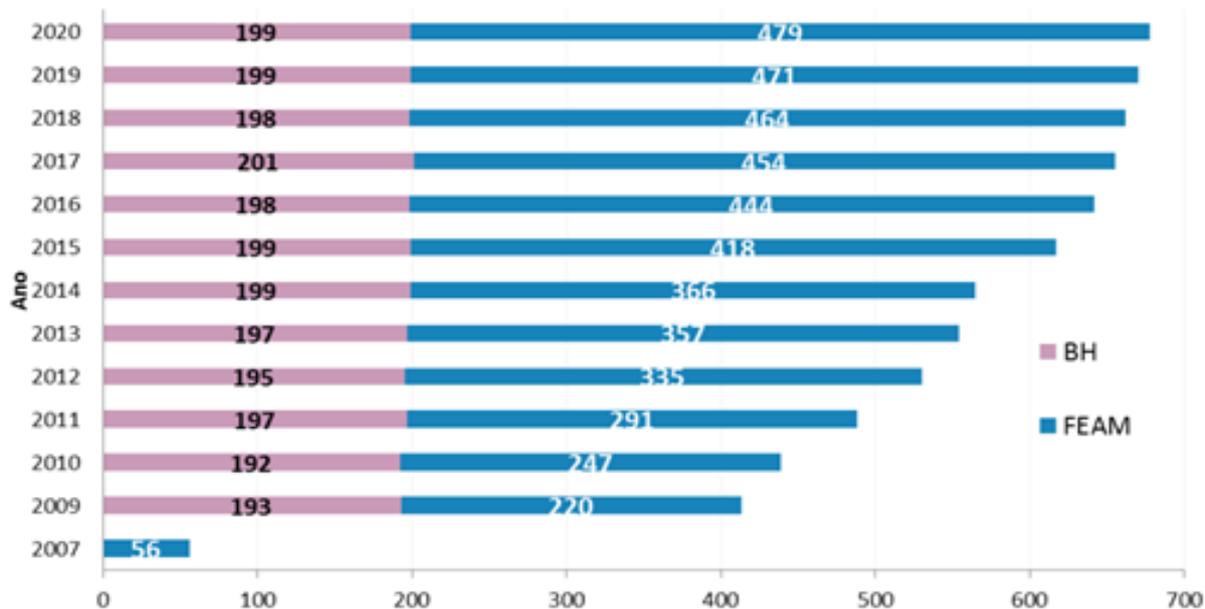
contendo banco de dados. Isso é realizado através dos seguintes dispositivos legais, a saber:

- Deliberação Normativa COPAM nº 116/2008, que dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas por substâncias químicas no Estado de Minas Gerais; e
- Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02/2010, que institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas e estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas.

A partir do cadastro imposto por esses diplomas, no ano de 2020 foram registradas 678 áreas contaminadas ou em reabilitação no território mineiro. Parte significativa, no município de Belo Horizonte, resultado de um trabalho conjunto feito com a prefeitura.

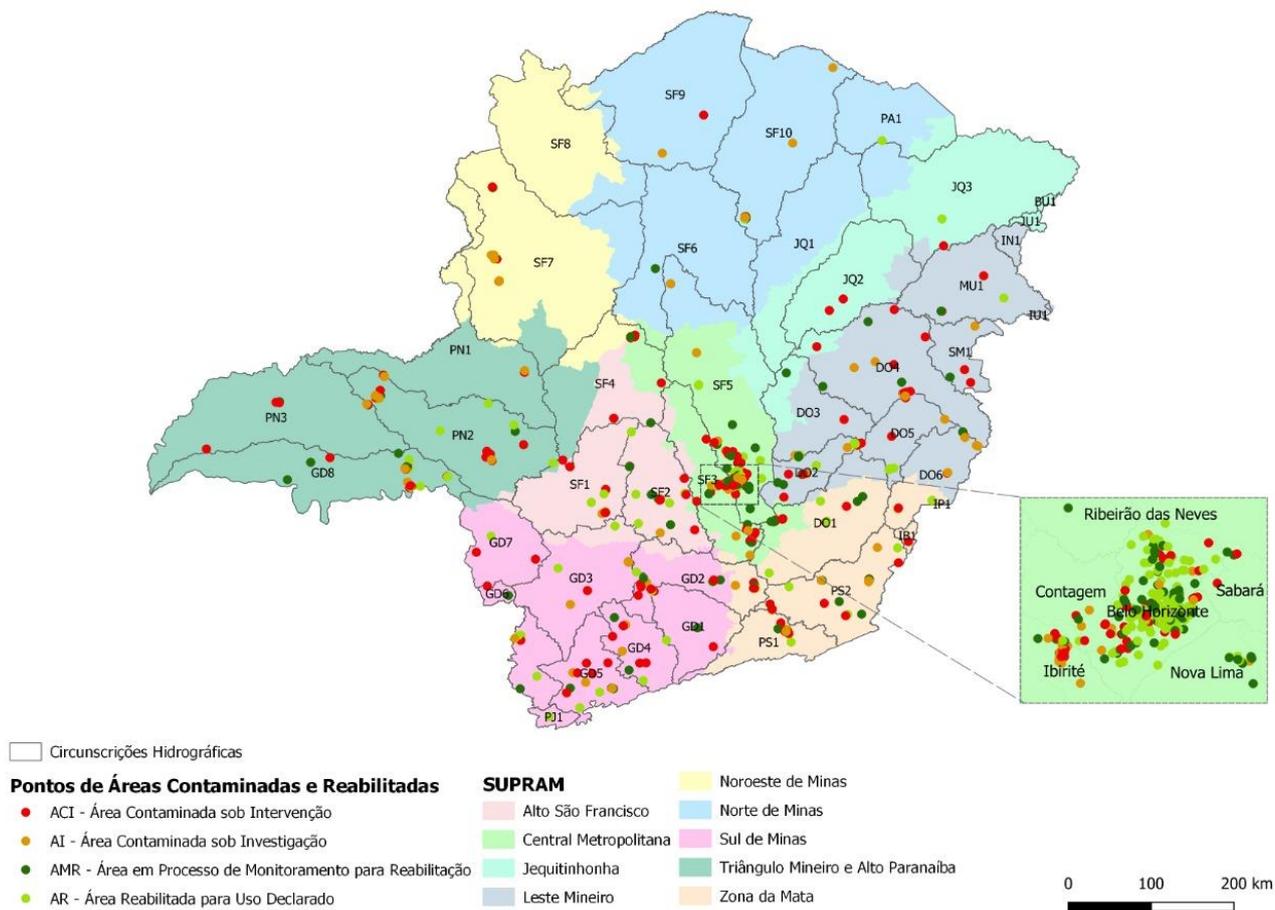
O Gráfico 2 e o Mapa 3 apresentam a evolução anual do número dessas áreas.

Gráfico 2 – Evolução do número de áreas gerenciadas - período de 2007 a 2020



Fonte: Feam (2020)

Mapa 3 – Distribuição geográfica das áreas contaminadas em Minas Gerais, por SUPRAM e UPGRH, conforme sua classificação no gerenciamento



Fonte: Adaptado de Feam (2020) pelos autores

Os dados apresentados demonstram que o número de áreas contaminadas cadastradas vem aumentando desde o início dos levantamentos. Do ponto de vista dos recursos hídricos, pode-se ter um impacto nos cursos de água, sendo, por esse motivo, importante a consideração das áreas contaminadas em projetos de revitalização de bacias hidrográficas.

Práticas conservacionistas no uso do solo e sua relação com água

As práticas conservacionistas do solo e da água na produção agropecuária têm a finalidade de limitar ou conter, pela promoção de diferentes processos físicos, químicos ou biológicos, a movimentação excessiva de substratos e, principalmente, de recursos hídricos, promovendo a melhoria da infiltração e percolação de água no perfil do solo (FERREIRA, 2008).

A difusão e a utilização de práticas conservacionistas são essenciais para otimizar a relação entre sociedade e natureza, conduzindo à exploração racional dos recursos naturais e evitando a degradação dos mesmos. O correto emprego dessas práticas exige seu ajuste às especificidades dos diferentes ambientes e, embora originalmente desenvolvidas para o meio rural, também são usadas em área urbana, guardadas as respectivas peculiaridades.

Considerando o zoneamento ambiental e produtivo, as boas práticas no uso do solo devem seguir os princípios das práticas conservacionistas, listados no Quadro 1, e assim proporcionar maior equilíbrio entre proteção dos recursos naturais, exploração e ganhos produtivos.

Quadro 1 – Princípios do uso e ocupação de solo

PRINCÍPIO	CONCEITO	TÉCNICAS
Reorganização do escoamento superficial	Conjunto de práticas conservacionistas que empregam ações físicas no solo para sua manutenção e preservação, evitando assim perdas por escoamento superficial.	<ul style="list-style-type: none"> • Locação e implantação de terraços; • Canais escoadouros; • Valetamento e implementação de sulcos em nível e em gradientes; • Banqueteamento individual; • Terraplenagem; • Drenos de desvios e também nos leitos das voçorocas; • Suavização dos barrancos ou retaludamento; • Locação e implantação de barragens de terra nas vertentes de limitada infiltração e em drenagens preferenciais; • Construção de barreiras físicas tais como diques de madeira, métodos biotecnológicos, filtros ou retentores vegetativos de sedimentos; • Gabiões; • Proteção ou reforço dos declives com mantas orgânicas ou sintéticas; • Enrocamentos ou diques de pedras; e • Muros de contenção.

Continuação...

PRINCÍPIO	CONCEITO	TÉCNICAS
Barreiras físicas	Conjunto de práticas conservacionistas biológicas ou físicas para manutenção e preservação do solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Cordões de vegetação permanentes; • Cultivo em faixas; • Paliçadas; • Faixas e barreiras; • Barreiras vivas; • Cordões de pedra; • Patamares; • Banquetas individuais; • Reordenação de drenagens; e • Quebra-ventos.
Reconstituição do solo	Conjunto de práticas agrícolas biológicas ou químicas que tem a função de recuperar e evitar perdas de solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Plantio direto; • Subsolagem; • Calagem; • Enterrio de restos culturais; • Adubação verde; • Adubação de correção; • Cobertura viva; • Revestimento vegetal com gramíneas e/ou espécies forrageiras; e • Cobertura morta ou “mulching”.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Das práticas acima, destacam-se aqui o terraceamento e suas várias modalidades, os bolsões (barraginhas), o cultivo em faixa e o plantio direto.

O terraceamento envolve a movimentação de terra por meio de corte e aterro. São estruturas físicas dispostas no sentido transversal do terreno, com intervalos dimensionados, que possui a função de reter o escoamento superficial da água diminuindo a erosão e aumentando a infiltração. Sua construção deve levar em consideração o tipo de solo, a declividade, a intensidade e a duração das chuvas. A eficiência do terraceamento está aliada às outras práticas conservacionistas como o plantio em nível, rotação de cultura, manutenção da cobertura no solo e controle de queimadas (KLEIN, C. E KLEIN, 2014; LOBATO, 2019).

As barraginhas auxiliam na recepção das águas escoadas das vias de circulação

e permite sua rápida infiltração. Já o método de cultivo em faixas é o plantio de espécies perenes entre faixas de cultivo anual com função de interceptar o fluxo de escoamento superficial, retendo sedimentos e favorecendo a infiltração da água (KLEIN, C. & KLEIN, 2014; LOBATO, 2019).

Prática também conservacionista, o sistema de plantio direto é composto por um conjunto de tecnologias baseadas na diversificação de espécies, rotação de culturas e manutenção de resíduos vegetais dos cultivos anteriores para proteção da superfície do solo. Por reduzir a utilização de maquinários e conjugar diversas práticas, especialmente as mecânicas, esse sistema agrega os benefícios para o solo e água de vários métodos (SALTON, HERNANI & FONTES, 1998).

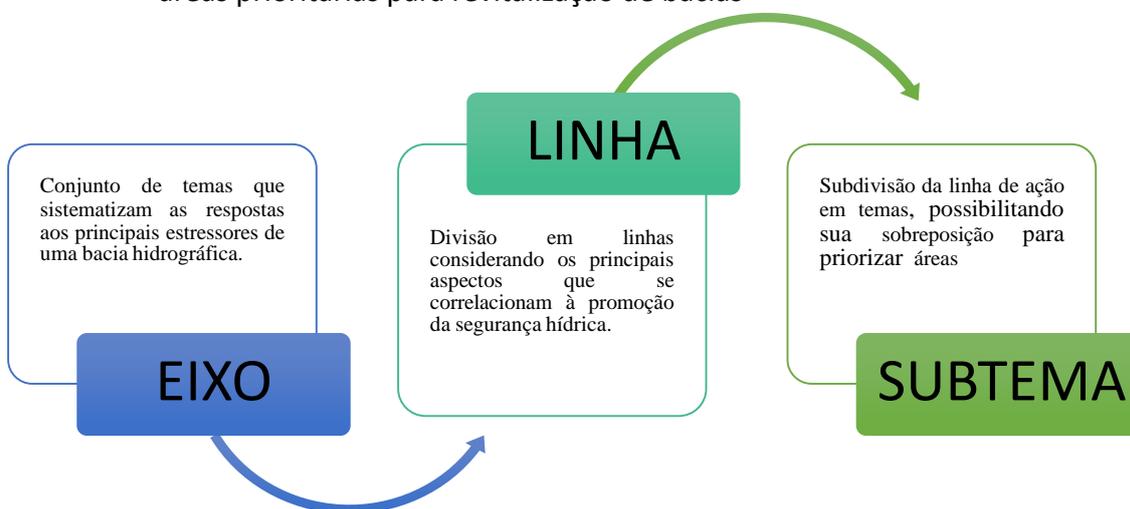
ASPECTOS DA CONSERVAÇÃO, RESTAURAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DA BIODIVERSIDADE QUE INTERFEREM NA SEGURANÇA HÍDRICA DE UMA REGIÃO

Do ponto de vista dos recursos hídricos, é consenso entre especialistas que a conservação da cobertura vegetal, a recuperação de áreas degradadas e a adoção de práticas conservacionistas no manejo do solo são medidas estratégicas

para o sucesso de projetos voltados para a revitalização de bacias hidrográficas.

É nessa lógica que as linhas e subtemas para priorização de áreas para revitalização de bacias foi estruturado, utilizando, para isso, a metodologia proposta no capítulo anterior - Áreas prioritárias para revitalização de bacias: diretrizes e proposição de metodologia para sua definição (FIGURA 1).

Figura 1 – Metodologia para definição de linhas e subtemas voltadas à seleção de áreas prioritárias para revitalização de bacias



Fonte: Adaptado de Machado *et al* (2021)

O Quadro 2, a seguir, apresenta a proposta de organização das linhas e subtemas relativos ao eixo de conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionados à água.

Essas linhas e subtemas são capazes de sistematizar os principais aspectos, neste eixo, para a identificação das áreas de maior vulnerabilidade para a segurança hídrica. Isto possibilitará a proposição e a execução de ações e intervenções, que visem a conservação, recuperação e uso sustentável dos recursos hídricos, contribuindo para a:

- Diminuição do escoamento superficial e, conseqüentemente, de processos erosivos, aumentando as taxas de infiltração da água no solo; e
- O controle da poluição das águas, especialmente, aquelas de origem difusa.

Essas intervenções devem priorizar áreas com maior capacidade de recarga hídrica, principalmente, aquelas localizadas nas cabeceiras das bacias. A proteção de áreas de preservação permanentes e ripárias também devem receber especial atenção, frente à sua importância para a manutenção das águas, da biodiversidade aquática e dos serviços ecossistêmicos.

Quadro 2 – Linhas e subtemas relacionados ao eixo de conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionados à água

LINHA	OBJETIVO	SUBTEMA	OBJETIVO
Conservação e proteção ambiental	Identificar áreas cuja conservação e proteção são estratégicas para a garantia da segurança hídrica.	Infraestrutura verde para recarga hídrica.	Identificar áreas de maior valor estratégico para facilitação de infiltração de água no terreno pela preservação de infraestrutura verde.
		Infraestrutura verde para proteção de mananciais	Identificar áreas de maior valor estratégico para o tamponamento do escoamento superficial e carreamento de poluentes e excesso de sedimentos e nutrientes a mananciais pela preservação de infraestrutura verde.
		Escassez hídrica	Identificar áreas em que o balanço hídrico já se aproxima ou atinge situação de déficit, considerando os usos múltiplos e a vazão ecológica.
		Mudanças climáticas	Identificar áreas de maior valor estratégico para a implantação de medidas de mitigação dos efeitos da crise climática considerando sua propensão à escassez e as funções hidrológicas de seus ecossistemas.
		Ecosistemas e biodiversidade aquáticos	Identificar áreas de maior valor estratégico para a conservação da biodiversidade aquática e suas funções ecológicas.
		Rios livres	Trechos estratégicos para a manutenção e incremento da conectividade aquática.
Restauração ambiental	Identificar áreas a serem restauradas para o restabelecimento das condições de segurança hídrica	Restauração da cobertura vegetal	Identificar áreas em que a restauração da cobertura vegetal tem maiores chances de sucesso e trará os melhores retornos em qualidade ambiental para biodiversidade e recursos hídricos.
		Recuperação de áreas degradadas	Aplicável a áreas onde é essencial a reconformação da paisagem, buscando promover um novo equilíbrio dinâmico, possibilitando o uso futuro para aquela área ou sua integração ao ambiente natural.
		Recuperação de áreas contaminadas	Aplicável em áreas com contaminação química
Boas práticas no uso do solo e controle da erosão e do assoreamento	Identificar áreas vulneráveis para intensificar o incentivo ao uso de técnicas de manejo correto das terras cultiváveis, evitando a erosão em todas suas formas.	Manejo do solo	Orientar a elaboração das ações que irão compor o banco de projetos, uma vez que para esse subtema não haverá mapa específico.
		Áreas vulneráveis ao tipo de uso do solo	Aplicável a áreas naturalmente vulneráveis onde o uso do solo pode gerar o processo de degradação.
		Recarga hídrica	Áreas essenciais para a manutenção do equilíbrio hídrico, nos aspectos de quantidade e qualidade, onde ocorre a facilitação de infiltração de água no terreno. Elas são agregadas geograficamente ou não, por tipo de rochas, condições geomorfológicas, pedológicas e estruturais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A proteção e a recuperação da cobertura vegetal, especialmente em áreas de mananciais destinados ao abastecimento público, são recomendadas para garantir segurança hídrica à população de uma bacia hidrográfica.

Por fim, reforça-se a importância da compreensão de que as intervenções conjuntas entre governo, iniciativa privada e proprietários rurais, buscando a conservação de solo e água, trazem resultados benéficos não só para a

proteção do meio ambiente, mas também para a socioeconomia, tendo em vista a manutenção da capacidade produtiva do ambiente.

Considerando o zoneamento ambiental e produtivo, as boas práticas no uso do solo devem seguir os princípios das práticas conservacionistas, listados no Quadro 1, e assim proporcionar maior equilíbrio entre proteção dos recursos naturais, exploração e ganhos produtivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de conhecimento acerca dos processos hidrológicos e da sua relação com o ecossistema, especialmente com a infraestrutura verde e a biodiversidade aquática são premissas fundamentais para a construção do Plano Mineiro de Segurança Hídrica e a sua correta compreensão será determinante para a formulação de políticas que versem sobre o tema. O planejamento adequado do uso e ocupação do solo economiza tempo e recursos financeiros.

Reafirma-se, portanto, a importância da água como um recurso natural indispensável à vida e a continuidade das atividades produtivas, sendo imperativo a conservação e a restauração da paisagem, bem como a adoção de boas práticas de uso do solo que favoreçam à continuidade da prestação dos serviços ecossistêmicos, de forma que a relação entre a utilização desses recursos e o desenvolvimento da sociedade possa ser sustentável.

Por fim, destaca-se que o êxito na implementação das políticas ambiental e hídrica perpassa também pelo envolvimento dos proprietários rurais nesses projetos, especialmente, por meio da adesão ao CAR e ao PRA e de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais prestados.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D., ABELL, R., HOGAN, Z., REVENGA, C., TAYLOR, B. W., WELCOMME, R. L., & WINEMILLER, K. (2005). **Overfishing of Inland Waters**. *Bioscience*, 55(12), 1041. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article/55/12/1041/407055>. Acesso em: 23 set. 2021
- ANGERS, D.A., CARON, J., (1998). **Plant-induced changes in soil structure: processes and feedbacks**. *Biogeochemistry* 42, 55–72. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1005944025343>. Acesso em: 23 set. 2021

ASBJORNSEN, H. *et al.* Ecohydrological advances and applications in plant-water relations research: a review. **Journal of Plant Ecology**, Oxford, v. 4, n. 1//2, p. 3–22, 2011. Disponível em: <https://academic.oup.com/jpe/article/4/1-2/3/943258?login=true>. Acesso em: 23 set. 2021.

ATANAZIO, R. **Pagamento por serviços ambientais como política pública de segurança hídrica e desenvolvimento regional**: análise de estratégias de comitês de bacias hidrográficas. 2019. 111 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Governança Pública) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4159/1/CT_PPGPGP_M_Atanzio%2c%20Renato_2019.pdf Acesso em: 23 ago. 2021.

BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Uma visão ecossistêmica do processo de restauração ecológica**: pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009.

BRASIL. **Decreto n. 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/520272/publicacao/15646760> . Acesso em: 01 out. 2021.

BRASIL. **Decreto n. 7.830, de 17 de outubro de 2012**. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização o Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7830.htm. Acesso em: 23 set. 2021.

BRASIL. **Decreto n. 8.235, de 5 de março de 2014**. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8235.htm. Acesso em: 23 set. 2021.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 23 set. 2021.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 21 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 24 set. 2021.

BRASIL. **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 23 ago. 2021.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 23 ago. 2021.

CARDINALE, B. J. Biodiversity improves water quality through niche partitioning. **Nature**, Switzerland, v. 472, n. 7341, p. 86-89. 2011.

CASTELLE, A., and JOHNSON, A. (2000). **Riparian Vegetation Effectiveness:** Technical Bulletin No. 799. Research Triangle Park, NC: National Council for Air and Stream Improvement, Inc. 36pp.

CENTRO NACIONAL DE ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (Brasil). Situação atual e projeção hidrológica para reservatório Três Marias – bacia do Rio São Francisco. Boletim Ano 05, n. 47 Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/cemaden/conteudo/monitoramento/monitoramento-hidrologico/relatorio-tres-marias/situacao-atual-e-projecao-hidrologica-para-reservatorio-tres-marias-12-08-2021/relatorio_aproveitamentotresmarias_2021_julho_final.pdf Acesso em: 22 set. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais); CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010.** Institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas. Disponível em : <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14670>. Acesso em: 01 out. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Deliberação normativa Copam nº 220, de 21 de março de 2018.** Estabelece diretrizes e procedimentos para a paralisação temporária da atividade minerária e o fechamento de mina, estabelece critérios para laboração e apresentação do relatório de Paralisação da Atividade Minerária, do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD e do Plano Ambiental de Fechamento de Mina - PAFEM e dá outras providências. Disponível em : <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45938>. Acesso em: 23 set. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Deliberação normativa COPAM n. 116, de 27 de junho de 2008.** Dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas por substâncias químicas no Estado de Minas Gerais. Disponível em : <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7974>. Acesso em: 01 out. 2021.

DABNEY, S.; MOORE, M.; LOCKE, M. Integrated Management of In-Field, Edge-of-Field, and After-Field Buffers. **Journal of the American Water Resources Association**, New Jersey, v.42, n. 1, p. 15-24, 2006.

DALA-CORTE, R. B. Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the neotropical region. **Journal of Applied Ecology**, New Jersey, v.57, n. 7, p.1391-1402, 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Cadastro de minas paralisadas e abandonadas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Feam, 2016. 38 p. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/2016/AREAS_DEGRADADAS/Cadastro_Minas_Paralisadas_e_Abandonadas_2016l.pdf. Acesso em: 01 out. 2021.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Inventário e lista de áreas contaminadas 2020**. Disponível em: <http://www.feam.br/-qualidade-do-solo-e-areas-contaminadas/inventario-e-lista-de-areas-contaminadas>. Acesso em: 01. out. 2021.

FELD, C. K. *et al.* Evaluating riparian solutions to multiple stressor problems in river ecosystems: a conceptual study. **Water Research**, Amsterdam, v. 139, p. 381-394, 2018.

FERREIRA, C. M. **Fundamentos para a implantação e avaliação da produção sustentável de grãos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2008. 228 p.

GEHRING, C. A. Introduction: Mycorrhizas and soil structure, moisture, and salinity. *In*: GEHRING, C. A. **Mycorrhizal mediation of soil**. Amsterdam: Elsevier, 2017. cap. 13. p. 235-240.

GONÇALVES, W., FILGUEIRAS, J.F. Florestas de preservação produtivas. *In*: ENCONTRO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS, 1., 1994, Rio de Janeiro. **Resumos [...]**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

GREGORY, S. V. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, Oxford, v. 41, p. 540-551, 1991.

GRÊT-REGAMEY, A.; BRUNNER, S. H.; KIENAST, F. Mountain ecosystem services: who cares? **Mountain Research and Development**, Switzerland, v. 32, n. S1, S23-S34, 2012.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Instrução normativa ICMBIO nº 11, de 11 de dezembro de 2014**. Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf. Acesso em: 24 set. 2021.

GRILL, G. *et al.* Mapping the world's free-flowing rivers. **Nature**, Berlim, v. 569, n. 7755, p. 215–221, 2019.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (Minas Gerais). **Sisema e TNC Brasil firmam parceria para recuperação da Mata Atlântica em Minas**. Disponível: <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/3408-sisema-e-tnc-brasil-firmam-parceria-para-recuperacao-da-mata-atlantica-em-minas>. Acesso em: 23 set. 2021.

IEF. Instituto Estadual de Florestas, *apud* SICAR Nacional. **Cadastro Ambiental Rural**. Disponível: <https://www.car.gov.br/#/>. Acesso em: 23 set. 2021

JUNK, W. J. *et al.* The comparative biodiversity of seven globally important wetlands: a synthesis. **Aquatic Sciences**, Switzerland, v. 68, n. 3, p. 400-414, 2006.

KARSSIES, L.E. & PROSSER, I.P. 1999. **Guidelines for riparian filter trips for Queensland irrigators**. CSIRO Land and Water Technical Report 32/99. Canberra, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO).

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, Santa Maria, v.13, n.5, p.3915-3925, dez. 2014.

KNIGHT, K. W. *et al.* Ability of remnant riparian forests, with and without grass Filters, to buffer concentrated surface runoff. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, New Jersey, v. 46, n. 2, p. 311-322, 2010.

KRZEMINSKA, D. Effect of riparian vegetation on stream bank stability in small agricultural catchments. **CATENA**, Amsterdam, 172, p. 87-96, 2019.

LEUVEN, R. *et al.* Invasive species in inland waters: from early detection to innovative management approaches. **Aquatic Invasions**, Australian, v. 12, n. 3, p. 269–273, 2017.

LIGEIRO, R. *et al.* Choice of field and laboratory methods affects the detection of anthropogenic disturbances using stream macroinvertebrate assemblages. **Ecological Indicators**, Amsterdam, n.115, 106382. 2020.

LIMA, W. de P. *et al.* **Hidrologia de matas ciliares**. 2000. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/hidrologia_de_matas_ciliares.aspx. Acesso em: 24 ago. 2021.

LISBOA, L. **Dinâmica da vegetação ripária em riachos de mata atlântica subtropical: composição da matéria orgânica alóctone e interação com invertebrados aquáticos**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2012.

LOBATO, B. **Agricultura conservacionista: conheça os preceitos e práticas para o Cerrado**. Embrapa, 27 nov. 2019. Notícias. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48440960/agricultura-conservacionista-conheca-os-preceitos-e-praticas-para-o-cerrado>. Acesso em: 24 ago. 2021.

LOPES, F. B. *et al.* **Assessment of the water quality in a large reservoir in semiarid region of Brazil**. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/4DHWLJNMrpcvWn7RDVcfSHs/abstract/?lang=en>. Acesso em: 24 ago. 2021.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. 264 p. Acesso em: 24 ago. 2021.

MANDER, U.; HAYAKAWA, Y. Purification processes, ecological functions, planning and design of buffer zones in agricultural watersheds. **Ecological Engineering**, Netherlands, v. 24, p. 421-432, 2005.

MINAS GERAIS. **Decreto n. 48.127, de 26 de Janeiro de 2021.** Regulamenta, no Estado, o Programa de Regularização Ambiental, previsto na Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e na Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013, e dá outras providências. Disponível: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53380>. Acesso em: 23 set. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei 20.922 de 16 de outubro de 2013.** Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=Lei&num=20922&ano=2013> . Acesso em: 23 set. 2021.

NERES-LIMA, V., *et al.* Allochthonous and autochthonous carbon flows in food webs of tropical forest streams. **Freshwater Biology**, New Jersey, v. 62, n. 6, p. 1012-1023, 2017.

NOLASCO, S. (org.). **Sistemas agrossilvipastoril integração lavoura, pecuária e floresta.** Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais; Universidade Federal de Viçosa , 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **The United Nations World Water Development Report 2017:** wastewater the untapped resource. 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647> . Acesso em: 24 ago. 2021.

POMPERMAYER, E. F. **Compensação da reserva florestal legal como instrumento da gestão integrada floresta-água:** análise jurídica. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-16082006-155314/> . Acesso em: 24 ago. 2021.

QUEREJETA, J. I. Soil water retention and availability as influenced by Mycorrhizal symbiosis. *In:* Nancy COLLINS, N. J.; JANSÁ, J.; GEHRING, C. (ed.). **Mycorrhizal mediation of soil.** Amsterdam: Elsevier, 2017. Cap. 17, p.299-317, 2017.

SALTON, J.C.; HERNANI, L. C; FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. 248 p. Disponível em : <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/98258>. Acesso em: 27 set. 2021.

SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Infraestrutura de dados espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IDE Sisema.** Base de dados. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis> . Acesso em: 24 ago. 2021.

SURING, L. H. **Freshwater:** oasis of life—an overview. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. 2020

TANAKA, M. O. Influence of watershed land use and riparian characteristics on biological indicators of stream water quality in southeastern Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 216, p. 333-339, 2016.

TANG, Y.; LEON, A. S.; KAVVAS, M. L. Impact of size and location of wetlands on watershed-scale flood control. **Water Resources Management**, Switzerland, v. 34, n. 5, p. 1693-1707, 2020.

TIEGS, S. D. Global patterns and drivers of ecosystem functioning in rivers and riparian zones. **Science Advances**, Washington, v. 5, n. 1, eaav0486, 2019.

VIGIAK, O. *et al.* Filtering of water pollutants by riparian vegetation: bamboo versus native grasses and rice in a Lao catchment, **Unasylva**, Rome, v. 229, n. 58, p. 11-17, 2007.

WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME. **Soluções baseadas na natureza para a gestão da água: resumo executivo**. 2018 Disponível em: <http://portalods.com.br/wp-content/uploads/2018/03/261594por.pdf> . Acesso em: 24 ago. 2021.

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E USO RACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS: uma abordagem no contexto da segurança hídrica

Bruna Magalhães de Araujo¹
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes²
Ivone de Sousa Nascentes Morgado³
Jeane Dantas de Carvalho⁴
José Jorge Pereira⁵
Leandro Carmo Guimarães⁶
Lucas de Melo Carvalho⁷
Nádia Antônia Pinheiro Santos⁸

INTRODUÇÃO

O preocupante cenário contemporâneo indica a redução progressiva da disponibilidade hídrica no Brasil, em especial no estado de Minas Gerais. Essa situação tem motivado uma discussão crescente e qualificada acerca da necessidade da adoção de medidas sustentáveis nos diversos segmentos de usuários da água. O debate tem apontado cada vez mais para a necessidade, dentre profusas ações por parte desses atores, da criação e adoção de programas de conservação e uso eficiente da água buscando soluções para os problemas associados ao equilíbrio entre demanda e oferta.

Assim, considerando o eixo produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de

Bacias Hidrográficas (Somos Todos Água) e, na devida ordem, dentro do Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH), o presente artigo tem por objetivo identificar e discutir práticas relacionadas ao manejo do solo e água, assim como a gestão eficiente das águas, com o intuito de minimizar os impactos sofridos pela escassez hídrica, bem como propiciar a proteção dos corpos d'água do estado. Essa reflexão será fundamental na definição das áreas prioritárias para revitalização de bacias e as principais ações mitigadoras a elas associadas.

De maneira objetiva, apresenta apontamentos sobre o uso da água nas atividades produtivas, os fundamentos legais e as discussões técnicas em linhas temáticas no contexto da segurança hídrica.

¹ Engenheira Civil, Mestre em Engenharia Ambiental. Analista ambiental do Igam.

² Geógrafo. Mestre em Gestão de Recursos Hídricos. Gestor Ambiental do Igam.

³ Engenheira Florestal. Mestre em Solos. Analista Ambiental do Igam.

⁴ Engenheira agrônoma. Especialista em horticultura. Mestre em Sustentabilidade em Recursos hídricos. Diretora de Planejamento e Regulação do Igam.

⁵ Engenheiro Agrônomo. Mestre em Fitopatologia / melhoramento de plantas. Analista Ambiental do Igam.

⁶ Biólogo. Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Biodiversidade. Gerente de Conservação e Restauração de Fauna Aquática do IEF.

⁷ Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Estagiário do Igam.

⁸ Geógrafa. Mestre em Geografia e Análise Ambiental. Gestora Ambiental do Igam.

Apontamentos sobre o consumo de água nas atividades produtivas

Além de um bem essencial à continuidade da vida, a água é um insumo fundamental na imensa maioria das atividades econômicas. A gestão eficiente deste recurso natural é de suma importância para a manutenção de sua oferta em termos quali-quantitativos e, também, para garantir a continuidade da produção de bens e serviços (FIESP/CIESP, 2002).

Diversas atividades são grandes consumidoras de água, especialmente aquelas associadas à produção de bens de consumo a partir da transformação e do processamento dos recursos naturais. A depender do processo, a água pode ser tanto matéria-prima, como fluido de transporte, de aquecimento e/ou refrigeração e nos processos de limpeza de equipamentos, dentre outras (MIERZWA, 2005).

As preocupações com o consumo de água nas mais diversas atividades produtivas já estavam presentes em outros tempos devido ao conflito entre crescimento econômico e preservação, o que mais tarde viria a ser conhecido como o uso racional. Ao longo do século XX começou a surgir um movimento significativo em busca da preservação dos recursos hídricos, o que foi determinante para a criação de regulamentos, controles ambientais e o desenvolvimento de diversos dispositivos legais sobre o assunto (FIESP/CIESP, 2002).

Desde então, governos e organizações passaram a se comprometer cada vez mais em atingir resultados congruentes à sustentabilidade. Nesse cenário surge o

conceito de produção sustentável e de gestão eficiente no ambiente organizacional, sendo essa prática vista também como uma questão de competitividade, conquista de mercado e manutenção da produção.

A partir desse entendimento pode-se afirmar que no século XXI governos e empresas tendem a implantar cada vez mais a gestão ambiental em suas políticas e rotinas, contribuindo com o meio ambiente e a sociedade.

Governança do uso da água nas atividades produtivas

Conceitualmente, a governança associada aos recursos hídricos está ligada à concepção de mecanismos que alinhem, efetivamente, os interesses dos diversos atores envolvidos, tendo em vista o uso racional da água, a garantia de suprimento, a conservação e as devidas autorizações para o consumo ou exploração.

Para promover e fortalecer essa governança, a Organização das Nações Unidas por intermédio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especificamente, o 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável e o 12 – Consumo e Produção Sustentável, propõe ações para incentivar a produção e o consumo sustentáveis. Esses objetivos trazem dois conceitos fundamentais para a discussão: 1) a produção sustentável, com a adoção de melhores alternativas para minimizar impactos ambientais e sociais e 2) uso eficiente da água, visando gerar maior valor à produção, otimizando assim o uso dos recursos naturais (IPEA, 2021).

Busca-se, portanto, incentivar o manejo adequado do solo com práticas resilientes, assim como discutido no capítulo anterior desta publicação, e a implantação de programas efetivos de economia dos recursos hídricos, com destaque para a diminuição de perdas no sistema e reuso da água.

Nesse sentido, os governos têm buscado avançar na legislação vigente como uma das formas de garantir a oferta e demanda para usos múltiplos. Em 2020, por exemplo, foram publicadas duas importantes normativas: no cenário nacional a lei do saneamento básico – Lei Federal nº 14.026/2020 e, no estadual, a deliberação normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) que regulamenta o reuso da água – DN CERH nº 65/2020.

Ao se dissertar sobre o arcabouço legal para o tema, o principal diploma a ser abordado é sem dúvida o novo marco legal do Saneamento Básico. O seu intuito é viabilizar a universalização dos serviços, assegurar o atendimento da totalidade da população com água potável, coleta e o tratamento de esgoto. Também objetiva uniformizar regras e definir padrões.

Ela estabelece que nos contratos de concessão dos serviços de saneamento deverão constar instrumentos específicos sobre qualidade e eficiência relacionados ao consumo de água, bem como o tratamento dos efluentes gerados, sejam eles domésticos ou não, a repartição dos riscos entre as partes envolvidas e principalmente a indução de políticas que favoreçam as alternativas destinadas à produção de água de reuso.

Esta prática, em Minas Gerais, é incentivada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) a partir da Deliberação Normativa CERH nº 65/2020 que regulamentou o reuso para diversas atividades e permite que efluentes sanitários tratados sejam utilizados em diversas atividades produtivas como as agrossilvipastoris, incluindo a fertirrigação de culturas não ingeridas cruas; usos urbanos como na lavagem de praças, pátios, ruas, avenidas e estacionamentos; além de lavagem de veículos comuns e uso predial comercial ou industrial (restrito a descargas sanitárias).

Conheça a normativa (DN CERH nº 65/2020) que estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reuso direto de água não potável em Minas Gerais: [clique aqui](#).



Poderá ser aproveitada, ainda, para fins ambientais em projetos de recuperação florística ou de áreas degradadas, bem como em usos industriais, construção civil e mineração.

Além de Minas Gerais, o município de Campinas e estados como São Paulo, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul também determinaram seus padrões de água de reuso nas esferas sub federais. Há de se salientar que apenas a legislação mineira, dentre as demais, realiza uma abordagem da prática de fertirrigação em detrimento à irrigação somente (SANTOS *et al.*, 2020). Mais detalhes a respeito da legislação de reuso em Minas Gerais serão apresentados mais à frente.

No âmbito das atividades produtivas, a maior parte das iniciativas está associada ao conjunto de normas internacionais de gestão ambiental, dentre elas a ISO 14000 sendo a mais recente a 14046, que estabelece os princípios, requisitos e diretrizes para a avaliação da Pegada Hídrica de produtos, processos e organizações, a partir da análise do seu ciclo de vida.

A iniciativa representa o consumo direto e indireto da água para gerar um produto, um serviço, além do uso durante as atividades de produção de uma organização. A comunicação adequada da Pegada Hídrica, em conformidade com a norma ISO 14046, identifica os elementos que mais contribuem para o consumo de água durante o ciclo da atividade, permitindo a definição de estratégias adequadas de redução/consumo eficiente ou o seu reuso. Sua implantação se dá baseada nos seguintes indicadores:

- Disponibilidade de recursos hídricos em termos quantitativos;
- Disponibilidade em termos qualitativos (ou seja, indisponibilidade de água porque ela é poluída);
- Fatores de tempo (disponibilidade ao longo do tempo);
- Fatores espaciais (disponibilidade no território de referência).

A adoção desses requisitos permite tanto ao poder público como as próprias organizações o acompanhamento contínuo do consumo de água associado aos processos produtivos, produtos e serviços, identificando as estratégias de melhoria adotadas por elas, a partir de pontos críticos no consumo de água. Desta forma é fundamental, no contexto e construção do PMSH a interação com esses atores no sentido de aproveitar ao máximo as informações geradas nesses processos e que serão brevemente discutidas adiante nesse artigo.

Mecanismos de apoio à governança

Tanto no Brasil quanto em Minas Gerais as principais iniciativas voltadas à produção sustentável e o uso racional dos recursos hídricos, sejam governamentais ou no setor produtivo, convergem para levantamento de dados primários sobre o tema na tentativa contínua de compreender a real situação das águas no país. Essas informações, concernentes ao abastecimento público, bacias críticas, dentre outras, podem ser acessadas por meio dos websites do Igam e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Alguns deles estão listados abaixo:

- [IDE – SISEMA](#) – Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos com informações ambientais georeferenciadas sobre o território mineiro;
- [Portal InfoHidro](#): Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos de Minas Gerais com informações sobre cobrança, cadastro de usuários de recursos hídricos, enquadramento de corpos d'água, planos diretores e plano estadual, bases cartográficas e outras informações técnicas referente a recursos hídricos no estado;
- [Portal HidroWeb](#) - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, banco de dados que contém informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional;
- [Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos \(SNIRH\)](#) – Contempla informações relativas ao balanço hídrico, planos de recursos hídricos de rios de domínio da União; unidades de gerenciamento (bacias hidrográficas e comitês); situação do abastecimento público nos municípios e bacias críticas em relação à qualidade e/ou quantidade.



Apesar da grande quantidade de informações disponíveis hoje, ainda existem lacunas de conhecimento sobre as condições quali-quantitativas da água do território nacional. Esse é um dos principais gargalos para a gestão ambiental, que precisa ser trabalhado pelas diversas instituições públicas e privadas.

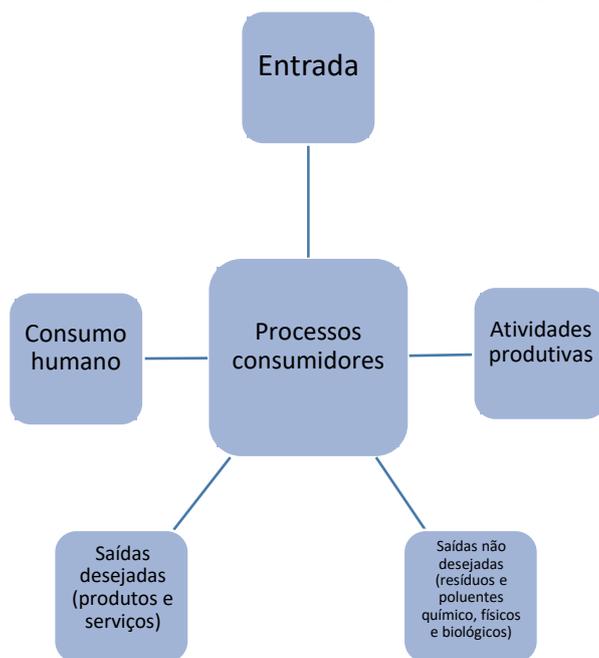
Gestão da demanda

A Gestão da Demanda de Água (GDA) é definida como qualquer ação que propicie a redução da quantidade de água consumida ou permite que a água seja utilizada de forma mais eficiente (PEIXOTO E BRAGATTO, 2016). De maneira empírica consiste na adoção de medidas, que visam o seu uso racional, sem prejuízo à qualidade de vida ou aos processos a que ela se destina. Este conceito, quando consolidado, colabora na redução da escassez e da vulnerabilidade hídrica, garantindo a sustentabilidade dos recursos hídricos para as gerações atual e futura.

No entanto, para ser eficaz, um modelo de gestão de demanda requer uma compreensão substancial dos comportamentos dos consumidores de água e padrões de consumo em diferentes resoluções espaciais e temporais. A recuperação de informações sobre os comportamentos dos usuários, bem como seus fatores explicativos e/ou causais, é fundamental para detectar ações potenciais e para projetar modelos adaptados ao usuário. Na prática, a GDA será melhor discutida no tema uso eficiente e reuso.

Peixoto e Bragatto (2016) explicam a GDA a partir do consumo humano, da produção de bens e da prestação de serviços como sendo fatores determinantes na transformação dos recursos hídricos, por alterar suas características, composição química, estado físico e sua localização no espaço. Na Figura 1 é apresentado um esquema das entradas e saídas desse processo.

Figura 1 – Entradas e saídas de processos de produção de bens e prestação de serviços



Fonte: Adaptado de SELL (2006)

As saídas não desejadas são lançadas no ambiente, de diversas maneiras, com ou sem tratamento para redução de sua toxicidade ou separação de substâncias mais agressivas de outras menos agressivas (PEIXOTO E BRAGATTO, 2016). O consumo humano e as atividades produtivas, em especial, a agropecuária, indústria e mineração estão entre os responsáveis pelos problemas relacionados aos recursos hídricos e, por isso, cada vez mais para se instalarem e/ou continuarem necessitam de aprimoramento para assim desenvolver novas práticas que levem a minimizar seus impactos no meio ambiente (PEIXOTO E BRAGATTO, 2016).

CONTEXTUALIZAÇÃO DO EIXO

Acompanhando a proposta da presente publicação e como apoio à discussão e definição das linhas temáticas concernentes à produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos, no Quadro 1 está apresentada a definição teórica individualizada dessas linhas, bem como seus objetivos e desdobramentos em subtemas. Tal proposta poderá servir de alicerce para a identificação das áreas prioritárias voltadas à revitalização de bacias no PMSH, etapa em que se avançará na definição das bases cartográficas, critérios e métricas.

Quadro 1 – Proposta de linhas e subtemas para o eixo produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos

LINHA	OBJETIVO	SUBTEMA	OBJETIVO
Gestão das áreas com estresse hídrico	Verificar as áreas de estresse hídrico, identificando fontes alternativas de abastecimento público e áreas com potencial para promoção do uso eficiente da água.	Eficiência de uso da água	Identificar e avaliar as perdas nos sistemas de distribuição de água, práticas de uso eficiente e levantar o potencial de reúso.
		Abastecimento público	Identificar e avaliar os mananciais estratégicos (superficiais e subterrâneos) para abastecimento público, identificando as fontes alternativas e reservatórios estratégicos para utilização em situações críticas de falta de água.
Produção Sustentável	Indicar alternativas dentro do processo produtivo que reduzam o consumo de água, direta ou indiretamente, com objetivo de mitigar os impactos ambientais.	Otimização processos agrossilvipastoris	Especificar procedimentos, técnicas, dosequipamentos que minimizem o consumo de água sem comprometer o processo produtivo.
		Otimização dos processos industriais	Especificar procedimentos, técnicas, equipamentos que minimizem o consumo de água sem comprometer o processo produtivo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A discussão realizada a seguir tem como objetivo apresentar os elementos essenciais que justificam a proposta deste artigo. Traz uma reflexão sobre os principais aspectos do tema que se correlaciona diretamente com ações de apoio à revitalização de bacias e promoção da segurança hídrica.

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

Em face a um cenário de fragilidade hídrica vivido em diversas regiões no mundo é preponderante o entendimento sobre a importância da água na manutenção da vida, como elemento essencial no desenvolvimento social, nas atividades econômicas e nas cadeias produtivas. Neste sentido, entende-se que a água possui valor econômico, social e cultural.

Em Minas Gerais, conforme dados do Igam (2020), a agropecuária corresponde a 72% da água total consumida no estado, seguido de abastecimento (15%), indústria (9%) e demais usos - cerca de 4% (FIGURA 2). Valores semelhantes foram observados em todo o Brasil (ANA, 2020).

Figura 2 – Informações sobre o consumo de água por atividades em Minas Gerais



Fonte: Igam (2020)

Conforme os valores expressados acima, verifica-se que a água é determinante na produção agropecuária.

A previsão é de que em 2050 a população mundial atinja 9,7 bilhões de pessoas (ONU, 2019), aumentando a pressão pela produção de alimentos de forma exponencial. O Brasil possui uma grande importância nesse cenário mundial, uma vez que representa 10% da produção total, o que equivale a alimentação de 800 milhões de pessoas (COTINI E ARAGÃO, 2020).

A segurança alimentar perpassa pela agricultura irrigada, dado que através dessa é possível ter uma previsão da produção, o que proporciona uma maior estabilidade no combate à fome.

As áreas de cultivo no Brasil representam, atualmente, 65,9 Mha (milhões de hectares) cultivados, ocupando a quinta posição no mundo, atrás apenas da Índia (179,8 Mha), Estados Unidos (167,8 Mha), China (165,2 Mha) e Rússia (155,8 Mha).

A soma dessas corresponde a 40% das áreas cultivadas mundialmente (MIRANDA, 2018).

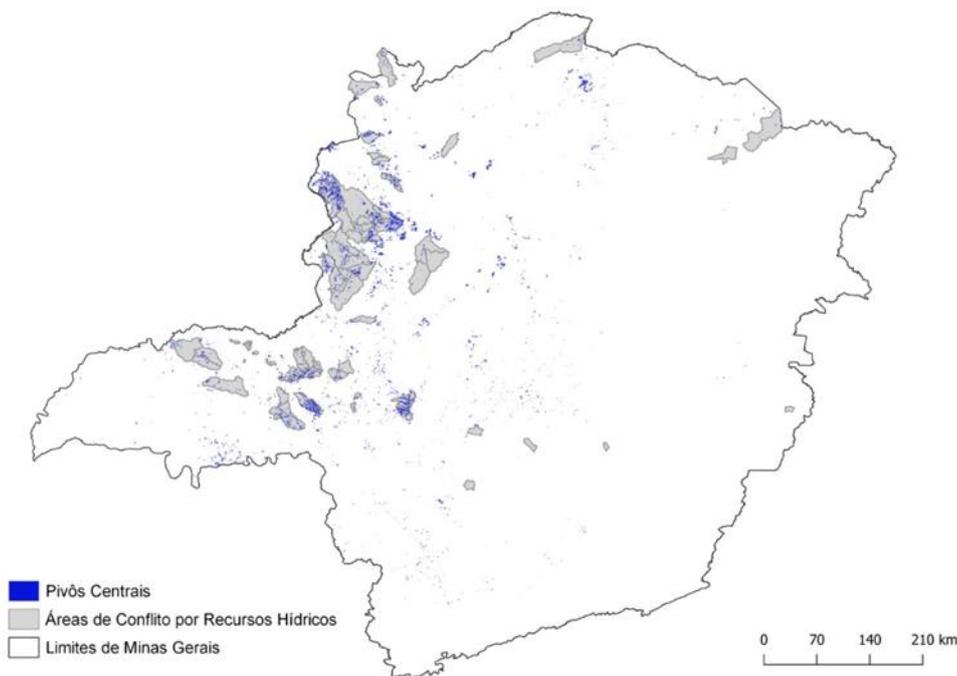
A irrigação permite que áreas com restrições pluviométricas sejam cultivadas durante todo o ano, caso haja disponibilidade hídrica, permitindo assim até três safras por ano agrícola, o que gera um aumento na produtividade e, por consequência, a redução nos custos dos alimentos. De acordo com a FAO (2020), a área irrigada corresponde a 20% do total cultivado no mundo e 40% da produção agrícola.

Conforme dados da ANA (2021) o Brasil possui 8,2 Mha de área irrigada, onde a cana fertirrigada (água de reuso) corresponde a 35,5%; o arroz 15,9%; a cana irrigada 9,1%; o café 5,5%; outras

culturas em pivô central 17,6% e demais com outros sistemas de irrigação 16,4%.

Minas Gerais possui 1,14 Mha de área irrigada, predominando as culturas anuais em pivô central, seguidas de café, cana fertirrigada, cana irrigada e outras culturas e sistemas não especificados (ANA, 2021). O Mapa 1 apresenta a distribuição dessas áreas no estado, tendo uma maior concentração nas Bacias Hidrográficas dos Rios Paranaíba e Paracatu, este último afluente do Rio São Francisco. As boas condições topográficas e solos profundos permitem o cultivo, que aliado à irrigação promovem o aumento da produtividade gerando pressão pela demanda hídrica, instaurando, assim, áreas denominadas de conflito hídrico.

Mapa 1 – Áreas irrigadas por pivô central e com conflito hídrico



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A ausência ou uso da água em excesso pode inviabilizar a produção agrícola, comprometendo toda a cadeia produtiva. Mesmo assim, ainda hoje, grande parte das áreas agrícolas irrigadas utilizam volumes acima do essencial, desconsiderando a capacidade do solo, as condições de evapotranspiração, as condições físico-geográficas e a própria disponibilidade hídrica local (FAGGION; OLIVEIRA; CHRISTOFIDIS, 2009).

Além do elevado consumo de água, a agricultura é também uma fonte de poluição difusa. Por isso, em 1996 a Comissão Europeia definiu diretrizes para o uso eficiente da água tendo como base quatro eixos prioritários: combate à poluição, uso racional, combate ao déficit crônico e gerenciamento e prevenção de situações de crise. A partir desses eixos foram desenvolvidos mecanismos e estratégias para promover o uso racional da água (FAGGION; OLIVEIRA; CHRISTOFIDIS, 2009).

O desenvolvimento sustentável deve ter seu aporte principalmente na agricultura, uma vez que as maiores alterações ambientais são sofridas na abertura de novas áreas agrícolas, na falta de manejo adequado do solo, no uso excessivo de água e no uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes. Portanto, quando se promove boas práticas agrícolas como o plantio direto e terraceamento que auxiliam na manutenção do ciclo hidrológico é possível promover o uso eficiente da água e por consequência ter produções mais sustentáveis.

A adoção de metodologias eficientes são fundamentais para assegurar uma maior

produtividade nas atividades agropecuárias. Segundo Melges (2020), o uso de modelagens matemáticas em sistemas agrários possibilita otimizar a produção e ainda adequá-la à legislação ambiental, a exemplo da implementação do reuso dos efluentes da suinocultura e bovinocultura. Tais práticas permitem também a diminuição de uso de fertilizantes químicos, melhorias nas condições do solo, aumento da taxa de infiltração de água e diminuição de carreamento de produtos químicos para os corpos de água.

Nesse contexto, inserem-se também os serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais. Seja na agropecuária ou nos demais processos produtivos, eles são a associação das condições e técnicas geradas pelos ecossistemas naturais que resultam em benefícios tangíveis e intangíveis necessários para a sobrevivência dos sistemas naturais, seu equilíbrio ecológico e para o bem-estar humano. Eles abrangem (FERRAZ *et al.*, 2019):

- **Serviços de Provisão:** aqueles relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens, sejam eles alimentos, matéria prima para geração de energia, fibras, fitofármacos, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e água;
- **Serviços Reguladores:** são os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam

a vida humana, como a purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças;

- **Serviços Culturais:** aqueles que estão relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais e;
- **Serviços de Suporte:** são os processos naturais necessários para que os outros serviços existam, como a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

Para que os ecossistemas sejam manejados de maneira a fornecer serviços ecossistêmicos, a Lei nº 12.651/2012 previu em seu art. 41 a utilização de um instrumento econômico, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), como alternativa para promover o desenvolvimento sustentável nas propriedades rurais.

O abastecimento público também é um grande consumidor de água, como será melhor discutido no próximo capítulo – *Controle da poluição, eventos extremos e obras hídricas: priorização de áreas no contexto da segurança hídrica*. Nessa conjuntura, é essencial avaliar a viabilidade de fontes alternativas como medida para mitigar as adversidades.

As fontes alternativas podem ser várias e compreendem todos os modos de se obter água que fogem dos padrões já conhecidos, sendo que sua forma de captação pode variar em função dos usos, disponibilidade e recursos disponíveis. Pode compreender desde a busca por novos mananciais, próximos aos centros urbanos para complementar ou subsistir os atuais em caso de indisponibilidade ou contaminação, até novas soluções. Desta forma, tem-se como algumas possibilidades de utilização o aproveitamento de:

- Água da chuva;
- Água de reuso;
- Despoluição; e
- Dessalinização da água do mar.

Entretanto, para que se tenha um incremento do uso de fontes alternativas é imperativo o esforço conjunto dos governos nas suas diferentes esferas, atuando no fomento, regulamentação e fiscalização, bem como do setor privado de forma a viabilizar os investimentos necessários fazendo dessa iniciativa uma política de Estado, uma vez que a necessidade já se faz presente com fortes tendências a aumentar.

A indústria também tem uma participação considerável no consumo de água e na geração de efluentes. Desde a crise hídrica dos anos

de 2014 e 2015, houve uma crescente preocupação por parte da sociedade em reduzir o consumo de água para minimizar os efeitos da escassez e diminuir o custo de produção. As indústrias seguiram essa tendência.

Como exemplo, tem-se o estudo de otimização de uso da água em uma refinaria de petróleo, quando a substituição parcial de trocadores de calor nas torres de resfriamento reduziu significativamente o consumo de água (ANZE, 2013).

Em outro estudo, a adoção de inteligência artificial no gerenciamento de barragens para abastecimento público, resultou numa maior eficiência das manobras realizadas entre as represas que compõem o sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo e, conseqüentemente, menor perda de água, diminuição do consumo de combustível com deslocamentos, dentre outros ganhos (GOMES, 2020). Isso mostra que a aplicação de métodos racionais nas escalas de produção industrial impacta diretamente no consumo de água global.

GESTÃO DA OFERTA X DEMANDA

Gestão das áreas com estresse hídrico

No cenário mundial mais de 2 bilhões de pessoas vivem em países, cujo estresse hídrico é uma realidade (UNITED NATIONS, 2018). No Brasil, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), aproximadamente 35 milhões de

brasileiros não possuem abastecimento de água tratada (BRASIL, 2019).

Apesar de ser considerado um dos grandes detentores de água doce no mundo, o Brasil apresenta um cenário de instabilidade hídrica. Segundo a ANA (2020), em média, cerca de 255 mil m³/s de água escoam pelo território brasileiro, que apesar de sua abundância, concentra aproximadamente 80% de sua disponibilidade hídrica na Bacia Amazônica. Em contrapartida, tal região possui baixa densidade demográfica e pouca demanda por uso de água. Com isso, resta apenas 20% da disponibilidade hídrica nacional, para as demais regiões, incluindo a região Sudeste que apresenta maior concentração populacional. Para além da distribuição geográfica heterogênea dos mananciais de água, a elevada poluição existente restringe a disponibilidade qualitativa.

Recentemente o Sudeste brasileiro enfrentou a pior seca dos últimos 55 anos, situação na qual se perdurou ao longo de 2015. Cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte enfrentaram escassez de água, totalizando 40 milhões de pessoas em risco (NOBRE *et al.*, 2016).

Mais especificamente em Minas Gerais, paralelamente à escassez, o estado vem ao longo dos anos apresentando crescente aumento da demanda de água. De maneira representativa, desde o primeiro Relatório de Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais, publicado em 2013, o estado registrou um aumento do número de áreas de conflito (DAC) de 58 para 64.

Como forma de monitorar as captações de recursos hídricos outorgadas no estado, principalmente em períodos de estiagem, foi estabelecida pela Portaria Igam nº 48/2019, a necessidade de instalação de sistema de medição da vazão e de tempo nas captações que se enquadram nas seguintes situações:

- Superficiais com consumo acima de 10l/s;
- Qualquer captação em áreas de conflito declaradas pelo Igam;
- Subterrâneas em poços tubulares profundos;
- Fluxo residual em barramentos;
- Corpos de água superficial em área de conflito, após o último usuário à jusante.

O monitoramento e o controle são ferramentas estratégicas na gestão de recursos hídricos, auxiliando na resolução de problemas de escassez e diminuição de conflitos entre usuários. Ressalta-se que o controle das vazões outorgadas torna mais justo o acesso de todos à água, uma vez que disciplina a quantidade que pode ser captada por cada pessoa outorgada.

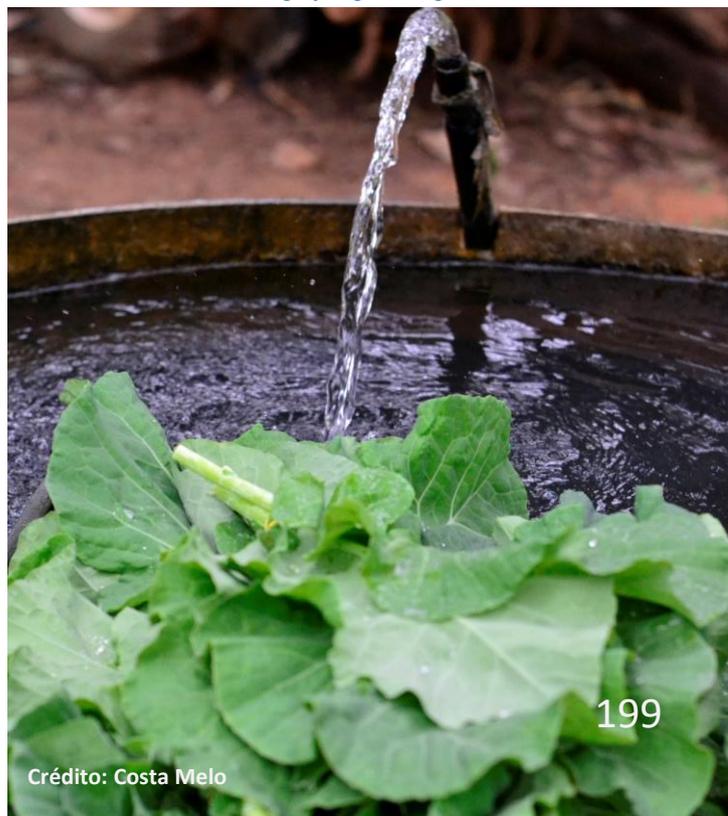
Além do monitoramento e controle dos recursos hídricos, a inclusão do reuso de água na matriz hídrica do estado, pode funcionar como uma ferramenta capaz de amenizar a escassez de água, promover a proteção e preservação dos mananciais, além de reduzir os conflitos oriundos pela limitação dos recursos hídricos. Por outro lado, de acordo com a ANA (2017), cerca de 9,1 toneladas de esgotos são gerados por dia, entretanto apenas 39% da carga orgânica gerada é removida através de infraestrutura de tratamento de esgotos existentes nas sedes dos municípios brasileiros. Em termos de carga orgânica

remanescente, aproximadamente 5,5 mil toneladas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), por dia, podem alcançar os corpos receptores (ANA, 2017). No que tange a cobertura nacional de coleta e tratamento de esgotos, somente 43% são coletados e tratados e 12% recebem tratamento por soluções individuais (ANA, 2017). Em Minas Gerais, em torno de 44% do esgoto gerado é coletado e tratado, sendo necessário ainda avançar em direção à universalização dos serviços de saneamento. Portanto, valorizar a reutilização da água, pode contribuir para avanços no que diz respeito ao grau de cobertura de tratamento de esgotos.

Eficiência de uso das águas

Quando se fala em uso racional de recursos hídricos, um dos fatores primordiais que deve ser considerado é a eficiência, com o emprego de alternativas para sua otimização, o que pode contribuir para aumentar a sua disponibilidade, diminuindo problemas de déficit hídrico, que muitas vezes são causados por grandes volumes de perdas (FAGGION; OLIVEIRA; CHRISTOFIDIS, 2009).

Concurso de Fotografia Igam – Águas de Minas 2021



Na atividade agrícola, a eficiência pode ser obtida pela utilização de tecnologias que otimizem o uso da água, evitando perdas, e na adoção de práticas e procedimentos que tornem o sistema produtivo, econômico, ambiental e socialmente sustentável (FAGGION; OLIVEIRA; CHRISTOFIDIS, 2009). Isso pode ser conseguido, por exemplo, pelo uso de técnicas de conservação de solo e água. No abastecimento público tem-se a diminuição de perdas no sistema de distribuição de água, enquanto na indústria a prática pode ser utilizada como uma importante ferramenta de gestão, capaz de auxiliar na redução da pressão sobre os recursos hídricos. Além de claro, reutilizar a água e implementar ações sustentáveis relativas ao seu consumo consciente.

Perdas nos sistemas de distribuição de água/abastecimento público

Segundo o Instituto Trata Brasil (2020), o volume de perdas de um sistema de abastecimento de água é um fator importante na avaliação da eficiência das atividades comerciais e de distribuição de um operador de saneamento. O Instituto afirma, ainda, que perdas elevadas e com padrões de crescimento gradual indicam que devem ser realizados maiores esforços para a redução de possíveis ineficiências no âmbito do planejamento, manutenção, dentre outros.

Os autores Savenije e Van Der Zaag (2002) já tinham a mesma visão há uma década, indicando utilização de alternativas para o problema de déficit hídrico, tendo como um dos exemplos o controle de vazamento na rede de distribuição de água.

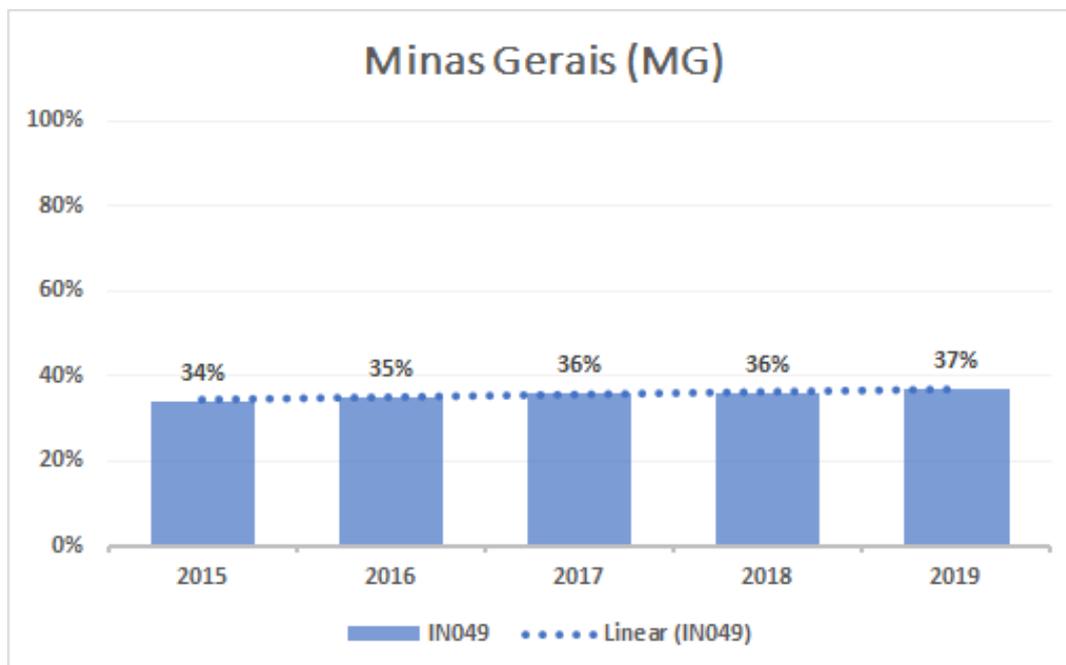
De acordo com Brasil (2008), a perda de água é avaliada como um dos mais importantes indicadores de desempenho operacional dos prestadores de serviço público de abastecimento de água, sendo que as perdas ocorrem em todos os componentes de um sistema, desde a captação até a distribuição, ressaltando que a dimensão dessas perdas depende de cada unidade de produção.

Em 2021, o Instituto Trata Brasil apresentou um resumo dos resultados de perdas de águas (saneamento básico) por região. Na região Sudeste, Minas Gerais apresentou um crescimento no Índice de Perdas na Distribuição entre os anos de 2015 e 2019, conforme Gráfico 1, girando em torno de 36% em 2018 (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2021).

De acordo com o Instituto, metade da água perdida no país concentra-se na região Sudeste, totalizando o equivalente a 3.735 piscinas olímpicas de água potável desperdiçada diariamente, enquanto no âmbito nacional o valor é de 7,5 mil. O Instituto avalia que esse alto número se dá pelo fato desta região ser a mais populosa, com quase 90 milhões de habitantes, produzindo, portanto, mais água nos sistemas.

Entretanto, ainda que as questões das perdas nos sistemas de distribuição de água sejam apontadas como uma questão a ser melhorada, não se observa avanço no estado de Minas Gerais. Para minimizar os problemas ambientais ocasionados pelas perdas nos sistemas de água as concessionárias devem elaborar planos de ação.

Gráfico 1 – Evolução de Minas Gerais em perdas na distribuição entre 2015 e 2019



Fonte: Adaptado de Instituto Trata Brasil (2020)

Reuso das águas

Em face a um cenário de fragilidade hídrica vivenciado mundialmente se faz imperativa a busca por estratégias que propiciem a diversificação de fontes de água. Dentre as ferramentas de uso sustentável, o reuso das águas destaca frente suas vantagens inerentes à prática e pode ser utilizado como um importante instrumento, capaz de auxiliar na redução do estresse hídrico vivido em Minas Gerais.

A prática de reuso das águas contribui para a redução da pressão hídrica em diversas regiões, uma vez que possibilita a disponibilização de água de maior qualidade para usos mais nobres. Além disso, propicia a redução do aporte de efluentes lançados nos corpos d'água e ainda pode servir como fonte de nutrientes, quando utilizado na fertirrigação.

O reuso das águas pode ser definido como o uso de águas residuárias na cidade ou no campo e tem como requisito primordial a adequação da qualidade ao uso almejado, sempre com base na segurança sanitária e ambiental (SANTOS *et al.*, 2021).

Ao contrário do que muitos imaginam, o reuso não é uma prática nova e vem sendo utilizada desde o início da Idade do Bronze (cerca de 3200–1100 A C). Neste período da história, as águas residuais domésticas eram utilizadas para irrigação e aquicultura por várias civilizações, incluindo aquelas que se desenvolveram na China e no Oriente, Egito, Vale do Indo, Mesopotâmia e Creta (ANGELAKIS *et al.*, 2018).

Historicamente a prática de reuso das águas evoluiu em função das necessidades e das oportunidades.

A pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, por exemplo, colocou o planeta Terra em um momento no qual o desafio do combate a escassez hídrica torna-se ainda mais alarmante e a necessidade da implantação da prática de reuso se faz urgente. A União Europeia, por exemplo, chegou à conclusão de que, deve-se alcançar uma sociedade inteligente em termos de água para construir uma Europa resiliente (WATER EUROPE, 2020). Para tanto, entendeu-se que a prática de reuso pode significar uma das soluções para o enfrentamento da crise existente.

Atualmente, no cenário mundial, o reuso tem sido adotado em diversos países, como Austrália, Arábia Saudita, Chipre, Estados Unidos, Israel, Japão, Jordânia e México (SANTOS *et al.*, 2020; REZENDE, 2017). A prática vem sendo utilizada tanto por países dos quais a recessão de água já é uma realidade local, como em nações mais desenvolvidas que buscam preservar seus mananciais e evitar possíveis crises hídricas, como é o caso da Suécia e Reino Unido (SILVA *et al.*, 2016). Em Israel, inclusive, 87% do esgoto tratado é utilizado para irrigação, superando em 40% a quantidade de água necessária para agricultura no país (MARIN *et al.*, 2017).

Já o Brasil tem apresentado avanços mais tímidos. Segundo, Melo *et al.*, (2021), de um modo geral, a falta de legislação específica na esfera federal e a ausência de orientações técnicas para a implantação dos sistemas adequados têm restringido a ampla aplicação da água de reuso. Embora, ainda não tenha uma legislação federal, apontando parâmetros e métodos a serem seguidos, em 2018 foi publicado o Programa Interáguas, financiado pelo governo federal, que mesmo não tendo caráter

mandatário, definiu padrões de água de reuso e diretrizes orientativas.

No âmbito estadual, como abordado anteriormente, o CERH-MG publicou a Deliberação Normativa nº 65/2020, que estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reuso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETEs) de sistemas públicos e privados e dá outras providências (MINAS GERAIS, 2020). Tal legislação foi produzida a partir de uma parceria com os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) e pode ser considerada como um marco e um importante passo rumo ao avanço do reuso da água no estado, colocando Minas a frente de diversas localidades. No que tange os parâmetros que devem ser atendidos, entende-se que legislações mais restritivas, que apresentam padrões destoantes da realidade local, limitam a prática de reuso (SANTOS *et al.*, 2020). Em contrapartida, legislações mais flexíveis colocam em risco o meio ambiente e a saúde da população e dos operadores. Nesse sentido, a DN nº 65/2020 apresenta parâmetros e padrões compatíveis com a realidade do estado.

A presente deliberação apresenta outros pontos positivos, tais como, abrangência das atividades agrossilvipastoris e ainda classifica os usos em Amplo ou Limitado. O uso amplo indica que a água para reuso apresenta uma qualidade superior para uma determinada modalidade, e que, portanto, possui amplas possibilidades de aplicações. Já o uso limitado, classifica a água para reuso de qualidade inferior para uma determinada modalidade, e que, portanto, possui possibilidades de aplicações limitadas (MINAS GERAIS, 2020).

Salienta-se que tais nomenclaturas não se referem ao acesso restrito ou irrestrito, e sim às possibilidades de uso de aplicações que podem ser amplas ou limitadas. A escolha de tais nomes, indicam uma preocupação com o rápido entendimento do usuário, tornando assim uma legislação mais acessível à população. Há de se destacar ainda que segundo Santos *et al.* (2020), somente a regulamentação de Minas Gerais adota a prática de fertirrigação em detrimento à irrigação. Como ponto a ser melhorado, a legislação em questão aborda somente os efluentes sanitários oriundos de ETE e não há menção à irrigação paisagística, embora verse sobre o uso ambiental. Logo, para a produção de legislações futuras, seria interessante englobar os demais efluentes, assim como o uso das águas residuárias na irrigação paisagística.

Ainda de acordo com a legislação, estão sujeitos a cadastramento junto ao Igam os produtores de água para reuso proveniente de ETEs públicas ou privadas.

O cadastro, cujas orientações constam no site do Igam, possibilita o acompanhamento da implementação de projetos e o controle da qualidade do efluente produzido.

Em geral, no território nacional, os efluentes são tratados a nível secundário e, portanto, ainda carregam patógenos e nutrientes. Segundo LIMA *et al.* (2020), somente 7% da vazão de esgoto tratado nacionalmente passa por etapa terciária de desinfecção. Já de acordo com Melo *et al.* (2021) apenas 8% das ETEs implantadas em Minas Gerais utilizam as lagoas para polimento dos efluentes pós-reactor anaeróbico. É sabido que na esfera federal a Resolução nº 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) prescreve que o tratamento dos efluentes deve remover 60% de DBO para o lançamento direto nos corpos receptores. Logo, uma quantidade significativa ainda vai para o meio ambiente.



Neste sentido, em razão da disponibilidade de recursos que o efluente advindo de ETE pode proporcionar para a sociedade, a identificação e o diagnóstico do potencial de produção de água de reuso, a partir dos dados relativos às estações, pode representar um importante aliado na gestão eficiente das águas, tomadas de decisões, bem como contribuir para o aprimoramento da política de reuso no estado.

Silva Junior et al. (2021) propuseram uma metodologia de avaliação do potencial reuso de água, por meio de análise espacial, considerando a demanda e a oferta. Indica-se neste trabalho que os estudos de avaliação de potencial devem ser conduzidos anteriormente à realização dos empreendimentos, agindo como uma ferramenta de planejamento necessária para alcance do êxito da consolidação da prática de reuso. Para tanto, são percorridos aspectos relacionados às ferramentas de avaliação de potencial e de análise espacial, que possibilitam a elaboração de mapas para subsidiar a tomada de decisão. Os autores indicam, ainda, os documentos públicos da ANA como fonte de informação para essa análise.

O Atlas Esgotos: Despoluição das Bacias Hidrográficas, em especial, configura-se como uma ferramenta capaz de fomentar estudos e diagnósticos que apresentam informações a respeito do tratamento de efluentes dos municípios brasileiros como, por exemplo, ETEs em operação, tecnologias de tratamento adotadas, eficiência de redução de matéria orgânica, vazão, croqui do fluxograma da estação, além de projeções e soluções no horizonte até 2035 (ANA, 2017).

Tal ferramenta também foi utilizada em trabalhos como: Melo *et al.* (2021), que avaliou o potencial de reuso em Minas Gerais; Melo *et al.* (2020), que apresentou metodologia de avaliação de demanda e oferta dessas águas para utilização em áreas de conflitos na Bacia do Rio Paracatu, em Minas Gerais; e Lima *et al.* (2020), que avaliou o seu potencial para irrigação em todas as regiões hidrográficas brasileiras.

O estudo a respeito do potencial de reuso em Minas Gerais, realizado por Melo *et al.* (2021), apontou que o estado mineiro trata somente 43,7% do total de esgoto gerado, cujos maiores índices estão concentrados em suas regiões mais populosas, especialmente nas Bacias Hidrográficas dos Rios das Velhas (SF5), Paraopeba (SF3) e Araguari (PN1). Dentre essas, somente Velhas e Araguari apresentam capacidade de tratamento do esgoto produzido acima de 50%. Esses dados expõem o desafio para o atendimento à meta de universalização no tratamento de esgoto. Os autores afirmam ainda que a região central do estado é a que mais se destaca pelos montantes captados para abastecimento público, enquanto as bacias do Triângulo Mineiro e Noroeste se destacam pelos usos agropecuários, com até 96% do total captado. Tal cenário revela que essas regiões são importantes polos regionais para incentivo ao reuso de água, tendo em vista as exigências dos padrões de qualidade e o potencial do volume de esgoto tratado para atender até 54% dos usos agrícolas.

Na Tabela 1 é possível observar o potencial de reuso por Circunscrição Hidrográfica (CH), enquanto na Tabela 2, a relação entre demanda e disponibilidade de água de reuso (MELO *et al.*, 2021).

Tabela 1 – Potencial de reuso por CH em Minas Gerais

CH*	Cenário 1: Vazão de Esgoto Tratado (m³/s)	Cenário 2: Vazão de Esgoto Gerado (m³/s)	Esgoto Tratado (%)
DO1	0,0658	0,6736	10
DO2	0,4505	0,9612	47
DO3	0,0895	0,3611	25
DO4	0,0339	0,6343	5
DO5	0,0022	0,2347	1
DO6	0,0289	0,3006	10
GD1	0,0027	0,1019	3
GD2	0,2200	0,6889	32
GD3	0,2581	0,8992	29
GD4	0,2080	0,6055	34
GD5	0,3806	0,6661	57
GD6	0,0774	0,624	12
GD7	0,1324	0,4388	30
GD8	0,2180	0,3442	63
PN1	0,1100	0,696	16
PN2	2,8007	2,9919	94
PN3	0,1061	0,3349	32
PS1	0,0880	1,0989	8
PS2	0,0602	0,9583	6
SF1	0,1516	0,3026	50
SF2	0,2279	0,8995	25
SF3	0,6404	1,8905	34
SF4	0,0640	0,2148	30
SF5	5,3655	8,7783	61
SF6	0,0163	0,0969	17
SF7	0,3039	0,4458	68
SF8	0,0163	0,0599	20
SF9	0,3039	0,1456	33
SF10	0,0119	0,6173	73
JQ1	0,0479	0,0924	26
JQ2	0,4515	0,1356	16
JQ3	0,0216	0,3062	49
MU1	0,1197	0,2372	50
PJ1	0,0000	0,0827	0
SM1	0,0371	0,1045	36
PA1	0,014	0,050	28

Fonte: Melo *et al.* (2021)

*As siglas referem-se àquelas estabelecidas conforme a DN CERH nº 06/2002 (MINAS GERAIS, 2002)

Tabela 2 – Relação demanda x disponibilidade de água de reúso por CH em Minas Gerais

CH*	Vazão regularizada (m³/s)	Cenário 1 Relação demanda disponibilidade (%)	Cenário 2 Relação demanda disponibilidade (%)
DO1	6,090	1	11
DO2	6,234	7	15
DO3	1,994	4	18
DO4	3,491	1	14
DO5	1,626	0	14
DO6	2,103	1	4
GD1	2,570	0	16
GD2	4,374	5	14
GD3	6,428	6	17
GD4	3,532	6	10
GD5	6,897	2	17
GD6	3,686	3	11
GD7	4,017	2	3
GD8	10,683	0	1
PN1	60,727	0	1
PN2	57,718	5	5
PN3	23,953	0	1
PS1	0,740	12	148
PS2	3,789	2	25
SF1	5,690	3	5
SF2	6,420	4	14
SF3	14,178	5	13
SF4	7,147	1	3
SF5	15,656	34	56
SF6	8,571	0	1
SF7	133,970	0	0
SF8	41,981	0	0
SF9	3,496	1	4
SF10	15,543	3	4
JQ1	1,122	2	8
JQ2	3,867	1	4
JQ3	4,167	4	7
MU1	0,957	13	25
PJ1	1,017	0	8
SM1	0,931	4	11
PA1	1,728	1	3

Fonte: Melo *et al.* (2021)

*As siglas referem-se àquelas estabelecidas conforme a DN CERH nº 06/2002 (MINAS GERAIS, 2002)

Como mencionado anteriormente, o estado precisa avançar em direção à universalização dos serviços de saneamento. Portanto, valorizar a reutilização da água pode contribuir para avanços no que diz respeito ao grau de cobertura de tratamento de esgotos.

Melo *et al.* (2021) alerta para que, caso as metas estabelecidas pela Lei Federal nº 14.026/2020 sejam atingidas, o reuso poderia atender cerca de 12% da atual demanda de água. Na Região Metropolitana de Belo Horizonte, tem-se a potencialidade de suprir 35,7% da demanda por água, diminuindo a pressão sobre o abastecimento público em 30,2%.

Há de se ressaltar, ainda, que é necessário garantir que a qualidade dos efluentes estejam condizentes com o uso pretendido, cumprindo o que determina a Deliberação Normativa CERH nº 65/2020. Neste sentido, estudos sobre avaliação de risco são bastante pertinentes para a implementação de uma política de reuso assertiva e segura.

É essencial destacar também que, apesar da necessidade de implantação do reuso das águas como uma cultura, a prática encontra diversos desafios, como o próprio preconceito por parte da população. É fundamental, portanto, que o assunto seja discutido com a sociedade de maneira didática. Neste contexto, termos frequentemente utilizados como “reuso de efluente” e “reuso de efluente tratado” podem levar à rejeição imediata da prática. Para isso, sugere-se o uso do termo “reuso da água”, independentemente da procedência da mesma.

Por fim, salienta-se que é indispensável implementar medidas que tornem as informações sobre o assunto disponíveis de maneira adequada para os usuários, como uma cartilha informativa, publicações em redes sociais, cursos e elaboração de um manual sobre a prática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário de escassez hídrica que se apresenta demanda mudança de postura de todos os atores envolvidos na gestão hídrica, em especial do poder público e do setor produtivo. Os conflitos pelos usos da água serão superados somente quando houver a cooperação entre usuários. Assim, a busca pelo incremento da produtividade da água será um desafio particular de cada usuário pertencente a um mesmo território.

Nesse contexto, apresentam-se então vários desafios importantes, como conhecer os usos da água, tanto em termos físicos quanto econômicos, possibilitando propor estratégias de gestão que levem ao ganho de produtividade e ao uso racional da água.

Dado ao exposto nesse artigo fica clara a necessidade de se avançar no desenho das políticas e estratégias de gestão, tanto do poder público como na iniciativa privada, no que diz respeito à produção sustentável e ao uso racional dos recursos hídricos, ainda muito incipiente.

Em relação ao reuso da água, a prática apresenta potencial significativo para suprir parte da demanda de água do estado. No entanto, há de se destacar que o reuso ainda apresenta certos desafios para sua implementação na cultura do estado, e para transpô-lo é fundamental propiciar a ampliação do debate junto à sociedade, evitando sua rejeição.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Atlas esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**: informe anual. Brasília: ANA, 2020.

ANGELAKIS, A. N. *et al.* Water Reuse: From Ancient to Modern Times and the Future. **Frontiers Environmental Science**, Switzerland, v.6, n.26, 2018.

ANZE, M. Otimização do uso da água em refinarias de petróleo. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Química. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-23052014-003059/pt-br.php>. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 23 set. 2021.

BRASIL. Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 jul. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). **Abastecimento de água**: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento - Guia do profissional em treinamento: nível 2. Salvador: Recesa, 2008. 139 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: 25º diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2019. Brasília: SNS, 2020. 183 p.

CNI/FIESP. Confederação Nacional da Indústria e Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **O uso racional da água no setor industrial**. 2. ed. – Brasília: CNI, 2017. 240 p.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa CERH-MG n.06 de 04 de outubro de 2002**. Estabelece as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5704>. Acesso em: 30 ago. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). Deliberação Normativa nº 65. Dispõe sobre diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2020. Disponível em:

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52040>. Acesso em: 30 ago. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 16 mai. 2011.

Disponível em: https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/RE%20CONAMA%20403-2011_Lancamento%20de%20Efluentes.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

FAGGION, F.; OLIVEIRA, C. A. S.; CHRISTOFIDIS, D. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 2, n. 1, p. 187-190, jan./abr. 2009. Disponível

em: <http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/446/606>. Acesso em: 26 ago. 2021.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. **The State of Food and Agriculture 2020**. Superando os desafios da água na agricultura. Roma, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.4060/cb1447en>. Acesso em: 27 out. 2021.

FERRAZ R. P. D. *et al.* **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 160p.

GOMES, M G. **Ganhos na eficiência econômica ambiental e social com a implantação de inteligência artificial na operação de barragens: rumos aos princípios da indústria 4.0**. 2020 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2020**. Belo Horizonte: Igam, 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Perdas de água 2020 (SNIS 2018): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2020. 86 p.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Metade das perdas de água potável diárias no Brasil ocorre na Região Sudeste**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2021. 8 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS Caderno 12**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods12.html>. Acesso em: 27 ago. 2021.

LIMA, M. *et al.* Water reuse potential for irrigation in Brazilian hydrographic regions. **Water Supply**, London, v.21, n.6, p. 2799-2810, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2166/ws.2020.280>. Disponível em: <https://iwaponline.com/ws/article/21/6/2799/77798/Water-reuse-potential-for-irrigation-in-Brazilian>. Acesso em: 26 ago. 2021.

MARIN, P. *et al.* **Water management in Israel**. Banco Mundial, 2017. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28097/119309-WP-PUBLIC56p-WcmpeProof.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 01 set. 2021.

- MELGES, A. I. **Pesquisa operacional aplicada à otimização de uma unidade de produção agropecuária do Oeste Paranaense** – Medianeira, 2020 (126 f). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, Medianeira, 2020. Disponível: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5259>. Acesso em: 27 out. 2021.
- MELO, M. C. *et al.* Evaluation of potential use of domestic treated effluents or irrigation in areas subject to conflicts over water use in Paracatu River Basin. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 21, p. 52-63, 2020.
- MELO, M. C. *et al.* Avaliação quantitativa do potencial de reúso no estado de Minas Gerais. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 141–157, 2021. Disponível em: [em//periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43743](http://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43743). Acesso em: 27 out. 2021.
- MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reúso**. [S.l.: s.n.], 2005.
- MIRANDA, E. **Potência agrícola E ambiental: Áreas cultivadas no Brasil e no mundo**. Agroanalysis. 2018. EMBRAPA. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174066/1/4942.pdf>. Acesso em: 25 out. 2021.
- NOBRE, C. *et al.* Some characteristics and impacts of the drought and water crisis in southeastern Brazil during 2014 and 2015. **Journal of Water Resource and Protection**, California, v. 8, 252262. 2016. Disponível em: <https://m.scirp.org/papers/63776>. Acesso em: 08 set. 2021.
- ONU - Organização das Nações Unidas - **População mundial deve ter mais 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos**. Brasil. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/06/1676601>. Acesso em: 27 out. 2021.
- PEIXOTO L.; BRAGATTO A. Otimização do uso da água na indústria como instrumento de gestão. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009. Campo Grande, MS. [Trabalho apresentado...]. São Paulo: ABRH, [2009].
- PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR ÁGUAS (INTERÁGUAS). **Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil: Produto III – Critérios de qualidade de água**. 2018. Brasília. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/interaguas/INTERAGUAS_ProgramadeDesenvolvimentoDoSetorAgua.pdf. Acesso em: 01 set. 2021.
- REZENDE, A.T. *et al.* Reuso de água para fins urbanos não potáveis: regulação nacional e internacional, e critérios de qualidade da água. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 29., 2017, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: ABES, 2017.
- SANTOS, A. S. P. *et al.* Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reúso no Brasil. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 437-462, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12957/sustinere.2020.48976> Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/article/view/48976>. Acesso em: 08 set. 2021.

SANTOS, A. S. P. *et al.* Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 01 - terminologia e conceitos de base. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Guarapuava, v. 9, n. 2, 1–17, 2021. DOI: <https://doi.org/10.9771/gesta.v9i2.43709>. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43709/25041>. Acesso em: 01 set. 2021.

SAVENIJE, H. J. G.; VAN DER ZAAG, P. Water as an economic good and demand management: paradigms with pitfalls. **Water International**, England, v. 27, n. 1, p. 98-104, 2002.

SILVA JUNIOR, L. C. S. *et al.* Proposição de uma metodologia estruturada de avaliação do potencial regional de reúso de água: 03 - metodologia de potencialidades (demandas e ofertas) e análise espacial. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Salvador, v. 9, n.2, p. 36-54, 2021. Disponível em: <http://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/43711>. Acesso em: 01 set. 2021.

UNITED NATIONS. **Relatório de Desenvolvimento Mundial da Água**. Nações Unidas. 2018. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2018/>. Acesso em: 26 nov. 2021.

WATER EUROPE. **A water smart society for a successful post COVID19 recovery plan**. [Bruxelas]: WE, 2020. Disponível em: <https://watereurope.eu/wp-content/uploads/2020/04/A-Water-Smart-Society-for-a-post-covid19-recovery-plan.pdf>. Acesso em: 01 set. 2021.

CONTROLE DA POLUIÇÃO, EVENTOS EXTREMOS E OBRAS HÍDRICAS: priorização de áreas no contexto da segurança hídrica

Djeanne Campos Leão¹
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes²
Ivone de Sousa Nascentes Morgado³
Jackson Rodrigues Primo⁴
Jeane Dantas de Carvalho⁵
Lília Aparecida de Castro⁶
Lucas de Melo Carvalho⁷
Micael de Souza Fraga⁸
Nádia Antônia Pinheiro Santos⁹
Rosa Carolina Amaral¹⁰
Walcrislei Vercelli Luz¹¹
Wanderlene Ferreira Nacif¹²

INTRODUÇÃO

A segurança hídrica, como ricamente abordada nos capítulos anteriores, pode ser definida como o acesso à água em qualidade boa e quantidade suficiente para atendimento aos diversos usos, sendo estruturada em quatro pilares (SINGH, 2017):

- Oferta para o uso da água de boa qualidade que deve ser fundamentada nos conhecimentos de tratamento e de qualidade da água;

- Acesso a água de boa qualidade que inclui conter recursos suficientes para obter quantidades que satisfaçam as necessidades;
- Oferta de água que inclui disponibilidade em quantidade suficiente de forma consistente em termos sociais e ambientais; e
- Disponibilidade que inclui a identificação e o desenvolvimento dos recursos hídricos.

¹ Engenheira Civil. Especialista em Gestão de Recursos Hídricos. Analista Ambiental da Semad.

² Geógrafo. Mestre em Gestão de Recursos Hídricos. Gestor Ambiental do Igam.

³ Engenheira Florestal. Mestre em Solos. Analista Ambiental do Igam.

⁴ Engenheiro Hídrico. Analista Ambiental do Igam.

⁵ Engenheira Agrônoma. Mestre em Sustentabilidade em Recursos Hídricos. Diretora de Planejamento e Regulação do Igam.

⁶ Engenheira Ambiental. Pós-graduada em Gestão, Auditoria e Licenciamento Ambiental. Superintendente de Saneamento Básico da Semad.

⁷ Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Estagiário do Igam.

⁸ Engenheiro Ambiental. Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola. Analista Ambiental do Igam.

⁹ Geógrafa. Mestre em Análise Ambiental. Gestora Ambiental do Igam.

¹⁰ Bióloga. Mestre em Saneamento Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Analista Ambiental da Semad.

¹¹ Engenheiro Ambiental. Mestre em Solos. Engenheiro de Segurança do Trabalho. Engenharia de Barragens (M. Eng.). Gerente de Segurança de Barragens e Sistemas Hídricos do Igam.

¹² Química. Doutora em Química. Diretora de Operações e Eventos Críticos do Igam.

Nesse contexto, Formiga-Johnsson e Britto (2020), acrescentam que as mudanças climáticas têm propiciado um cenário de incerteza em vários setores, forçando a adoção de práticas de adaptação, especialmente, na gestão das águas.

O objetivo desse artigo é, portanto, discutir, na perspectiva da segurança hídrica, os aspectos correlacionados à revitalização de bacias, estressores e indicadores ambientais, com capacidade de demonstrar as vulnerabilidades ambientais, sociais e econômicas de Minas Gerais.

O foco está na disponibilidade hídrica quali-quantitativa para atendimento aos usos múltiplos, tendo como indicadores a qualidade da água para o abastecimento público, o saneamento básico, bem como os reflexos dos eventos extremos nesse contexto. Discute-se também as medidas adaptativas, tais como as obras hidráulicas, no contexto da promoção da segurança hídrica.

O presente trabalho vem contribuir com as discussões e ações estratégicas em desenvolvimento no âmbito do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais (Somos Todos Água), que tem dentre seus eixos de atuação o Saneamento, controle da poluição e obras hídricas. Este busca medidas de mitigação e a implementação de ações estratégicas, identificando vulnerabilidades, potencialidades e necessidades de investimentos, tendo como recorte territorial as áreas prioritárias para atuação do estado.

Em função do exposto, o artigo será organizado em três pilares estratégicos: gestão dos eventos extremos; saneamento básico (que envolve abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos urbanos); e qualidade da água com ênfase no controle da poluição. Essa discussão será embasada em revisão bibliográfica e no esquema analítico sugerido no Capítulo *ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA REVITALIZAÇÃO DE BACIAS EM MINAS GERAIS: diretrizes e proposição de metodologia para sua definição*. O referido capítulo propõe a indicação das linhas de atuação e dos subtemas - guias fundamentais para selecionar as áreas prioritárias.

Cabe ressaltar, como já exposto nesta publicação, que o Somos Todos Água está em execução desde 2019, e tem como meta de planejamento a elaboração do Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH).

CONTROLE DA POLUIÇÃO, EVENTOS EXTREMOS E OBRAS HÍDRICAS: ASPECTOS QUE INFLUENCIAM A SEGURANÇA HÍDRICA

Os conceitos de segurança hídrica por diferentes autores e instituições estão descritos na literatura (ANA, 2015; TUCCI, *et al.*, 2017; MELO, *et al.*, 2017; ANA, 2019) e foram apresentados e amplamente discutidos na edição anterior da publicação *Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais 2020*, dedicado à essa temática (IGAM, 2020). Assim, vários pesquisadores têm se dedicado a discutir as formas de avaliação dessa segurança, principalmente, em relação ao

abastecimento público (MELO, 2016; SILVA, 2017, FORMIGA-JOHNSSON E BRITTO, 2020).

No Plano Nacional de Segurança Hídrica, PNSH (ANA, 2019), por exemplo, cujo foco foi a proposição de ações voltadas ao fortalecimento da infraestrutura hídrica, para cada dimensão avaliada foram definidos indicadores:

- Humana: garantia de água para o abastecimento humano, considerando o balanço hídrico e a capacidade de atendimento das demandas da população;
- Econômica: garantia de água para as atividades de irrigação, pecuária e industrial, avaliando os riscos desses setores frente a variabilidade da oferta hídrica;
- Ecológica: quantidade adequada de água para usos racionais, para usos naturais e segurança das barragens de rejeito de mineração; e
- Resiliência: reservação artificial, natural, potencial de armazenamento subterrâneo e variabilidade pluviométrica.

Nessa conjuntura, identificar os aspectos com maior correlação à revitalização de bacias hidrográficas, por meio de estressores, possibilita selecionar, com

maior segurança, as áreas prioritárias para intervenção do estado.

Segundo Silva (2017), os fatores de estresse constituem aqueles aspectos que possuem maior capacidade de desestabilizar e impactar a quantidade e qualidade de água de uma bacia.

Eventos hidrológicos extremos

No geral, os principais desastres naturais registrados no Brasil são decorrentes dos eventos hidrológicos extremos. Os eventos extremos de cheia estão relacionados a processos naturais e antrópicos que implicam excesso de água no sistema afetado, normalmente ocasionando inundações e alagamentos. Por outro lado, os problemas decorrentes dos eventos extremos de seca, resultando em estiagens e até secas prolongadas, estão usualmente associadas a um longo período de tempo, com anos hidrológicos sucessivos de pouca precipitação, de agravamento lento e de grandes proporções espaciais (MIGUEZ *et al.*, 2018).

As inundações e os alagamentos geram prejuízos significativos à infraestrutura urbana, bem como o alto risco da perda de vidas humanas, uma vez que podem provocar deslizamentos de encostas e desmoronamentos de casas e edifícios. Além disso, podem causar a interrupção de serviços de saneamento básico, tais como: sistemas de tratamento e distribuição de água; serviços de limpeza urbana; drenagem e esgotamento sanitário.

A escassez de água afeta as condições básicas de saneamento, com limitação da disponibilidade de água para o abastecimento humano e deterioração das condições de qualidade dos corpos hídricos, por insuficiência de água para diluição dos efluentes e manutenção da vida aquática. Afeta também as atividades da pecuária e reduz a produção industrial, por falta de água para insumo (MIGUEZ *et al.*, 2018).

Projeção da ANA (2019) para as demandas hídricas de retirada, na qual é considerado o suprimento de água a diversos setores usuários, incluindo a população e as atividades econômicas, pode alcançar cerca de 2.600 m³/s no Brasil, em 2030. Tal condição implica em riscos de ocorrência de balanço hídrico entre oferta e demanda de água negativo em diversas regiões do país.

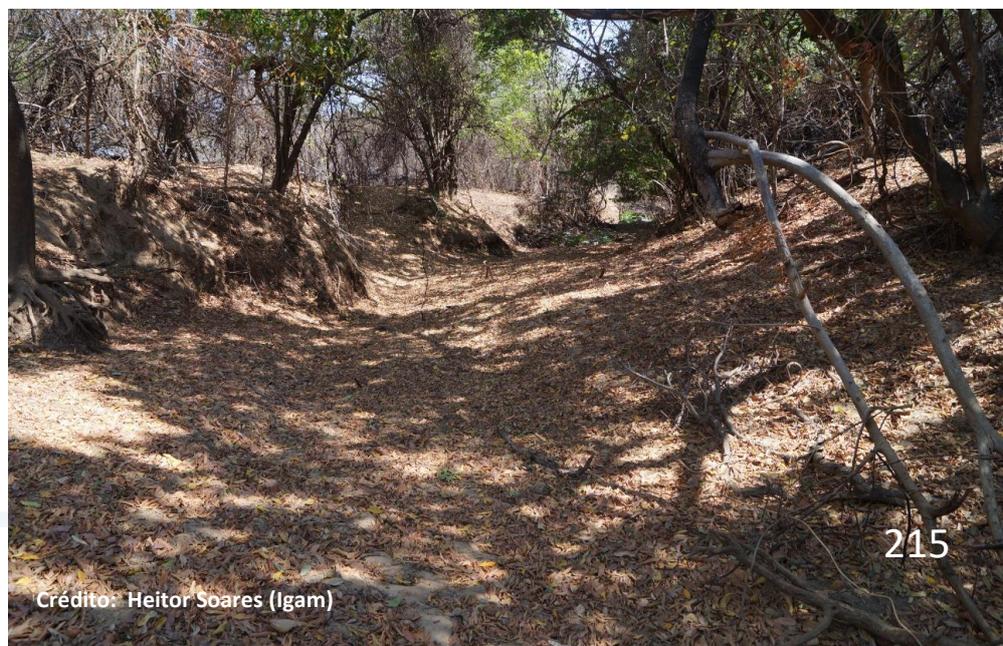
Diante disso, tem-se a importância de atuar no aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos, especificamente com ações voltadas para a gestão de eventos extremos (controle do uso da água, monitoramento hidrológico, operação e manutenção de sistemas hídricos, etc.). Para tal, torna-se importante, como

primeiro passo, a avaliação de metodologias e indicadores para a gestão integrada de riscos associados à ocorrência de tais eventos, visando à proposição de ações dirigidas ao aumento da resiliência da área envolvida.

Os indicadores de estresse hídrico têm sido amplamente utilizados em diversos estudos ambientais, principalmente devido a sua capacidade de refletir as transformações ambientais, sejam elas naturais ou decorrentes das intervenções antrópicas. No geral, os indicadores para fins de avaliação de eventos extremos utilizam como base os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), da ANA e de estudos desenvolvidos por demais órgãos das esferas federal e estadual.

Devido à natureza da água, torna-se necessário o uso de uma ampla variedade de indicadores para refletir sua dinâmica, bem como a adoção de uma estrutura conceitual que permita transformar tais medidas em informações relevantes (UNWATER, 2011). Nos Quadros 1 e 2 podem ser observados indicadores utilizados para a avaliação da segurança hídrica, considerando os eventos hidrológicos extremos de seca e cheia, respectivamente.

Bacia do Rio Viamão, que integra a Bacia do Rio São Francisco



Quadro 1 – Eventos extremos de seca

Indicador	Relevância para a análise
Densidade demográfica	Este indicador tem como objetivo apresentar uma estimativa da quantidade de pessoas e bens afetados pela indisponibilidade hídrica. Para isso, podem ser utilizados dados relativos ao número total de pessoas e área dos setores censitários afetados.
Pontos de captação de águas superficiais para seus usos múltiplos	Tem como objetivo avaliar as outorgas de direito de uso dos recursos hídricos, levando em conta os locais com maiores demandas para cada setor de usuário. Em âmbito estadual, as informações para a utilização do indicador podem ser obtidas no site do IDE-Sisema , onde estão listadas todas as outorgas e cadastros de uso insignificante vigentes deferidos pelo Igam. Em âmbito nacional, as informações podem ser obtidas no SNIRH da ANA.
Abastecimento urbano de água	Tem como objetivo possibilitar um mapeamento da infraestrutura hídrica para o abastecimento de água dos municípios, com vistas à garantia da disponibilidade hídrica e à avaliação da criticidade do atual sistema de abastecimento. Informações para a utilização do indicador podem ser obtidas no estudo do Atlas do Abastecimento Urbano (ANA, 2021), cujos dados para os municípios atendidos foram atualizados em 2017.
Demandas futuras pelo uso da água	Tem como objetivo analisar o aumento das demandas pelo uso da água, com vistas aos principais usuários e aos locais onde a demanda será maior. Informações para a utilização do indicador podem ser obtidas no manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (2019), cujas informações podem ser obtidas no SNIRH da ANA. No manual, foram avaliados os setores de abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento animal, indústria de transformação, mineração, termoeletricidade e agricultura irrigada. As estimativas foram realizadas anualmente de 1931 a 2017 (diagnóstico), além de projeções até 2030 (prognóstico).
Balço hídrico quantitativo	Este indicador tem como objetivo avaliar a razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a disponibilidade hídrica. Contempla a quantidade mínima de vazão a ser mantida em um determinado trecho do curso d'água após todas as retiradas, considerando para isso a vazão mínima de referência utilizada por Minas Gerais para fins de outorga. Informações para a utilização do indicador podem ser obtidas, para o estado de Minas Gerais, no site do IDE-Sisema. Em âmbito nacional, as informações podem ser obtidas no SNIRH da ANA.
Uso da água para a irrigação	Embora as retiradas para a irrigação já estejam contempladas no banco de outorgas, este indicador tem como objetivo avaliar as áreas irrigadas, bem como o seu potencial de expansão e o uso da água associado. O Atlas Irrigação, publicado pela ANA (2021), pode subsidiar o desenvolvimento do indicador e, consequentemente, as tomadas de decisão com vistas à segurança hídrica.
Variabilidade pluviométrica e índices de precipitação e seca	Este indicador tem como objetivo avaliar a variabilidade temporal e espacial das chuvas, bem como a variabilidade com base em diferentes índices. Na literatura, diversos trabalhos podem ser encontrados utilizando os índices SPI (Standard Precipitation Index), SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), SSI (Standardized Streamflow Index) e o SSMI (Standardized Soil Moisture Index).
Uso e ocupação da terra	Possui como objetivo avaliar as mudanças no uso e ocupação da terra ao longo do tempo com vistas ao aumento dos eventos extremos de seca. Informações para a utilização do indicador podem ser obtidas no site do Projeto MapBiomias .

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Quadro 2 – Eventos extremos de cheia

Indicador	Relevância para a análise
Densidade de domicílios	Este indicador tem como objetivo apresentar uma estimativa da quantidade de pessoas e bens afetados pelas enchentes e alagamentos. Para isso, podem ser utilizados dados relativos ao número total de domicílios e área dos setores censitários afetados. Nesse sentido, Zonensein (2007) apresenta a proposição de um índice e define que a densidade de domicílios é preferível ao uso do valor absoluto residencial, pois possibilita comparações entre áreas de diferentes dimensões.
Variabilidade pluviométrica, análise de tendência e estudos de chuvas intensas	Este indicador tem como objetivo avaliar a variabilidade temporal e espacial das chuvas, bem como identificar e quantificar tendências na ocorrência de chuvas intensas.
Estudo de vazões máximas	Tem por objetivo identificar, por meio de modelos hidrológicos/hidráulicos, os trechos de cursos d'água mais susceptíveis a enchentes e a consequente modelagem da propagação das ondas de cheia e da mancha de inundação urbana. As simulações das manchas de inundação podem ser obtidas por períodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 anos) em escala adequada com a base disponível.
Atlas de vulnerabilidade a inundações	Tem como objetivo avaliar trechos de curso d'água inundáveis, relacionando a frequência de ocorrência, o grau de impacto e a vulnerabilidade a inundações graduais. O estado de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), elaborou o Atlas de Vulnerabilidade à Inundação para os anos de 2013 a 2015. Informações para a utilização do indicador podem ser obtidas no estudo de Vulnerabilidade a Inundações do Brasil, cujos dados podem ser obtidos no SNIRH da ANA.
Uso e ocupação da terra	Possui como objetivo avaliar as mudanças no uso e ocupação da terra ao longo do tempo com vistas ao aumento dos eventos extremos de cheia. Informações para a utilização do indicador podem ser obtidas no site do Projeto MapBiomias.
Localização de reservatórios de água e demais infraestruturas hidráulicas	Tem como objetivo avaliar o aproveitamento dos reservatórios locais e de demais obras de infraestrutura hidráulica já existentes e/ou em obras, com vistas ao amortecimento dos eventos de cheia.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Com base nos estressores e seus indicadores citados anteriormente, torna-se necessária a definição ou a aplicação de metodologias que subsidiem a identificação de locais sujeitos à ocorrência de eventos hidrológicos extremos. Em outras palavras, a análise deve permitir identificar as áreas mais vulneráveis, onde a ocorrência de eventos hidrológicos extremos é mais recorrente e acontece com maior intensidade. Essas áreas requerem infraestrutura hídrica mais complexa e em geral de caráter integrado e abrangência regional.

Saneamento Básico

Abastecimento de Água

Do ponto de vista qualitativo, a água para consumo humano deve ser potável, ou seja, uma solução praticamente incolor, agradável à vista e ao paladar - sem objeções organolépticas - e que não cause danos à saúde, por extensão que possa ser empregada para o preparo de alimentos (VIANA, 2002). A Portaria GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde define água para consumo humano como “água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem”. Estabelece também que a água potável não deve oferecer riscos à saúde e deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na referida portaria.

Já em relação à quantidade, a água deve suprir as demandas mínimas de consumo, buscando-se mananciais,

superficiais e/ou subterrâneos, que possam ser utilizados para atender aos aspectos sanitários, econômicos e sociais. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU apud SABESP, 2021), são necessários em média 110 litros de água por dia para que um indivíduo possa atender às suas necessidades diárias. No Brasil, segundo dados do diagnóstico do SNIS 2019, o consumo médio per capita é em torno de 154l/hab/dia de água, sendo que em alguns estados, como o Rio de Janeiro, este índice ultrapassa os 200l/hab/dia. Em Minas Gerais, o consumo de água per capita é em média de 159 l/hab/dia de água (SNIS, 2019).

De modo geral, os sistemas de abastecimento de água convencionais são compostos de três etapas principais: a captação, que é a retirada da água dos mananciais e seu direcionamento para uma estação de tratamento de água (ETA); o tratamento, onde ocorre a remoção de impurezas de modo que se torne potável; e a distribuição através de redes aos consumidores. Dependendo da qualidade da água captada e dos recursos de tratamento disponíveis, cada uma dessas etapas pode ter um nível de complexidade maior ou menor.

Devido aos próprios conflitos de uso deste recurso, é dever do estado fazer a gestão do mesmo, de forma a garantir o acesso em quantidade e qualidade adequadas conforme preconiza a ONU.

Segundo dados do Panorama de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (SEMAD, 2020), no Brasil os locais onde ocorrem o maiores déficits de acesso à água

potável são, primordialmente, regiões de extrema pobreza, ou seja, favelas, periferias das cidades, zona rural e interior.

Ainda segundo dados da Semad (2020), 94% da população urbana de Minas Gerais é atendida com abastecimento de água, sendo esse valor reduzido para 87% quando considerada toda a população do estado. Nota-se então que a diferença entre esses índices de atendimento recai sobre as populações rurais. Além disso, o panorama identificou que as sedes

municipais têm, em sua maioria, abastecimento por manancial superficial, enquanto que nos distritos e comunidades é, majoritariamente, por captação subterrânea.

A maioria dos municípios mineiros, cerca de 78%, possui população inferior a 20.000 habitantes. A Deliberação Normativa Copam nº 217/2017 estabelece três faixas de vazão para definir o porte dos empreendimentos de ETA para abastecimento passíveis de regularização ambiental (TABELA 1).

Tabela 1 – Faixas de vazão por porte dos empreendimentos de ETA

Vazão (l/s)	Porte
20 l/s < Vazão de Água Tratada < 100 l/s	Pequeno
100 l/s ≤ Vazão de Água Tratada ≤ 500 l/s	Médio
Vazão de Água Tratada > 500 l/s	Grande

Fonte: DN Copam 217 (2017)

Isso enquadra a maioria desses municípios numa faixa de necessidade de abastecimento de água em duas categorias: não passível de regularização ou como empreendimento de pequeno porte. Logo, as informações do licenciamento ambiental para compor um banco de dados sobre os sistemas de abastecimento de água são restritas.

Para poder planejar e fazer gestão do saneamento de forma efetiva é preciso ter informação atualizada e representativa. Assim, um dos aspectos interessantes de serem considerados sobre o eixo abastecimento de água relacionados à segurança hídrica é conhecer o universo de ETAs do estado e como elas operam.

A Deliberação Normativa Copam nº 153/2010 convocou municípios para o licenciamento ambiental de sistemas de tratamento de água. Para tal, estabeleceu prazos de acordo com a capacidade de tratamento das ETAs, sendo que o último prazo foi dezembro de 2020. Pelo Panorama (SEMAD, 2020), identificou-se a existência de apenas 215 processos de licenciamento ambiental, correspondentes a 188 municípios, sendo que uma parcela dos mesmos estava vencida. A falta de regularização ambiental e a disposição inadequada do lodo das ETAs, são itens significativos para a segurança hídrica no que tange aos sistemas de abastecimento de água.

Em adição ao aspecto da regularização ambiental, destaca-se também a importância das informações de outorgas de uso da água, em especial, aquelas para fins de abastecimento público, sejam elas superficiais ou subterrâneas.

O controle de perdas, seja na adução, tratamento ou distribuição de água em tempos de crise hídrica é uma ferramenta de grande relevância. Conforme consta no diagnóstico do SNIS, os sistemas de medição no abastecimento de água se constituem em instrumentos indispensáveis à operação eficaz dos sistemas públicos de abastecimento de água. Considerando o Brasil, tem-se 81,8% de macromedições nos sistemas de abastecimento, enquanto as perdas por distribuição estão em torno de 39,2%. Em termos ambientais, econômicos e sociais, identificar que mais de 1/3 da água tratada é perdida é extremamente preocupante e mais ainda num cenário de escassez hídrica.

Um outro aspecto que interfere na qualidade da operação dos sistemas de abastecimento público é a capacitação das equipes de forma contínua, seja dos operadores que lidam diretamente com o sistema e podem evitar não só as perdas, mas também os possíveis danos ambientais ligados a essa operação; bem como dos gestores, de modo a implementar boas práticas e ações que cumpram um melhor planejamento do uso dos recursos hídricos.

Esgotamento Sanitário

Os serviços de esgotamento sanitário constituem um direito social e referem-se à garantia de soluções de coleta,

tratamento e disposição adequada dos efluentes sanitários. Pode ser classificado como sistemas coletivos, em que o esgoto sanitário de uma comunidade é coletado e transportado até a estação de tratamento e, posteriormente, à destinação final; ou sistemas individuais, em que o esgoto gerado em um domicílio/estabelecimento é encaminhado para uma unidade de tratamento e/ou disposição final no local (PESB, 2021).

Os sistemas coletivos de esgotamento sanitário geralmente estão presentes nos centros urbanos, e sua gestão é fundamental para a qualidade do serviço. Aspectos como lançamento irregular de esgoto no sistema de drenagem urbana, ligações clandestinas de drenagem na rede e implantação de redes coletoras sem a completa interceptação até a estação de tratamento de esgoto (ETE) comprometem o desempenho do serviço de esgotamento sanitário. Além disso, a maioria das ETES apresenta algum tipo de deficiência de projeto, construção e/ou operação, que resulta na elevação dos custos, na perda de eficiência e no descumprimento da legislação ambiental (BRESSANI-RIBEIRO *et al.*, 2021).

Em relação às soluções ou sistemas individuais, mais comumente adotados em áreas rurais, mas também presentes em áreas urbanas, é necessário incorporar uma nova perspectiva, buscando legitimar a importância e a adequação de determinadas tecnologias que geralmente são tidas como inferiores pela simplicidade das estruturas e dos equipamentos utilizados para sua manutenção e operação, tais como; os

tanques sépticos sucedido de pós-tratamento, fossa seca, tanque de evapotranspiração, *wetlands*, fossa absorvente e círculo de bananeira (PESB, 2021).

O atendimento à população por soluções e serviços de esgotamento sanitário é desigual no Brasil. Em Minas Gerais, aproximadamente 84,63% da população urbana é atendida por coleta de esgotos, enquanto 48,90% da população urbana é atendida com o tratamento (SEMAD, 2020). As populações rurais, comunidades e povos tradicionais estão entre as mais desfavorecidas em relação ao acesso dos serviços de esgotamento sanitário.

A presença do serviço não é sinônimo de eficiência, atendimento e qualidade, pois há ainda uma parcela da população que, mesmo residindo em regiões com oferta dos serviços de esgotamento sanitário, acabam não aderindo aos sistemas implantados, devido a diversos motivos como acessibilidade financeira, condições de urbanização do local, dentre outros. Extravasamento de esgoto devido à intrusão de águas pluviais, refluxo do esgoto da rede para a moradia, ausência de tratamento do esgoto coletado, estações operando em condições precárias de funcionamento, lançamento de efluente tratado em desacordo com legislação ambiental são alguns dos problemas recorrentes no serviço de saneamento existente.

A avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário é de suma importância para o estabelecimento de diretrizes e ações para a melhoria do serviço prestado.

Em Minas Gerais, a Semad avalia a qualidade do serviço por meio do Índice de Avaliação do Sistema de Esgotamento Sanitário Municipal (IESM), que tem como objetivo avaliar a situação do esgotamento nos municípios.

O índice constitui-se três indicadores e três subindicadores. Os indicadores são: percentuais de coleta (PC), percentual de tratamento (PT) e regularização ambiental (RE). O indicador regularização ambiental é composto de três subindicadores: estação de tratamento de esgoto regularizada, presença de monitoramento ambiental e ICMS Ecológico com critério saneamento – subcritério esgotamento sanitário. Cada indicador e subindicador tem um peso, sendo que a soma total desses pesos corresponde a 100%. O resultado do Índice é expresso em quatro faixas de atendimento que varia de 0 a 100, sendo classificado em bom, médio, ruim e alarmante, conforme Quadro 3.

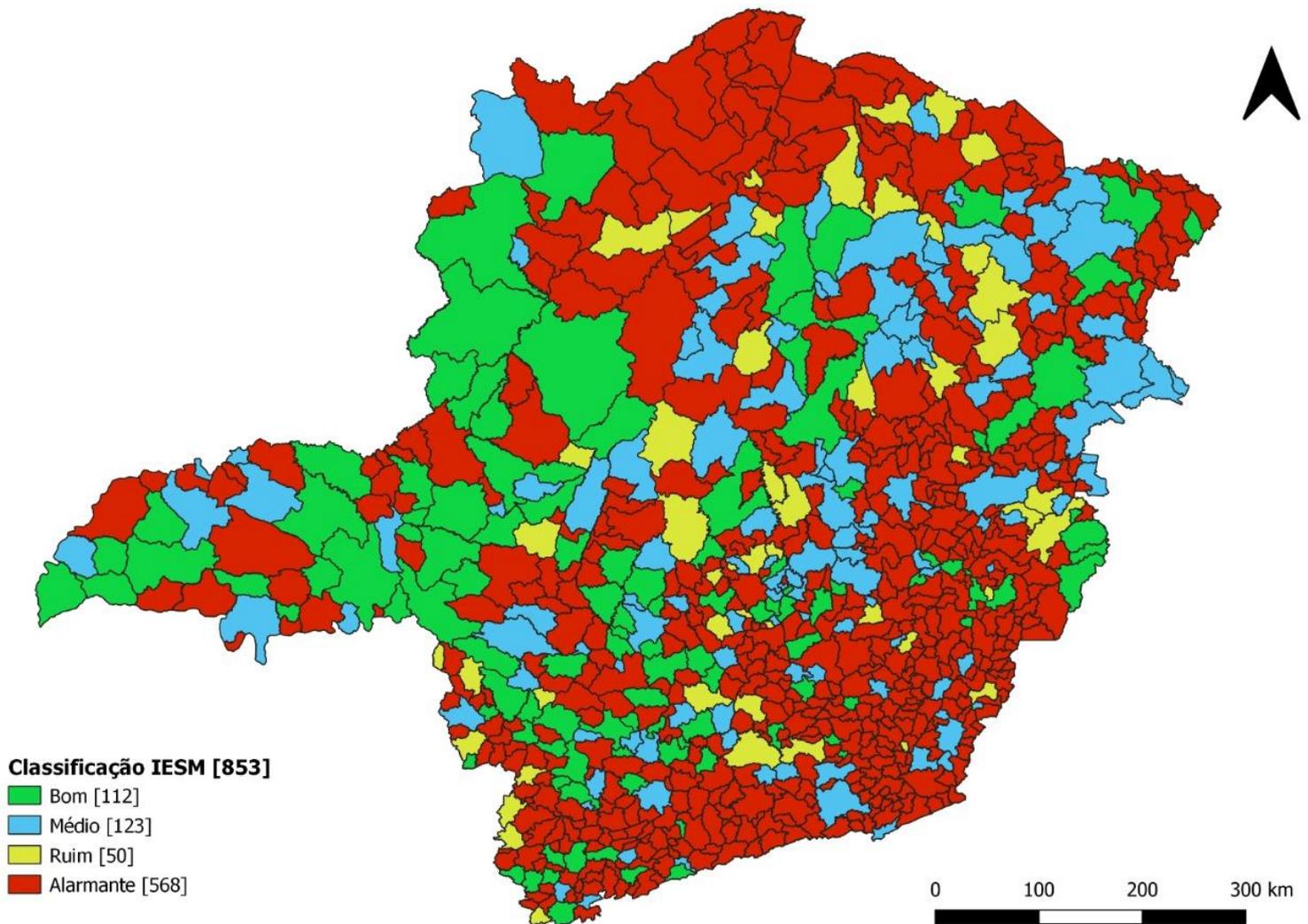
Quadro 3 – Índice de Avaliação do Sistema de Esgotamento Sanitário Municipal

IESM	Classificação
$75 \leq x \leq 100$	Bom
$50 \leq x < 75$	Médio
$35 \leq x < 50$	Ruim
$0 \leq x < 35$	Alarmante

Fonte: (Semad ,2020)

Ao aplicar o índice nos municípios do estado, a Semad (2020) demonstrou que 568 estão em situação alarmante, 50 em situação ruim, 123 em médio e 112 em bom (MAPA 1).

Mapa 1 – Índice de Avaliação do Sistema de Esgotamento Sanitário Municipal



Fonte: Semad (2020)

A situação alarmante está mais presente em virtude da maioria dos municípios não tratarem seus esgotos ou terem baixos percentuais de atendimento da população no tratamento. No entanto, destaca-se que esse índice não avalia o desempenho da estação de tratamento, portanto pode-se ter municípios com percentual de atendimento da população elevados, mas a estação pode estar operando em condições precárias, não atendendo aos padrões de lançamento de efluente exigidos pela legislação.

Ao verificar que cerca de 72% dos municípios mineiros estão em situação ruim e alarmante, verifica-se a necessidade urgente de implementar ações que promovam a ampliação da oferta do serviço. Segundo o PESB (2021), não há uma solução ideal aplicável a todos os municípios, bem como casos e fórmulas generalizadas para definir a melhor solução. A decisão sobre o melhor processo de tratamento deve considerar aspectos técnicos, fatores climáticos e topográficos, bem como a área disponível, a aceitação da população e os recursos financeiros e operacionais, visando minimizar a demanda por energia ou insumos externos e reduzir ou eliminar

a produção de rejeitos. A implantação de tecnologias inapropriadas resulta em instalações com baixo desempenho e eventualmente abandono, devido a dificuldades operacionais e de manutenção. Isso ressalta a importância da integração ao contexto socioeconômico e da participação da população em todo o processo de planejamento (BRESSANI-RIBEIRO *et al.*, 2021).

Portanto, em Minas Gerais, além das questões discutidas anteriormente, é preciso aporte financeiro para investimento em tecnologias apropriadas à ampliação do atendimento da população por tratamento de esgotos, pois a falta desses sistemas é a principal causa da poluição dos cursos d'água e também é responsável por várias doenças.

Resíduos Sólidos Urbanos

A destinação inadequada de resíduos sólidos urbanos constitui um problema ambiental, pelos impactos causados no solo, nas águas

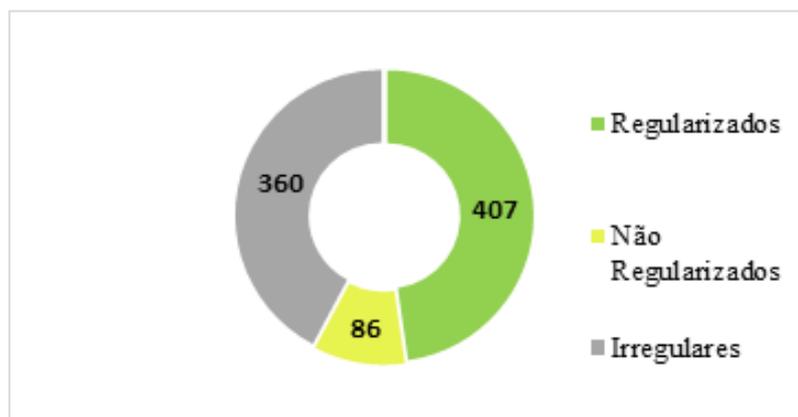
superficiais e subterrâneas e ainda é um problema social e humano, considerando as condições a que são expostos os catadores (MUCELIN e BELLINI, 2008).

É nesse contexto que a solução da gestão dos resíduos tem sido pauta de destaque nas diversas esferas governamentais e entes da federação, entretanto, os custos de implantação de um aterro sanitário e de operação logística da destinação de resíduos ainda representam um gargalo, especialmente, para municípios de pequeno e médio porte (BARBOSA *et al.*, 2020; LISBINSKI *et al.*, 2020).

A Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais foi instituída pela Lei nº 18.031/2009, precedendo a Política Nacional, publicada no ano de 2010.

O Panorama (SEMAD, 2020) apresenta que aproximadamente 48% dos municípios mineiros possui a destinação do RSU em situação regular (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 – Municípios e População Urbana atendidos por Sistemas de Destinação de RSU por Situação de Regularidade Ambiental – 2019



Fonte: Semad (2020)

Este documento também mostra que 84,4% dos municípios que ainda possuem disposição final irregular estão na faixa populacional de até 20 mil habitantes, o que muitas vezes dificulta a implantação de unidades de disposição final ambientalmente adequadas devido à ausência de recursos técnicos e econômico-financeiros. Este dado é indicativo de que a solução para o problema de disposição final ambientalmente adequada dos resíduos passa pela adoção de medidas consorciadas, como já vem sendo praticado no Brasil (SILVA, 2015).

A cooperação intermunicipal mostra potencial para a redução dos custos na prestação de serviços públicos, tanto operacionais como organizacionais, quando os limites geográficos são próximos. Além disso, constata-se que a vantagem econômica é maior para municípios de menor porte (SILVA *et al.*, 2020; SOUZA, 2017; NOVAKOWSKI, 2017).

No intuito de compreender o cenário da gestão compartilhada de RSU no estado, a Semad também monitora a adesão dos municípios mineiros aos consórcios públicos intermunicipais. As informações sobre consórcios são atualizadas anualmente. São considerados ativos na gestão de resíduos sólidos os consórcios que atendem a pelo menos uma das seguintes premissas:

- Possuir ou intermediar o uso de aterro sanitário e/ou Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) próprios ou de terceiros;
- Possuir endereço eletrônico (website) atualizado;
- Ser responsável pelo licenciamento ambiental no âmbito de seus municípios integrantes; e
- Possuir contrato de rateio vigente.

Em 2020, foram mapeados pela Semad 32 consórcios públicos intermunicipais que, em seus estatutos e protocolos de intenção, atuam na gestão de resíduos sólidos urbanos.

Ao todo foram identificados 412 municípios mineiros (35% da população) que já integram um ou mais de um consórcio público intermunicipal que atua na gestão de resíduos sólidos urbanos. Dos municípios consorciados, 183 (15,5% da população) adotam disposição final de RSU regularizada, 44 (6% da população), disposição não regularizada e 185 (14% da população), disposição irregular.

Para avançar rumo à universalização dos serviços de saneamento, o governo de Minas está apostando nas soluções regionalizadas. Neste sentido, foi proposto pelo Executivo o Projeto de Lei nº 2.884/2021 que visa instituir as Unidades Regionais de Saneamento Básico do Estado de Minas Gerais. O que se espera é que a prestação regionalizada dos serviços proporcione ganho de escala, redução de custos unitários e, conseqüentemente, permita que os municípios de menor porte possam pagar pelos serviços.

Drenagem Urbana

A Lei Federal nº 11.445/2007 define drenagem e manejo das águas pluviais urbanas como sistemas constituídos pelas atividades, infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

A ausência de planos diretores e a ocupação desordenada das cidades resultam em um ambiente urbano sem as devidas medidas de controle ambiental, incluindo os sistemas de drenagem urbana, contribuindo para a excessiva impermeabilização do solo.

Conforme o Manual de Drenagem Urbana, Região Metropolitana de Curitiba/PR (PARANÁ, 2002), com a urbanização, a cobertura da bacia hidrográfica é alterada para

pavimentos impermeáveis com introdução de condutos para escoamento pluvial, gerando as seguintes alterações no ciclo hidrológico:

- Redução da infiltração no solo, resultando em rebaixamento do nível do lençol freático por falta de alimentação;
- Aumento do escoamento superficial com conseqüente redução do tempo de deslocamento das águas e formação de vazões máximas maiores, antecipando seus picos;

A ausência de sistemas de tratamento e disposição final das águas pluviais também contribui para a poluição hídrica, principalmente nas primeiras chuvas, quando a água drenada possui alta concentração de poluentes. A ausência de sistemas de dissipação de energia também contribuiu para a formação de processos erosivos nos pontos de lançamento das águas.

A ocupação desordenada faz com que as obras de drenagem ocorram de forma corretiva, aumentando significativamente seu custo.

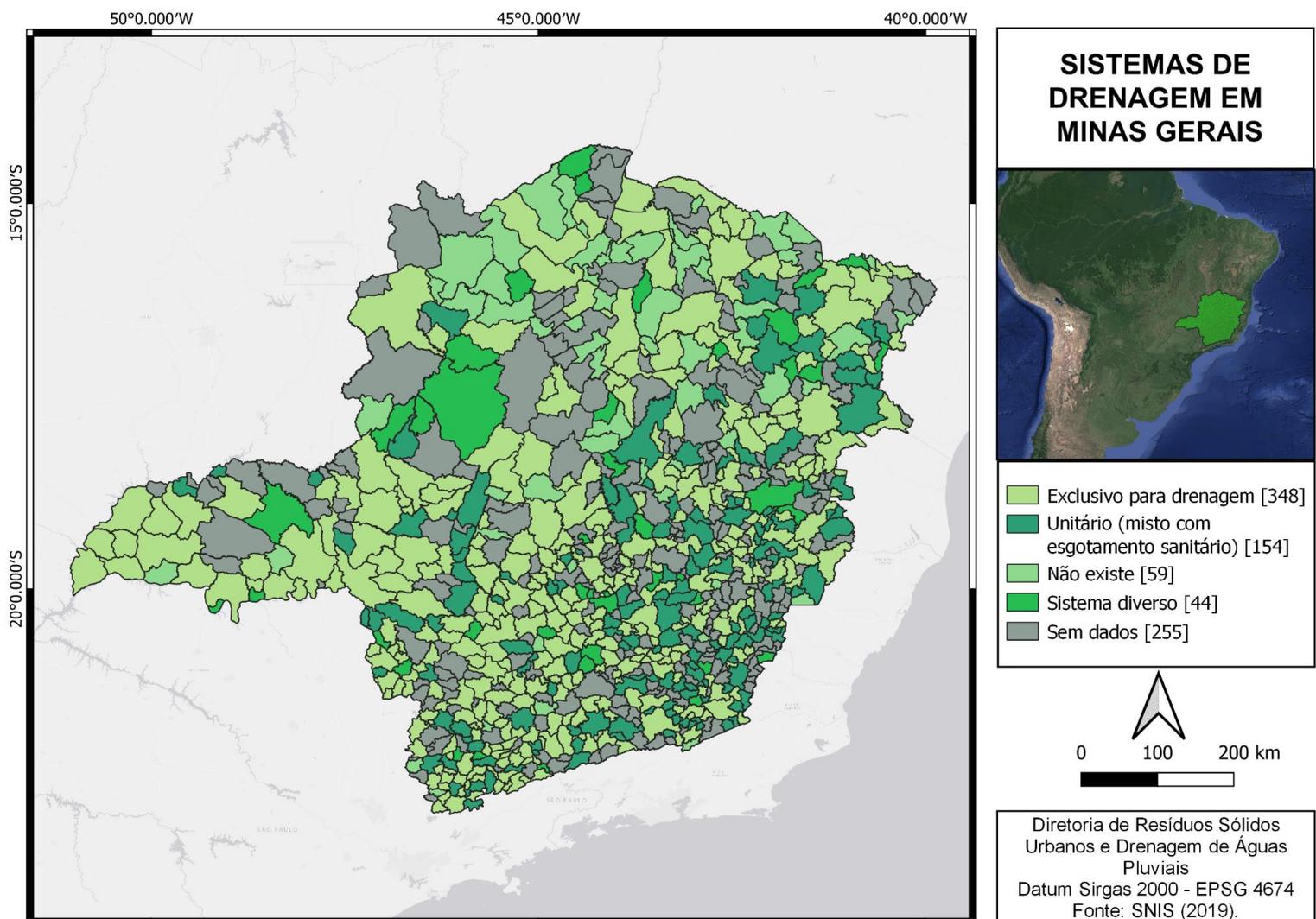
Dentre os eixos do saneamento básico, a drenagem urbana acaba relegada a segundo plano. Desta forma, ainda são escassas as informações sobre estes sistemas, dificultando o planejamento estratégico para universalizar o serviço.

Análise dos dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS, 2019), realizada pela Semad, apontou que, dos 853 municípios mineiros 255 não prestaram nenhuma informação sobre os sistemas de drenagem existentes. Dentre os municípios que prestaram informações, 348 afirmam que os sistemas existentes são exclusivos

para drenagem urbana, 154 que os sistemas são mistos (também transporta efluente sanitário), 59 que não existe sistema de drenagem pluvial no município e 44 que o sistema existente possui configurações diversas.

O Mapa 2 apresenta o panorama dos sistemas de drenagem urbana conforme declaração dos municípios mineiros.

Mapa 2 – Panorama dos sistemas de drenagem urbana em Minas Gerais



Fonte: Semad (2020)

Com objetivo de promover o planejamento estratégico das ações de saneamento básico no estado, está em elaboração, sob coordenação da Semad, o Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais (PESB MG). O plano permitirá o direcionamento de ações de forma coordenada, com indicadores e metas, maximizando os resultados e avançando na prestação dos serviços.

Pressão sobre a qualidade das águas

Na composição da dimensão ecossistêmica, discutida no âmbito do PNSH, são utilizados os indicadores quantidade adequada de água para usos naturais, qualidade adequada da água para usos naturais e segurança das barragens de rejeitos. O indicador relacionado à qualidade da água é avaliado utilizando-se as concentrações do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (ANA, 2019), que expressa a presença de matéria orgânica existente na água, decorrente do lançamento de diversos efluentes, como esgotos sanitários, industriais (laticínio, celulose, abatedouro, curtume, cervejaria, etc) e outros, nos cursos de água.

No cenário para o ano de 2035, a dimensão ecossistêmica do Índice de Segurança Hídrica (ISH) mostra regiões com nível de segurança hídrica mínimo (cerca de 2% do território brasileiro), resultante, principalmente, das elevadas concentrações de DBO, advindas do lançamento de esgotos sanitários sem tratamento adequado nos cursos de água (ANA, 2019).

Soma-se a isso, a discussão apresentada no item 2.2 desse artigo - Saneamento Básico - que discorre sobre as questões afetas ao esgotamento sanitário e suas deficiências. Os apontamentos mostram que esse é um importante fator de pressão sobre os recursos hídricos.

Assim, será apresentada a seguir uma avaliação da qualidade das águas de Minas Gerais, utilizando-se os dados produzidos no âmbito do Programa Águas de Minas, executado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas desde 2001. Foram analisados o Índice de Qualidade das Águas (IQA) e o percentual de violação aos limites estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH nº 01/2008 para os parâmetros monitorados, com ênfase nos resultados de *Escherichia coli* e DBO.

A análise da qualidade da água é realizada com base em mais 50 parâmetros físico-químicos e microbiológicos, além do monitoramento de macroinvertebrados bentônicos, densidade de cianobactérias e ensaios ecotoxicológicos em pontos de amostragem específicos.

Em 2020 a rede básica de monitoramento contemplava 645 estações de amostragem, com coletas trimestrais em todas as bacias hidrográficas e mensais nos rios das Velhas, Paraopeba.

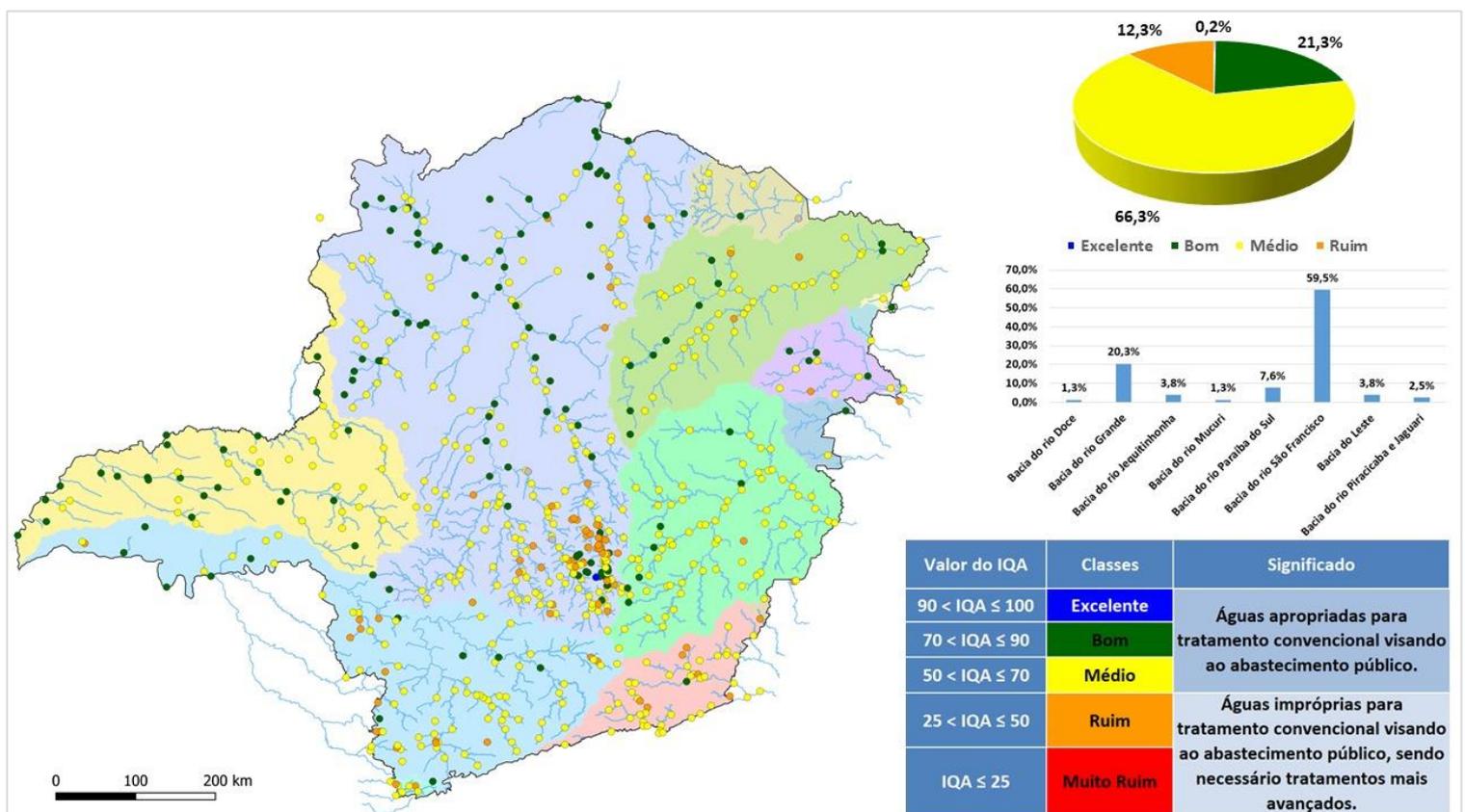
O IQA é particularmente sensível à contaminação por esgotos sanitários, sendo um índice de referência normalmente associado à qualidade da água bruta captada para o abastecimento público.

Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos. O valor do índice varia em uma escala entre 0 e 100.

Em 2020, conforme pode ser observado no Mapa 3, verificou-se em Minas Gerais a predominância da condição da qualidade de água satisfatória (IQA Médio), com 66,3% de ocorrência, seguida da qualidade boa (IQA Bom), com registro de 21,3%, e da

qualidade ruim (IQA Ruim), em 12,3% dos pontos monitorados, comportamento semelhante ao observado ao longo da série histórica de monitoramento (IGAM, 2021). Destaca-se a ocorrência de qualidade excelente (IQA Excelente) apenas no ponto localizado na Represa da Codorna em Nova Lima (AV180E), correspondendo a 0,2% de frequência. Além disso, não houve registro de qualidade da água muito ruim (IQA Muito Ruim).

Mapa 3 – Índice de Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais – 2020



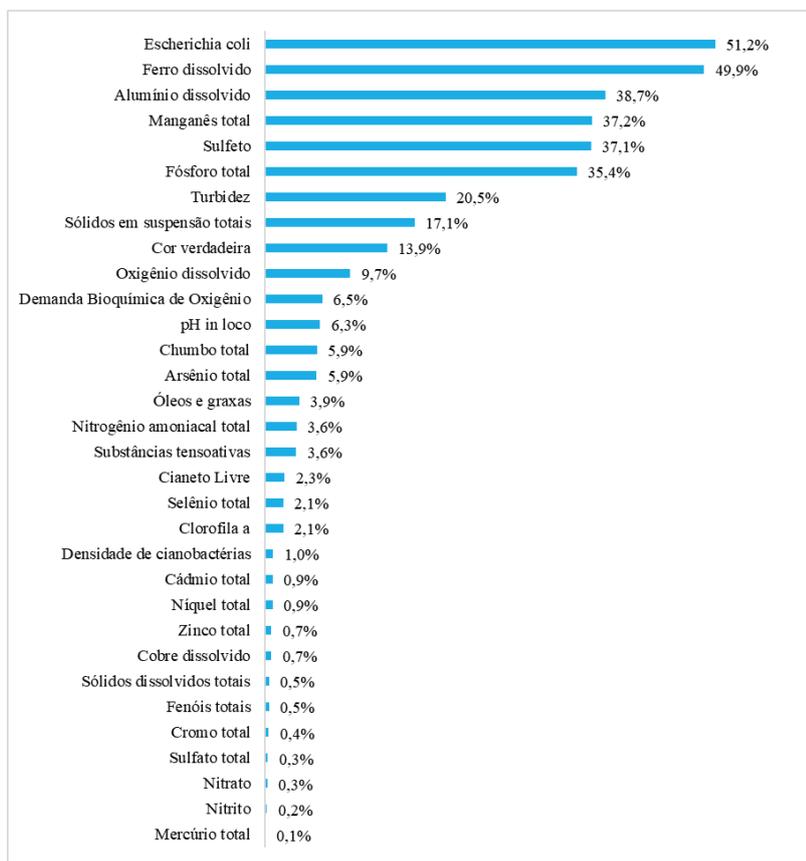
Fonte: Igam (2020)

Em relação a distribuição espacial, observa-se a ocorrência de IQA Ruim principalmente nos pontos de monitoramento localizados em áreas urbanas, com destaque para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, situada na bacia do rio São Francisco (sub-bacia do Rio das Velhas). Quanto às bacias hidrográficas, as piores condições de qualidade foram registradas nas bacias dos rios São Francisco e Grande, as quais apresentaram os maiores percentuais de IQA Ruim, 59,5% e 20,3% respectivamente. Esses resultados estão associados, principalmente, aos lançamentos de esgotos sanitários dos municípios presentes nessas regiões.

Os parâmetros que apresentaram o maior percentual de violações em 2020 (GRÁFICO 2) foram *Escherichia coli*

(51.2%), ferro dissolvido (49,9%), alumínio dissolvido (38,7%), manganês total (37,2%), sulfeto (37,1%) e fósforo total (35,4%), analogamente aos anos anteriores. Os principais fatores de degradação ambiental que podem ser apontados como contribuintes dos resultados citados acima são: a falta de coleta e de tratamento adequado de esgotos sanitários em grande parte do estado, ocasionando lançamento de efluentes in natura nos corpos de água; além daqueles efluentes das atividades industriais e minerárias, que são predominantes na parte central do estado e quadrilátero ferrífero, respectivamente; e da produção agropecuária, que é diversificada e distribuída por todas as regiões de Minas Gerais.

Gráfico 2 – Percentual de violações para os parâmetros no Estado de Minas Gerais em 2020

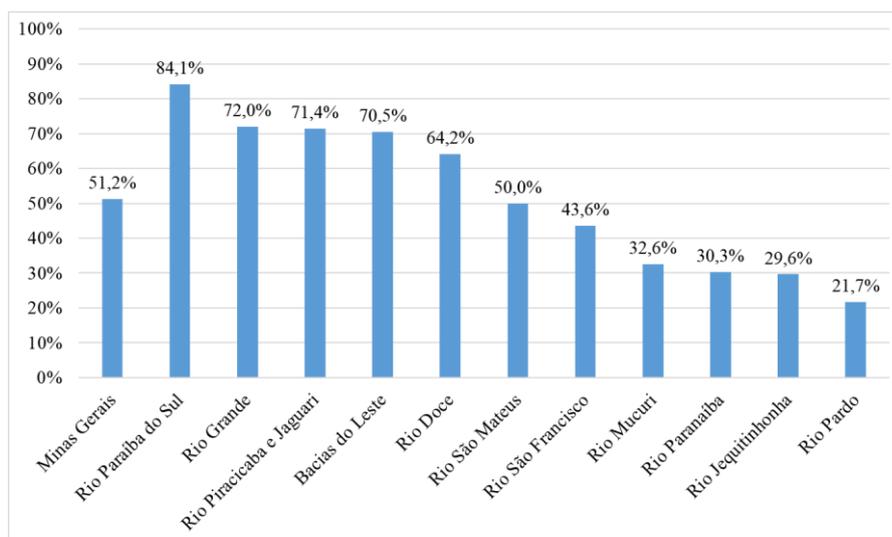


O percentual de violação corresponde a avaliação dos parâmetros monitorados em relação ao percentual de amostras cujos valores excederam os limites estabelecidos na Deliberação Normativa Copam/CERH nº 01/2008, para as respectivas classes de enquadramento e permite o conhecimento das principais atividades antrópicas predominantes em Minas Gerais que interferem na qualidade das águas.

Fonte: Igam (2021)

O parâmetro *Escherichia coli* está entre as violações mais recorrentes em todas as bacias federais em Minas Gerais e é indicador inequívoco de contaminação fecal humana ou animal. Em 2020, os maiores percentuais de violação deste parâmetro foram observados nas Bacias dos Rios Paraíba do Sul (84,1%), Grande (72%), Piracicaba e Jaguari (71,4%), Leste (70,5%), Doce (64,2%) e São Mateus (50%), como apresentado no Gráfico 3. Esses resultados mostram que a contaminação por esgotos sanitários é a causa preponderante da degradação dos corpos hídricos do estado.

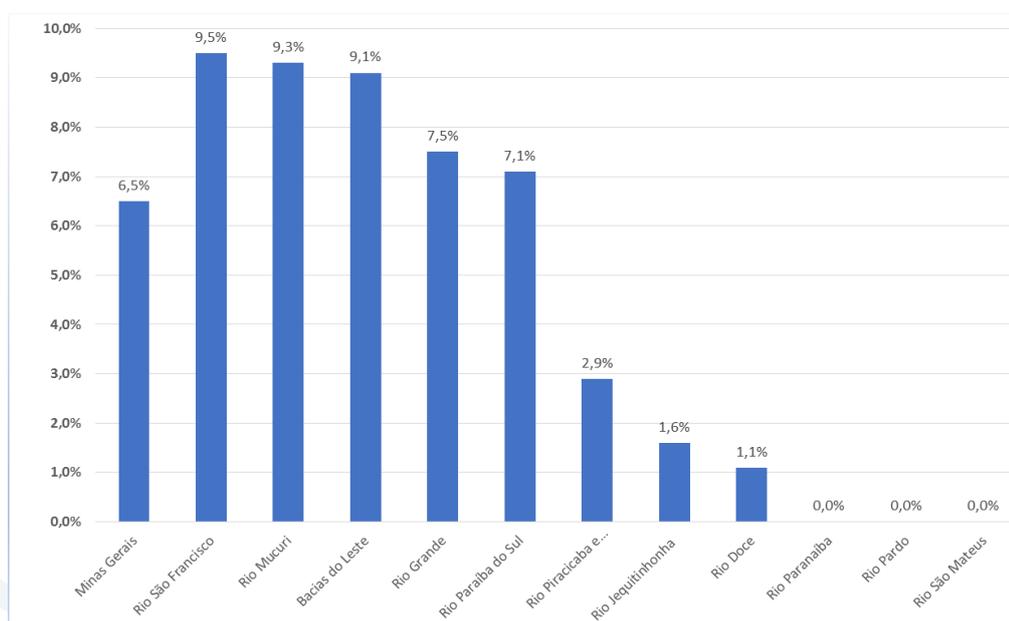
Gráfico 3 – Percentual de violação de *Escherichia coli* em 2020



Fonte: Igam (2021)

Em relação à DBO, os maiores percentuais de pontos de monitoramento que apresentaram desconformidade com os limites de classe foram registrados nas Bacias dos Rios São Francisco (9,5%), Mucuri (9,3), Leste (9,1%), Grande (7,5%) e Paraíba do Sul (7,1%), em 2020, como apresentado no Gráfico 4.

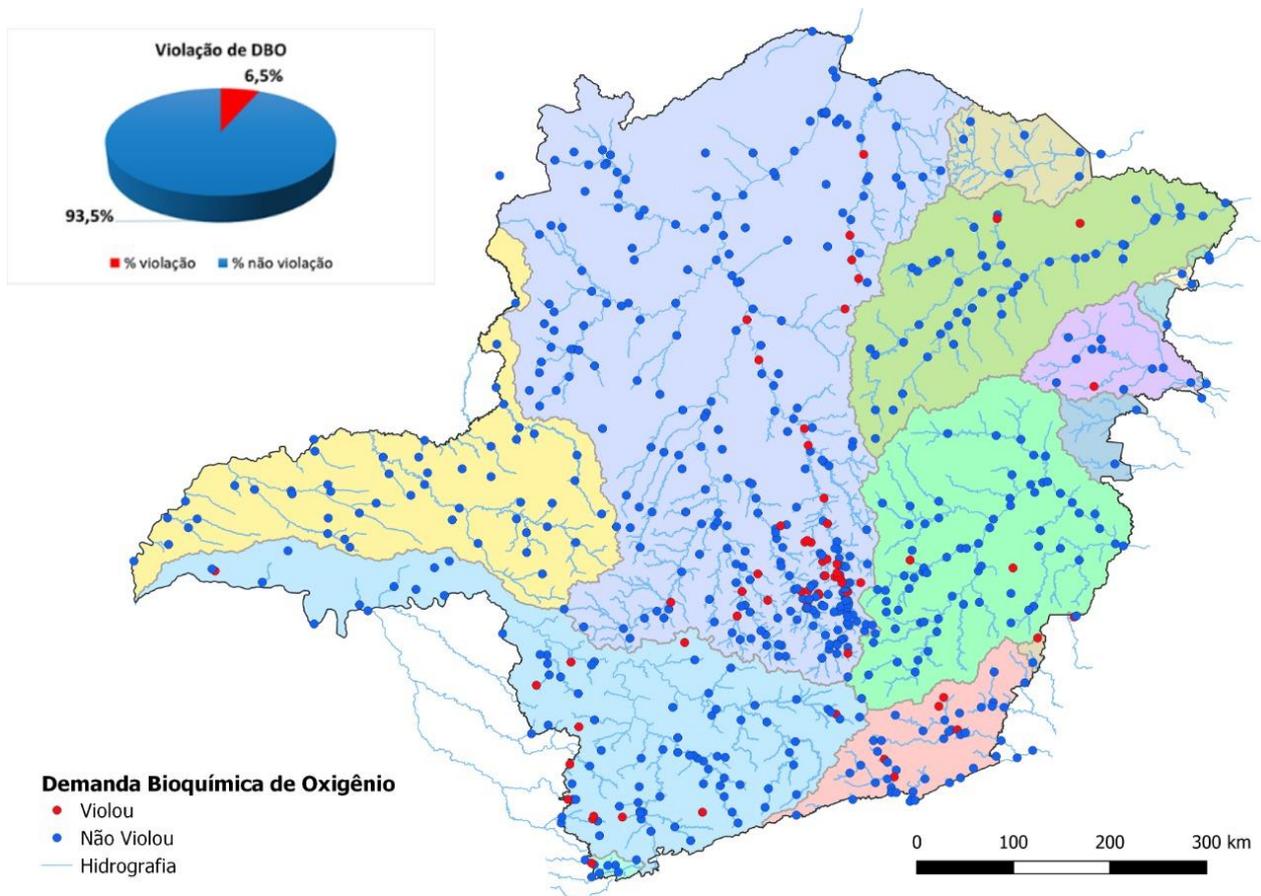
Gráfico 4 – Percentual de violação de DBO em 2020



Fonte: Igam (2021)

O Mapa 4 mostra a distribuição espacial da DBO em 2020. Observam-se as violações aos limites de classe estabelecidos na DN Copam/CERH nº 01/2008 para esse parâmetro, destacando-se principalmente os pontos de monitoramento localizados na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), na Bacia do Rio São Francisco (sub-bacia do Rio das Velhas).

Mapa 4 – Distribuição da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos pontos de monitoramento em Minas Gerais em 2020

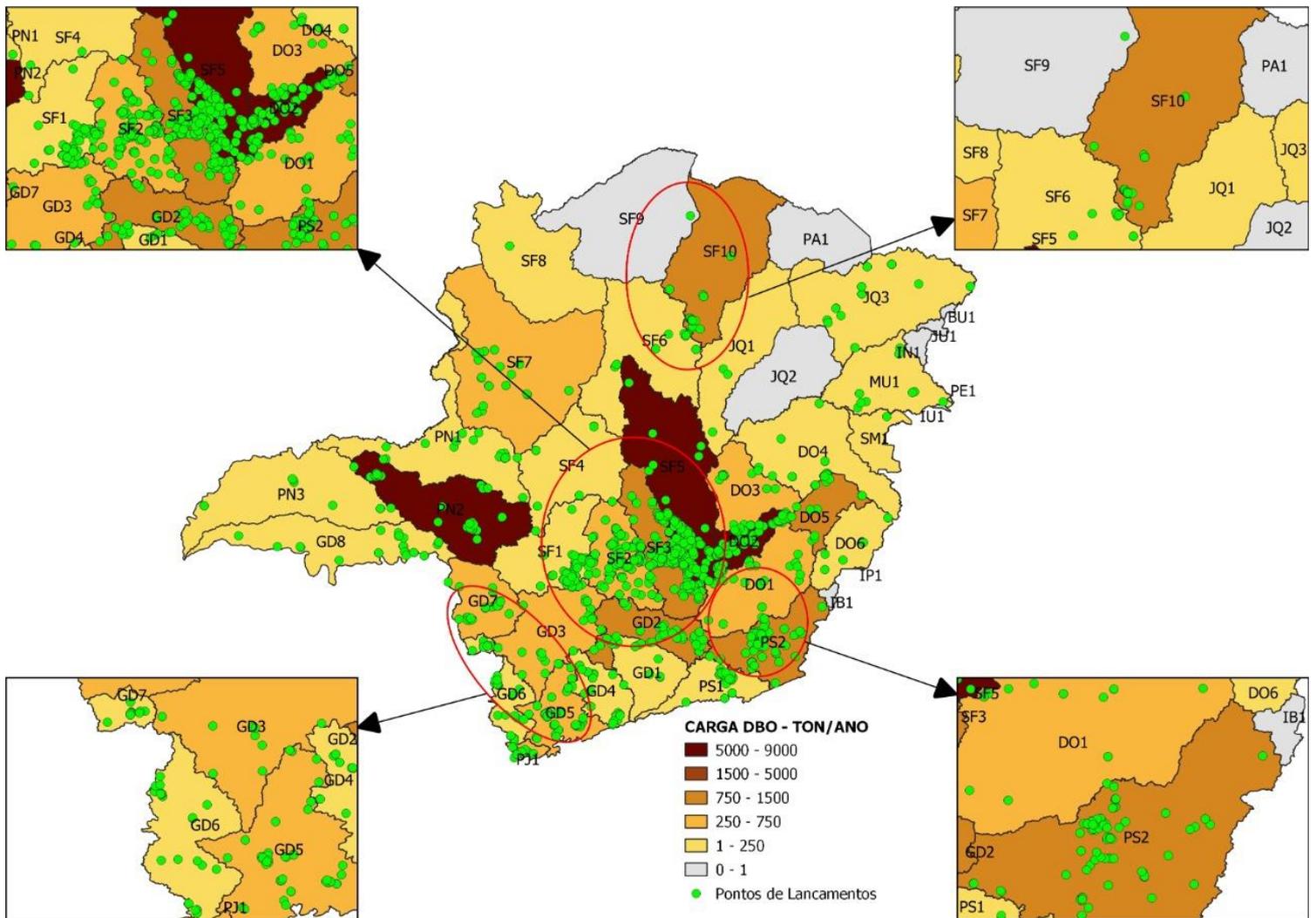


Fonte: Igam (2020)

A DBO é um parâmetro utilizado para o cálculo da carga poluidora, que pode ser definida como a quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo. Em Minas Gerais, a Declaração de Carga Poluidora (DCP) é informada pelo responsável legal por empreendimento que geram efluente, cuja licença vigente

no referido ano estava classificada em classe 3, 4, 5 ou 6, em atendimento ao artigo 39 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01/2008. Nos Mapas 5 a 7 são apresentadas as cargas poluidoras declaradas pelo empreendedor para o parâmetro DBO, ano base 2019 e de IQA e DBO para os pontos monitorados pelo Igam em 2020.

Mapa 5 – Distribuição espacial da DCP – ano base 2019

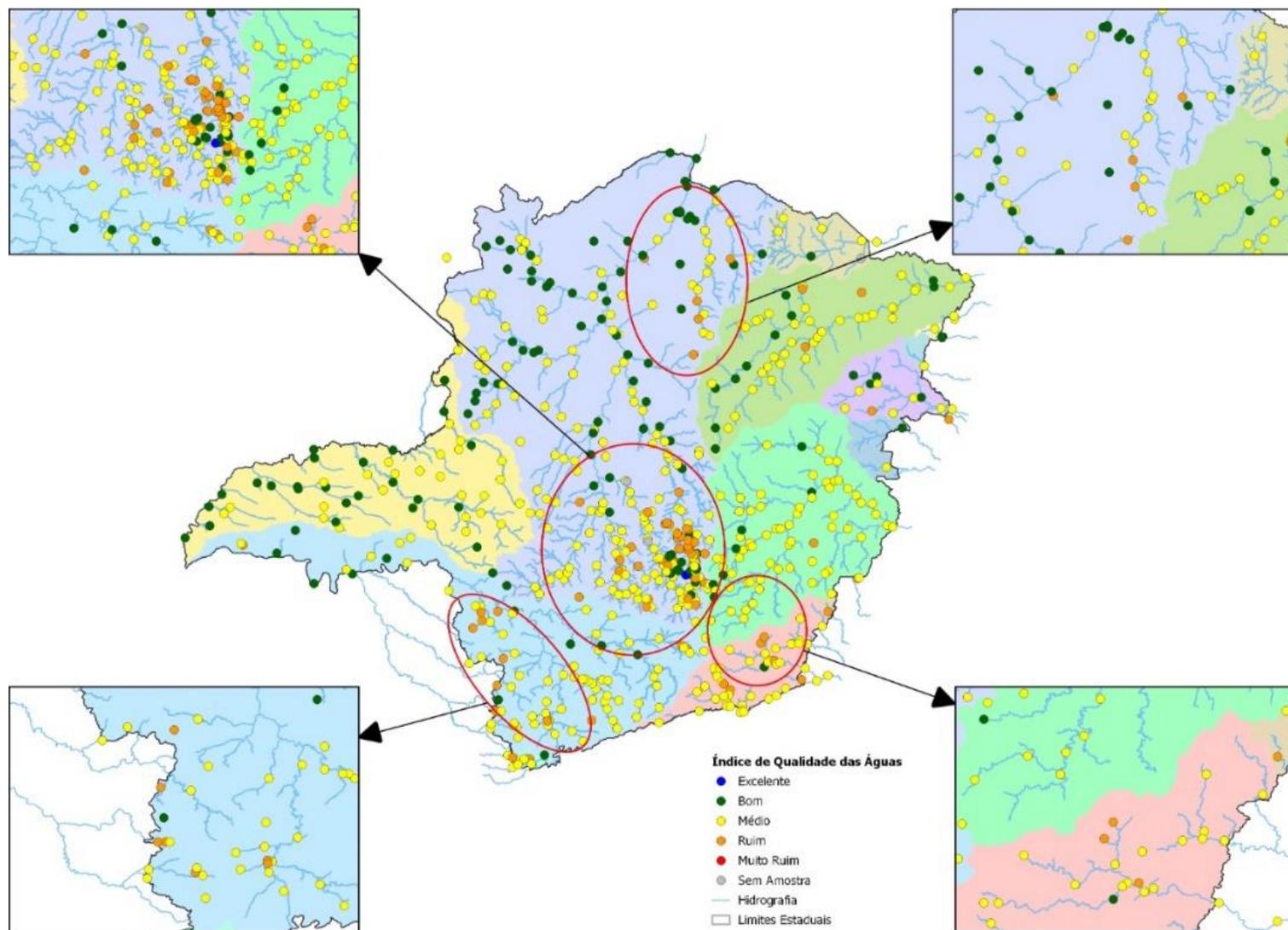


Fonte: Feam (2019)

Pode-se verificar que os maiores valores de carga de DBO lançadas em curso de água superficial, entre 5.000 a 9.000 ton/ano, ocorreram na região Central do estado, na Sub-Bacia do Rio das Velhas (SF5) (Bacia do Rio São Francisco) e do Rio Piracicaba (DO2) (Bacia do Rio Doce), bem como na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na Sub-Bacia do Rio Araguari (PN2) (Bacia do Rio Paranaíba). Isso se deve ao fato de as Sub-Bacias do

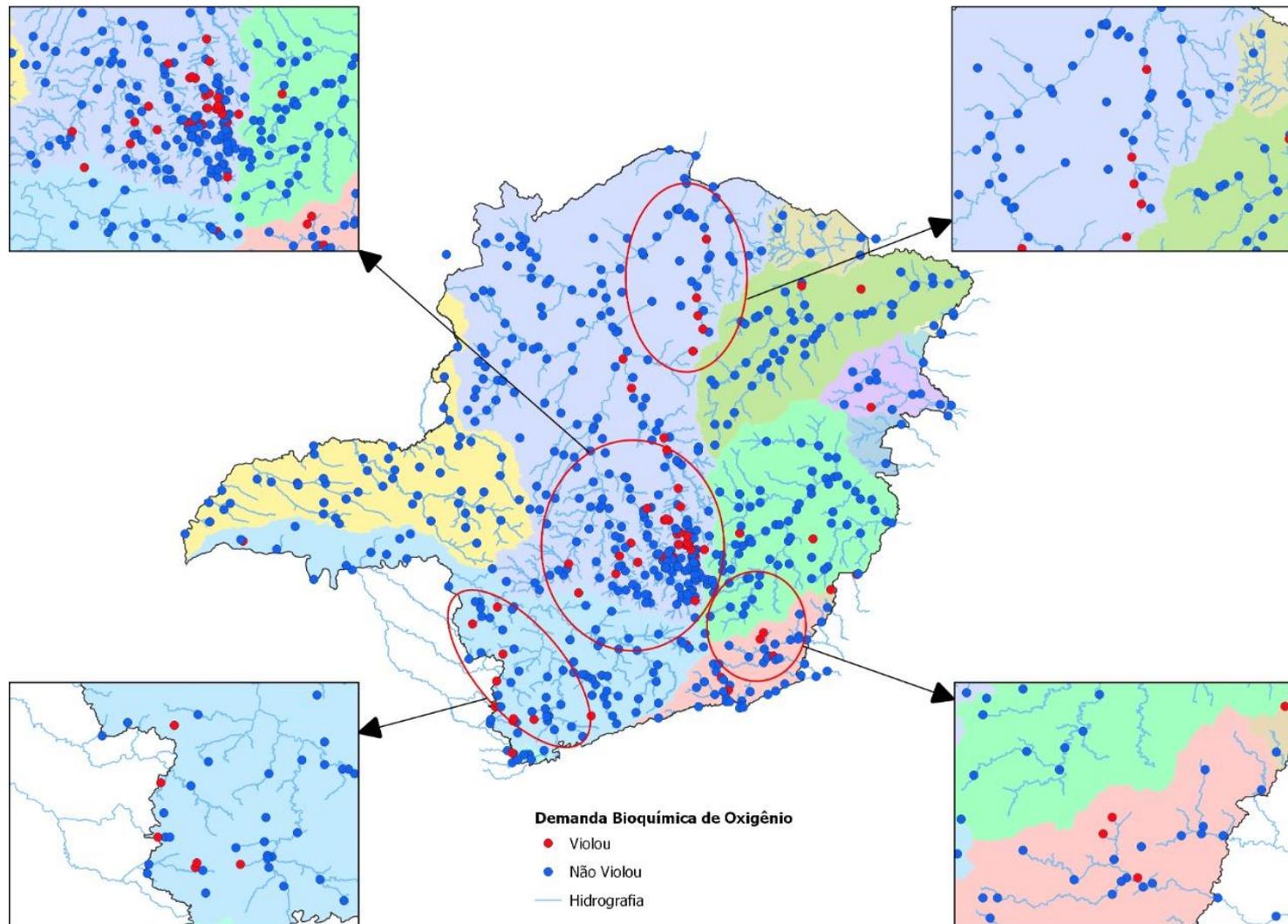
Rio das Velhas e do Piracicaba, abrangerem a RMBH e parte do quadrilátero ferrífero, que concentram as maiores cargas de DBO lançadas em corpos de água superficiais, além de três grandes contribuintes relativos à atividade de tratamento de esgoto sanitário, assim como na Sub-Bacia do Rio Araguari, que também recebe o aporte significativo de efluente do tratamento de esgoto sanitário (FEAM, 2018; FEAM, 2019).

Mapa 6 – Distribuição espacial do IQA nos pontos de monitoramento do Igam em 2020



Fonte: Igam (2020)

Mapa 7 – Distribuição espacial da DBO nos pontos de monitoramento do Igam em 2020



Fonte: Igam (2020)

Os Mapas 5 a 7 mostram que há uma correspondência entre os pontos de lançamento de carga poluidora (2019) localizados na Bacia do Rio São Francisco, Sub-Bacias dos Rios das Velhas (SF5), Pará (SF2), Paraopeba (SF3) e Verde Grande (SF10), e os resultados de IQA Ruim, bem como as violações das concentrações de DBO nessas mesmas sub-bacias. Condição análoga pode ser observada na Bacia do Rio Grande (GD2, GD3, GD5 e GD6), Doce (DO1) e Paraíba do Sul (PS2), mostrando a interferência dos lançamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais nos cursos de água.

A avaliação integrada dos dados de qualidade das águas com aqueles constantes nas declarações de carga poluidoras são uma importante fonte de informação para a identificação dos locais onde a pressão sobre os recursos hídricos pelo lançamento de efluentes ricos em matéria orgânica é mais significativa, contribuindo para a degradação destes. Em relação ao lançamento de esgotos sanitários é importante ainda, considerar os aspectos relacionados à eficiência das estações de tratamento de efluentes, além do percentual de atendimento da população.

Como apresentado acima, os resultados do monitoramento possibilitam a avaliação da condição de qualidade dos principais cursos de água do estado e de seus tributários, identificando as regiões onde as pressões antrópicas são mais significativas. Assim, outros indicadores de qualidade de água gerados no Programa Águas de Minas, como a Contaminação por Tóxicos, Índice de Estado Trófico e o índice biótico “BMWP”,

além de densidade de cianobactérias e ensaios ecotoxicológicos, podem ser usados para a análise das áreas prioritárias para a segurança hídrica, juntamente com outras informações ambientais, como o uso e ocupação do solo, licenciamento ambiental, mapa de acidentes ambientais, unidades de conservação, áreas prioritárias para a proteção da biodiversidade, dentre outros.

Obras hidráulicas

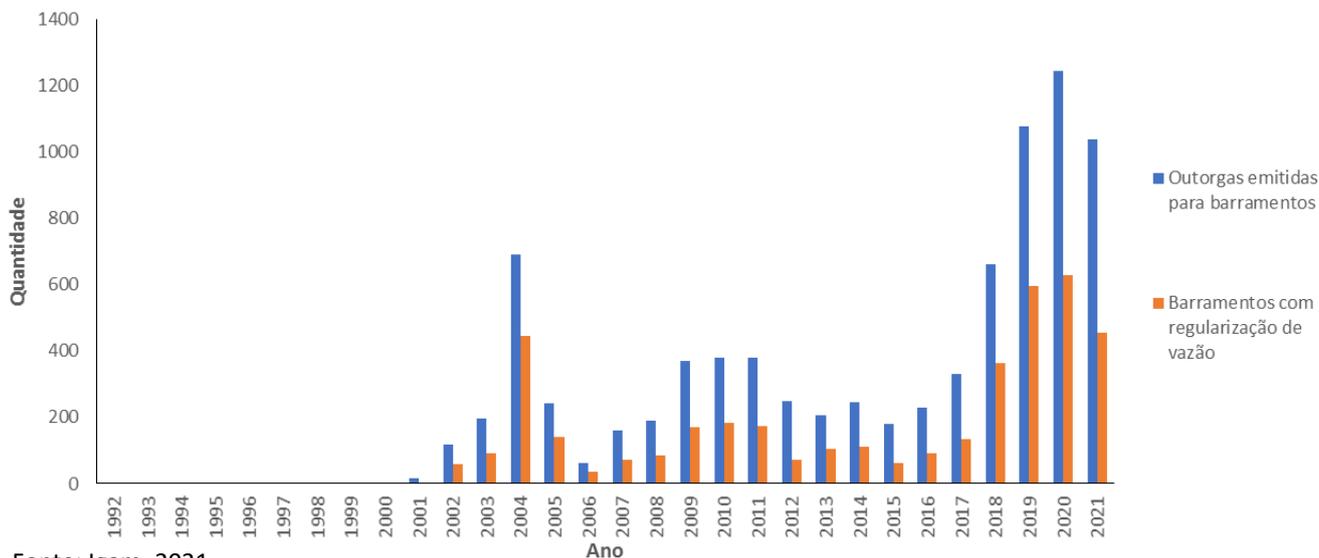
Ao longo dos tempos tem-se notado o aumento da demanda hídrica no Estado de Minas Gerais, o que pode ser verificado por meio das publicações de gestão e situação dos recursos hídricos de 2019 e 2020 (IGAM, 2019; IGAM, 2020). Diante das grandes demandas de água associadas às baixas disponibilidades hídricas se faz necessário projetos e ações que contribuam para o desenvolvimento da segurança hídrica. Neste contexto, surgem as obras hidráulicas que são estruturas construídas com objetivo de controlar a água em sua origem. Sendo assim, as principais obras hidráulicas que podem dar suporte ao desenvolvimento de planos de segurança hídrica serão divididas nos seguintes grupos:

- I. Barragens como incremento da oferta hídrica para o abastecimento humano, controle de cheias, regularização de vazões e usos múltiplos.
- II. Infraestrutura de derivação e condução da água para abastecimento humano ou usos múltiplos – Canais, sistemas adutores e sistema de bombeamento, eixos de integração.

As barragens de água são estruturas hidráulicas que formam um reservatório artificial em um curso de água com o objetivo de atender os diversos usos, tais como: geração de energia, abastecimento público, irrigação, indústria, controle de inundação, regularização de níveis (BAPTISTA e COELHO, 2016; HIPÓLITO e VAZ, 2017). A acumulação da água ocorre nos períodos úmidos, quando as vazões excedem as demandas, e a reserva de água é utilizada durante o período de estiagem para regularizar as vazões naturais e atender as demandas humanas. Deste modo, as estruturas hidráulicas de incremento de oferta hídrica são essenciais para atendimento das necessidades humanas em regiões com pouca disponibilidade hídrica ou com muita demanda de água, como por exemplo as Bacias do Rio Paracatu, do Rio Paraopeba, entre outras.

Considerando a série histórica de 1992 a 2021 foram emitidas aproximadamente 8250 outorgas para barramentos (captação em barramento em curso de água, sem regularização de vazão; captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máxima menor ou igual 5,00 ha); captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máxima maior 5,00 ha); barramento em curso de água, sem captação; barramento em curso de água, sem captação, para fins de regularização de vazão; e aproveitamento de potencial hidrelétrico) no estado de Minas Gerais. Destaca-se que cerca de 4075 dessas outorgas foram emitidas para barramentos com regularização de vazão. Essas estruturas hidráulicas permitem o aumento da oferta hídrica da região, o atendimento das demandas hídricas para as diversas finalidades de uso e a manutenção da vazão residual a jusante das intervenções. Deste modo, o Gráfico 5 apresenta a evolução do número de outorgas para barramento em Minas Gerais.

Gráfico 5 – Evolução da quantidade de outorgas para barramentos em Minas Gerais de 1992 a 2021



Nos últimos quatro anos houve um aumento na emissão de outorgas para barramentos, possivelmente devido a volta das outorgas para o Igam em 2018 e a re-estruturação do órgão gestor para as análises dos processos de outorgas. Neste contexto, atualmente no estado de Minas Gerais existem aproximadamente 4500 outorgas vigentes para barramentos com as diversas finalidades de uso.

As estruturas para armazenamento e contenção de água são mais comuns em regiões com estresse hídrico embora possam ser implementadas em bacias hidrográficas com disponibilidade de água. Contudo, as infraestruturas de derivação e condução de água, como por exemplo os canais, dependem da existência da disponibilidade hídrica para que sejam implementadas ou até mesmo a presença de estruturas de armazenamento.

Neste contexto, os canais são estruturas hidráulicas que possuem objetivos de conduzir as águas de modo que atenda às necessidades com volumes disponíveis, no tempo e espaço (BAPTISTA e COELHO, 2016). E também são chamados de condutos livres, visto que normalmente apresentam uma superfície livre, em contato com a atmosfera (AZEVEDO NETTO e FERNÁNDEZ, 2015). Neste sentido, os canais têm uma ampla aplicação para abastecimento de água para indústria, consumo humano, sistemas de irrigação e drenagem das águas excedentes, navegação, entre outras finalidades. Como exemplo de utilização das estruturas hidráulicas do tipo canais, pode-se citar as transposições de curso de água.

Em geral, os condutos livres podem ser divididos em dois principais grupos, sendo eles: condutos livres naturais e condutos livres artificiais. O primeiro inclui rios, riachos, ribeirões,

córregos, enquanto o segundo são aqueles construídos pelo homem, como por exemplo os canais, bueiros, aquedutos e valas.

Além dos canais, as adutoras de água são classificadas como infraestruturas de condução de água. Nesta perspectiva, as adutoras são condutos que ligam as fontes de abastecimento de água bruta às estações de tratamento de água, situadas além das imediações dessas fontes. Além disso, são responsáveis por ligarem as estações de tratamento, situadas nas proximidades dessas fontes, a reservatórios distantes que alimentam as redes de distribuição (IGAM, 2012). E também são conhecidas como um conjunto de dispositivos hidráulicos constituídos de tubulações, válvulas, peças, ventosas, conexões e juntas especiais, com a finalidade de transportar água bruta ou água potável. Em geral, o relevo e a altimetria são uns dos fatores limitantes do traçado dos sistemas adutores.

Por fim, as estações de bombeamento, que são estruturas construídas com o objetivo de fornecer energia ao fluido, para que o mesmo possa vencer as perdas de cargas ao longo do trecho. Pode-se citar como exemplo, quando a água está acumulada em um reservatório e a mesma precisa ser utilizada em locais com altitudes mais elevadas ou até mesmo em locais com altitudes mais baixas, porém requer pressões mais elevadas do que o reservatório pode fornecer é necessário instalar uma estação de bombeamento.

A localização da estação de bombeamento deve ser selecionada de forma a permitir uma operação segura e contínua, levando em conta os seguintes fatores: fácil acessibilidade durante as etapas de construção, operação e manutenção; proteção da qualidade da água contra fontes poluidoras; proteção contra enchentes, deslizamentos de terra e inundações fluviais; eficiência hidráulica do sistema de impulsão ou distribuição; disponibilidade de energia elétrica; topografia do terreno (PARDO, 2010).

É importante destacar que muitas vezes para garantir a segurança hídrica de uma determinada região é necessário implementar diversos tipos de obras hidráulicas em conjunto. Neste sentido, surgem os eixos de integração, que são responsáveis por interligar as obras hidráulicas e tem como objetivo perenizar os cursos de água e transpor os recursos hídricos das regiões com disponibilidade hídrica para as regiões que possuem escassez ou elevadas demandas, possibilitando aumentar a área de cobertura do abastecimento de água para diversos usos, por meio da interligação de bacias hidrográficas.

Um exemplo de integração foi o ocorrido no sistema Cantareira, por meio do Programa Metropolitano de Água (PMA), sendo um conjunto de obras e ações que possibilitaram que cerca de 6,3 m³/s fossem transferidos para o atendimento da região que era abastecida pelo sistema Cantareira, além da realização de obras emergenciais, como a ampliação da capacidade de tratamento de ETAs, implantação de adutoras para permitir transferências de

água de um sistema para outro, assim como alteração de regras operacionais que viabilizaram a transferência de parte de vazões de outros

Pode-se citar ainda o Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) fruto da integração das bacias do Paraopeba e Rio das Velhas por meio da instalação da "linha Azul", que compreende um conjunto de adutoras com 26 km de extensão, garantindo o abastecimento de 16 cidades da RMBH (ARSAE, 2013).

O Sistema Integrado da Bacia do Paraopeba - conjunto dos sistemas produtores do Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores, atende uma população de 2.841.190 habitantes na região metropolitana de Belo Horizonte. Suas principais captações, para fins de abastecimento público, são autorizadas pelas portarias de outorgas emitidas em 2014, a saber:

- Portaria de Outorga nº 1198/2014 autoriza, pelo prazo de 35 (trinta e cinco) anos, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA-MG, a captar 8.370,0 l/s nos meses de janeiro, abril, maio e agosto, 9.570,0 l/s nos meses de fevereiro, março, setembro e outubro, 7.170,0 l/s nos meses de junho, julho, novembro e dezembro das águas públicas do Rio Manso.
- Portaria de Outorga nº 1199/2014 autoriza, pelo prazo de 35 (trinta e cinco) anos, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA-MG, captar 2.940,0 l/s das águas públicas do Ribeirão Serra Azul.

- Portaria de Outorga nº 1200/2014 autoriza, pelo prazo de 35 (trinta e cinco) anos, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA-MG, a captar 1.390,0 l/s das águas públicas do Rio Betim.

Com a crise hídrica de 2015 e para aumentar a segurança hídrica da região metropolitana de Belo Horizonte esse sistema foi complementado com uma captação no rio Paraopeba com um conjunto de adutoras de 6,5 km e vazão de 5.000 l/s. Foi autorizado a portaria de Outorga nº 1204/2016, também para fins de abastecimento público, que integra o Sistema Produtor do Rio Manso:

- Portaria de Outorga nº 1204/2016 autoriza, pelo prazo de 35 (trinta e cinco) anos, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA/MG, captar 4.820,0 l/s nos meses de janeiro, abril, maio e agosto, 5.000,0 l/s nos meses de fevereiro, março, setembro e outubro, 4.640,0 l/s nos meses de junho, julho, novembro e dezembro das águas públicas do Rio Paraopeba. A soma da vazão medida nas duas estações deverá ser equivalente a 13,01 m³/s, correspondente aos 70% de Q_{7,10} (1,56 m³/s) liberados pelo Reservatório do Rio Manso, mais os 70% de Q_{7,10} (11,45 m³/s) do rio Paraopeba.

Em 2019, devido ao desastre ambiental da Vale no Córrego Ferro-Carvão, que resultou na interrupção da captação no Rio Paraopeba, a COPASA entrou com um novo pedido de outorga para captar os mesmos 5,0 m³/s, com rede de adutoras de 13,4 km, sendo sua localização a montante da região afetada pelo desastre:

- Portaria de Outorga nº 107810/2019 autoriza, pelo prazo de 20 (vinte) anos, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA-MG, a captar 5.000,0 l/s das águas públicas do Rio Paraopeba para fins Abastecimento público.

Ainda de acordo com o PNSH (2019), para cada região, foram indicadas Unidades Territoriais de Análise (UTAs) críticas, mediante o mapeamento do ISH, sendo definidas a população e as atividades econômicas em risco. Nessas unidades foram relacionadas e localizadas espacialmente todas as intervenções selecionadas na Análise Integrada (Estudos, Planos, Projetos e Obras (EPPOs) em diversos estágios de desenvolvimento) e habilitadas ao Programa de Segurança Hídrica, sem e com estudo complementar.

As UTAs indicadas no PNSH em Minas Gerais são apresentadas no Quadro 4 e os estudos, projetos e obras estratégicas indicadas no PNSH para Minas Gerais estão elencados no Quadro 5.

Quadro 4 – Unidades Territoriais de Análise - UTAs

Código	Unidade Territorial de Análise - UTA
1-MG	Bacias dos Rios Paranaíba e Grande
2-MG	Bacia do Rio São Francisco (Rio Paracatu/ Entorno da Represa de Três Maria)
3-MG	Bacia do Rio São Francisco (Rio Urucuia)
4-MG	Bacia do Rio São Francisco (Rios Jequitaí e Pacuí)
5-MG	Bacia do Rio São Francisco (Rio Verde Grande)
6-MG	Bacia do Rio Pardo
7-MG	Bacia do Rio Jequitinhonha
8-MG	Bacia do Rio São Francisco (Rio Paraopeba e Rio Pará)

Fonte: Igam (2021) adaptado de ANA (2019)

Quadro 5 – Estudos, Projeto e Obras do Plano de segurança Hídrica em Minas Gerais

Código	Estudo/Projeto/Obra
MG-001	Sistema Adutor Capim Branco
MG-002	Sistema Adutor Congonhas-Montes Claros
MG-003	Sistema Adutor de Governador Valadares (ampliação)
MG-004	Sistema Adutor de Uberaba (ampliação)
MG-007	Sistema Adutor de Itabira (ampliação)
MG-011	Barragem Jequitaí I
MG-012	Barragem Jequitaí II
MG-013	Barragem Congonhas
MG-015	Barragem Prainha
MG-044	Barragem Rio das Velhas

Fonte: Igam (2021) adaptado de ANA (2019)

Sendo assim, a partir das obras hidráulicas é possível incrementar a oferta hídrica de uma determinada região. Como exemplo já consolidado, tem-se a Região Metropolitana de São Paulo. Segundo Moster (2018), a Região utiliza como solução para abastecimento, obras hidráulicas de armazenamento e transferência de água das regiões de cabeceira de drenagem e de outras bacias, incluindo uso múltiplo de represas para geração de energia elétrica e abastecimento público.

No entanto, apenas as obras hidráulicas não são suficientes para garantir a segurança hídrica em sua plenitude. Dessa forma, é fundamental a combinação das obras estruturais com projetos, planos e ações não estruturais. Portanto, é importante investir também em ações que visam aumentar a infiltração da água nas bacias hidrográficas, o uso e ocupação do solo de forma adequada, o uso sustentável do meio ambiente, entre outras ações que possam refletir positivamente na segurança hídrica.

Diante disso, a segurança hídrica está associada à qualidade da água e aos eventos de escassez hídrica para diversos usos e os excessos das inundações. A gestão das inundações é fundamental, pois podem causar graves impactos econômicos e sociais, bem como a gestão do risco da escassez hídrica para atendimento dos usos múltiplos (TUCCI e CHAGAS, 2017).

Os aspectos que podem ser levados em consideração para o mapeamento das áreas prioritárias para implementação

das obras hidráulicas do tipo barragem são: disponibilidade ou indisponibilidade hídrica da região; qualidade das águas; precipitação; infiltração; evaporação; geologia; relevo; presença de eventos extremos na região; população a ser atendida; uso e ocupação do solo; usos múltiplos; demandas atuais e futuras pelo uso da água; balanço hídrico quantitativo; e entre outros. Já para as infraestruturas de derivação e condução pode ser levado em consideração o relevo, a geologia quando for o caso, a disponibilidade hídrica da região, qualidade das águas, presença de eventos extremos na região, população a ser atendida, usos múltiplos quando for o caso, demandas atuais e futuras pelo uso da água, balanço hídrico quantitativo e outros.

Deste modo, ressalta-se que a implementação de um tipo obra hidráulica ou o conjunto depende de estudos prévios e planejamento para definir a melhor alternativa.

SEGURANÇA DE BARRAGENS

Fundamental à segurança hídrica, a gestão de barragens busca a integridade estrutural e operacional das estruturas destinadas à reservação de água para os usos múltiplos, produção de energia e acumulação de resíduos da indústria e mineração e, sobretudo, à preservação e proteção à vida, à saúde, à propriedade e ao meio ambiente (SNISB, 2021). Santos, Coelho e Gomes (2020), na publicação “Segurança de barragens no Estado de Minas Gerais” apresentaram, nesse contexto, as diretrizes da política nacional e estadual, assim como o panorama das

ações que vêm sendo executadas pelo estado nos últimos anos. Na discussão foram apresentados dados do Sistema Nacional de Informação Sobre Segurança de Barragens (SNIBS), da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam).

É inevitável considerar que as consequências do rompimento dessas estruturas têm repercussões sociais, econômicas e ambientais significativas, sobretudo pelas perdas humanas, impactando negativamente a sociedade das mais diversas formas. Os rompimentos de barragens de rejeito da Samarco Mineração S.A. (2015) e Vale S.A. (2019) em Minas Gerais são alguns exemplos recentes do potencial de impactos negativos gerados.

A importância no planejamento dessas estruturas, como apresentado por Santos, Coelho e Gomes (2020), impulsiona um conjunto de ações, tanto no cenário nacional quanto estadual, desde o estabelecimento de normativas para a regulamentação da sua gestão, até a manutenção de banco de dados robusto para fortalecimento do seu gerenciamento e fiscalização.

Nesse contexto, a gestão de riscos deve atuar em duas vertentes: garantia da estabilidade dessas estruturas; com atuação preventiva do empreendedor por meio do monitoramento, manutenção das estruturas e desenvolvimento do Plano de Segurança de Barragens e; em caso de falhas; o acionamento de um plano de emergência eficiente. Definir as Categorias de Risco (aspectos que

influenciam a probabilidade de acidentes) e do Dano Potencial Associado (considerando as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais) são determinantes para salvar vidas (SNISB, 2021).

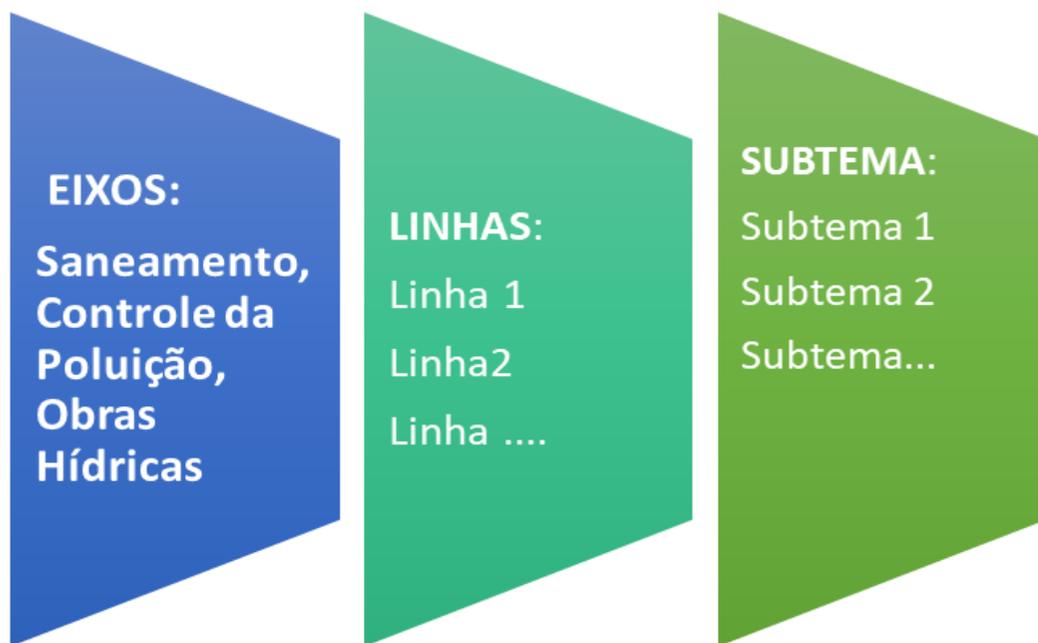
No caso daquelas estruturas hidráulicas associadas à reservação de água, especialmente em um cenário de crise hídrica, identificar aqueles barramentos estratégicos para utilização em situações críticas de falta de água para o abastecimento público é essencial.

Por fim, identificar, avaliar a categoria de riscos/vulnerabilidades dessas estruturas e mapear os danos potenciais em caso de rompimento são ações importantes para propor intervenções ou medidas que promovam a gestão estratégica e, conseqüentemente, a proteção da sociedade, do meio ambiente e do patrimônio público-privado. Diante da complexidade desse tema, esse conteúdo será detalhado ao longo do desenvolvimento do Plano Mineiro de Segurança Hídrica.

ASPECTOS RELEVANTES NA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

Considerando os aspectos técnicos discutidos ao longo deste artigo, estão apresentadas no Quadro 6, a proposta de linhas de ação e seus respectivos subtemas, objetivando a seleção das áreas prioritárias para a revitalização de bacias, conforme metodologia descrita no capítulo 4 dessa publicação (FIGURA 1).

Figura 1 – Proposta metodológica para definição das linhas de ação e dos seus respectivos subtemas



Onde:

Eixos de atuação: é o conjunto de temas que sistematizam as respostas aos principais estressores de uma bacia hidrográfica.

Linhas de ação: é divisão dos estressores em linhas.

Subtemas: subdivisão da linha de ação em temas detalhados e associados à revitalização de bacias e promoção da segurança hídrica.

Fonte: Adaptado de Machado et al (2021)

Quadro 6 – Proposta de linhas de ação e seus respectivos subtemas

LINHA	OBJETIVO	SUBTEMA	OBJETIVO	DESCRIÇÃO
Controle da poluição da água	Identificar as principais fontes de poluição hídrica e como elas impactam os usos múltiplos da água para propor ações de controle da poluição.	Qualidade da água	Identificar com base no monitoramento as áreas críticas para a qualidade da água considerando as atuais e potenciais fontes de poluição pontuais e difusas.	Deve-se considerar nessa análise os indicadores de qualidade de água gerados no Programa Águas de Minas, como a Contaminação por Tóxicos, Índice de Estado Trófico e o índice biótico “BMWP”, além de densidade de cianobactérias e ensaios ecotoxicológicos. Além disso deve-se considerar também as informações sobre o uso e ocupação do solo, licenciamento ambiental, acidentes ambientais, unidades de conservação, áreas prioritárias para a proteção da biodiversidade, dentre outros.
		Controle da poluição da água	Identificar áreas com demanda por tratamento de efluentes e ações de manejo do solo.	Além das informações indicadas anteriormente deve-se considerar aquelas levantadas no Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais (PESB MG).
Saneamento básico	Identificar áreas carentes de infraestrutura básica de saneamento para a garantia de qualidade de vida e de desenvolvimento social e econômico.	Esgotamento sanitário	Levantar as infraestruturas de esgotamento sanitário e as necessidades de melhoria e ampliação.	A análise deve considera as informações disponíveis no Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais (PESB MG), assim como aquelas disponíveis no SNIS.
		Abastecimento de água	Levantar as infraestruturas de abastecimento de água e as necessidades de melhoria e ampliação.	
		Drenagem	Levantar as infraestruturas de drenagem e as necessidades de melhoria e ampliação.	
		Resíduos sólidos	Levantar as infraestruturas de disposição final de resíduos sólidos e as necessidades de melhoria e ampliação.	

Continua...

Quadro 6 – Proposta de linhas de ação e seus respectivos subtemas

LINHA	OBJETIVO	SUBTEMA	OBJETIVO	DESCRIÇÃO
Obras hidráulicas	Identificar, por meio de análise multicritério e índices, locais para implementação de obras hidráulicas, planos e projetos que visam garantir os usos múltiplos dos recursos hídricos.	Usos da água	Identificar, com base em múltiplos critérios, as áreas com vulnerabilidade hídrica e indicar as principais obras, planos e projetos que podem contribuir para o desenvolvimento da segurança hídrica da área/região.	A análise deve ser realizada utilizando critérios e/ou índices que possam refletir e quantificar a insegurança hídrica de uma determinada área/região. Deste modo, deve permitir a identificação das áreas/regiões carentes de infraestrutura hídrica, visando garantir os usos múltiplos dos recursos hídricos e o acesso a água às futuras gerações.
Eventos extremos	Identificar, por meio de análise multicritério e índices, locais com maior vulnerabilidade à ocorrência de eventos hidrológicos extremos.	Eventos hidrológicos extremos - secas, inundações e deslizamentos	Identificar, com base em múltiplos critérios, locais vulneráveis a ocorrência de eventos hidrológicos extremos, classificando-os com base em seu tempo de recorrência, intensidade do evento e potencial de causar danos.	A análise deve ser realizada utilizando critérios e/ou índices que possam refletir e quantificar o impacto dos eventos hidrológicos extremos em um determinado município ou região. Sendo assim, deve permitir a identificação das áreas mais vulneráveis, onde a ocorrência de eventos hidrológicos extremos é mais recorrente e acontece com maior intensidade.
Segurança de barragem	Avaliar o risco/vulnerabilidade a eventos de rompimento de reservatórios off-stream e barragens de rejeitos, resíduos perigosos e água, geração de energia estabelecendo grau de vulnerabilidade.	Gestão de barragens	Apontar às estruturas hidráulicas, de acordo com os critérios técnicos que poderão oferecer risco a segurança hídrica de uma região.	A análise deve considerar as informações disponíveis no SNIBS e dos órgãos gestores, conforme
		Abastecimento público	Avaliar e identificar os reservatórios estratégicos para utilização em situações críticas de falta de água para o abastecimento público.	A análise deve ser realizada considerando os dados do SNIBS e do banco de dados de outorga do Igam e ANA.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Diante dos estressores e seus indicadores citados ao longo desse artigo e do contexto de crescimento das demandas hídricas em Minas Gerais, é preciso contar com a oferta de água para o momento atual e futuro. Tal fato pode ser viabilizado mediante a implantação de infraestruturas robustas, viabilizada financeiramente e operada adequadamente. Em linhas gerais, espera-se que as intervenções para garantia da segurança hídrica, levando em conta o controle da poluição, a ocorrência eventos extremos e necessidade de obras hídricas, observem as seguintes diretrizes gerais:

- Atendimento de unidades territoriais que concentram a maior parte dos problemas estratégicos do Estado, caracterizadas pelos maiores déficits e riscos ao abastecimento humano e às atividades produtivas, medidos pela população beneficiada e pelo valor da produção agropecuária e industrial;
- Foco no suprimento a déficits existentes e projetados a partir de demandas efetivas, resultados de estimativas dos cenários atuais e tendenciais de usos da água;
- Aproveitamento dos recursos hídricos locais e da infraestrutura hídrica já existente e em obras. Nesse caso, a efetividade da obra não se dá apenas pelo aumento da oferta hídrica, mas pelo efetivo suprimento da demanda em centros de consumo, o que pode exigir ações complementares para as devidas interligações;
- Abastecimento humano realizado por meio de fontes com garantia de quantidade e qualidade de água, preferencialmente por adução direta de reservatórios evitando-se a dependência de trechos de rios perenizados;

- Para as intervenções destinadas ao controle de cheias, soluções específicas de caráter regional capazes de minimizar a vulnerabilidade a inundações em bacias consideradas críticas;
- Atuação em ações destinadas ao controle da poluição, que perpassa pela adoção de soluções adequadas de esgotamento sanitário, implementadas tanto em ambientes urbanos quanto rurais, assim como no planejamento do uso e ocupação do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreende-se, portanto, que a definição das áreas prioritárias deve ser avaliada a partir da análise integrada dos principais aspectos sociais, econômicos e ambientais descritos anteriormente, possibilitando estabelecer a relação entre as formas de ocupação e exploração do território e como isso influencia a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica. Como discutido, deve-se considerar a disponibilidade quali-quantitativa para atendimento dos usos múltiplos, aquelas mais afetadas pela ocorrência de eventos extremos e carentes de infraestrutura e saneamento básico. Nesse cenário, as obras hidráulicas têm um papel estratégico para dar segurança hídrica à uma população, garantindo os usos múltiplos dos recursos hídricos.

Soma-se a isso, a importância da implementação de medidas não estruturais, especialmente aquelas relacionadas ao aumento da infiltração e o uso racional da água, discutidas no âmbito dos outros dois eixos de atuação do Programa Somos Todos Água: Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos e Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos.

Nesse contexto, essa publicação é uma das iniciativas de aprofundamento do tema, sem a pretensão de esgotá-lo, tendo em vista a continuidade do debate durante a execução do Plano Mineiro de Segurança, uma das metas do Programa Somos Todos Águas.

REFERÊNCIAS

Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais – ARSAE. **Relatório de Fiscalização -Sistema Integrado de Abastecimento de Água da RMBH - Bacia Paraopeba**, 2013. Belo Horizonte. Disponível

em: http://arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf_tec_op_saa_sistema_bacia_paraopeba.pdf.

Acesso em: 23 de dezembro de 2021.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Biblioteca Virtual em Saúde. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html Acesso em: 20 ago. 2021.

BRESSANI-RIBEIRO T., LOBATO, L.C.S., CHAMHUM-SILVA, L.A., CHERNICHARO, C.A.L. ETEs Sustentáveis e políticas públicas. In: **Soluções baseadas na Natureza e os Desafios das Águas: acelerando a transição para cidades mais sustentáveis**, 2021. (no prelo).

CARRAZANA, D. Aplicación de una pared en suelo para solucionar filtraciones en presas de tierra (Caso de estudio Zaza). **Trabajo de Diploma Ingeniería Civil**, Universidad Central Marta Abreu Las Villas, Santa Clara, Villa Clara. 2013.

CHESS. SABESP. – Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp. São Paulo. 2015.

FORMIGA-JOHNSSON, R. M. e BRITTO, A. L. **Segurança hídrica, abastecimento metropolitano e mudanças climáticas: considerações sobre o caso do Rio de Janeiro**. Ambiente & Sociedade. São Paulo. Vol. 23, 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Relatório de avaliação das declarações de carga poluidora: ano base 2017**. 2018.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Planilha de declarações de carga poluidora - ano base 2019**. Disponível em <http://www.feam.br/-declaracao-de-carga-poluidora>. Acesso em **31/08/2021**

HIPÓLITO, J. R.; VAZ, Á. C, **Hidrologia e Recursos Hídricos**. Lisboa: IST Press, 2017. 3ª ed. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas da população**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=25272&t=resultados>. Acesso em: 20/08/2021. IBGE 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2019**: resumo executivo anual. 2021. Disponível em:

<http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3210> Acesso: 22/09/2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2019**. Belo Horizonte: IGAM, 2019. Disponível em:

<http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3206>. Acesso em: 13/08/2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais 2020**. Belo Horizonte: Igam, 2020. Disponível em:

http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Gest%C3%A3o_e_Situa%C3%A7%C3%A3o_das_%C3%81guas_de_Minis_Gerais_2020.pdf Acesso em 22/09/2021

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Glossário de termos**: gestão de recursos hídricos e meio ambiente. 2ª ed. Belo Horizonte: IGAM, 2012. 116 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais - 2019**: 20 anos da lei mineira das águas. Belo Horizonte: Igam, 2019.

LISBINSKI, Fernanda Cigainki; FLORES, Carlos Eduardo Balestrin; SILVA, Danni Maisa da Silva; BISOGNIN, Ramiro Pereira; BOHRER, Robson Evaldo Gehlen. **A importância dos consórcios públicos na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma análise do consórcio intermunicipal Cigres**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, nº 2, pg. 3-36. Florianópolis, 2020.

MELO, M. C. de. **Segurança hídrica para abastecimento urbano**: proposta de modelo analítico e aplicação na bacia do rio das Velhas, Minas Gerais. Tese. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

Melo, M. C. de; Johnsson, R. M. F.; **O conceito emergente de segurança hídrica**. Sustentare, Três Corações, v. 1, n. 1, p.72-92, ago./dez. 2017. Disponível em

<http://periodicos.unincor.br/index.php/sustentare/article/view/4325>. Acesso em 19/08/2021.

MIGUEZ, M. G.; DI GREGÓRIO, L. T.; VERÓL, A. P. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. 1 ed. 578p. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017**. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>. Acesso em: 20 ago.2021.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa COPAM nº 153, de 26 de julho de 2010**. Republicação. Convoca os municípios para a regularização ambiental de sistemas de tratamento de água e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=24675>. Acesso em: 20 ago.2021

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. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151> Acesso em: 22/09/2021

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 52, de 14 de dezembro de 2001.** Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências. <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5479> Acesso em 22/09/2021 às 09:10.

MINAS GERAIS. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009.** Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” - 13/01/2009. <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>. Acesso em 22/09/2021, às 09:00.

MOSTER, CLAUDIA. Áreas prioritárias para serviços ecossistêmicos hidrológicos no Sistema Cantareira. **Tese Doutorado.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. USP. Piracicaba, SP. 117 p. 2018.

MUCELIN, C.,A.; BELLINI, M. **Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano.** Soc. nat. (Online), v. 20, n. 1, p. 111-124. Junho 2008.

NOVAKOWSKI, G. A. B.; TRINDADE, V; PIOVEZANA, L84. **Consórcios intermunicipais para gestão de resíduos sólidos: estudo da viabilidade econômica no município de Formosa do Sul (SC).** VII Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional. Santa Cruz do Sul, 2017.

PARANÁ - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Manual de Drenagem Urbana. Região Metropolitana de Curitiba - PR Versão 1.0 - Dezembro 2002

PARDO, R. Diseño hidráulico de aliviaderos y obras de toma para presas. p. 1 – 18. 2010.

PESB-MG. Plano Estadual de Saneamento Básico. Relatório Temático Situacional Preliminar (TOMO II) Esgotamento Sanitário Território de Saneamento Rio Grande, Maio/2021. Disponível: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13-informativo/4372-produtos-pesb>

SÃO PAULO. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. SABESP. **Uso Racional da água. Dicas de economia** – Sabesp. <http://site.sabesp.com.br> . Acesso em 21/09/2021 as 16:34.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (Minas Gerais). **Panorama de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de 2020.** Belo Horizonte. SEMAD. 2020. 95p. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2021/SANEAMENTO/PANORAMA_2020_FINAL_15_03.pdf . Acesso em: 20 ago.2021.

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Panorama síntese: resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais 2020 - ano base 2019.** Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 54 p.; il. Belo Horizonte: Semad, 2020.

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Sítio Eletrônico Institucional. **Resíduos sólidos urbanos e drenagem de águas pluviais.** Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/saneamento/residuos-solidos-urbanos-e-drenagem-de-aguas-pluviais>> Acesso em 09 de setembro de 2021.

SILVA, Dituzaya Panguila; SILVESTRE, Hugo Consciência; EMBALO, Alfa Aliu. **A cooperação intermunicipal no Brasil: o caso dos consórcios de resíduos sólidos.** Revista de Administração Pública, v. 54(5), pg. 1239-1259. Rio de Janeiro, 2020.

SILVA, Jussara Severo. **Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no Brasil: uma análise regionalizada baseada em dados do SNIS.** Boletim Regional, Urbano e Ambiental, v. 12, 2015.

SILVA, Phelipe Rabelo da. **"Avaliação qualitativa da segurança hídrica do abastecimento de municípios fluminenses da Bacia do Rio Pomba."** (2017).

SINGH, V.P. Challenges in meeting water security and resilience. Water International, v. 22, n. 4, 2017.

SOUZA, Patrícia Silva; BORJA, Patrícia Campos. **Análise do estudo de regionalização da gestão integrada de resíduos sólidos para o Estado da Bahia.** Congresso Abes-Fenasan, 2017.

Tucci, C; Chagas, M.; **Segurança hídrica: conceitos e estratégia para Minas Gerais.** Revista de Gestão de Água da América Latina. Revista Rega. V14 e 12, 2017. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/198/802534ee73e9bcb48c662546a9f2f9e3_fbb8585ef27dacdc1075b1e435cb19e3.pdf. Acesso em 20/08/2021.

UN-WATER. UNITED NATIONS. **Monitoring framework for water: the system of environmental-economic accounts for water (SEEA-Water) and the international recommendations for water statistics (IRWS), UN World Water Assessment Programme - WWAP, United Nations Statistics Division - UNSD.** Colombella (Italy): United Nations, 2011. 8 p.

VIANNA, M.R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água.** 4ª Ed. Belo Horizonte. Imprimatur, 2002. 576p.

ZONENSEIN, Juliana. **Índice de risco de cheia como ferramenta de gestão de enchentes.** 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Crédito: Álvaro Remigio
Concurso de Fotografias Igam 2021

A INTEGRAÇÃO E OS CAMINHOS PARA O FUTURO

Caroline Matos da Cruz Correia¹

Lilian Márcia Domingues de Resende²

Marcelo da Fonseca³

Nádia Antônia Pinheiro Santos⁴

A garantia de acesso seguro à água para os diferentes usos da sociedade e meio ambiente é um objetivo expresso na política de recursos hídricos do país, promulgada em 1997, e ainda um desafio complexo a ser superado no Brasil e no mundo. Envolve questões técnicas, socioambientais, econômicas, geopolíticas, dentre outras, estudadas e debatidas por pesquisadores, gestores, lideranças políticas e demais atores sociais, que buscam contribuir e sinalizar um caminho para alcançar este cenário, em que todos tenham água de forma suficiente, segura, sustentável, pensando não só no “agora”, mas nas futuras gerações e nos ecossistemas.

Na esteira destes debates, que envolve não apenas os riscos associados à falta de água, mas também ao excesso, trazendo para o centro das discussões os efeitos negativos dos eventos hidrológicos extremos surge o termo “Segurança Hídrica”. Como explicitado nos capítulos anteriores este tem ganhado diferentes conceitos, nuances e sentidos em diferentes países e linhas de pesquisas.

Aqui, alinhado aos preceitos da política das águas, é considerado como a segurança de acesso à água para a humanidade, o meio ambiente, os processos produtivos, com uma visão abrangente, multidisciplinar, inclusiva e colaborativa. Perpassa também pela gestão dos conflitos pelo uso da água, criando um universo de responsabilidade e cooperação direta entre os envolvidos.

Apesar de ser um objetivo ainda a ser alcançado, o Brasil e Minas Gerais registram muitos esforços, iniciativas e avanços nos últimos anos, tanto na discussão quanto na implementação de ações e instrumentos da política de recursos hídricos. Cabe evidenciar que essas iniciativas buscam a melhoria quali-quantitativa das águas e a conseqüente melhoria da qualidade de vida da população.

Na linha de intervenções estratégicas, têm-se a criação e o fortalecimento dos entes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH) e a elaboração e implementação dos instrumentos de gestão em Minas Gerais, que em sua maioria foram regulamentados por meio de decretos, deliberações e resoluções.

¹ Jornalista. Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Analista Ambiental do Igam.

² Geógrafa. Mestre em Engenharia Ambiental. Analista Ambiental do Igam.

³ Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil. Diretor Geral e Analista Ambiental do Igam.

⁴ Geógrafa. Mestre em Análise Ambiental. Gestora Ambiental do Igam.



Destaca-se que grande parte das circunscrições hidrográficas mineiras já contam com seus planos de recursos hídricos elaborados e comitês de bacias atuantes. Além disso, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) - órgão gestor do Sistema, já implementou a outorga de direito de uso da água e vem buscando aprimorar as ferramentas de suporte para melhorar a avaliação e concessão desta autorização para os diversos usos existentes.

A gestão regional avança com as Comissões Gestoras Locais criadas e habilitadas para gerirem as áreas de conflito, criando um universo de cooperação direta entre os envolvidos. A implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos têm-se desenvolvido, seja com a discussão para a implementação em outras bacias hidrográficas mineiras, seja com a aplicação de novas metodologias, valores e atualização das normativas, de forma a alcançar todo o estado.

Algumas ferramentas de gestão, a exemplo do monitoramento da qualidade da água e da gestão de eventos críticos, da fiscalização atrelada aos processos de outorga, dentre outros, colaboram para uma melhor gestão dos recursos hídricos, sendo imprescindíveis para o acompanhamento da situação das águas mineiras ao longo dos anos. Permitem também que planejamentos sejam traçados e articulações entre diferentes atores e instituições sejam realizadas em prol da implementação de ações para a melhoria quali-quantitativa das águas e retorno positivo à população.

Cabe evidenciar que, ao passo em que se registram avanços importantes, também são inúmeros os desafios enfrentados em cada uma dessas ações, destacando, ainda, a implementação de instrumentos como enquadramento de corpos de água, outorga para lançamento de efluentes e sistema de informações sobre recursos hídricos.

Nos últimos anos, outros desafios que extrapolam, inclusive, o território estadual foram evidenciados, passando a uma preocupação interestadual, nacional e até global quando tratamos das mudanças climáticas, com a escassez hídrica em algumas localidades e cheias e enchentes em outras. Esses acontecimentos têm demonstrado que é necessário adaptar os modelos e encontrar novas estratégias que possibilitem amenizar e até solucionar estas dificuldades.

No entanto, as propostas e os planejamentos existentes ainda não foram capazes de mudar o rumo na qual a sociedade se encontra, sendo necessária maior integração de ações empreendidas por diferentes instituições, não só no contexto da política hídrica, mas também de maneira a canalizar os esforços e vencer os desafios integrando outras políticas. É um processo complexo e evolutivo, que sinaliza que os resultados efetivos perpassam pela ideia de pacto e coalizão de governos, sociedade, pesquisadores e empresas.

E é nessa sinergia, que Minas Gerais idealizou e lançou em 2019, o Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas - Somos Todos Água, fio condutor da presente publicação. O Programa vem somar ao planejamento de recursos hídricos no estado, que tem no Plano Estadual de Recursos Hídricos, publicado em 2011, seu principal instrumento de planejamento para alcançar os objetivos desta política pública.



Como abordado, sobretudo na Parte *Planejamento e Áreas Prioritárias* desta publicação, a construção do Somos Todos Água, igualmente complexa e desafiadora, considera diretrizes e critérios advindos do conceito de Segurança Hídrica, discussões e bases técnicas e científicas, mas também o diálogo e olhar dos atores sociais. Ainda em fase de planejamento, o Programa contará com o Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH).

O PMSH trará avanços significativos para a gestão das águas no estado, ao propor um banco de projetos a serem executados em áreas estratégicas para a conservação e revitalização do território mineiro. As ações serão pactuadas com diferentes instituições públicas e privadas, otimizando o uso dos recursos financeiros públicos de forma a trazer maior retorno socioambientais e econômicos à sociedade. Tem como premissa conectar a agenda hídrica com outras agendas governamentais, em especial, a ambiental, buscando estabelecer um acordo de cooperação técnica e financeira entre instituições, gestores e sociedade. Nesse cenário, aprofunda a discussão sobre a gestão da oferta e demanda pelo uso dos recursos hídricos, tendo o reúso da água um papel estratégico como ferramenta para diminuir a pressão sobre os mananciais de abastecimento.

O grande desafio posto no presente momento é o processo de priorização e definição de áreas para revitalização em Minas Gerais. Trata-se de um trabalho complexo, já que deverá considerar as várias dimensões do problema e aspectos de diferentes natureza e impactos, que são essenciais para se definir, com segurança técnica, áreas de maior relevância, capacidade de resposta, benefícios à sociedade e aproveitamento dos investimentos realizados para alcançar os objetivos propostos, como explorado nos últimos capítulos deste volume.

A presente obra, inclusive, dá um passo importante nesse processo ao discutir modelos e diretrizes metodológicas para seleção das áreas prioritárias direcionadas à revitalização de bacias e promoção da segurança hídrica.

Além disso, como abordado no volume anterior, o Plano Mineiro de Segurança Hídrica, ao promover novos estudos e propor ações executivas em áreas prioritárias, será uma ferramenta estratégica para subsidiar a atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, tanto para otimizar recursos técnicos e financeiros quanto para reforçar a integração de esforços na implementação das ações.

Portanto, a expectativa do estado é fortalecer, integrar e direcionar planos e esforços governamentais e institucionais, bem como pesquisas, recursos financeiros e humanos para continuar trilhando o caminho cada vez mais desafiador rumo à segurança hídrica. E esta publicação vem colaborar com o processo, ao compartilhar angústias, incertezas, avanços e expectativas, apresentando-se também como um convite a toda a sociedade a um debate intenso, mas necessário para o enfrentamento dos desafios relacionados ao acesso à água, que só se dará de forma colaborativa e inclusiva.

Por fim, estão todos convidados a acompanhar e contribuir com o desenvolvimento do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais - Programa Somos Todos Água no [Portal Infohidro](#).



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.