

2020

# GESTÃO E SITUAÇÃO DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS

---

# Segurança Hídrica





**GESTÃO E SITUAÇÃO  
DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS  
2020**



**COORDENAÇÃO GERAL**  
MARCELO DA FONSECA

**ORGANIZADORES**  
CAROLINE MATOS DA CRUZ CORREIA  
GUSTAVO LUIZ GODOI DE FARIA FERNANDES  
LILIAN MÁRCIA DOMINGUES DE RESENDE  
MARÍLIA CARVALHO DE MELO  
NÁDIA ANTÔNIA PINHEIRO SANTOS

# **GESTÃO E SITUAÇÃO DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS 2020**

**BELO HORIZONTE**  
**INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS**  
**2020**



©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

Gerson de Araújo Filho  
Diretor 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 2020 / Coordenação,  
Marcelo da Fonseca, organização Caroline Matos da Cruz Correia  
*et. al.* — Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas,  
2020.

230 p. ; il.  
ISBN 978-65-88079-01-0  
Vários colaboradores.

1. Recursos hídricos - gestão. 2. Recursos hídricos - Minas Gerais.  
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  
Lilian Márcia Domingues de Resende  
Marília Carvalho de Melo  
Nádia Antônia Pinheiro Santos

## **AUTORES SISEMA**

Albert Antônio Andrade de Oliveira  
Alexandre Magrineli dos Reis  
Allan de Oliveira Mota  
Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida  
Ana Maria Silva Lima  
Andréia Rodrigues Frois  
Carolina Cristiane Pinto  
Caroline Matos da Cruz Correia  
Denise Marília Bruschi  
Fernanda Nunes Magalhães  
Guilherme Tadeu Figueiredo Santos  
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes  
Heitor Soares Moreira  
Isadora Pinto Coelho de Pinho Tavares  
Ivana Carla Coelho  
Jackson Rodrigues Primo  
Jeane Dantas de Carvalho  
Karine Dias da Silva Prata Marques  
Katiane Cristina de Brito  
Katy Marilym de Matos Neves  
Leandro Carmo Guimarães  
Lília Aparecida de Castro  
Lilian Márcia Domingues de Resende  
Lucas Martins Sathler Berbert  
Luisa Costa Martins Vieira  
Luisa Ferolla Spyer Prates  
Luiza Pinheiro Rezende Ribas  
Luiza Silva Betim  
Marconi Rocha da Silveira  
Maria de Lourdes Amaral Nascimento  
Mariana Elissa Vieira de Souza  
Marília Carvalho de Melo  
Matheus Duarte Santos

Micael de Souza Fraga  
Nádia Antônia Pinheiro Santos  
Patrícia Gaspar Costa  
Paula Pereira de Souza  
Regina Márcia Pimenta Mello  
Roberto Junio Gomes  
Sérgio Pimenta Costa  
Thamiris Lopes Chaves  
Vanessa Kelly Saraiva

## **AUTORES CONVIDADOS**

Alecir Antônio Maciel Moreira  
Aline de Araújo Nunes  
Guilherme Augusto Branco Santos de Morais  
Mayara Milaneze Bastos  
Misael Dieimes de Oliveira  
Otávio Henrique Campos Hamdan  
Paula Hanna Valdujo  
Vanessa Cristina de Sena Pessoa

## **EQUIPE EDITORIAL**

### **Revisão**

Caroline Matos da Cruz Correia  
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes  
Lilian Márcia Domingues de Resende  
Márcia Beatriz Silva de Azevedo  
Morel Queiroz da Costa Ribeiro  
Nádia Antônia Pinheiro Santos

### **Projeto gráfico e capa**

Adriânia de Fátima Teixeira Guimarães  
Armando Ferreira Reis

### **Mapas**

Lucas de Melo Carvalho  
Acervo Igam - GEIRH

### **Fotografias**

Evandro Rodney

### **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

## APRESENTAÇÃO

## PREFÁCIO

## PARTE I – INTRODUÇÃO

SEGURANÇA HÍDRICA: CONCEITOS, CONTEXTO, PLANEJAMENTO E AÇÕES INSTITUCIONAIS EM MINAS GERAIS .....**11**  
*Alecir Antônio Maciel Moreira, Alexandre Magrineli dos Reis, Caroline Matos da Cruz Correia, Lilian Márcia Domingues de Resende*

## PARTE II – OFERTA HÍDRICA E RISCOS ASSOCIADOS

SEGURANÇA HÍDRICA E O USO DA ÁGUA EM MINAS GERAIS .....**22**  
*Albert Antônio Andrade de Oliveira, Isadora Pinto Coelho de Pinho Tavares, Jackson Rodrigues Primo, Jeane Dantas de Carvalho, Lucas Martins Sathler Berbert, Marconi Rocha da Silveira, Patrícia Gaspar Costa*

EVENTOS EXTREMOS E SEGURANÇA HÍDRICA: MONITORAMENTO, REFLEXOS E IMPACTOS .....**48**  
*Katy Marilym de Matos Neves, Luisa Costa Martins Vieira, Luiza Pinheiro Rezende Ribas, Micael de Souza Fraga, Paula Pereira de Souza*

SEGURANÇA DE BARRAGENS NO ESTADO DE MINAS GERAIS .....**73**  
*Guilherme Tadeu Figueiredo Santos, Ivana Carla Coelho, Roberto Junio Gomes*

## PARTE III – QUALIDADE AMBIENTAL

O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA COMO FERRAMENTA DE SUPORTE À SEGURANÇA HÍDRICA: ESTUDO DE CASO SOBRE A GESTÃO DA OFERTA E DEMANDA NA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RICO - PARACATU, MG .....**96**  
*Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida, Carolina Cristiane Pinto, Katiane Cristina de Brito Almeida, Mariana Elissa Vieira de Souza, Matheus Duarte Santos, Regina Márcia Pimenta Mello, Sérgio Pimenta Costa, Vanessa Kelly Saraiva,*

SANEAMENTO BÁSICO, RESÍDUOS ESPECIAIS, INDUSTRIAIS E DA MINERAÇÃO E A SEGURANÇA HÍDRICA .....**113**  
*Aline de Araújo Nunes, Denise Marília Bruschi, Guilherme Augusto Branco Santos de Moraes, Karine Dias da Silva Prata Marques, Lília Aparecida de Castro, Luisa Ferolla Spyer Prates, Luiza Silva Betim, Mayara Milaneze Bastos, Misael Dieimes de Oliveira, Otávio Henrique Campos Hamdan, Vanessa Cristina de Sena Pessoa*

ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E SEGURANÇA HÍDRICA.....**181**  
*Alecir Antônio Maciel Moreira, Ana Maria Silva Lima, Leandro Carmo Guimarães, Paula Hanna Valdujo, Thamiris Lopes Chaves*

#### **PARTE IV – SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS**

PROGRAMA ESTRATÉGICO DE SEGURANÇA HÍDRICA E REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MINAS GERAIS - SOMOS TODOS ÁGUA .....**202**  
*Andréia Rodrigues Frois, Fernanda Nunes Magalhães, Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes, Heitor Soares Moreira, Lilian Márcia Domingues de Resende, Marília Carvalho de Melo, Nádia Antônia Pinheiro Santos*

PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA COMO SUBSÍDIO PARA ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS .....**217**  
*Allan de Oliveira Mota, Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes, Maria de Lourdes Amaral Nascimento, Nádia Antônia Pinheiro Santos*

## APRESENTAÇÃO

Com grande disponibilidade hídrica e popularmente conhecido como a “caixa d’água” do país, Minas Gerais tem em seu território as nascentes de alguns dos principais rios nacionais. Essa realidade proporcionava aos mineiros, cidadãos e gestores, a falsa impressão de que o fantasma da crise hídrica, tão presente em outros territórios nacionais como no Nordeste brasileiro, não nos assombraria. No entanto, os baixos índices pluviométricos registrados nos anos de 2014 e 2015, nos mostrou face da insegurança hídrica.

A experiência vivenciada demonstrou a carência de instrumentos (regulatórios, gerenciais, de planejamento, de monitoramento etc.) aptos para garantir efetividade no enfrentamento destas situações extremas, o que consubstanciou na construção de estratégia emergencial para o enfrentamento da crise hídrica (2014/2015) e no início das discussões sobre a necessária elaboração de um plano para a garantir a segurança hídrica do Estado. Tal movimento foi impulsionado com os rompimentos das barragens de mineração (2015 e 2019), cujos efeitos demonstram a inexistência de planos de contingências para garantir o abastecimento público e das atividades produtivas, que dependiam dos mananciais impactados.

O tema central desta produção é a **segurança hídrica** - termo que vem sendo discutido internacionalmente, especialmente a partir nos anos 2000, mas que no Brasil ganhou notoriedade a partir da crise hídrica vivenciada pelos estados do Sudeste brasileiro e com a publicação do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) em 2019, definindo o Índice de Segurança Hídrica para os estados brasileiros, com vistas a nortear a atuação de todos.

A presente publicação é composta por quatro partes, que integra nove artigos que abordam: usos da água em Minas Gerais; eventos extremos; gestão de barragens; monitoramento da qualidade da água como ferramenta para a segurança hídrica; saneamento e gestão de resíduos especiais, industriais e da mineração; e apresentação do Projeto áreas prioritárias para conservação. Na última parte é apresentado o Programa Somos Todos Água e a importância dos planos de bacias hidrográficas em todas as esferas, na busca pela implementação da Política de Recursos Hídricos. Por fim, a publicação traz a abordagem do Plano Mineiro de Segurança Hídrica como produto norteador da implementação de todos os instrumentos de gestão ambiental, das águas, e do engajamento com as demais, demonstrando sua estreita relação com a revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos.



Este documento, portanto, apresenta uma discussão sobre alguns temas e ações desenvolvidas no âmbito do Estado de Minas Gerais com vistas a fomentar a segurança hídrica, mas também traz reflexões sobre a necessidade de aprimoramento dos instrumentos disponíveis, além de reforçar conceitos sobre a necessidade de integração de diversas políticas públicas, de um planejamento de ações estruturantes e estruturais, para uma preparação efetiva à minimização e enfrentamento das crises hídricas atuais e futuras.

Boa leitura!

**Marcelo da Fonseca**  
Diretor-Geral  
Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Igam

## PREFÁCIO

Os relatórios anuais do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam constituem importante iniciativa para o exercício da transparência e da boa governança, ao compartilharem, desde 2012, informações e reflexões sobre a gestão e a situação dos recursos hídricos em Minas Gerais.

O relatório 2020 dedica-se ao tema “segurança hídrica”, conceito que ganhou importância estratégica na gestão das águas no Brasil a partir de 2014, quando crises hídricas impactaram – ou ameaçaram impactar – um contingente populacional significativo de metrópoles do sudeste brasileiro, incluindo Belo Horizonte. Desde então, problemas de escassez hídrica devido à intensificação de estiagens e secas alcançaram outras partes do território brasileiro situadas fora do Semiárido, região historicamente conhecida por sua reduzida disponibilidade hídrica.

Embora tenha surgido no Brasil no contexto específico de estiagens e secas, o conceito de segurança hídrica é mais amplo e tem sido desenvolvido dessa forma pela academia e pelos gestores brasileiros, seguindo a tendência internacional. O Plano Nacional de Segurança Hídrica (2019) por exemplo, principal referência nacional para o assunto, associa o conceito a quatro dimensões: abastecimento da população; suprimento de água para atividades produtivas e usos múltiplos; preservação dos ecossistemas; e gestão do risco de extremos de secas e inundações.

Para a gestão das águas em geral, o conceito tem sido de grande utilidade para lhe dar mais propósito e estratégia, como forma de orientar os sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos a operarem de modo a entregar resultados mais efetivos aos usuários e à sociedade, nas diferentes dimensões de segurança hídrica. Nesse sentido, é também um convite para repensar a gestão dos recursos hídricos no Brasil tal como foi construída e praticada até a emergência de crises hídricas, que evidenciaram limitações e dificuldades no enfrentamento dos riscos atuais e futuros relacionados à água.

É com um olhar orientado para a segurança hídrica no estado de Minas Gerais que esta publicação aborda diversos aspectos da gestão das águas, compreendendo: conceitos de segurança hídrica no contexto mineiro, riscos associados à disponibilidade de água e à qualidade ambiental, monitoramento da qualidade de água, eventos extremos, segurança de barragens, áreas prioritárias para a biodiversidade, instrumentos de planejamento, programas estratégicos de segurança hídrica e revitalização de bacias hidrográficas.

São análises e reflexões que informam e subsidiam os atores envolvidos na gestão das águas e certamente contribuirão para a concepção de um Plano Estadual de Segurança Hídrica de Minas Gerais, previsto para ser desenvolvido nos próximos anos.

### **Rosa Formiga**

Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente. Líder do Grupo de Pesquisa “Água, Gestão e Segurança Hídrica em tempos de Mudanças Ambientais Globais”.



# INTRODUÇÃO

# SEGURANÇA HÍDRICA: CONCEITOS, CONTEXTO, PLANEJAMENTO E AÇÕES INSTITUCIONAIS EM MINAS GERAIS

Alecir Antônio Maciel Moreira<sup>1</sup>  
Alexandre Magrineli dos Reis<sup>2</sup>  
Caroline Matos da Cruz Correia<sup>3</sup>  
Lilian Márcia Domingues de Resende<sup>4</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

O século XX foi pródigo em produzir acontecimentos que marcaram a história da humanidade. Dentre eles, duas guerras mundiais e o seu desdobramento na chamada Guerra Fria, os avanços tecnológicos, o espraiamento da atividade industrial e do sistema capitalista, bem como a emergência da questão ambiental. Nenhum desses eventos constitui uma ilha, antes disso, encontram-se fortemente interrelacionados.

Ao emergir da Segunda Guerra Mundial, o mundo encontrava-se dividido em dois polos antagônicos no cenário internacional. Ambos lutavam pela primazia da influência política e econômica sobre o globo. Conflitos de toda ordem eclodiam nas bordas dos sistemas como reflexo da disputa, e compreender e garantir a segurança de povos e territórios tornou-se uma questão de sobrevivência.

Nesse contexto de corrida pelo desenvolvimento, crescimento das cidades, produção em grande escala, dentre outros, vieram também os impactos dessas ações sobre os ambientes. Assim, desde os anos 1950 as questões ambientais têm ganhado relevância, se posicionando no centro da agenda política internacional. Seja sob a perspectiva dos aspectos nocivos da contaminação/poluição, ou sob a da acessibilidade e garantia aos recursos e ao desenvolvimento de Estados ou comunidades, o meio ambiente se tornou um dos motivos de preocupação com a segurança. Isso porque não se trata mais de disputa apenas por recursos valiosos ou estratégicos como o petróleo mas, também, por serem considerados vitais como o ar e as águas (RODRIGUES JR. 2012).

Homer-Dixon (1991) trouxe importantes reflexões sobre as imbricações entre os problemas ambientais e a segurança. Para este, os problemas ambientais não podem ser tratados como valores *per se*, mas antes, como parte de um sistema maior (político-econômico e social), sendo, portanto, componentes de possíveis conflitos. Embora não seja uma opinião consensual, diversos autores apontam a água como um dos elementos-chave de futuros conflitos.

Mudança do clima, elevação da demanda, má distribuição e escassez produzida pelos maus usos de um recurso vital sustentam as suspeições sobre o potencial conflitivo das águas.

<sup>1</sup> Geógrafo. Doutor em Geografia. Professor do Dpto. de Geografia da PucMinas.

<sup>2</sup> Bacharel em Direito. Mestre em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental. Analista Ambiental da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) em exercício no Igam.

<sup>3</sup> Jornalista. Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Analista Ambiental do Igam.

<sup>4</sup> Geógrafa. Mestre em Engenharia Ambiental. Analista Ambiental do Igam.

Desta forma, como desdobramento do alargamento do conceito de segurança ao longo dos anos, os países têm procurado adotar diferentes estratégias políticas para reduzir a sua exposição social e econômica aos riscos, sejam eles derivados da escassez de recursos, de conflitos ou de crises episódicas e/ou permanentes.

No campo específico do meio ambiente, o Brasil criou uma Política Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), cujo conceito e contexto de construção do termo serão o enfoque deste capítulo. Também serão abordados o planejamento e ações institucionais em Minas Gerais.

## **2 CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE SEGURANÇA HÍDRICA**

Antes de discorrer acerca do conceito de segurança hídrica, faz-se necessário abordar as definições dos termos 'riscos' e 'vulnerabilidades'.

### **2.1 Riscos e vulnerabilidades**

Conforme proposto por (Beck, 1986 *apud* MENDES, 2015) em sua Teoria da sociedade do risco, o mundo atravessa o período histórico da modernização reflexiva. De forma muito resumida, a modernização reflexiva refere-se às críticas às bases do desenvolvimento tecnológico e científico que têm pautado a história moderna, que trouxe em seu bojo um conjunto de riscos que não podem ser contidos espacial ou temporalmente. Eles são de responsabilidade difusa e estimação desafiadora dada a dificuldade de seu cálculo. O risco pode ser considerado um estágio intermediário entre segurança e destruição e sua percepção determina o pensamento e a ação (MENDES, 2015). Por seu turno, a vulnerabilidade diz respeito à exposição ao risco.

Logo após a publicação da obra de Beck (1986 *apud* MENDES, 2015), ocorreu a explosão da usina de Chernobyl e, embora o desastre tenha tido lugar na Ucrânia, seus efeitos foram sentidos além fronteiras e acentuaram a percepção de que a humanidade está sujeita a uma crescente exposição aos riscos ambientais, que não se restringem a fronteiras políticas.

O desastre em Chernobyl veio a se somar à perspectiva de mudança do clima, escassez de recursos, ameaça de extinções maciças e mazelas do desenvolvimento humano, consequência do modo de vida da população mundial. Estava composto o cenário global que serve de fundo para o avanço da formulação e adoção de políticas e proposição de programas que tentam simultaneamente, minimizar riscos, reduzir vulnerabilidades e aumentar a resiliência de sociedade e natureza. Estas políticas expressam a tentativa de criação de arcabouços jurídico-institucionais inter e intranacionais para manter uma governança mínima do ambiente planetário (FONT; RUI, 2006).

Como poderá ser observado no tópico a seguir, os registros das primeiras medidas de proteção ambiental do país reportam-se ao século XVI. Ao longo dos séculos seguintes, as leis foram aprimoradas, e, hoje, o Brasil dispõe de um robusto aparato legal para a proteção ao ambiente. Há, ainda, necessidades de aprimoramentos. Cenários de crise hídrica, como a vivenciada nesta década no Sudeste brasileiro, e desastres da história recente, a exemplo do rompimento das barragens de Fundão (Mariana) e Córrego do Feijão (Brumadinho), com impacto profundo sobre o ambiente e sociedade não deixam margem ao questionamento.

Ademais, fica claro que proteger e conservar os recursos ambientais, em geral, e hídricos, de forma específica, é um exercício de compreensão de sua dinâmica bem como de estabelecer elementos estratégicos do sistema a serem protegidos. Só assim, as perspectivas que constituem os pilares da segurança hídrica poderão ser atendidas.

## 2.2 Construção do conceito

No âmbito internacional, uma primeira ideia geral de segurança hídrica surgiu em um contexto pós guerra fria e abordava os riscos potenciais e consequências de conflitos que envolvessem a água como motivação principal ou acessória (MUKHTAROV; CHERP, 2017).

O conceito propriamente dito de segurança hídrica começou a ser discutido na década de 1990, e, na década seguinte, passou a ser objeto de um maior número de publicações (MELO E JONHSON, 2017). Ressalta-se que no ano 2000 houve o primeiro pronunciamento intergovernamental sobre segurança hídrica, que ocorreu no 2º Fórum Mundial da Água, em Haia, na Holanda, com uma Declaração Ministerial, que trouxe o seguinte conceito para o termo:

“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 *apud* ROSA, 2019, p. 25).”

O sentido deste termo, entretanto, tem se alargado e aprofundado ao longo dos anos e pode ser abordado sob diferentes perspectivas, algumas delas destacadas a seguir.

- **Parceria Mundial da Água (GWP)** - atingir segurança hídrica requer cooperação entre diferentes tipos de usuários de água em uma estrutura que permita a proteção aos ecossistemas aquáticos da poluição e de outras ameaças. (GWP, 2010 *apud* MELO; JONHSON, 2017).
- **Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)** - segurança hídrica é gerir riscos associados à água (riscos de armazenamento de água, excesso e poluição, riscos de enfraquecer ou debilitar a resiliência dos sistemas de água doce, entre outros). A OCDE introduz, portanto, a variável “risco” no conceito de segurança hídrica. Esses riscos estariam ligados às variáveis de provimento da água, garantia de acesso, de qualidade e consequentes limitações ao uso, de excesso quando se trata de perdas advindas de enchentes e o risco relacionado ao comprometimento das funções ecológicas da água (OCDE, 2013 *apud* MELO; JONHSON, 2017).
- **Organização das Nações Unidas (ONU)**, por meio do *Water Brief Analytical* (2013) - entende-se por segurança hídrica:

“a capacidade de acessibilidade segura e sustentável da população a quantidades aceitáveis de água de boa qualidade, para manutenção dos meios de subsistência, bem-estar humano e desenvolvimento socioeconômico, de forma a garantir proteção contra poluição e desastres relacionados à água e preservar ecossistemas, em um ambiente de paz e estabilidade política (UN-WATER, 2013).”

## 3 DISCUSSÃO DE SEGURANÇA HÍDRICA NO CONTEXTO NACIONAL

No Brasil, a [Política Nacional de Meio Ambiente \(PNMA\)](#) foi publicada em 1981, embora as primeiras medidas de proteção ambiental do país remontem ao século XVI, com o Regimento do Pau Brasil (1605) (MEDEIROS, 2006).

Lei nº 6.938  
/1981

As leis foram se tornando mais complexas e abrangentes à medida da modernização da sociedade brasileira. Com o advento da industrialização, o país criou, nos anos de 1930, seus códigos florestal, de caça e pesca e de águas (BURSZTYN, 2012). Mas apesar disso, a prioridade para estes temas se deu em momentos muito distintos da história.

### **Marcos institucionais e normas brasileiras que implicitamente abordaram a questão da segurança hídrica**

- Os ciclos de seca que assolaram o semiárido brasileiro no final do século XIX e primeiras décadas do século XX levaram à criação, em 1909, de Inspetoria de Obras contra as Secas, posteriormente Inspetoria Federal de Obras contra as Secas (IFOCS) (1919) e, em 1945, Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS).
- A Constituição Federal de 1934 (BRASIL, 1934) previa como competência privativa da União organizar defesa permanente contra os efeitos da seca nos Estados do Norte (art. 5º, XV), dispoendo ainda sobre o caráter permanente das ações, previsão mínima orçamentária e a criação de um instrumento de planejamento (art. 177). Posteriormente, foi sancionada a Lei nº 175/1936, estabelecendo o “plano systematico da defesa contra os efeitos das seccas nos Estados do Norte”.
- A Constituição Federal de 1946 (BRASIL, 1946) ampliava a competência da União, agora não só na organização de defesa permanente contra os efeitos da seca, mas também de endemias rurais e de inundações (art. 5º, XIII). Da mesma forma, estabelecia previsão orçamentária (art. 198), especificando a necessidade de obras e serviços de assistência econômica e social, como socorro a populações atingidas por calamidades e empréstimos a agricultores e industriais estabelecidos na área abrangida pela seca. Inovava, dispoendo que os Estados abrangidos pela área da seca deveriam aplicar também valor fixado de sua renda tributária em ações cooperadas como a construção de açude e noutros serviços necessários à assistência das suas populações.
- Críticas à atuação do DNOCS e denúncias de corrupção levaram a uma articulação de diversas forças que culminaram na criação, em 1959, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), que passou a controlar o Departamento.
- A Constituição Federal de 1967 (BRASIL, 1967) manteve como competência da União organizar a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente secas e inundações e estabelecer e executar planos regionais de desenvolvimento sem, contudo, vincular percentual de receita para execução.

Hoje a acessibilidade a um ambiente saudável é direito assegurado pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988). Seu texto dispõe sobre a possibilidade da União articular ações para o desenvolvimento e à redução das desigualdades regionais (art. 43), com previsão de lei complementar. Trata sobre incentivos regionais para o aproveitamento econômico e social dos rios e das massas de água represadas ou represáveis nas regiões de baixa renda, sujeitas a secas periódicas, ações de recuperação de terras áridas e acesso a água e irrigação para pequenos e médios proprietários rurais.

A já mencionada Política Nacional de Meio Ambiente engloba as águas com outros bens na definição de recursos ambientais (art. 3º, V), prevendo a preservação e restauração dos mesmos com vistas a sua utilização racional e disponibilidade permanente, de modo a garantir a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida (art. 4º, VI) tendo dispositivos ligados à racionalização do uso entre seus princípios e objetivos (art. 2º, II e VI e art. 4º, IV).

Pode-se dizer, inclusive, que a Lei Federal 9433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, e as leis estaduais correspondentes, trazem embutido o conceito de segurança hídrica.

Não obstante, persistem falhas e fraquezas que precisam ser sanadas. As diversas políticas existentes têm seus fundamentos e instrumentos definidos pela legislação, mas apesar disso, ainda se faz necessária maior integração para que as ações propostas sejam mais coordenadas.

Nesse contexto, cabe evidenciar que nos últimos anos, com exceção do Nordeste brasileiro e parte do estado de Minas Gerais, que sofrem o fenômeno das estiagens naturais, aconteceram crises hídricas que ameaçaram colocar em cheque o suprimento de água, especialmente para o abastecimento humano e geração de energia hidrelétrica.

Tal crise atingiu em cheio a região Sudeste, até então com relativa tranquilidade em disponibilidade hídrica, ocasião em que gestores e agentes políticos de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro “sentaram-se à mesa” para discutir e negociar ações necessárias à uma solução para a gestão compartilhada de suas águas. Este, então, se configurou como um momento ímpar para as questões relacionadas à segurança hídrica e o fomento à prática efetiva da gestão integrada dos recursos hídricos.

Com o conceito de segurança hídrica ganhando espaço no país, o assunto entrou para a pauta nacional, a exemplo da contratação de um Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) (MELO; JOHNSON, 2017; ROSA, 2019). Destaca-se que o [PNSH \(ANA, 2019\)](https://pnsh.ana.gov.br/home) apresenta um **Índice de Segurança Hídrica (ISH)** para o país, considerando quatro dimensões, quais sejam:

<https://pnsh.ana.gov.br/home>

- 1) Dimensão humana:** avalia a garantia da oferta de água para o abastecimento de todas as cidades do País;
- 2) Dimensão econômica:** afere a garantia de água para os setores agropecuário e industrial;
- 3) Dimensão Ecológica:** sinaliza a vulnerabilidade de mananciais para abastecimento humano e usos múltiplos, derivada da capacidade de manutenção de um estoque de água para usos naturais e da exposição desse estoque natural a riscos ambientais advindos de fontes poluidoras de esgotos domésticos e rejeitos de mineração; e
- 4) Dimensão Resiliência:** expressa o potencial dos estoques de água naturais (superficiais e subterrâneos) e artificiais do Brasil e a espacialização da capacidade de renovação dos mesmos pela precipitação.

O PNSH reconhece que as principais ameaças ao desejado equilíbrio do acesso aos recursos hídricos são o aumento populacional - principalmente urbano, o crescimento econômico e as mudanças climáticas e seus efeitos deletérios. Juntamente com as lacunas deixadas pelo planejamento, pela falta de coordenação de ações institucionais e investimentos estes fatores criaram uma situação de insegurança hídrica no país. Finalmente o Plano recomenda que junto ao investimento em infraestrutura e aperfeiçoamento da gestão, o país deverá incorporar ações preventivas por meio do reconhecimento de riscos e da vulnerabilidade socioambiental como forma de aumentar a resiliência social e ambiental (ANA, 2019).



## Índice de Segurança Hídrica

O [Índice de Segurança Hídrica](https://pnsh.ana.gov.br/seguranca) foi concebido para retratar, com simplicidade e clareza, as diferentes dimensões da segurança hídrica, incorporando o conceito de risco aos usos da água.

<https://pnsh.ana.gov.br/seguranca>

A metodologia do ISH foi desenvolvida com dados de estudos preexistentes e aplicada em escala com alto grau de detalhamento. Paralelamente, foi realizado um amplo inventário de Estudos, Planos, Projetos e Obras (EPPOs) existentes e em diferentes fases de planejamento e implantação.

A partir do Índice, foram delineadas Unidades Territoriais de Análise (UTAs) que concentram os maiores valores em risco dos indicadores das dimensões humana e econômica. Nessas unidades, foi realizada uma análise integrada para identificar as intervenções que se configuram como soluções estratégicas e atendem aos requisitos do PNSH (ANA, 2019).

É preciso ressaltar que a questão da segurança hídrica não trata somente de falta ou excesso de água, mas também da qualidade em que se apresenta, pois há regiões que apesar da alta disponibilidade hídrica, tem problemas com a qualidade tanto para o abastecimento, quanto para a garantia da saúde do ambiente e da fauna aquática.

Outro fator que merece destaque e que traz à tona a preocupação com os riscos associados são os desastres que geram impacto profundo sobre o ambiente e sociedade, a exemplo das barragens de Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais, que causaram perdas em vidas humanas, destruição de bens materiais e infraestrutura, impactando rios importantes do estado – Doce e Paraopeba. Este último provê 60% da demanda de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e sua bacia é responsável por 9,1% do volume médio do rio São Francisco, escoado em sua foz (PEREIRA, 2004). Após o desastre de Brumadinho, o comprometimento da captação e do abastecimento de água para milhões de pessoas expôs a fragilidade e a vulnerabilidade do sistema de provimento de um recurso vital.

E é neste contexto de desafios que o conceito de 'segurança hídrica' ganhou força, mas ainda está em fase de compreensão e aperfeiçoamento a partir de vivências, reflexões e estudos que vêm sendo realizados, evidenciando a contribuição/correlação com temas já presentes nas diversas políticas e instrumentos de gestão de águas, meio ambiente, saneamento, resíduos sólidos, mas também na política econômica, social e outras que convergem esforços para o bem estar humano e ambiental.

Autoridades, técnicos e pesquisadores, além de representantes da sociedade civil vem discutindo a problemática brasileira e a importância de conjugar esforços para uma caminhada conjunta. Nas pautas de discussão é evidenciada a importância de combinar medidas estruturais, com obras convencionais (infraestrutura cinza) e não estruturais, com o aproveitamento dos serviços ecossistêmicos prestados pela própria dinâmica da natureza (infraestrutura verde).

Ambas infraestruturas (cinza e verde) são necessárias para promover ações inovadoras que combinem práticas convencionais com os serviços ecossistêmicos. Em relação às medidas estruturais, exemplifica-se as intervenções propostas no PNSH para as regiões brasileiras, como a construção de barragens, adutoras e canais. No caso da infraestrutura verde, essenciais para evitar ou diminuir o impacto de inundações, reduzir a erosão e favorecer a conservação da biodiversidade e o aumento da produção de água, tem-se projetos importantes como o [pagamento por serviços ambientais \(PSA\)](https://www.an.gov.br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua/psa) e o [incentivo à adoção de sistemas agroflorestais](https://www.embrapa.br/codigos-florestal/sistemas-agroflorestais), que otimizam o uso da terra, conciliando a preservação ambiental com a produção de alimentos, conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para a produção agrícola.

<https://www.an.gov.br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua/psa>  
<https://www.embrapa.br/codigos-florestal/sistemas-agroflorestais-safs>

### 3 MINAS GERAIS NO CONTEXTO DA SEGURANÇA HÍDRICA

O estado de Minas Gerais possui 853 municípios, totalizando uma área de 586.521,123 km<sup>2</sup>. Com população estimada de 21,2 milhões (IBGE, 2020), a taxa de urbanização no estado é alta, com cerca de 85,3% (MINAS GERAIS, 2020). Entretanto, a área urbanizada é da ordem de 2.571,6 km<sup>2</sup>, onde se concentram 16,7 milhões de pessoas. Ou seja, a população urbana (85,28%) ocupa 0,44% do território mineiro, e 26,3% da população está em cidades com menos de 20.000 habitantes (TUCCI, 2018).

É um estado caracterizado por diversidade climática, ecossistêmica e de uso e ocupação do solo, devido a sua extensão. Há uma diversidade social e cultural muito forte nas diversas regiões, assim como potencialidades econômicas na agricultura, indústria e serviços. Além disso, possui importância estratégica no fluxo de águas no País, já que seus principais rios drenam ou fazem limite com outras unidades da federação.

E, como diria o escritor Guimarães Rosa “Minas são muitas”, e também são enormes os desafios para o estabelecimento de ações e indicadores de segurança hídrica que alcancem essas diferenças e possibilitem a definição de políticas públicas vinculadas à infraestrutura e gestão das águas.

As vulnerabilidades incluem os eventos extremos de secas e cheias, que arrasam regiões do Estado em estações distintas. De acordo com Tucci (2018) são 168 municípios incluídos na área de seca da SUDENE, correspondente aos municípios do vale do Jequitinhonha e Mucuri, além do São Francisco na região norte de Minas Gerais. Por outro lado, diversos centros urbanos enfrentam as cheias nos períodos chuvosos e os problemas decorrentes como inundações, deslizamento de terras, ocasionando perdas, inclusive de vidas humanas.

Rosa (2019, p.16), cujo estudo focou na bacia do rio São Francisco, afirma que “*as ameaças que os recursos hídricos enfrentam têm impactos indiretos ou diretos sobre a saúde, o bem-estar da população, a produção de alimentos, às atividades econômicas, a geração de energia, aos ecossistemas e a ocorrência de conflitos*”. E quando se analisa as demais bacias hidrográficas, especialmente quando da fase diagnóstica dos planos diretores de recursos hídricos, as considerações são muito semelhantes, ou seja, esta é uma realidade da maioria das bacias hidrográficas do estado.

Embora Minas Gerais apresente uma evolução considerável na trajetória da implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, essas crescentes pressões sobre as bacias hidrográficas tornam urgente e necessária a ampliação da discussão sobre segurança hídrica, baseada em dados e conhecimentos técnico-científicos, que norteiem as decisões político-institucionais.

### 3.1 Planejamento e Ações Institucionais em Minas Gerais

Nos últimos 21 anos houve um evidente desenvolvimento do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH), com a ampliação e fortalecimento das instituições que o compõem. Nessas duas décadas foram criadas as 36 Unidades de planejamento e gestão (UPGRH) e seus respectivos comitês de bacias - hoje com expressiva representatividade do Poder Público Municipal. Foi também criado o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e aprovadas 5 entidades equiparadas às Agências de bacias, que atendem 12 bacias hidrográficas com cobrança implementada (IGAM, 2019).

Das 36 UPGRHs, 33 contam com seu Plano Diretor de Recursos Hídricos e as demais estão em fase de elaboração. A outorga de direito de uso da água já foi implementada em todo o Estado e estudos de aprimoramento para o instrumento estão em elaboração pelo órgão gestor de recursos hídricos. Além disso, muitos programas e projetos de sucesso foram propostos e executados com ampla participação social, destacando-se: Projeto Estruturador Revitalização da Bacia do Rio das Velhas - Meta 2010/Meta2014; Programa Águas de Minas, com o monitoramento da qualidade das águas do estado - referência no Brasil; Programa Água Doce, para a dessalinização de água para o atendimento de comunidades nos 91 municípios do semiárido mineiro; Projeto Águas do Norte, para avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas das regiões norte, nordeste e noroeste do estado; Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Progestão) e o Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (Qualiágua), em parceria com a Agência Nacional de Águas, que vêm contribuindo para o avanço da implementação das Políticas Estadual e Nacional de Recursos Hídricos de maneira integrada com a União.

Buscando-se adotar uma cultura voltada para a segurança hídrica foi criado, em 2017, o grupo de acompanhamento da situação hídrica (GSH), no âmbito do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), integrando os órgãos ambientais Igam, Feam, IEF e Semad, CERH, Comitês de bacias e instituições de Ensino e Pesquisa. Além disso, foram editadas normativas para aprimoramento dos mecanismos de gestão diante dos cenários de incertezas e para o gerenciamento de crises.

No entanto, ainda existem lacunas que precisam ser sanadas e instrumentos e ferramentas de gestão a serem fortalecidos, para que a gestão integrada aconteça efetivamente como caminho para alcançar a segurança hídrica.

Nesse sentido, registram-se novos esforços institucionais do Estado, destacando o Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas - **Somos Todos Água**, que será tratado em capítulo específico desta obra. O Programa, que tem como objetivo a conexão de políticas públicas e a água como elemento integrador, tem como prospecção ser um pacto pela vida. Seus eixos de atuação visam alcançar o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida de todos, a partir da conservação e restauração da biodiversidade, do uso dos serviços ecossistêmicos, produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos, além da universalização do saneamento, controle da poluição e infraestrutura hídrica.

É nessa perspectiva que o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) publica esta edição do Relatório de Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais, reunindo dados, informações e reflexões de gestores e pesquisadores de diferentes entidades, a fim de demonstrar o caminho percorrido pelo estado e os resultados alcançados até aqui, as conquistas e os desafios da gestão.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Minas Gerais, especialmente ao longo dos últimos 20 anos, com a implementação da nova Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei 13.99/1999), pode ser observado um crescente fortalecimento dos instrumentos e ferramentas de gestão, da participação social, do diálogo, da busca pela inovação e da interação entre ciência e a gestão. Todo este caminho percorrido levou o Estado a um patamar estratégico de gestão no cenário nacional.

Por outro lado, o cenário ambiental, com irregularidades cada vez mais acentuadas nos comportamentos térmicos e hídricos, traz novos desafios, frente as incertezas sobre o acesso à água. Essas irregularidades, por seu turno, ampliará o risco real e percebido sobre a disponibilidade hídrica, com impactos diretos sobre a sociedade, economia e os sistemas naturais.

Acredita-se que um passo importante no sentido de promover a segurança hídrica no estado sejam maiores esforços na interação, integração, comprometimento e responsabilidade de entes públicos em todas as esferas governamentais, da sociedade civil e dos setores produtivos que dependem da água como insumo.

É importante ainda o papel de cada cidadão na compreensão da água como recurso vital e estratégico para a vida e da força que todos podem exercer, conjuntamente, para promover a mudança de comportamento necessária à superação dos desafios deste século XXI.

#### 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. 2020.
- BRASIL. Constituição (1934). **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil**. Rio de Janeiro, 1934. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao34.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao34.htm). Acesso em: 18 nov. 2020.
- BRASIL. Constituição (1946). **Constituição dos Estados Unidos do Brasil**. Rio de Janeiro, 1946. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao46.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao46.htm). Acesso em: 18 nov. 2020.
- BRASIL. Constituição (1967). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1967. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao67.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao67.htm). Acesso em: 18 nov. 2020.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 06 out. 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em: 06 out. 2020
- BURSZTYN, M.A, BURSZTYN, M. **Fundamentos de política e gestão ambiental**: caminhos para a sustentabilidade. Rio de Janeiro, Garamond, 2012. 612 p.
- FONT, J. N., RUF, J.V. **Geopolítica, Identidade e Globalização**. São Paulo, Annablume, 2006.

HOMER-DIXON, T. F. **On the threshold**: environmental changes as causes of acute conflicts. *International Security*, Toronto, v. 16, n. 2, p. 76-116, 1991

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 06 out. 2020.

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.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 9, n.1, p. 41-64, jun. 2006.

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: 18 ago. 2020.

MENDES, J.M. **Ulrich Beck**: a imanência do social e a sociedade do risco. *Análise Social*, Lisboa, n. 214, mar. 2015. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0003-2573201500010001](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0003-2573201500010001). Acesso em: 04 out. 2020.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5309>. Acesso em: 06 nov. 2019.

MUKHTAROV, F.; CHERP, A. **Segurança hídrica**. Oxford Bibliographies, 2017. Disponível em: <https://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199363445/obo-9780199363445-0020.xml#obo-9780199363445-0020-bibItem-0005>. Acesso em: 18 nov. 2020.

PEREIRA, S. B. **Evaporação no lago de sobradinho e disponibilidade hídrica no rio São Francisco**. 2004. 103 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

RODRIGUES JR., G.S. A questão dos recursos hídricos no debate sobre segurança ambiental. **Espaço e tempo**, São Paulo, n.32, p. 176-197, 2012.

ROSA, L. A. da S. **Segurança Hídrica**: um olhar sobre a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 2019. 190 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

TUCCI, Carlos; CHAGAS, Maria (2017). Segurança hídrica: conceitos e estratégia para Minas Gerais. *Revista de Gestão de Água da América Latina*. **Revista Rega**. V14 e 12. Disponível em: [chrome-extension://oemndcbldboiebfnladdacbdm/adm/https://www.researchgate.net/profile/Carlos\\_Tucci3/publication/323391775\\_Seguranca\\_hidrica\\_conceitos\\_e\\_estrategia\\_para\\_Minhas\\_Gerais/links/5bec78e8299bf1124fd20493/Seguranca-hidrica-conceitos-e-estrategia-para-Minas-Gerais.pdf?origin=publication\\_detail](chrome-extension://oemndcbldboiebfnladdacbdm/adm/https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Tucci3/publication/323391775_Seguranca_hidrica_conceitos_e_estrategia_para_Minhas_Gerais/links/5bec78e8299bf1124fd20493/Seguranca-hidrica-conceitos-e-estrategia-para-Minas-Gerais.pdf?origin=publication_detail). Acesso em: 06 out. 2020.

UN-WATER. The United Nations Inter-Agency mechanism on all fresh water related issues, including sanitation. **Water security**. 2013. Disponível em: [www.unwater.org](http://www.unwater.org). Acesso em: 06 out. 2020.



**PARTE II**  
**OFERTA HÍDRICA E**  
**RISCOS ASSOCIADOS**

# SEGURANÇA HÍDRICA E O USO DA ÁGUA EM MINAS GERAIS

Albert Antônio Andrade de Oliveira<sup>1</sup>  
Isadora Pinto Coelho de Pinho Tavares<sup>2</sup>  
Jackson Rodrigues Primo<sup>3</sup>  
Jeane Dantas de Carvalho<sup>4</sup>  
Lucas Martins Sathler Berbert<sup>5</sup>  
Marconi Rocha da Silveira<sup>6</sup>  
Patricia Gaspar Costa<sup>7</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

A segurança hídrica, como abordado no capítulo introdutório, é definida pela Unesco como a *“capacidade de assegurar a uma população o acesso a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável com a finalidade de sustentar a saúde humana e a saúde dos ecossistemas, em uma bacia hidrográfica”* (Unesco, 2012). Desta forma, entende-se que a segurança hídrica está relacionada com a gestão do uso dos recursos hídricos, tanto da demanda quanto da sua disponibilidade.

Acrescenta-se que a gestão de recursos hídricos entrou como prioridade na agenda internacional pela identificação da água enquanto recurso natural provedora das atividades econômicas, sociais, além do equilíbrio das funções ecossistêmicas (MELO; JOHNSON, 2017).

E os desafios são crescentes. Projeções futuras, em nível global, demonstram um aumento de 30% na demanda de água até 2050, decorrente da semelhante projeção para a produção de alimento, energia e industrial para atendimento da população mundial (UNESCO, 2012, 2016, 2019; SILVA; PEREIRA, 2019; ALCAMO *et al.* 2000).

Segundo os autores Brito, Silva e Porto (2007), apesar de o Brasil estar incluído entre os países de maior reserva de água doce, com uma disponibilidade hídrica per capita variando de 1.835 m<sup>3</sup>/hab./ano na bacia hidrográfica do Atlântico Leste a 628.938 m<sup>3</sup>/hab./ano na bacia hidrográfica Amazônica, devido às suas dimensões geográficas e diversidade climática, em algumas regiões registram-se sérios problemas de escassez hídrica.

Em Minas Gerais, o cenário não é diferente, pois a demanda tem sido crescente ao longo dos anos, conforme dados dos relatórios de situação emitidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam). Observa-se que no período de 1999 a 2008 foram emitidas 4.212 portarias de outorgas e, no período de 2009 a 2018, 16.924 portarias (IGAM, 2019).

O aumento da demanda, associado a problemas ambientais e climáticos geram, em alguns casos, conflitos pelo uso da água. Atualmente existem 67 áreas de conflito no estado, declaradas oficialmente pelo Igam.

<sup>1</sup> Geógrafo e Engenheiro Civil. Analista Ambiental do Igam.

<sup>2</sup> Geóloga. Mestre em Geologia Econômica e Aplicada – Hidrogeologia. Analista Ambiental do Igam.

<sup>3</sup> Engenheiro Hídrico. Analista Ambiental do Igam.

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma. Mestre em Sustentabilidade em Recursos Hídricos. Analista Ambiental do Igam.

<sup>5</sup> Engenheiro Ambiental. Analista Ambiental do Igam.

<sup>6</sup> Historiador. Especialista em Políticas Públicas. Servidor público do Igam.

<sup>7</sup> Engenheira Agrônoma. Mestre em Tecnologias e Inovações Ambientais. Analista Ambiental do Igam.



O conflito pelo uso da água ocorre quando existem demandas cujo somatório supere os 30% ou 50% de  $Q_{7,10}$ , vazão de referência definida para outorga no estado (MINAS GERAIS, 2019) .

Para assegurar a gestão integrada dos aspectos quantitativos e qualitativos da água e, assim, garantir o atendimento às demandas com a preservação do meio ambiente e a promoção do desenvolvimento socioeconômico de uma região, as Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, instituídas respectivamente pelas Leis nº 9.433/97 e 13.199/99, estabeleceram instrumentos de gestão, dentre eles, a [outorga de direito de uso da água](#).

*Tem como finalidade avaliar demandas e disponibilidades de forma a garantir o atendimento aos usos atuais e futuros da água.*

Em Minas Gerais, a outorga é analisada e concedida por ato do Igam. Para o uso de água superficial, os critérios para concessão são baseados no uso de percentuais das vazões mínimas observadas em períodos de estiagem (vazões de referência). Já para autorizar a exploração por meio de água subterrânea, o usuário deverá operar a sua captação de modo a assegurar a capacidade do aquífero evitando desperdício.

Os tópicos a seguir apresentarão um diagnóstico do uso da água em Minas Gerais, assim como ações para a garantia dos usos múltiplos e a efetiva gestão dos recursos hídricos no Estado.

## 2 REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM MINAS GERAIS

O Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (PERH-MG) define a  $Q_{7,10}$  (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência) como a vazão de referência para emissão de outorga no estado (MINAS GERAIS, 2011) e a Portaria Igam nº 48/2019 define os percentuais aplicáveis da vazão de referência para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH), sendo o limite máximo outorgável em 50% da  $Q_{7,10}$  para a maioria das bacias hidrográficas do estado, exceto para as UPGRHs Rio Pará, Rio Paraopeba, Rio das Velhas, Rios Jequitaiá e Pacuí, Rio Urucuia, Rio Pandeiros e Rio Verde Grande que o limite máximo outorgável em condições naturais é 30% da  $Q_{7,10}$ , (MAPA 1).

Respeitando a diversidade climática e de disponibilidade hídrica das regiões e bacias hidrográficas mineiras, a referida portaria estabelece, portanto, os limites máximos de captações da vazão de referência, bem como os fluxos residuais mínimos com percentuais diferenciados, reforçando o protagonismo dos comitês de bacias no estabelecimento de metas finais e intermediárias para o [enquadramento dos corpos de água](#).

*Estabelecimento de meta de qualidade a ser, obrigatoriamente, alcançada ou mantida em um corpo de água, de acordo com seus usos preponderantes, ao longo do tempo.*

Já para autorizar a exploração por meio de água subterrânea, de acordo com a Lei nº 13.771/2000, o usuário deverá operar a sua captação de modo a assegurar a capacidade do aquífero evitando desperdício, cabendo ao Igam exigir a recuperação dos danos que vierem a ser causados (MINAS GERAIS, 2000).



**Portarias de outorgas de direito de uso da água concedidas pelo Estado - MG**  
Sistema Integrado de Informações Ambientais (Siam) – dezembro/2019

27.443 portarias de outorgas vigentes:

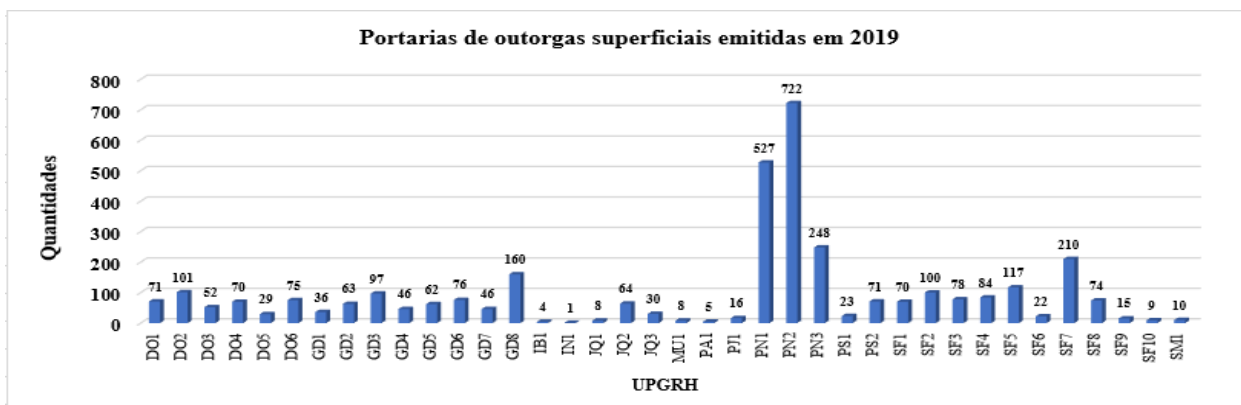
- 10.171 portarias de outorgas superficiais; e
- 17.272 portarias de outorgas subterrâneas.

Os usos subterrâneos eram 25,9% superiores aos usos superficiais.



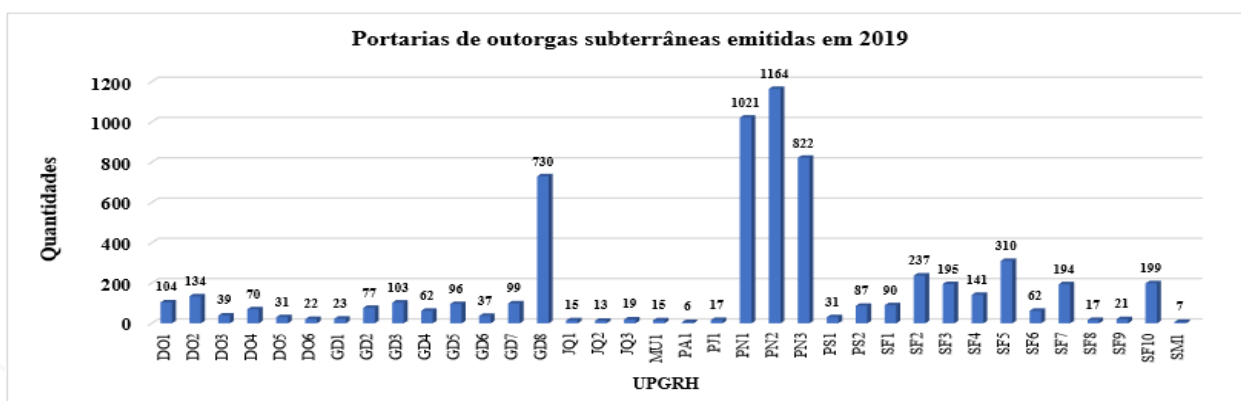
Considerando os dados apresentados, destaca-se que das portarias de outorgas vigentes, 9810 foram emitidas em 2019, destas 3500 são portarias de outorgas superficiais e 6310, de outorgas subterrâneas. Nos gráficos 1 e 2, é possível verificar o número de portarias emitidas em 2019, por UPGRH.

Gráfico 1 – Portarias de Outorgas superficiais emitidas em 2019 por UPGRH



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 2 – Portarias de Outorgas subterrâneas emitidas em 2019 por UPGRH



Fonte: Igam (2020)

As UPGRHs que tiveram os maiores números de portarias de outorgas concedidas para os usos superficiais foram: Baixo Rio Grande (GD8), Afluentes Mineiro do Alto Paranaíba (PN1), Rio Araguari (PN2), Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3) e do Rio Paracatu (SF7). Para os usos subterrâneos praticamente as demandas foram coincidentes em relação a GD8, PN1, PN2 e PN3, diferenciando na Bacia do São Francisco onde a UPGRH Rio das Velhas (SF5) teve mais portarias subterrâneas que superficiais.

## 2.1 Usos insignificantes

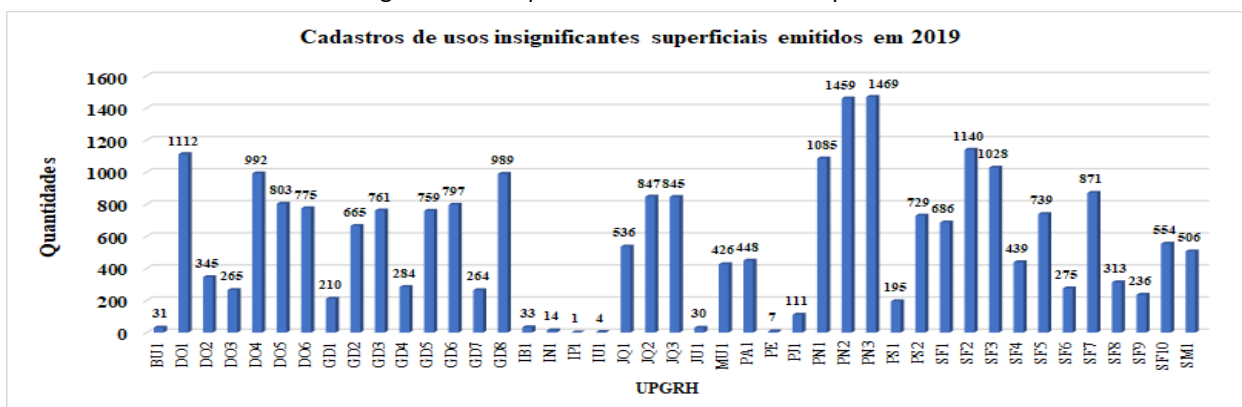
As normas que regulam os usos insignificantes são:

- DN CERH-MG nº 09/2004: *que define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais; e*
- DN CERH nº 34/2010: *que define o uso insignificante de poços tubulares localizados nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos que menciona e dá outras providências.*

De acordo com dados levantados no Siam em dezembro de 2019, o estado possuía 138.386 cadastros de usos insignificantes vigentes, sendo 75.303 cadastros insignificantes superficiais e 63.083 cadastros de usos insignificantes subterrâneos.

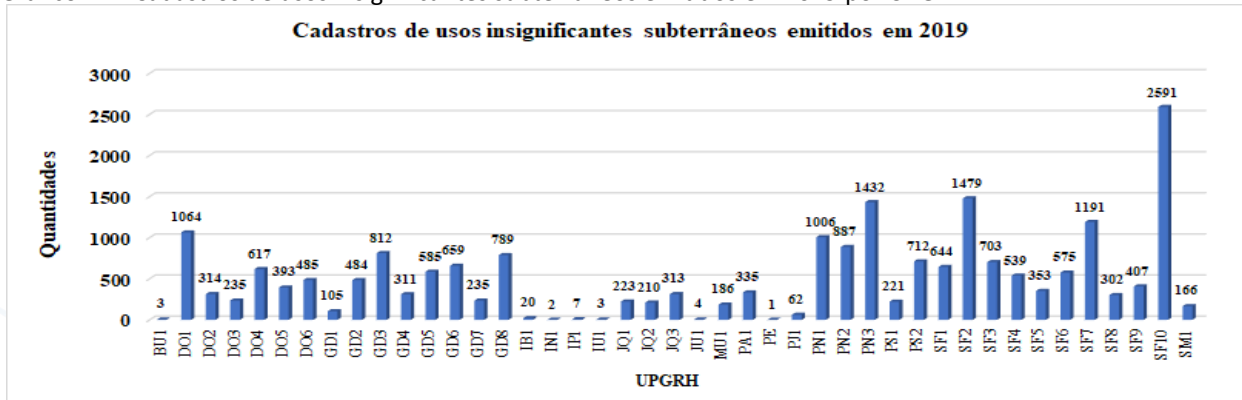
Destaca-se que destes cadastros vigentes, 45.743 foram emitidos em 2019, sendo 24.078 cadastros superficiais e 21.665 cadastros subterrâneos (GRÁFICO 3 e 4).

Gráfico 3 — Cadastros de usos insignificantes superficiais emitidos em 2019 por UPGRH



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 4 — Cadastros de usos insignificantes subterrâneos emitidos em 2019 por UPGRH



Fonte: : Igam (2020)

As UPGRHs que tiveram os maiores números de cadastros de usos insignificantes superficiais foram do Rio Piranga (DO1), Afluentes Mineiro do Alto Paranaíba (PN1), Rio Araguari (PN2), Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3), do Rio Pará (SF2) e do Rio Paraopeba (SF3) enquanto para os usos subterrâneos foram: Rio Piranga (DO1), PN1, PN3, SF2, Rio Paracatu (SF7) e Rio Verde Grande (SF10). Além disso, é importante destacar a quantidade de cadastros subterrâneos na UPGRH SF10 que pode estar correlacionada com a pouca disponibilidade hídrica superficial da região. Esta situação pode ser melhor compreendida no tópico 3.1.

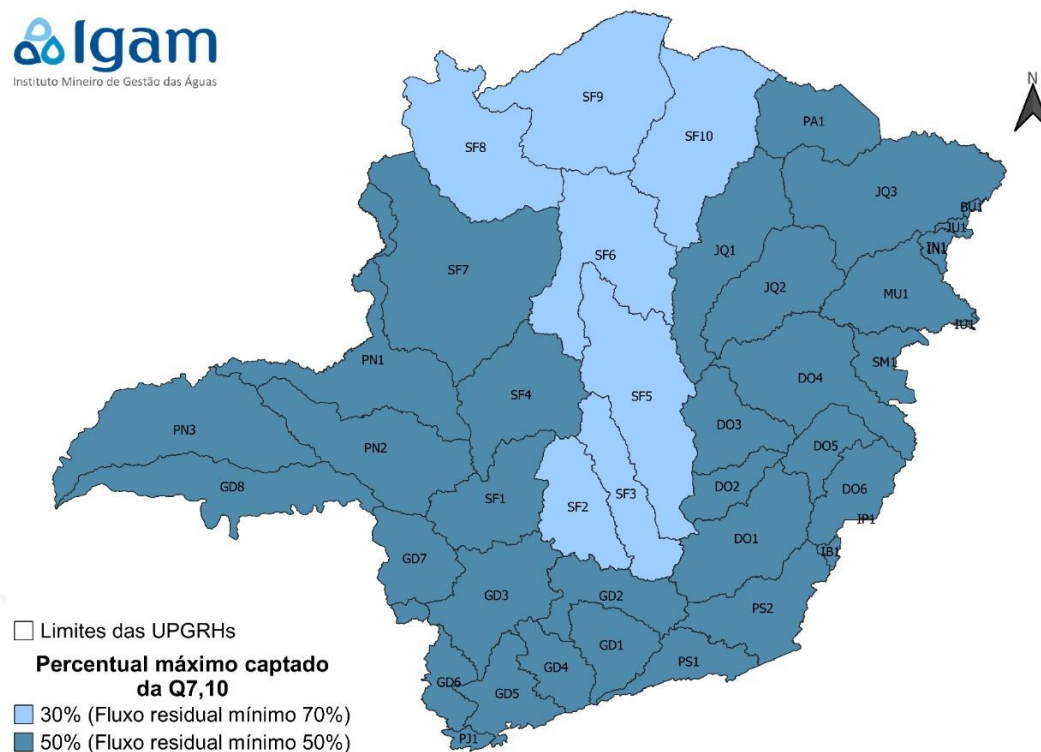
### 3 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

A disponibilidade hídrica (DH) superficial e subterrânea de uma determinada bacia depende de alguns fatores como a topografia, a geologia e o clima. Ressalta-se que a DH é variável ao longo do tempo e espaço, pois depende de outros aspectos como: ambientais, políticos, hidrológicos, sociais e econômicos que são essenciais para sua determinação e associados a incertezas de difícil quantificação (CAMARA, 2003; CRUZ, 2001).

Feitosa *et al.* (2008) apontam que para verificar a disponibilidade hídrica dos recursos subterrâneos, considerando os usos múltiplos, como o uso para consumo humano, industrial ou agrícola, é importante analisar características físicas, físico-químicas e biológicas da água, considerando, assim, tanto os parâmetros quantitativos quanto parâmetros de aspectos qualitativos da água.

Já a disponibilidade hídrica superficial está diretamente relacionada com a vazão de referência adotada nos estados. De acordo com Camara (2003) a vazão de referência é um valor de vazão ou fração desta que representa o limite superior de utilização da água em um curso d'água. Conforme já informado, a Portaria Igam nº 48/2019 define a  $Q_{7,10}$  como a vazão de referência a ser utilizada para o cálculo das disponibilidades hídricas superficiais em Minas Gerais. No Mapa 1, é possível visualizar as UPGRHs para as quais a referida portaria define o limite máximo outorgável em 50% da  $Q_{7,10}$ , e aquelas UPGRHs - Rio Pará, Rio Paraopeba, Rio das Velhas, Rios Jequitaí e Pacuí, Rio Urucuia, Rio Pandeiros e Rio Verde Grande, cujo limite máximo outorgável em condições naturais é 30% da  $Q_{7,10}$ .

Mapa 1 – Limite outorgável nas unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos MG



Fonte: Igam (2019)

Para Amorim Júnior (2014), a disponibilidade hídrica pode ser compreendida como a vazão de referência, sendo que parte dessa água é utilizada pela sociedade para realizar suas necessidades e parte é mantida no curso de água com o objetivo de conservar a integridade ecológica e ambiental, e também atender a usos não consuntivos, ou seja, que não necessitam da extração ou captação no corpo hídrico, como lazer, recreação e navegação.

Na análise de concessão de outorga, o conhecimento da disponibilidade de água é a informação básica para a tomada de decisão. De acordo com Cruz e Silveira (2007) para implementação da outorga devem ser elaborados estudos de quantificação da disponibilidade hídrica nos cursos de águas. Dessa forma, nas regiões que os cursos de água não possuem monitoramento de vazões, devem ser realizados estudos hidrológicos para obter as estimativas de disponibilidade hídrica. Um dos métodos mais utilizados é a regionalização de vazão (SILVA *et al.*, 2006).

Sendo Minas Gerais um estado com grande dimensão territorial, há uma dificuldade na obtenção de informações hidrológicas para todos os locais de interesse. Por esta razão utiliza-se da referida técnica de regionalização de vazões, já que o método permite estimar a disponibilidade hídrica para os cursos de água presentes em uma bacia hidrográfica por meio da interpolação dos dados da rede fluviométrica existente.



**Metodologias para calcular a disponibilidade hídrica disponíveis na Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema):**

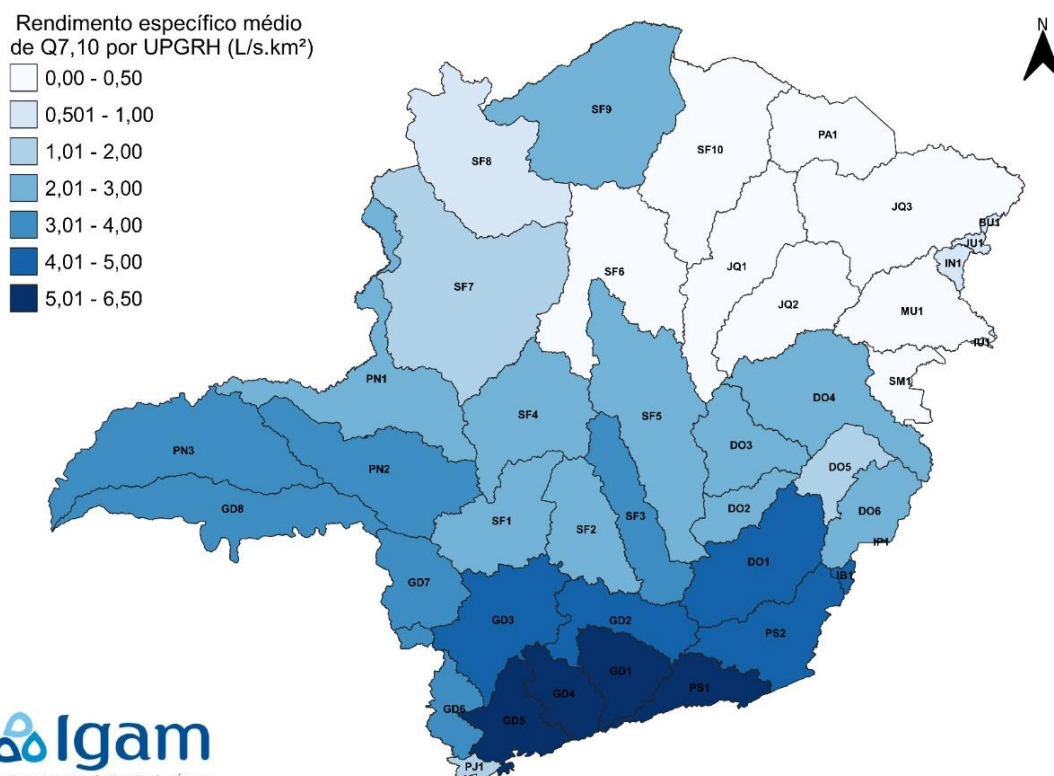
<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>

- ✓ **Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais (SOUZA, 1993);** onde a obtenção da  $Q_{7,10}$  é realizada a partir da sobreposição da área de drenagem da seção de interesse em relação aos mapas temáticos;
- ✓ **Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas (IGAM; UFV, 2012),** que desenvolveu um sistema informatizado que fornece, para as seções fluviais de domínio Estadual, as vazões mínimas  $Q_{7,10}$  ;  $Q_{90}$  ;  $Q_{95}$  e a vazão média  $Q_{mld}$  para todas as UPGRHs do Estado de Minas Gerais .

### 3.1 Disponibilidade Hídrica Superficial

Em relação à disponibilidade hídrica superficial no estado, o Mapa 2 apresenta a situação das principais bacias. Cabe ressaltar que foram utilizadas as metodologias de quantificação de vazão disponíveis na IDE-Sisema. Sendo assim, foi determinado o rendimento específico médio da  $Q_{7,10}$  por UPGRH, desta maneira, dentro de uma mesma unidade podem ter bacias com maior disponibilidade hídrica e outras com índices menores.

Mapa 2 — Disponibilidade Hídrica Superficial em Minas Gerais



Fonte: Igam (2020)

No mapa anterior, é possível observar que as UPGRHs dos Rios Preto e Paraíba (PS1), Pomba e Muriaé (PS2), Piranga (DO1), Alto Rio Grande (GD1), Vertentes do Rio Grande (GD2), Entorno do Reservatório de Furnas (GD3), Rio Verde (GD4) e Rio Sapucaí (GD5) apresentam os maiores rendimentos específicos, ou seja, possuem as maiores disponibilidades hídricas superficiais. Ressalta-se que essas UPGRHs estão localizadas em regiões que possuem os maiores índices pluviométricos do estado, conforme indicado no relatório de Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais de 2019, corroborando com Camara (2003) e Cruz (2001).

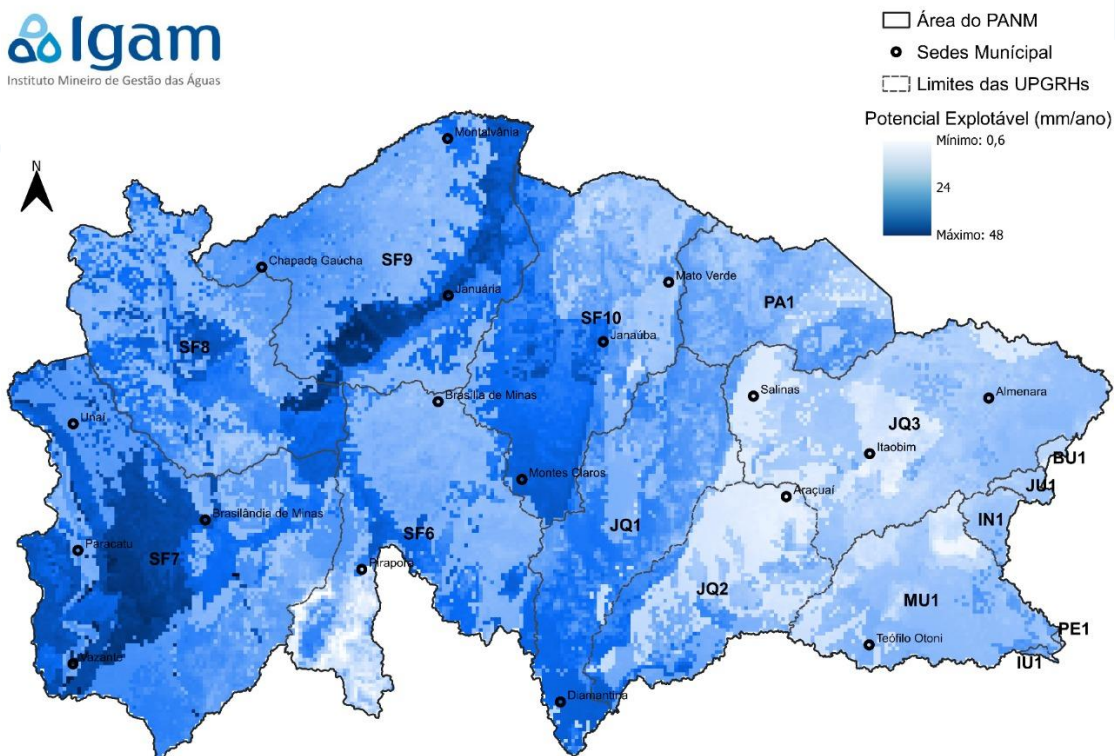
Por outro lado, as UPGRHs dos Rios São Mateus (SM1), Mucuri (MU1), Jequitinhonha (JQ1, JQ2 e JQ3), Mosquito e afluentes do Rio Pardo (PA1), Jequitai e Pacuí (SF6) e Verde Grande (SF10) localizadas ao Norte e Nordeste do estado de Minas Gerais apresentam os menores rendimentos específicos, indicando que possuem menor disponibilidade hídrica superficial.

### 3.2 Disponibilidade Hídrica Subterrânea

O Projeto Águas do Norte de Minas (PANM), que será apresentado mais detalhadamente a seguir, possibilitou ao estado a realização do cálculo de disponibilidade hídrica subterrânea na porção semiárida mineira, a qual compreende as UPGRHs das Regiões Noroeste, Nordeste e Norte de Minas. A disponibilidade hídrica calculada pelo projeto é representada pelo valor de Recurso Potencial Explotável (RPE), o qual é definido como sendo a quantidade de água armazenada no aquífero e disponível para o uso, de forma que sua extração não comprometa a parcela do fluxo de base utilizada como referência para a outorga de água superficial.

O Mapa 3 mostra o resultado do cálculo da disponibilidade hídrica subterrânea para essa porção do estado.

Mapa 3 — Recurso Potencial Explotável por UPGRH



Fonte: Adaptado de Serviço Geológico do Brasil (2019)

Observa-se que os maiores valores estão localizados nas Bacias dos Rios São Francisco e Alto Jequitinhonha. Além disso, foi avaliado que a UPGRH do Rio Paracatu (SF7) possui a maior capacidade de exploração de água subterrânea, enquanto a Bacia do Rio Buranhém (BU1) a menor (TABELA 1). Por fim, os autores ainda indicam como um resultado interessante o fato de a disponibilidade hídrica subterrânea de algumas UPGRHs da região ser bastante representativa em relação à superficial.

Tabela 1 — Valores específicos do Recurso Potencial Explotável e da Vazão Média de Longo Termo

UPGRH	Nome	Bacia hidrográfica	RPE* (L/s/km <sup>2</sup> )	VMLT* (L/s/km <sup>2</sup> )
BU1	Rio Buranhém	Rio Buranhém	0,21	10,07
IT1	Rio Itanhém	Rio Alcobaça ou Itanhem	0,31	5,91
JQ1	Alto Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	0,57	7,81
JQ2	Rio Araçuaí	Rio Jequitinhonha	0,33	6,37
JQ3	Médio/Baixo Rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	0,26	2,86
JU1	Rio Jucuruçu	Rio Jucuruçu	0,29	7,80
MU1	Rio Mucuri	Rio Mucuri	0,31	9,19
PA1	Rio Mosquito	Rio Pardo	0,40	1,73
SF6	Rios Jequitai e Pacuí	Rio São Francisco	0,45	6,31
SF7	Rio Paracatu	Rio São Francisco	0,71	11,88
SF8	Rio Urucuia	Rio São Francisco	0,58	10,71
SF9	Rios Pandeiros e Calindó	Rio São Francisco	0,60	5,36
SF10	Afluentes do Rio Verde Grande	Rio São Francisco	0,56	1,05

Fonte: Adaptado de Serviço Geológico do Brasil (2019)

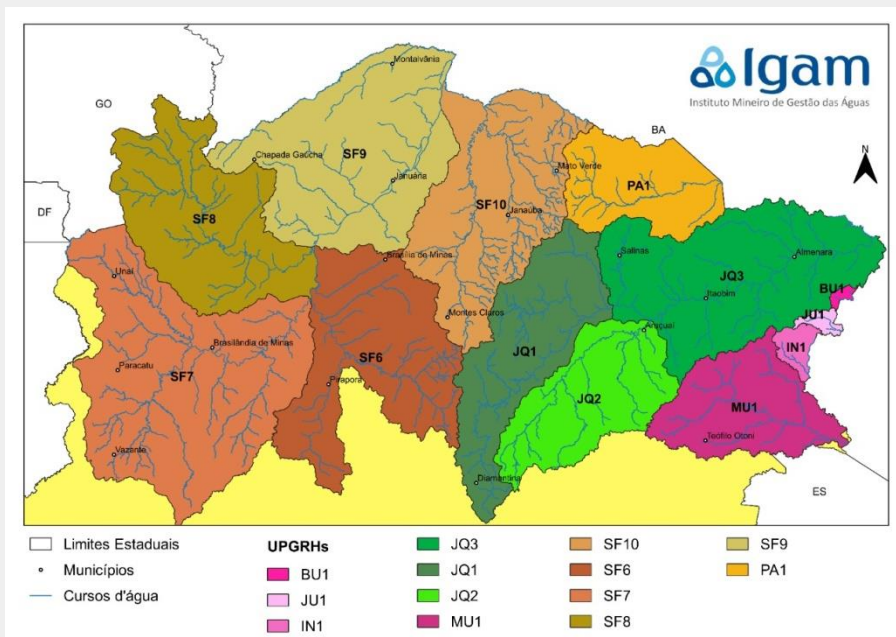
Nota: RPE – Recurso Potencial Explotável; VMLT – Vazão Média de Longo Termo.

### PROJETO ÁGUAS DO NORTE DE MINAS – PANM

O Projeto foi concebido em 2010, motivado pela necessidade de validação dos valores definidos na Deliberação Normativa CERH-MG n° 34/2010 para usos insignificantes para explorações realizadas por meio de poços tubulares. Foi executado através de um convênio celebrado entre a Semad, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Fundação Educativa de Rádio e Televisão de Ouro Preto (FEOP). Teve a colaboração do Igam, do Fundo de Recuperação Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Fhidro), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e da Secretaria de Ciência e Tecnologia e Ensino Superior do Estado de Minas Gerais (Sectes).

Concluído em 2019, tem como principais resultados a avaliação da disponibilidade hídrica subterrânea das Regiões Noroeste, Nordeste e Norte do estado, compreendida pelas UPGRHs dos Rios Jequitai e Pacuí (SF6), Rio Paracatu (SF7), Rio Urucuia (SF8), Afluente Mineiros do Médio Rio São Francisco (SF9), Rio Verde Grande (SF10), Rio Jequitinhonha (JQ1, JQ2 e JQ3), Rio Mosquito e demais Afluentes do Rio Pardo (PA1), Rio Mucuri (MU1,) e Bacias dos Rios Jucuruçu e Itanhém, além da definição do valor da vazão insignificante de captação por meio de poços tubulares para as regiões citadas (MAPA 4).

Mapa 4 — Mapa de localização das UPGRHs inseridas na área do PANM



Fonte: Adaptado de Serviço Geológico do Brasil (2019)

O Igam coordenou um Grupo Técnico de Trabalho para promover a implementação desses estudos no âmbito da gestão de recursos hídricos estadual. Dessa forma, foi produzida uma minuta de Deliberação Normativa para substituição à DN CERH-MG nº 34/2010, que ainda está em vigor.

Considerando que as regiões noroeste, norte e nordeste de Minas Gerais apresentam maior fragilidade em termos de disponibilidade para os usos e demanda hídrica, as ações apresentadas auxiliam na identificação dessas áreas como sendo prioritárias para a identificação de ações que fomentem o incremento da disponibilidade com vistas a aumentar a segurança hídrica em todas as suas dimensões. Nos capítulos a seguir serão abordadas ações de monitoramento hidrometeorológico e de qualidade que identificam situações graves para outras regiões do Estado, demonstrando que ações distintas devem ser adotadas, de acordo com as características físicas, climáticas, ecossistêmicas, econômicas e sociais de cada região ou bacia hidrográfica.

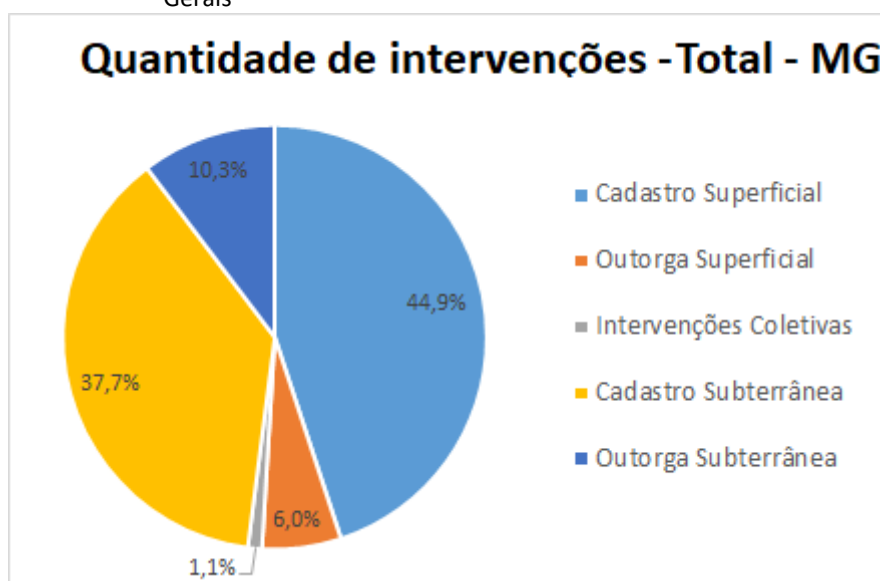
#### Mais informações sobre o PANM

<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Projetos/Projeto-Aguas-do-Norte-de-Minas---PANM-5664.html>

## 4 DEMANDA

Neste trabalho, considera-se como demanda hídrica a quantidade de água utilizada pela população para diversos usos - abastecimento público, irrigação, dentre outros. Dessa forma, a demanda atual total de água em Minas Gerais que está autorizada por meio de outorgas e cadastro de uso insignificante (GRÁFICO 5).

Gráfico 5 — Demanda total de regularizações de recursos hídricos em Minas Gerais

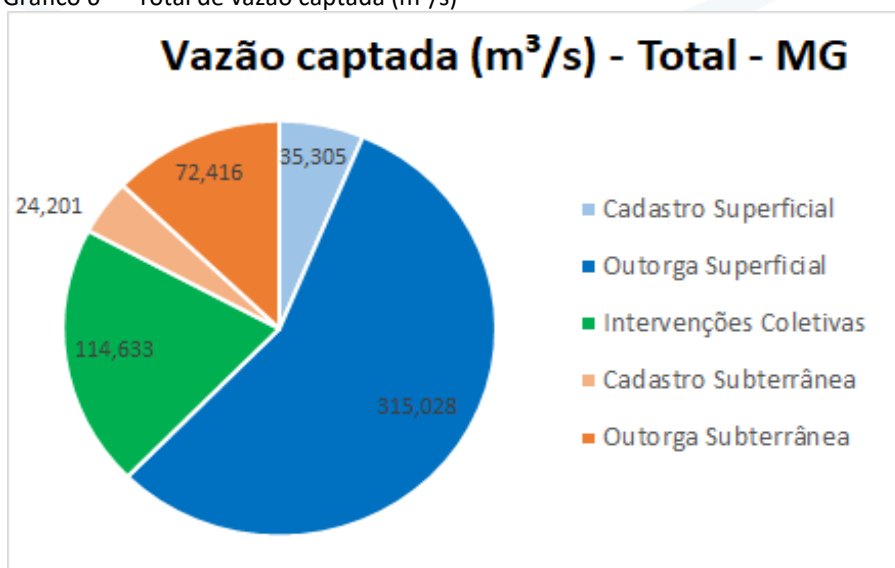


Fonte: Igam (2020)

De acordo com dados coletados no Siam, ao final de 2019, Minas Gerais possuía cerca de 167.528 intervenções em recursos hídricos vigentes, sendo: 75.303 usos insignificantes superficiais, 63.083 usos insignificantes subterrâneos, 17.272 outorgas subterrâneas, 10.074 outorgas superficiais individuais e 1.796 intervenções coletivas que estão distribuídas em 97 portarias de outorga coletiva, totalizando uma demanda de aproximadamente 561,6 m<sup>3</sup>/s.

As outorgas superficiais juntamente com as intervenções coletivas demandam aproximadamente 76,9% (561,584m/s) do total de vazão captada no estado. Isso considerando que todas as captações fossem realizadas ao mesmo tempo. Além disso, destaca-se que este valor se refere à demanda total sem contabilizar o efeito de regularização dos barramento. Para a contabilização, foi considerado o cenário mais crítico. Dessa forma, a demanda dos usos de água superficial é aproximadamente 82,8% do total captado enquanto os usos subterrâneos correspondem a 17,2% (GRÁFICO 6).

Gráfico 6 — Total de vazão captada (m<sup>3</sup>/s)



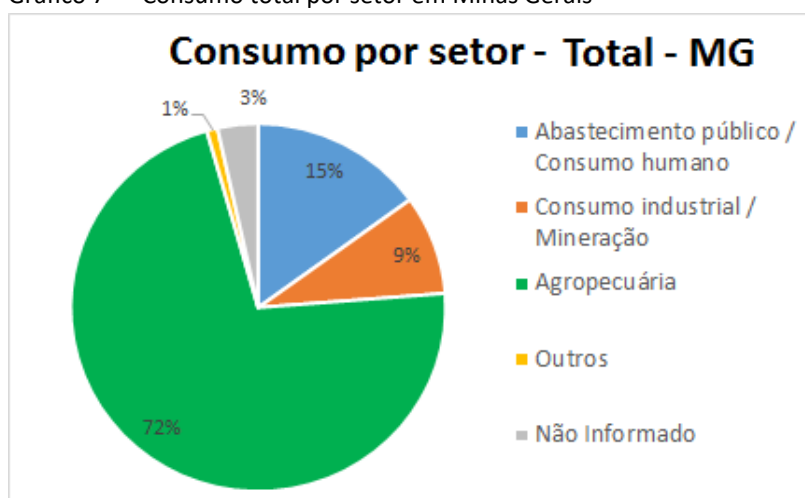
Fonte: Igam (2020)



Foi realizado o enquadramento das outorgas e cadastros por setores, para tanto foram utilizadas as finalidades informadas, sendo que para enquadrar em 'Agropecuária' tinha que constar uma das seguintes finalidades: irrigação, dessedentação de animais, aquicultura. Consumo industrial/Mineração tinha que constar: consumo industrial, consumo agroindustrial, extração mineral, pesquisa mineral, pesquisa hidrogeológica, rebaixamento de nível da água em mineração. Abastecimento público/Consumo humano tinha que constar: abastecimento público ou consumo humano. As finalidades que não se enquadraram nos três primeiros setores foram colocadas em Outro. As que não constava informação de finalidades foram enquadradas em Não Informado.

Na avaliação do consumo de água setorial, destaca-se o setor de agropecuária com a maior de demanda de consumo entre os setores (GRÁFICO 7).

Gráfico 7 — Consumo total por setor em Minas Gerais



Fonte: Igam (2020)

#### 4.1 Demanda por bacias federais

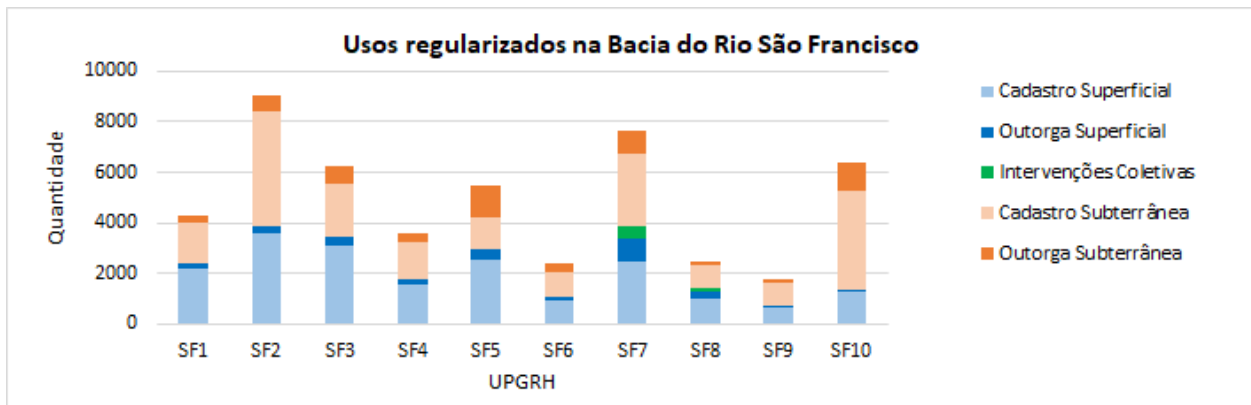
A seguir são abordados os usos outorgados nas bacias federais por UPGRH, onde apresenta a quantidade de usos regularizados vigentes ao final de 2019, vazão captada e o setor de consumo.

##### 4.1.1 Bacia do Rio São Francisco

A bacia do Rio São Francisco possui 49.352 usos regularizados, com vazão captada de 296,6 m<sup>3</sup>/s. As UPGRHs dos Rios Pará (SF2) e Paracatu (SF7) destacam-se com mais usos regularizados. As dos Rios Paraopeba (SF3), Velhas (SF5), Paracatu (SF7) e Urucuia (SF8) apresentam as maiores vazões captadas na bacia do Rio São Francisco (GRÁFICOS 8 e 9). Ressalta-se que as UPGRHs SF7 e SF8 possuem uma vazão outorgada representativa para as intervenções coletivas (GRÁFICO 9).

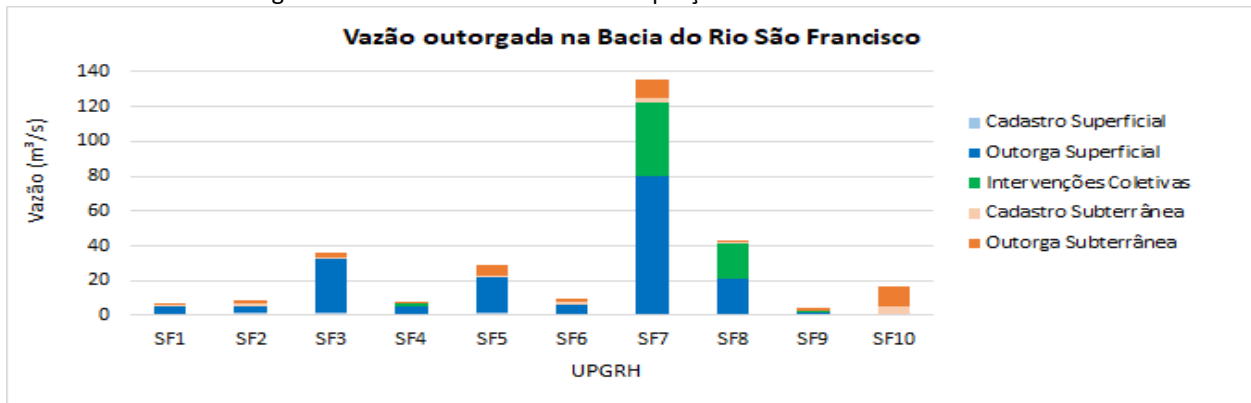
De acordo com o Gráfico 10, quando se observa a vazão outorgada por setor na bacia, o que apresenta maior demanda de água é o de agropecuária, tendo um grande destaque nas UPGRHs dos Rios Paracatu (SF7), Urucuia (SF8) e Verde Grande (SF10).

Gráfico 8 — Usos regularizados da Bacia do Rio São Francisco porção Mineira



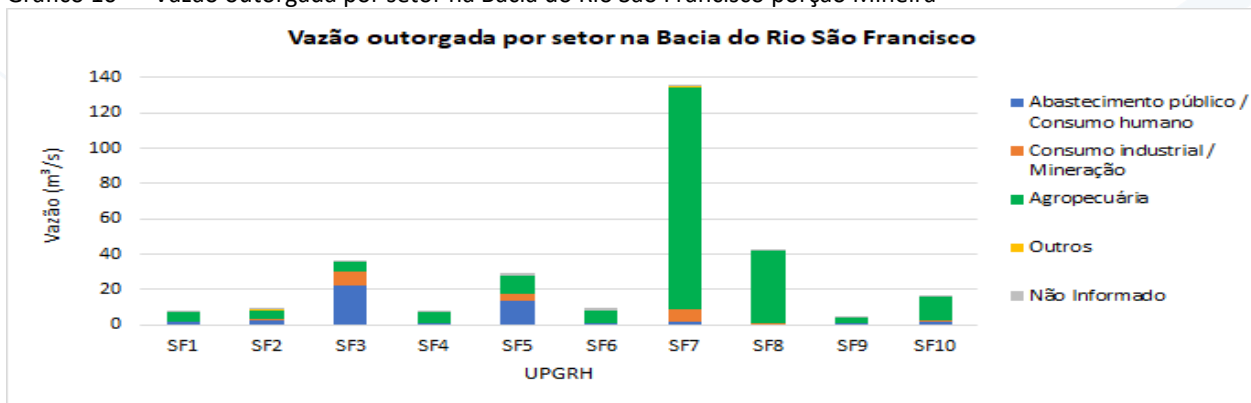
Fonte: Igam (2020)

Gráfico 9 — Vazão outorgada na Bacia do Rio São Francisco porção Mineira



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 10 — Vazão outorgada por setor na Bacia do Rio São Francisco porção Mineira



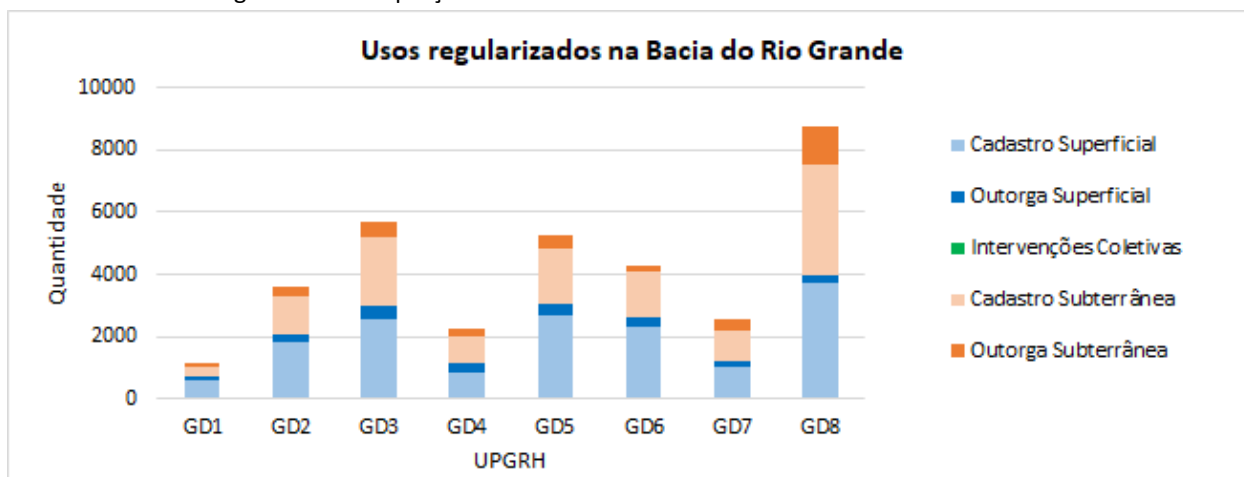
Fonte: Igam (2020)

#### 4.1.2 Bacia do Rio Grande

A bacia do Rio Grande conta 33.524 usos regularizados, com vazão captada de 56,6 m<sup>3</sup>/s sendo, que as UPGRHs do Entorno do Reservatório de Furnas (GD3), Rio Sapucaí (GD5) e Afluentes do Baixo Rio Grande (GD8) destacam-se com mais usos regularizados e maiores vazões captadas (GRÁFICOS 11 e 12).

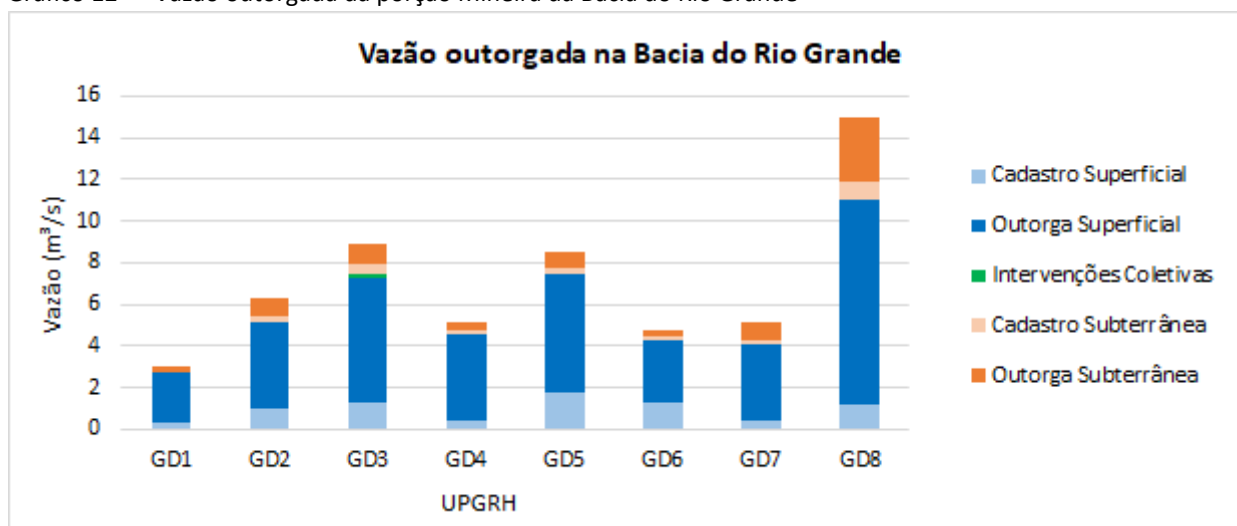
Em relação ao uso na bacia, o setor de agropecuária é o que se destaca, assim como na bacia do São Francisco, sendo que na bacia do rio Grande este uso se sobressai em todas as UPGRHs (GRÁFICO 13).

Gráfico 11 — Usos regularizados da porção Mineira da Bacia do Rio Grande



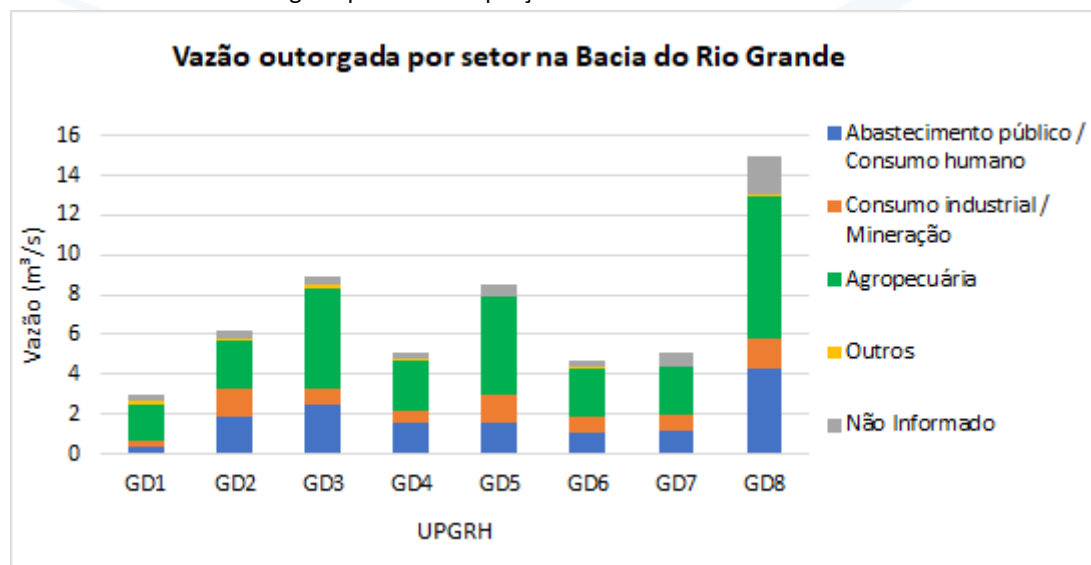
Fonte: Igam (2020)

Gráfico 12 — Vazão outorgada da porção Mineira da Bacia do Rio Grande



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 13 — Vazão outorgada por setor na porção Mineira da Bacia do Rio Grande



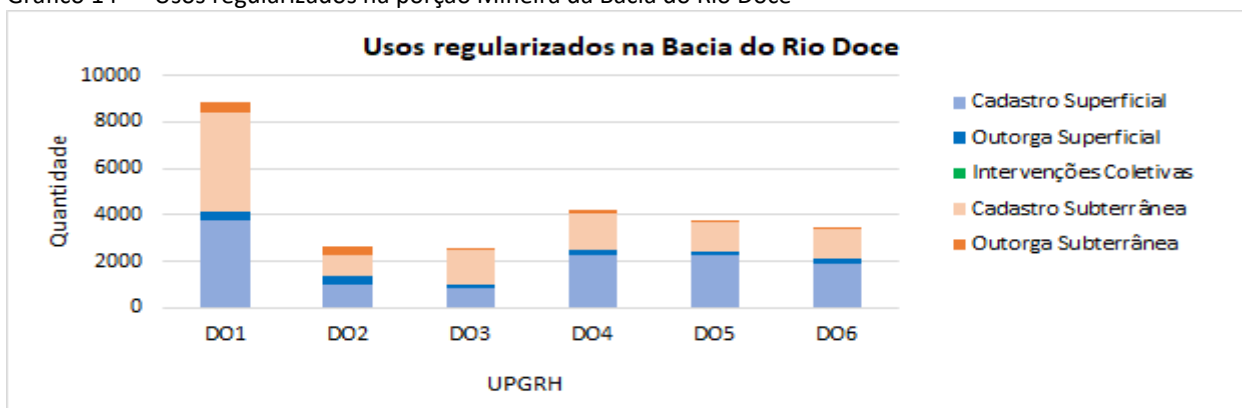
Fonte: Igam (2020)

### 4.1.3 Bacia do Rio Doce

A Bacia do Rio Doce possui 25.520 usos regularizados, com vazão captada de 32,4 m<sup>3</sup>/s. As UPGRHs dos Rios Piranga (DO1) e Suaçuí (DO4) destacam-se com mais usos regularizados. A UPGRHs DO1 e do Rio Piracicaba (DO2) apresentam as maiores vazões captadas (GRÁFICO 14 e 15).

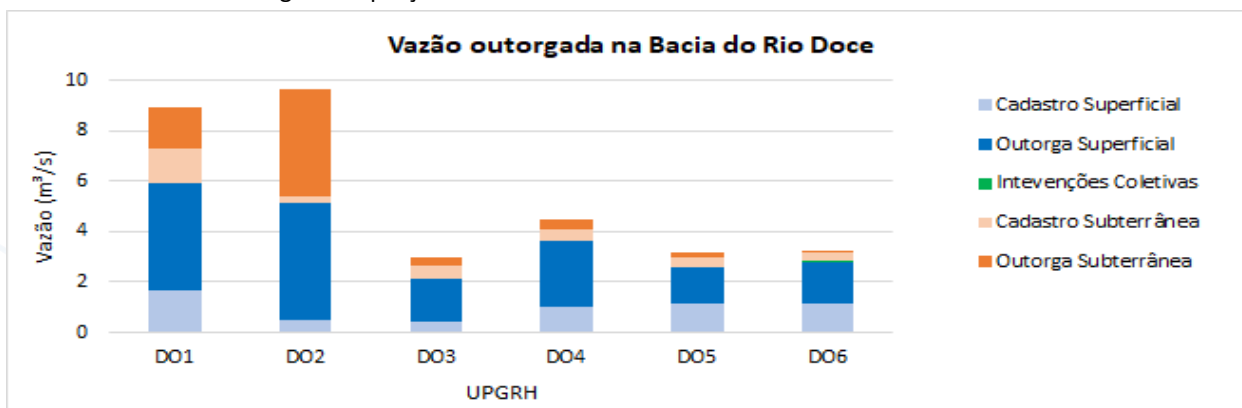
Quanto aos usos setoriais, a bacia é diversificada, mas o setor de agropecuária juntamente com o abastecimento público/consumo humano são predominantes, tendo um destaque diferenciado para a UPGRH DO2 com o consumo industrial/mineração com maior demanda de água (GRÁFICO 16).

Gráfico 14 — Usos regularizados na porção Mineira da Bacia do Rio Doce



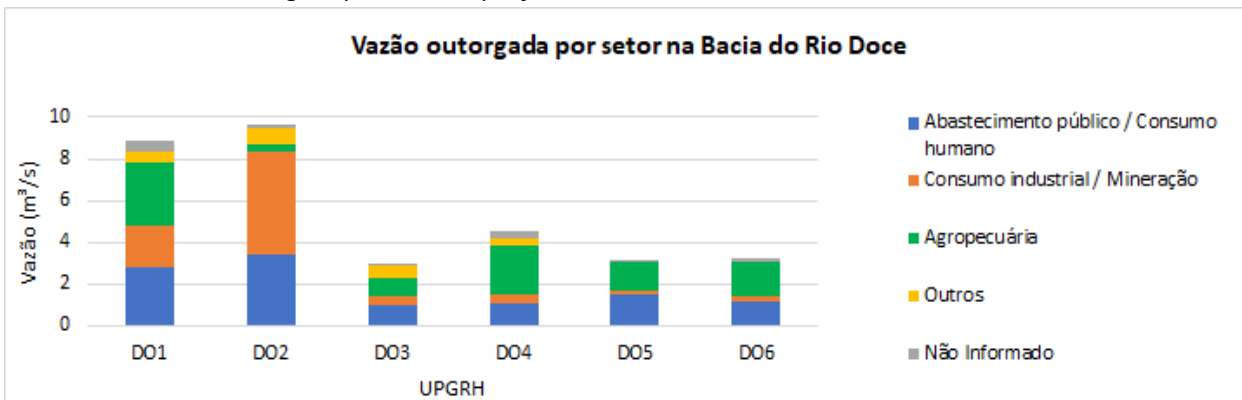
Fonte: Igam (2020)

Gráfico 15 — Vazão outorgada na porção Mineira da Bacia do Rio Doce



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 16 — Vazão outorgada por setor na porção Mineira da Bacia do Rio Doce



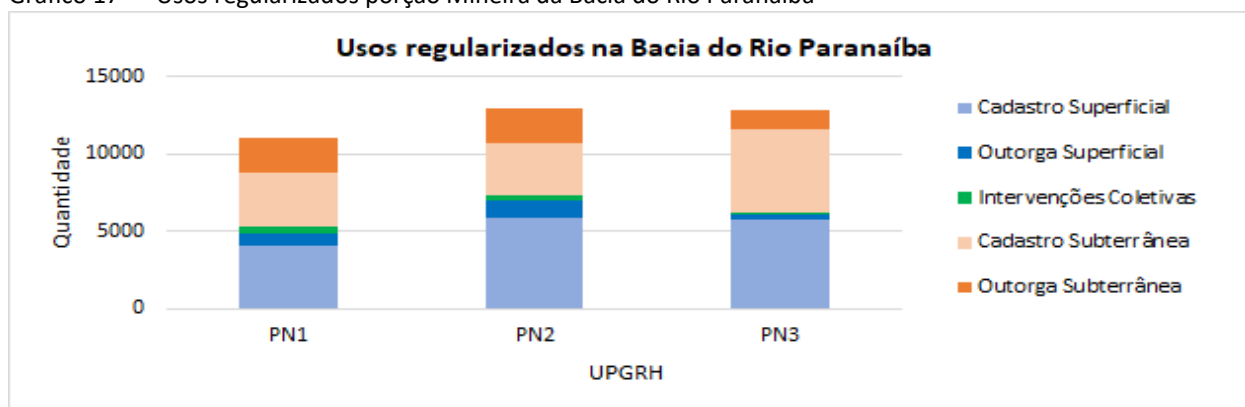
Fonte: Igam (2020)

#### 4.1.4 Bacia do Rio Paranaíba

Na Bacia do Rio Paranaíba verifica-se 36.853 de usos regularizados, com vazão captada de 150,0 m<sup>3</sup>/s. As UPGRHs do Rio Araguari (PN2) e Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3) destacam-se com mais usos regularizados, enquanto as UPGRHs dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1) e PN2 demandam praticamente a mesma quantidade de água na Bacia do Rio Paranaíba. Destaca-se que a bacia também possui uma significativa vazão outorgada para as intervenções de uso coletivo (GRÁFICO 17 e 18).

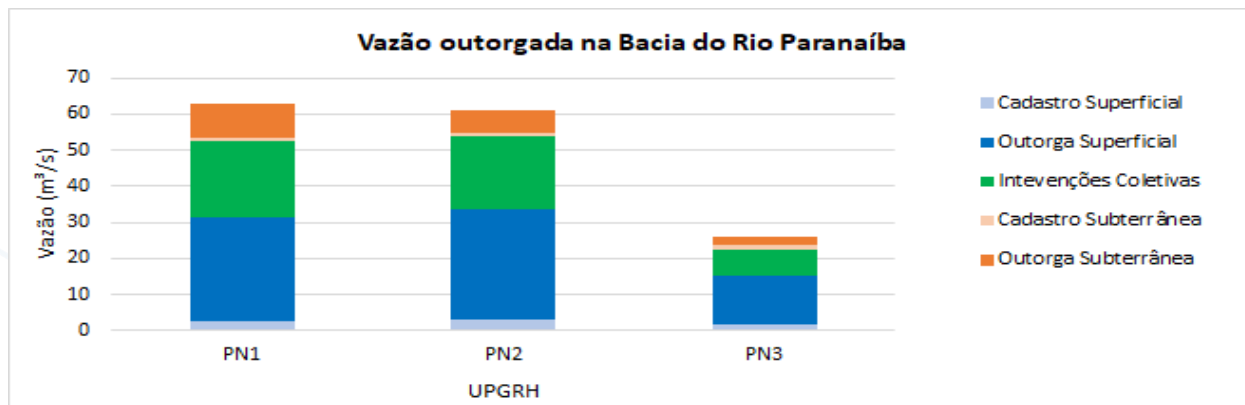
O setor de agropecuária é o que demanda maior vazão de uso na bacia (GRÁFICO 19).

Gráfico 17 — Usos regularizados porção Mineira da Bacia do Rio Paranaíba



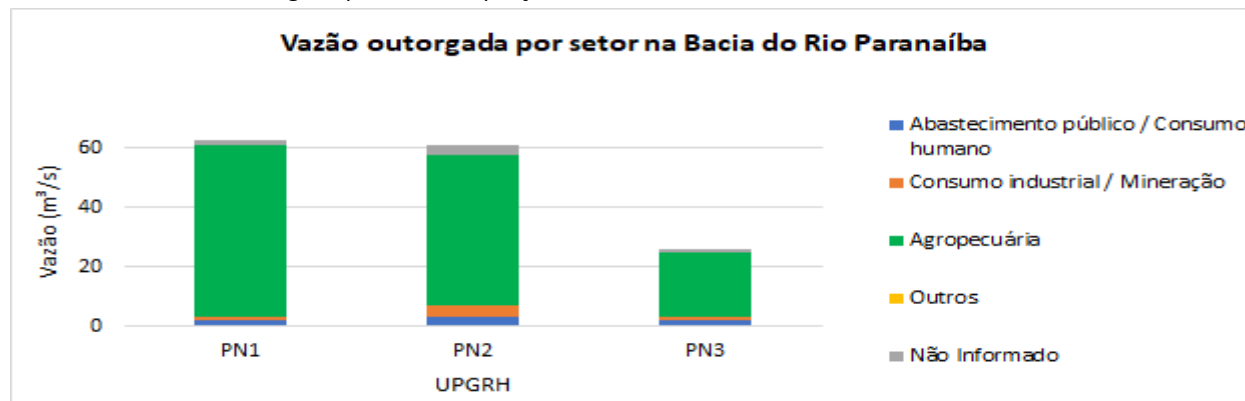
Fonte: Igam (2020)

Gráfico 18 — Vazão outorgada na porção Mineira da Bacia do Rio Paranaíba



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 19 — Vazão outorgada por setor na porção Mineira da bacia do Rio Paranaíba



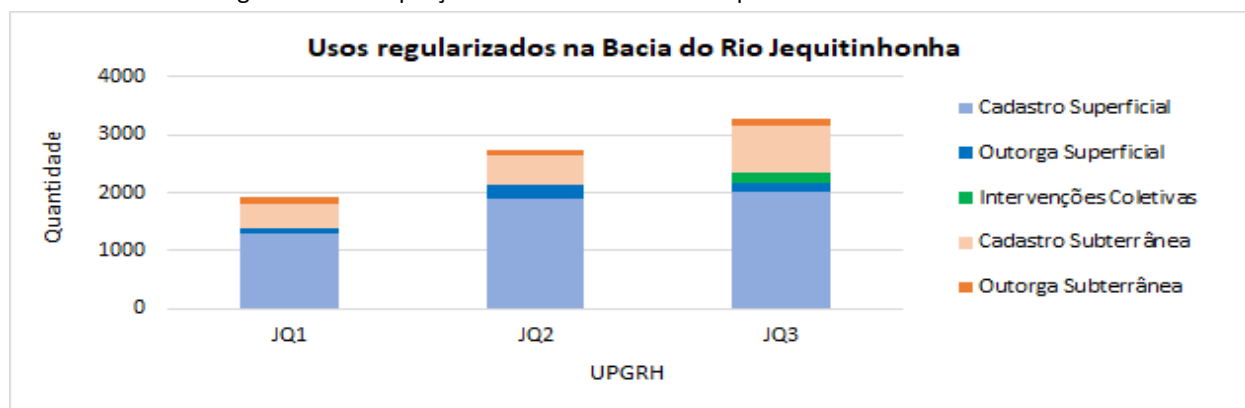
Fonte: Igam (2020)

#### 4.1.5 Bacia do Rio Jequitinhonha

A Bacia do Rio Jequitinhonha conta com 7.920 usos regularizados, e vazão captada de 10,9 m<sup>3</sup>/s. A UPGRH dos Alfuentes Mineiros do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha (JQ3) destaca-se com mais usos regularizados. As UPGRHs JQ3 e do Rio Araçuaí (JQ2) demandam a mesma quantidade de água na Bacia do Rio Jequitinhonha. A UPGRH JQ3 também se destaca pelo quantitativo de vazão outorgada para intervenções coletivas (GRÁFICO 20 e 21).

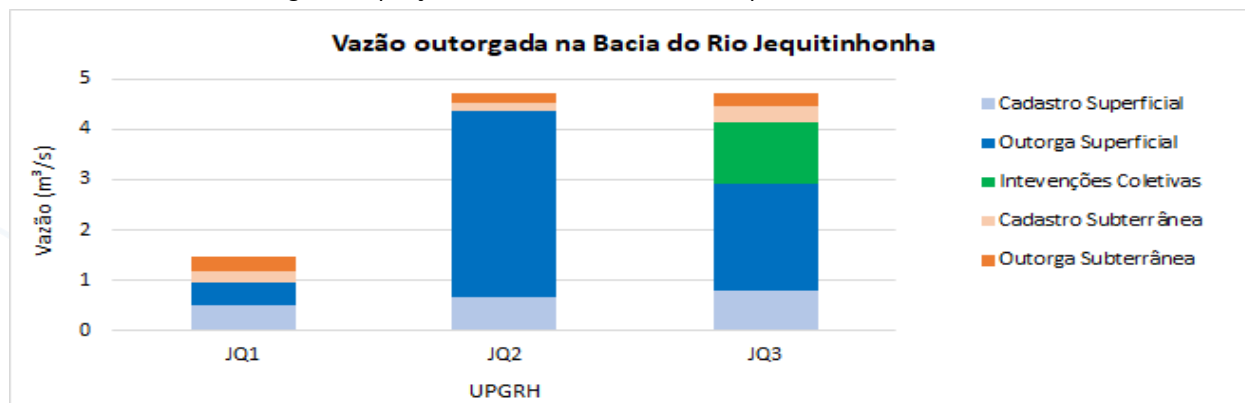
Quanto ao uso setorial da água na bacia, o setor de agropecuária é o que demanda maior vazão, sendo predominante na bacia, assim como na bacia do Paranaíba (GRÁFICO 22).

Gráfico 20 — Usos regularizados na porção Mineira Bacia do Rio Jequitinhonha



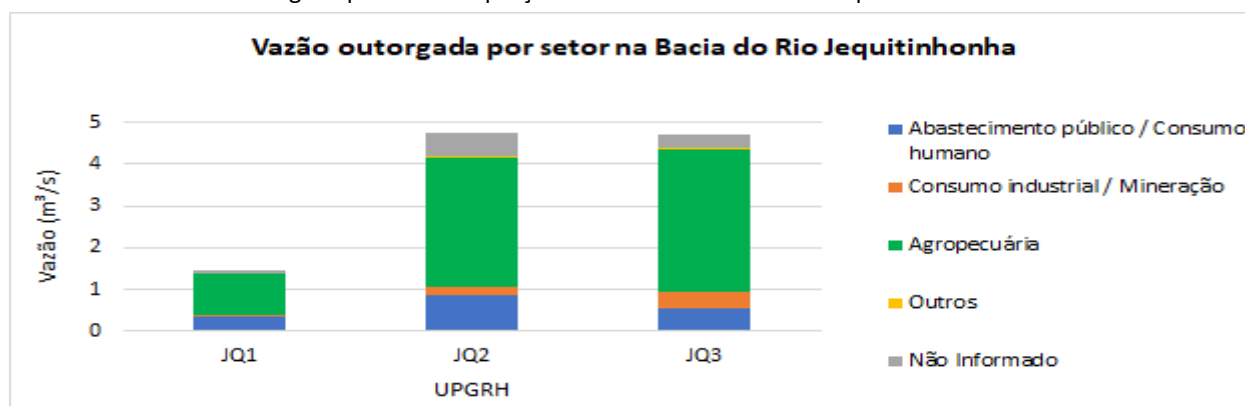
Fonte: Igam (2020)

Gráfico 21 — Vazão outorgada na porção Mineira da Bacia do Rio Jequitinhonha



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 22 — Vazão outorgada por setor na porção Mineira da Bacia do Rio Jequitinhonha



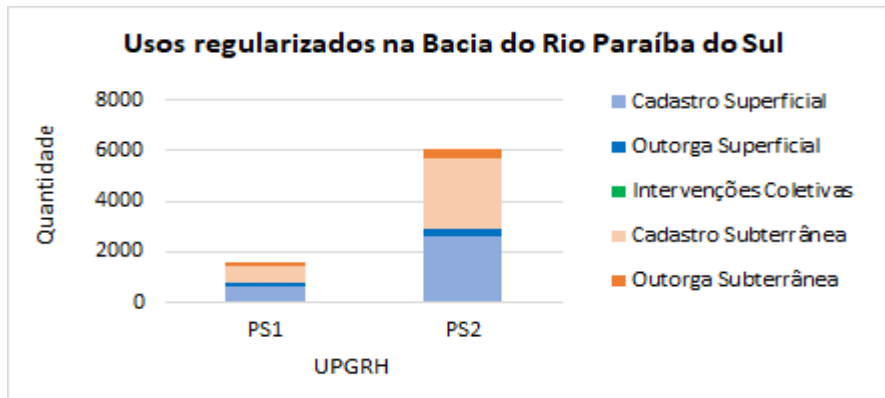
Fonte: Igam (2020)

#### 4.1.6 Bacia do Rio Paraíba do Sul

A Bacia do Rio Paraíba do Sul possui 7.627 usos regularizados, com vazão captada de 9,1 m<sup>3</sup>/s. A UPGRH dos Rios Pomba e Muriaé (PS2) destaca-se com mais usos regularizados e maiores vazões captadas na bacia (GRÁFICO 23 e 24).

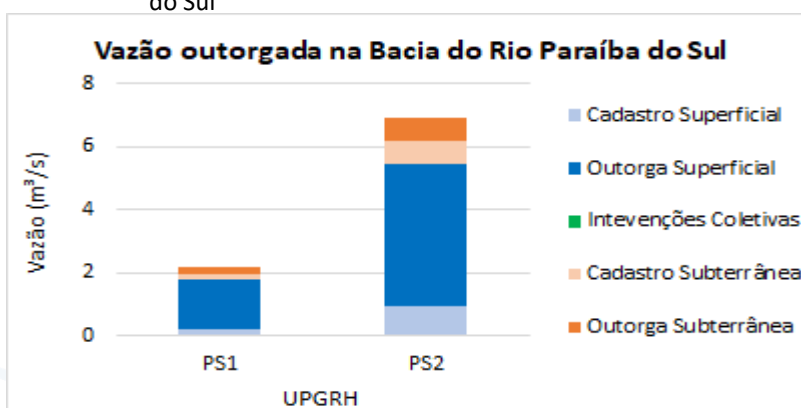
A bacia tem como destaque o setor de abastecimento público/consumo humano que mais demanda água, seguido de mineração/consumo industrial (GRÁFICO 25).

Gráfico 23 — Usos regularizados na porção Mineira da Bacia do Rio Paraíba do Sul



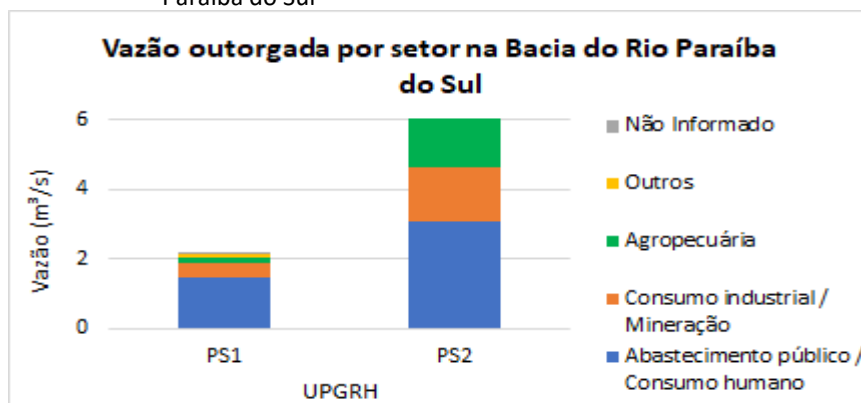
Fonte: Igam (2020)

Gráfico 24 — Vazão outorgada na porção Mineira da Bacia do Rio Paraíba do Sul



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 25 — Vazão outorgada por setor na porção Mineira da Bacia do Rio Paraíba do Sul



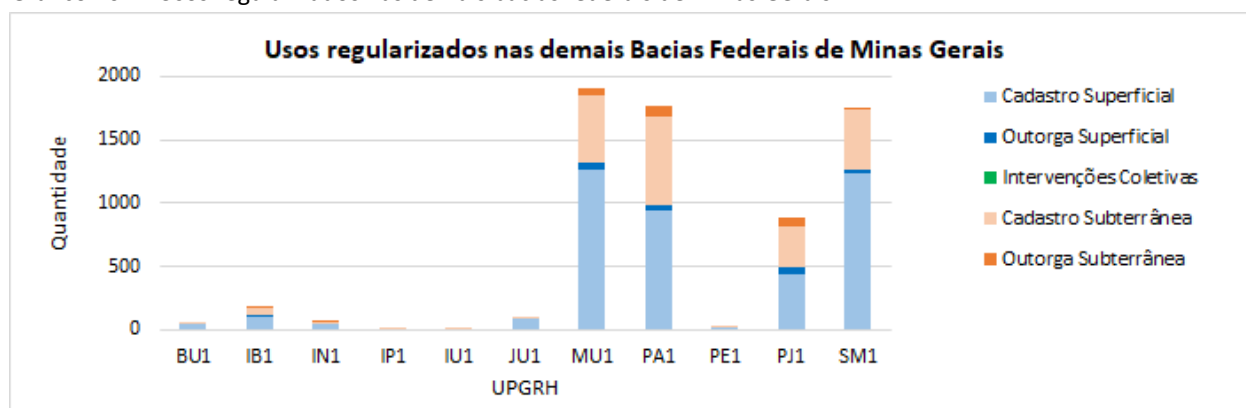
Fonte: Igam (2020)

#### 4.1.7 Demais bacias federais

Foram agrupadas todas as bacias federais que tem apenas uma ou nenhuma UPRH, sendo que as Bacias dos Rio Buranhém, Itabapoana, Itanhém, Itapemirim, Itáunas, Jucuruçu, Mucuri, Pardo, Peruípe, São Mateus e, Piracicaba e Jaguari (GRÁFICO 26, 27 e 28).

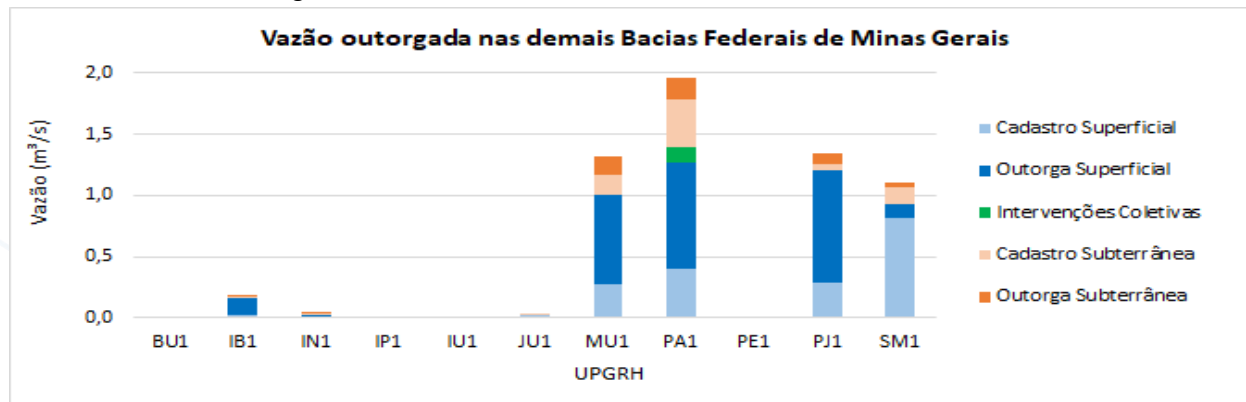
Entre todas as bacias elencadas neste tópico, apenas as Bacias dos Rios Mucuri, Pardo, Piracicaba e Jaguari e São Mateus apresentaram mais usos regularizados e vazões captadas, sendo a agropecuária o principal setor de demanda.

Gráfico 26 — Usos regularizados nas demais bacias federais de Minas Gerais



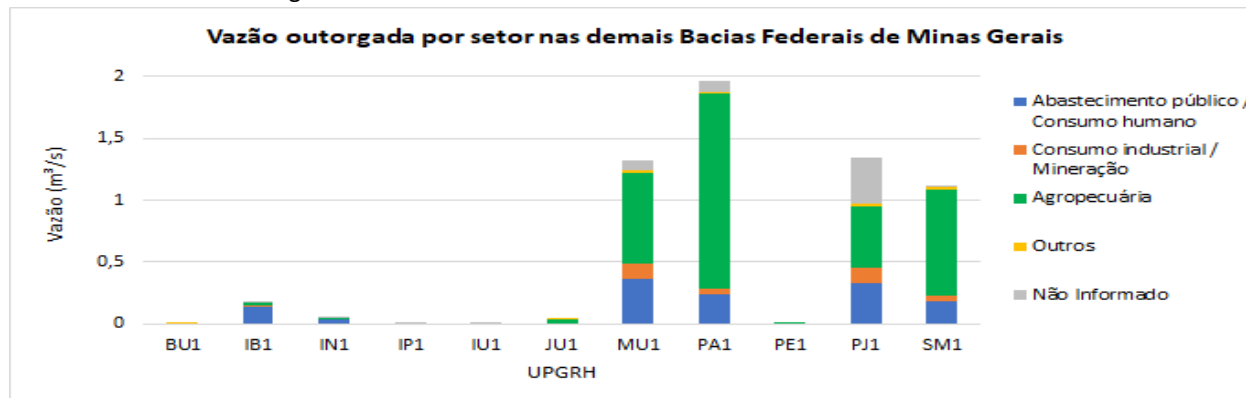
Fonte: Igam (2020)

Gráfico 27 — Vazão outorgada nas demais bacias federais de Minas Gerais



Fonte: Igam (2020)

Gráfico 28 — Vazão outorgada nas demais bacias federais de Minas Gerais



Fonte: Igam (2020)



## 5 PROCEDIMENTOS PARA A MELHORIA DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SEGURANÇA HÍDRICA

A variabilidade de disponibilidade hídrica pode se tornar uma expressão de conflitos, seja em época de cheias ou em casos de escassez na estiagem, ou ainda em casos de alta demanda, quando os recursos hídricos na bacia não conseguem satisfazer toda a demanda real dos múltiplos usuários. Destaca-se que algumas atividades consomem mais recursos que outras, e nestes casos, a redução da oferta de água pode se tornar objeto de negociação, através de um processo de alocação entre as partes.

Em relação às águas subterrâneas, segundo Hager *et al.* (2002), pode-se possivelmente afirmar que a sua gestão encontra lacunas na agenda da gestão das águas brasileiras, pois a Lei das Águas pode ser considerada como uma legislação que trata sobretudo das águas superficiais. Só nos últimos anos tem ocorrido um aumento da percepção sobre a necessidade de se contemplar as águas subterrâneas no bojo das discussões sobre o gerenciamento hídrico brasileiro, especialmente em virtude das qualidades já comprometidas de grande parte dos mananciais.

Desta forma os tópicos a seguir irão apresentar os avanços do estado em relação aos conflitos superficiais e as águas subterrâneas, de forma a evidenciar as situações adversas de algumas regiões do Estado e a busca por procedimentos, alternativas e adequações que promovam a segurança hídrica para estas localidades.

### 5.1 Declaração de Área de Conflito pelo Uso da Água

De acordo com o Decreto nº 47.705/2019, o estado de Minas Gerais estabelece como conflito pelo uso dos recursos hídricos superficiais a *“situação de indisponibilidade hídrica aferida pelo balanço hídrico de vazões outorgadas, em que a demanda pelo uso dos recursos hídricos de uma porção hidrográfica seja superior à vazão outorgável”*. (MINAS GERAIS, 2019). Considerando este conceito, as áreas de conflito pelo uso dos recursos hídricos superficiais são declaradas desde 2005 pelo Igam.

Nesse sentido, no momento em que o Igam emite uma Declaração de Área de Conflito (DAC) pelo uso da água para uma determinada bacia hidrográfica, torna-se oficial a situação em que são restringidos os usos da água pelo fato de que o limite outorgável para uma determinada bacia é inferior às demandas. Neste caso, a regularização dos usos dos recursos hídricos é executada por meio de processo único de outorga, comumente chamado de *“outorga coletiva”*.




Quando uma DAC para determinada bacia é publicada, todos os usos inseridos na área declarada em conflito deverão ser analisados conjuntamente, compatibilizando os mais diversos interesses e respeitando a vazão remanescente estabelecida em legislação, de forma a manter a vazão mínima no corpo hídrico para a manutenção do ecossistema.

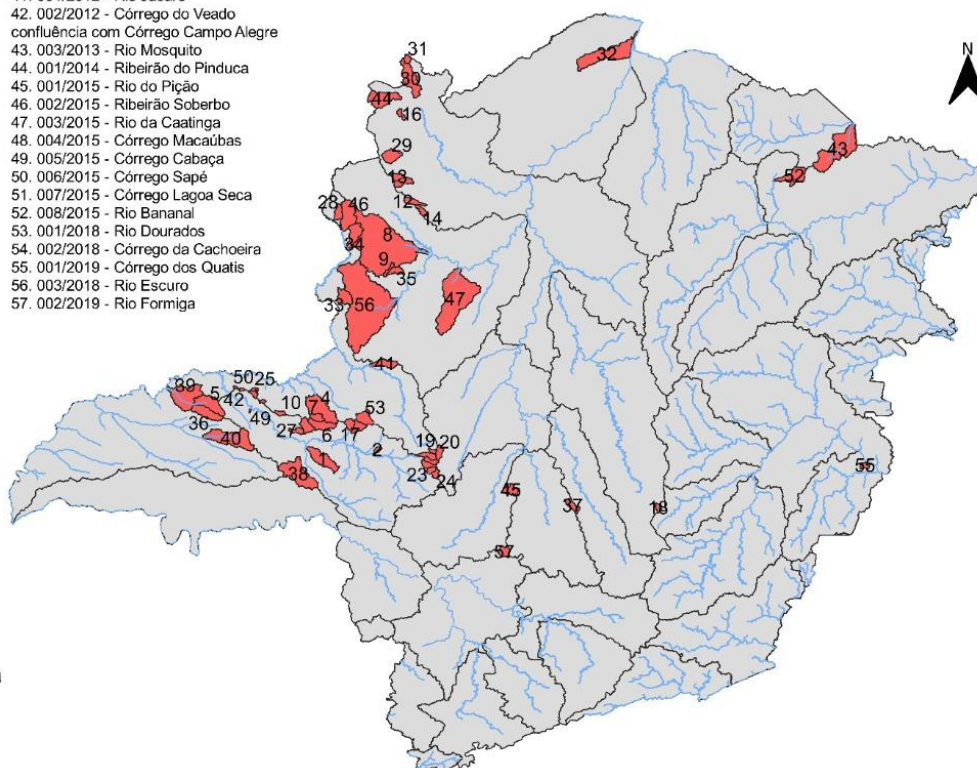
Atualmente em Minas Gerais existem 67 áreas de conflito declaradas oficialmente pelo Igam, como mostra o Mapa 5. A maior concentração das áreas de conflito está situada na região do Triângulo Mineiro, correspondendo às UPGRHs da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (PN1, PN2 e PN3) e no Noroeste de Minas, destacando as UPGRHs da Bacia do Rio São Francisco (SF7 e SF8).

## Mapa 5 — Áreas de Conflito Declaradas em Minas Gerais

### DAC - Curso d'água:

- |  |  |
|--|--|
| 1. 001/2005 - Ribeirão Santa Juliana                   | 37. 002/2009 - Ribeirão Paciência                                    |
| 2. 003/2005 - Córrego dos Patos                        | 38. 004/2009 - Rio Claro   |
| 3. 006/2005 - Ribeirão das Araras                      | 39. 005/2009 - Rio Piedade   |
| 4. 007/2005 - Rio Perdizes                             | 40. 003/2011 - Ribeirão Douradinho                                   |
| 5. 008/2005 - Rio Piedade                              | 41. 001/2012 - Rio Jacaré  |
| 6. 009/2005 - Rio Bagagem                              | 42. 002/2012 - Córrego do Veado confluência com Córrego Campo Alegre |
| 7. 001/2006 - Ribeirão Marrecos                        | 43. 003/2013 - Rio Mosquito  |
| 8. 002/2006 - Ribeirão Entre Ribeiros                  | 44. 001/2014 - Ribeirão do Pinduca                                   |
| 9. 004/2006 - Córrego Boa Esperança                    | 45. 001/2015 - Rio do Pição  |
| 10. 006/2006 - Afl. da margem esq. do Córrego Piçarrão | 46. 002/2015 - Ribeirão Soberbo                                      |
| 11. 007/2006 - Ribeirão Rangel ou Pavões               | 47. 003/2015 - Rio da Caatinga                                       |
| 12. 008/2006 - Ribeirão das Almas                      | 48. 004/2015 - Córrego Macaúbas                                      |
| 13. 010/2006 - Ribeirão Garapa                         | 49. 005/2015 - Córrego Cabaça  |
| 14. 011/2006 - Ribeirão Santa Cruz                     | 50. 006/2015 - Córrego Sapé  |
| 15. 012/2006 - Ribeirão Jibóia                         | 51. 007/2015 - Córrego Lagoa Seca                                    |
| 16. 001/2007 - Córrego dos Poldros                     | 52. 008/2015 - Rio Bananal   |
| 17. 004/2007 - Córrego Bom Jardim                      | 53. 001/2018 - Rio Dourados  |
| 18. 005/2007 - Ribeirão Ribeiro Bonito                 | 54. 002/2018 - Córrego da Cachoeira                                  |
| 19. 006/2007 - Ribeirão Olhos-d'água                   | 55. 001/2019 - Córrego dos Quatis                                    |
| 20. 007/2007 - Rio Abaeté                              | 56. 003/2018 - Rio Escuro  |
| 21. 008/2007 - Rio São João                            | 57. 002/2019 - Rio Formiga   |
| 22. 009/2007 - Ribeirão dos Ferreiros                  |  |
| 23. 010/2007 - Córrego Olhos D'água                    |  |
| 24. 011/2007 - Ribeirão das Guaritas                   |  |
| 25. 012/2007 - Córrego Amanhece                        |  |
| 26. 013/2007 - Ribeirão Santa Fé                       |  |
| 27. 014/2007 - Ribeirão Mandaguari                     |  |
| 28. 017/2007 - Córrego do Barreiro                     |  |
| 29. 018/2007 - Córrego Bebedouro                       |  |
| 30. 019/2007 - Rio Ponte Grande                        |  |
| 31. 020/2007 - Rio Piratinga                           |  |
| 32. 022/2007 - Rio Japoré                              |  |
| 33. 023/2007 - Rio da Batalha                          |  |
| 34. 024/2007 - Ribeirão Mundo Novo                     |  |
| 35. 001/2008 - Córrego do Engenho Velho                |  |
| 36. 001/2009 - Córrego Bebedouro                       |  |

-  Principais cursos d'água
-  Áreas de Conflito
-  Limites das UPGRHs



Fonte: Igam (2020)

O Igam reconhece que os desafios para aprimorar a gestão de recursos hídricos em áreas de conflito são contínuos, cabendo estabelecer normas e procedimentos relativos à outorga coletiva, bem como definir em conjunto com os usuários e com os CBHs quais ações são necessárias para a uma gestão mais efetiva da água. Nesse sentido, nos últimos anos, com o intuito de aprimorar a gestão nessas áreas foram publicadas normas e procedimentos para apoiar a alocação negociada dos recursos hídricos.

### Normas e procedimentos aplicáveis para a Área de Conflito pelo Uso da Água

- Decreto nº 47.705/2019: especificamente os artigos 6º ao 11, versa sobre os procedimentos para a atuação dos comitês de bacia hidrográfica quanto à questão do apoio aos usuários para o processo de alocação dos recursos hídricos.
- Portaria Igam nº 48/2019: em seu artigo 8º, traz que nas áreas declaradas de conflito pelo uso dos recursos hídricos deverá ser garantido um fluxo residual mínimo equivalente a 50% da  $Q_{7,10}$  para mitigar os conflitos existentes e suas exceções.
- Instrução de Serviço nº 03/2020: define procedimentos para regularização dos usos de recursos hídricos de Minas Gerais no âmbito da outorga coletiva.

- Portaria Igam nº 26/2020: 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. Esta normativa reforça a valorização da prática de participação e descentralização, fortalecendo o processo participativo permitindo que o grupo possa 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.

Neste processo participativo já foram instituídas 15 Comissões Gestoras Locais, dando assim início ao processo de alocação negociada

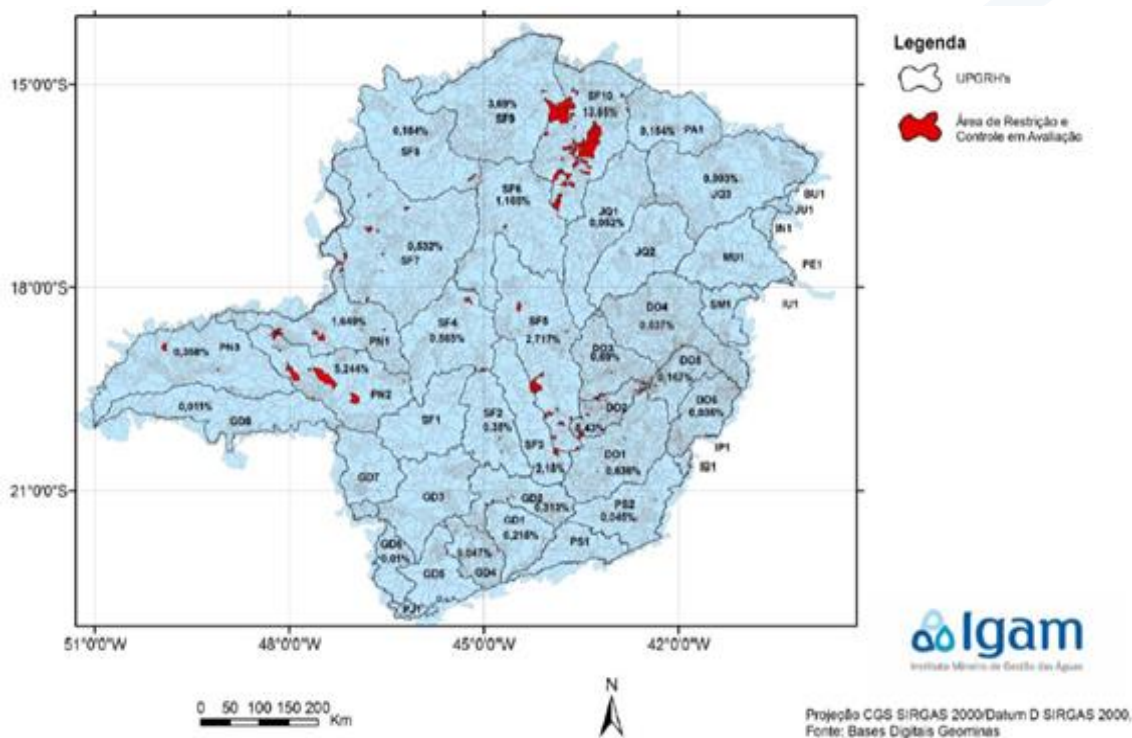
Ressalta-se que após a publicação da Portaria Igam nº 48/2019 foram identificadas todas as áreas de conflito, no estado, que não possuíam Processo de Outorga Coletivo formalizado. Foram identificadas 14 áreas nessa situação em 2019, sendo que 7 já não se caracterizavam mais como área de conflito, e suas DACs foram revogadas. Para as outras 7 áreas, foram publicadas 9 portarias coletivas provisórias no ano de 2019, uma vez que uma dessas áreas tem três outorgas coletivas. Considerando essas portarias coletivas, há um total de 106 intervenções com uma vazão total de 4,057 m<sup>3</sup>/s.

## 5.2 Áreas de Restrição e Controle

Considerando a necessidade de avaliar a superexploração da água subterrânea no estado foi publicada a Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 05/2017. Com a publicação, o Igam juntamente com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) realizaram um levantamento preliminar das “Áreas de Restrição e Controle em Avaliação”.

Com base nos dados de usos regularizados de água subterrânea - outorgas e cadastros de uso insignificantes, foram delimitadas 215 áreas de restrição e controle em avaliação em Minas Gerais (MAPA 6, TABELA 2).

Mapa 6 — Áreas de Restrição e Controle em Avaliação por superexploração



Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2019)

Tabela 2 — Ocorrências de Áreas de Controle e Restrição em Avaliação por UPGRH

UPGRH	Nome	Bacia Federal	Local de Referência	Ocorrências
DO1	Rio Piranga	Rio Doce	Ponte Nova	10
DO2	Rio Piracicaba	Rio Doce	João Monlevade	43
DO3	Rio Santo Antônio	Rio Doce	Itabira	4
DO4	Rio Suaçuí Grande	Rio Doce	Governador Valadares	6
DO5	Rio Caratinga	Rio Doce	Caratinga	7
DO6	Rio Manhuaçu	Rio Doce	Manhuaçu	7
GD1	Alto Rio Grande	Rio Grande	Nazareno	2
GD2	Rio das Mortes	Rio Grande	São João Del Rei	3
GD4	Rio Verde	Rio Grande	Três Corações	3
GD6	Afluentes rios Mogi-Guaçu e Pardo	Rio Grande	Poços de Caldas	1
GD7	Médio rio Grande	Rio Grande	São Sebastião do Paraíso	1
GD8	Baixo rio Grande	Rio Grande	Frutal	1
JQ1	Alto rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha		1
JQ3	Médio e Baixo rio Jequitinhonha	Rio Jequitinhonha	Almenara	1
PA1	Rio Pardo	Rio Pardo	Águas Vermelhas	1
PN1	Alto rio Paranaíba	Rio Paranaíba	Monte Carmelo	18
PN2	Rio Araguari	Rio Paranaíba	Araguari	19
PN3	Baixo rio Paranaíba	Rio Paranaíba	Uberlândia	3
PS2	Rios Pomba e Muriaé	Rio Paraíba do Sul	Cataguases	2
SF02	Rio Pará	Rio São Francisco	Divinópolis	3
SF3	Rio Paraopeba	Rio São Francisco	Betim	1
SF4	Entorno da represa Três Marias	Rio São Francisco	Três Marias	2
SF5	Rio das Velhas	Rio São Francisco	Belo Horizonte	13
SF6	Rios Jequitaiá e Pacuí	Rio São Francisco	Bocaiuva	3
SF7	Rio Paracatu	Rio São Francisco	Paracatu	10
SF8	Rio Urucuia	Rio São Francisco	Unai	1
SF10	Rio Verde Grande	Rio São Francisco		49

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2019)

Além da quantificação dessas áreas, o estudo também analisou as características dos usos associados a essas captações. As finalidades como o abastecimento público e uso industrial foram destacadas como sendo as maiores captações totais mensais, as quais correspondem a cerca de 30 milhões de metros cúbicos mensais cada. Essas são seguidas pelos usos para irrigação, dessedentação animal e rebaixamento de nível d'água.

Tendo em vista os resultados e sugestões apresentados, o órgão gestor de recursos hídricos vem atuando em parceria com a UFMG com o objetivo de aprofundar as análises já realizadas e, assim, avançar na implementação das diretrizes e procedimentos estabelecidos pela norma DN Conjunta COPAM-CERH n° 05/2017.

### 5.3 Fomento ao Reuso

O aumento da população e das atividades econômicas intensivas que dependem do uso da água contribuem para o crescimento da demanda hídrica no Brasil, aumentando assim, o estresse hídrico. Nesse contexto, destaca-se a região Sudeste como uma das mais críticas, e os usos para abastecimento humano, irrigação e indústria como aqueles que mais demandam água (ANA, 2019).

Em Minas Gerais, a situação não é diferente. No Mapa 2, pôde ser observada a baixa disponibilidade hídrica de algumas regiões do estado, e no Gráfico 6, a alta demanda pelo uso da água, contextualizadas ao longo do tópico 4.1 Demanda por bacias federais.

Diante de tal situação, uma alternativa para aumentar a disponibilidade de água para as regiões com déficit hídrico em Minas Gerais é a implementação do reúso da água para algumas atividades que não exigem água potável. Dessa forma, ao implementar o reúso, tem-se mais disponibilidade de água potável para suprimir outras demandas, além de melhorar a qualidade da água dos corpos hídricos, pois reduz a carga de poluentes lançados. Além disso, considerando que 72% da água consumida em Minas Gerais é na agropecuária, o reúso pode ser uma importante alternativa para este setor, devido a grande quantidade de nutrientes presentes nessa água, podendo ser utilizada na fertirrigação.

Destaca-se que recentemente o estado publicou a Deliberação Normativa CERH-MG nº 65/2020, que 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. A publicação dessa DN indica um avanço na implementação do reúso da água em Minas Gerais.

Entretanto, ainda existem diversos entraves que podem dificultar o avanço na consolidação do reúso das águas, como os preços cobrados pelo uso da água bruta, que são muito baixos. Para avançar, será necessário rever a política de cobrança pelo uso da água em cada bacia hidrográfica, visto que atualmente o valor praticado acaba inibindo o investimento em reúso. Dessa forma, os empreendedores optam por usar a água bruta, pois financeiramente é mais lucrativo. Além disso, deve-se investir na educação ambiental e divulgar as ações de reúso para o conhecimento da sociedade. Assim, o risco de rejeição da população por esta prática tende a ser menor.

### 5.4 Novo Estudo de regionalização de vazão

Atualmente, está sendo desenvolvido um novo estudo de regionalização de vazões mínimas para Minas Gerais por meio de uma parceria entre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Instituto Mineiro de Gestão das Águas e a Universidade Federal de Minas Gerais. O propósito é revisar e avaliar quantitativamente a disponibilidade dos recursos hídricos no estado, visto que os principais estudos de regionalização de vazão utilizados para a emissão de outorgas no estado não são recentes, quais sejam: Os Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais (SOUZA, 1993) e Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas (IGAM; UFV, 2012).

Ressalta-se que a disponibilidade hídrica de uma determinada região é bastante dinâmica por depender de diversos fatores, conforme citado anteriormente. Então, surgiu a necessidade de revisar e adotar um novo estudo regionalizações de vazões mínimas que seja mais representativo com os cenários atuais. Dessa forma, somente com um novo estudo de disponibilidade hídrica, o Igam conseguirá dar novos passos para implementação da outorga sazonal no estado de Minas Gerais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Minas Gerais, o setor que mais demanda água é a agropecuária seguida pelo abastecimento. Destaca-se que nas UGRHs dos Rios Paraopeba (SF3) e Velhas (SF5), o setor de abastecimento público/consumo humano sobressai em relação aos outros setores, devido à localização da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Outra Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos que merece destaque é a UGRH do Rio Paracatu (SF7) que apresenta a maior demanda de água no estado, especialmente para o setor agropecuário, e possui as maiores áreas de conflito declaradas no estado.

Verifica-se, portanto, que para o alcance da segurança hídrica em Minas Gerais, deve-se atuar na regulação e controle do uso das águas estaduais, instituir e/ou novas tecnologias na produção, bem como para o controle da oferta e da demanda, promover, fazendo-se com que a equação entre a disponibilidade e a demanda possa ser compatibilizada.

Esta medida torna-se fundamental com a atuação do estado na regularização dos usos instalados, bem como frente aos novos desafios oriundos das áreas de conflito que estão surgindo devido ao aumento da demanda de água. Como abordado anteriormente, novos procedimentos também estão sendo estabelecidos, como o reúso da água, que se mostra uma boa alternativa para suprimir parte das demandas dos usos menos exigentes.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2019. 100 p.

ALCAMO, J.; HENRICH, T.; RÖSCH, T. **World water in 2025**: global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st Century. Kassel: Center for Environmental Systems Research, University of Kassel, 2000. (Kassel World Water Series, 2).

AMORIM JÚNIOR, J.C. **Disponibilidade hídrica para outorga de captação**: critérios anual e mensal para definição de vazões mínimas de referência. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

BRITO; L. T. L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. S. **Disponibilidade de água e gestão dos recursos hídricos**. Petrolina, PE: Embrapa, 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36533/1/OPB1514.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

CAMARA, A. C. F. C. **Análise da vazão máxima outorgável e da introdução simplificada da qualidade da água no processo de outorga da bacia do Rio Gramame (PB)**. 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CARVALHO, J. L. G. et al. A condição de exploração de água subterrânea em Minas Gerais à luz dos critérios da Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH 05/2017. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 4, p. 378-391. Belo Horizonte, MG, setembro, 2019.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG n. 09, de 16 de junho de 2004.** Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, junho, 2004.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa do CERH-MG n. 34, de 16 de agosto de 2010.** Define o uso insignificante de poços tubulares localizados nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos que menciona e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, agosto, 2010.

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, 2020.

CRUZ, J. C. **Disponibilidade hídrica para outorga:** avaliação dos aspectos técnicos e conceituais. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CRUZ, J. C. SILVEIRA, G. L. da. Disponibilidade hídrica para outorga(I): avaliação por seção hidrológica de referência. **REGA**, Bento Gonçalves, v.4, n.2, p.51-64, jul./dez. 2007.

FEITOSA, F. A. C. et al. **Hidrogeologia:** conceitos e aplicações. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CPRM; LABHID. 812 p. 2008.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos.** Belo Horizonte: Igam, 2011. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3004>. Acesso em: 06 out. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam n. 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, 2019.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos. **Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Igam, 2012. 415 p.

MELO, M. C.; JOHNSON, R. M. F. O conceito emergente de segurança hídrica. **Sustentare**, Três Corações, v.1, n.1, p.72-92. 2017.

MINAS GERAIS. **Lei n. 13.199, de 29 de janeiro de 1999.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, janeiro, 1999. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5309>. Acesso em: 06 nov. 2019.

MINAS GERAIS. **Lei n. 13.771, de 11 de dezembro de 2000.** Dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, dezembro, 2000. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=549>. Acesso em: 06 nov. 2019.

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, 2019.

SANTOS, B. B. M. Segurança hídrica da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: contribuições para o debate. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.19, n.1, p. 103-120, 2016.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Projeto Águas do Norte de Minas - PANM**: estudo da disponibilidade hídrica subterrânea do Norte de Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM, 2019. Relatório de Integração.

SILVA, J. F. A.; PEREIRA, R. G. Panorama global da distribuição e uso de água doce. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, Aracajú, v.10, n.3, p. 263-280, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.003.0023>. Acesso em: 03 set. 2020.

UN-WATER. **Water security and the global water agenda**. Gênova: UN-Water, 2013. Disponível em: [http://www.unwater.org/app/uploads/2017/05/analytical\\_brief\\_oc2013\\_web.pdf](http://www.unwater.org/app/uploads/2017/05/analytical_brief_oc2013_web.pdf). Acesso em: 03 set. 2020.

SOUZA, S. M. T. (Ed.) **Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Hidrosistemas, 1993. 264 p.

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (WWDR4)** - Resumo histórico. Programme Office on Global Water Assessment Division of Water Sciences, UNESCO. Colombella, Perugia, Italy, 6 p.2012.

UNESCO. World Water Assessment Programme. **The United Nations World Water Development Report 2012**: managing water under uncertainty and risk. Paris: Unesco, 2012. v.1 Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012/>. Acesso em: 03 set. 2020.

UNESCO. World Water Assessment Programme. **The United Nations World Water Development Report 2016**: wastewater and Jobs. Paris: Unesco, 2016. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243938>. Acesso em: 01 set. 2020.

UNESCO. World Water Assessment Programme. **The United Nations World Water Development Report 2019**: leaving No One Behind. Paris: Unesco, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>. Acesso em: 01 set. 2020.



# EVENTOS EXTREMOS E SEGURANÇA HÍDRICA: MONITORAMENTO, REFLEXOS E IMPACTOS

Katy Marilym de Matos Neves<sup>1</sup>

Luisa Costa Martins Vieira<sup>2</sup>

Luiza Pinheiro Rezende Ribas<sup>3</sup>

Micael de Souza Fraga<sup>4</sup>

Paula Pereira de Souza<sup>5</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Os principais desastres naturais registrados no Brasil e no mundo, em linhas gerais, são decorrentes dos eventos hidrometeorológicos extremos. O impacto desses eventos está diretamente relacionado tanto ao excesso de água, que pode vir a provocar deslizamentos de encostas, desmoronamentos de casas e edifícios, inundações e enxurradas; quanto à escassez da água, provocando, por exemplo, enormes prejuízos nas safras agrícolas e colapsos nos sistemas de abastecimento para as populações humanas e animais.

Com o intuito de monitorar e prever a ocorrência dos eventos hidrometeorológicos extremos, o estado de Minas Gerais, por meio do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), vem aplicando esforços em ações para minimizar tal problemática, que envolvem:

- operação e ampliação de rede hidrometeorológica (estações pluviométricas e pluviométricas);
- operação da rede de monitoramento da água subterrânea;
- previsão e monitoramento de tempo severo; e
- elaboração de relatórios e notas técnicas com ênfase em eventos hidrometeorológicos extremos.

Dentre essas ações, têm ganhado elevada importância a implantação e a operação da rede hidrometeorológica, que vem sendo modernizada e ampliada com as plataformas de coleta de dados automáticas (PCDs), permitindo a obtenção de dados à distância em áreas de difícil acesso e disponibilização em tempo real. A utilização dos radares meteorológicos também vem proporcionando uma significativa melhoria da vigilância atmosférica e da previsão de eventos meteorológicos em curto prazo, possibilitando um maior tempo de reação aos desastres naturais de origem atmosférica.

Ao longo dos últimos anos houve, ainda, empenho em articulações institucionais que puderam integrar esforços e fortalecer diversas ações, a exemplo das parcerias com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e com a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (Cedec). Em virtude da parceria com a Cedec, o Igam passou a operar, em 2018, o Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (Simge) nas dependências do Centro Integrado de Comando e Controle (CICC), na Cidade Administrativa de Minas Gerais, juntamente com demais órgãos de segurança.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil. Estagiária do Igam.

<sup>2</sup> Geóloga. Mestre em Geologia Econômica e Aplicada. Servidora pública do Igam.

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental. Servidora pública do Igam.

<sup>4</sup> Engenheiro Ambiental. Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola. Servidor público do Igam.

<sup>5</sup> Meteorologista. Mestre e Doutora em Meeteorologia. Analista Ambiental do Igam.

Toda essa infraestrutura que vem sendo aprimorada é importante para a obtenção de dados e informações a respeito das chuvas e das vazões e níveis dos principais corpos hídricos do estado, bem como dos principais aquíferos de captação de águas subterrâneas, permitindo assim conhecer disponibilidade hídrica; prevenir e minimizar os efeitos dos eventos hidrológicos críticos; e aprimorar a série histórica das variáveis monitoradas.

Tais informações apoiam as tomadas de decisões de gestores e analistas de recursos hídricos, uma vez que são utilizadas para a construção de diversos estudos, como os de regionalização de vazões, que são utilizados para a emissão das outorgas de direito do uso da água.

Nesse capítulo, portanto, serão apresentados os aspectos da gestão da quantidade das águas superficiais e quali-quantitativo das águas subterrâneas, principalmente aqueles que se referem ao monitoramento de eventos hidrológicos extremos e seus reflexos na segurança hídrica. O objetivo é apresentar um panorama geral dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no estado, bem como mostrar como o Igam monitora os eventos hidrometeorológicos extremos, quais os impactos observados e quais ferramentas foram criadas para fortalecer a gestão hídrica. Ao final serão expostos os desafios que precisam ser superados nos próximos anos.

## **2 PANORAMA GERAL DOS EVENTOS EXTREMOS EM MINAS GERAIS**

Considerando o acumulado de precipitação, de uma forma geral, pode-se dividir o ano em dois períodos distintos: período chuvoso e período seco. A estação chuvosa tem início no mês de outubro e término no mês de março, tendo os meses de dezembro e janeiro como os mais chuvosos. Entre os meses de abril e setembro ocorre a diminuição da ocorrência de chuvas, com os meses de julho e agosto apresentando os menores valores de acumulado de precipitação, sendo inclusive normal não chover em algumas regiões do estado durante esses meses.

As chuvas ocorridas no período chuvoso são responsáveis por quase a totalidade das precipitações contabilizadas anualmente. Sendo assim, para fins do diagnóstico da precipitação, as análises são realizadas com base na estação chuvosa, uma vez que, se durante esse período as chuvas ocorridas apresentarem valores muito abaixo do esperado, não haverá como repor essa perda durante o período seco.

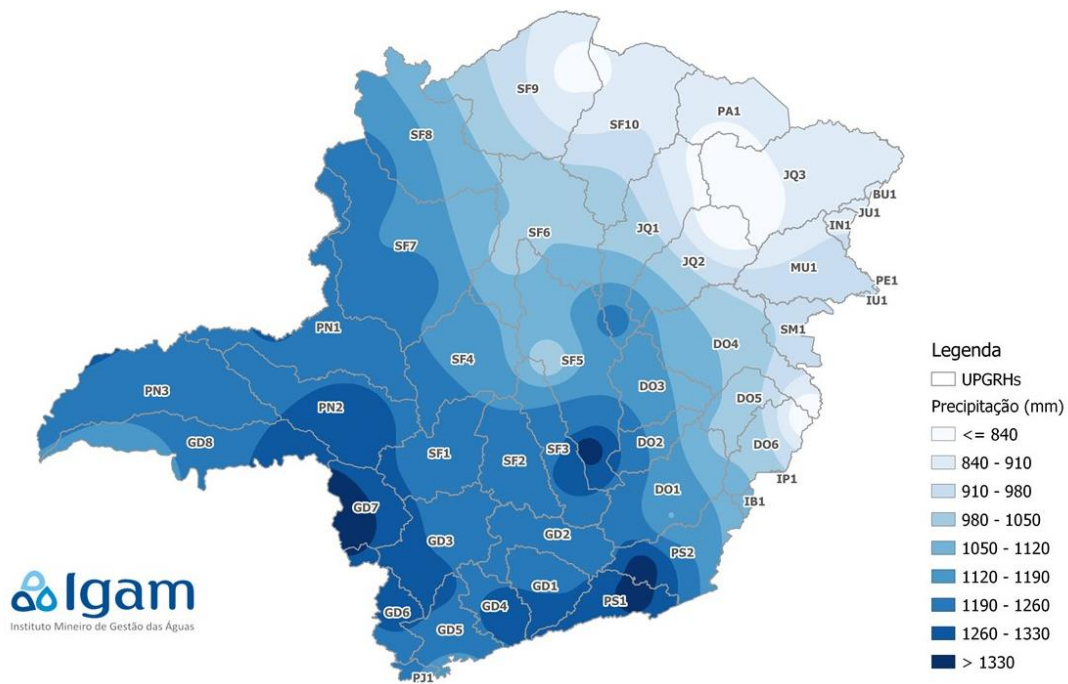
Sob o aspecto da distribuição espacial do acumulado de chuva, Minas Gerais apresenta três regiões distintas, que variam tanto em função do relevo quanto em função da posição geográfica (MAPA 1) :

- **Nordeste do estado**, onde os valores de acumulado de chuva devem ficar em torno de 800 mm no período. Caso esse limite não seja atingido, gera-se um grande problema de antecipação da seca na região, que normalmente começaria em julho, e sem atingir esse limite, o período de seca inicia-se bem mais cedo;

- **Região Central do estado**, onde os acumulados ficam entre 800-1200 mm no período; e
- **Sul de Minas estado, Zona da Mata e parte da Metropolitana** são as regiões onde são esperados acumulados de chuva acima de 1200 mm no período.

Em relação à disponibilidade hídrica, os valores de vazão dos corpos hídricos refletem os valores do acumulado de precipitação, em outras palavras, locais que chovem mais tendem a possuir corpos hídricos com maiores valores de vazão específica.

Mapa 1 — Distribuição espacial da climatologia de precipitação do período chuvoso.

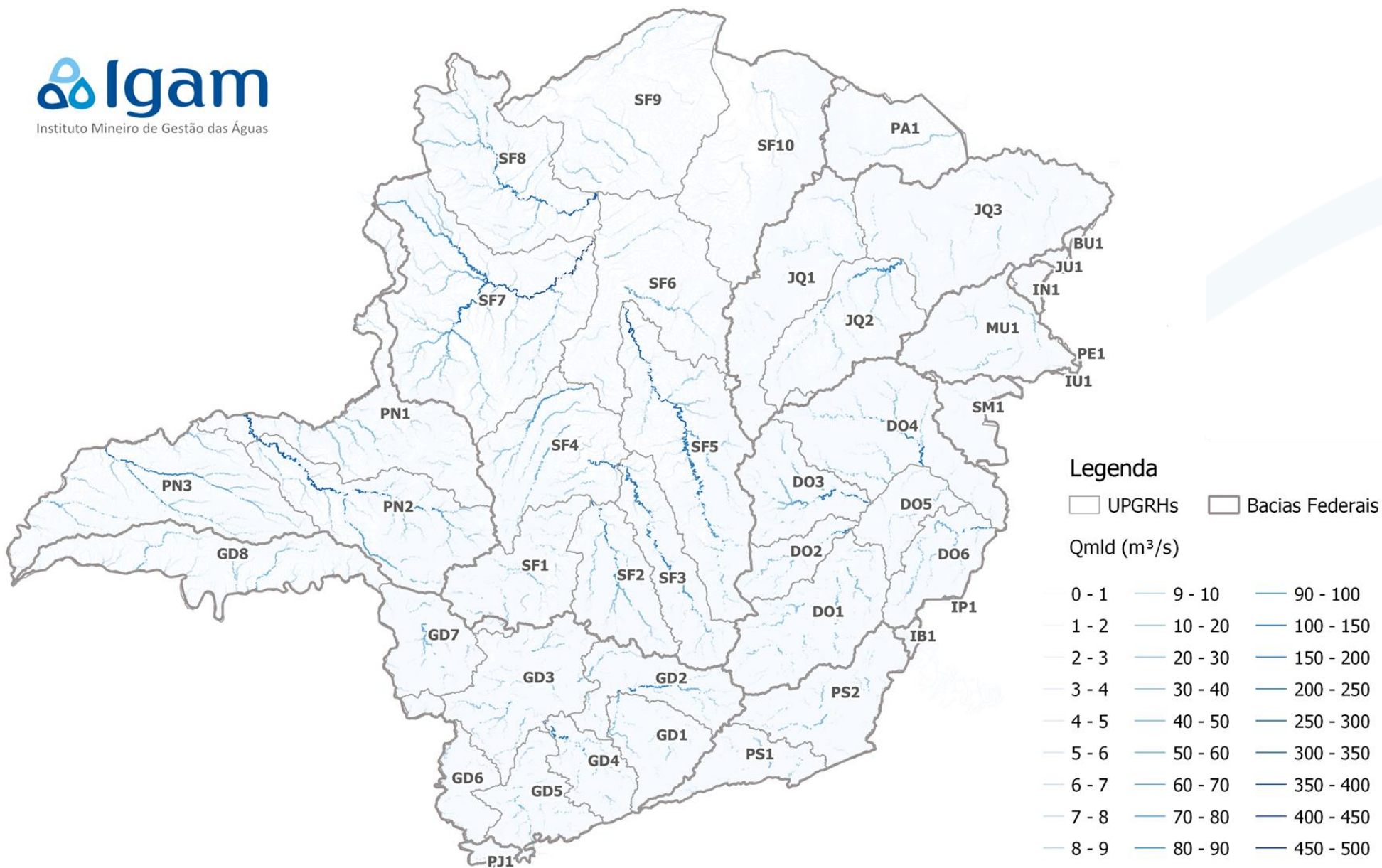


Fonte: Igam (2020)

Nota: Normal Climatológica de precipitação em Minas Gerais – 1981 - 2010

No Mapa 2 é possível observar a disponibilidade hídrica de Minas Gerais em relação a sua vazão média. Os dados são oriundos do “Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais” (IGAM, 2012), com valores de vazão somente para os corpos hídricos de domínio do estado, uma vez que a gestão dos corpos hídricos de domínio da União é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Mapa 2 — Panorama das vazões médias dos corpos hídricos de domínio do Estado



Fonte: Igam (2020)

Nota: Vazões médias anuais de longa duração (Qmld) em Minas Gerais

Embora não seja utilizada para fins de concessão de outorga, o conhecimento das vazões médias permite caracterizar a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica e o seu potencial energético, uma vez que, abstraindo-se as perdas por evaporação e infiltração, ela corresponde à maior vazão possível de ser regularizada em um curso d'água. Como pode ser observado no Mapa 3, os cursos d'água estaduais com maiores valores de vazão estão concentrados nas Bacias dos Rios São Francisco (SF), Paranaíba (PN) e Doce (DO). Em contrapartida, a Região Nordeste do estado apresenta os cursos d'água com as menores disponibilidades hídricas. Em termos de gestão, regiões com pouca água são um desafio para os órgãos gestores de recursos hídricos na compatibilização da disponibilidade e das demandas pelo uso dos recursos hídricos.

Quanto à água subterrânea, a precipitação é a principal fonte de recarga natural dos aquíferos, entretanto não é o único fator regulador deste processo. A taxa de recarga irá depender do tipo de aquífero, se livre ou confinado, das características geológicas, bem como do relevo e do uso e ocupação do solo. Além disso, ocorrências de chuvas intensas podem favorecer o escoamento superficial em detrimento da infiltração, não ocorrendo a recarga efetiva dos aquíferos.

### 3 DIAGNÓSTICO QUANTITATIVO SUPERFICIAL E QUALI-QUANTITATIVO SUBTERRÂNEO

#### 3.1 Diagnóstico Meteorológico

Para verificar, de uma forma geral, o quanto as chuvas ocorridas durante o período chuvoso foram “acima” ou “abaixo” do normal, é necessário que se compare os valores medidos com o seu valor climatológico. No Brasil, utiliza-se a [Normal Climatológica publicada pelo Instituto Nacional de Meteorologia \(INMET\)](#), para o período de 1981 a 2010.

*Valor padrão reconhecido que considera a média de sua ocorrência em um determinado local por um período de pelo menos 30 anos.*



A ferramenta de comparação utilizada é a anomalia de precipitação que é definida como a variação da chuva observada (para mais ou para menos) tendo como referência a Normal Climatológica. A anomalia positiva de chuvas ocorre quando as chuvas ficam acima da climatologia. Já a anomalia negativa ocorre quando a chuva fica abaixo da climatologia. A análise e contabilização das anomalias realizadas nesse documento se referem à estação chuvosa ou período chuvoso do estado (de outubro até março do ano subsequente).

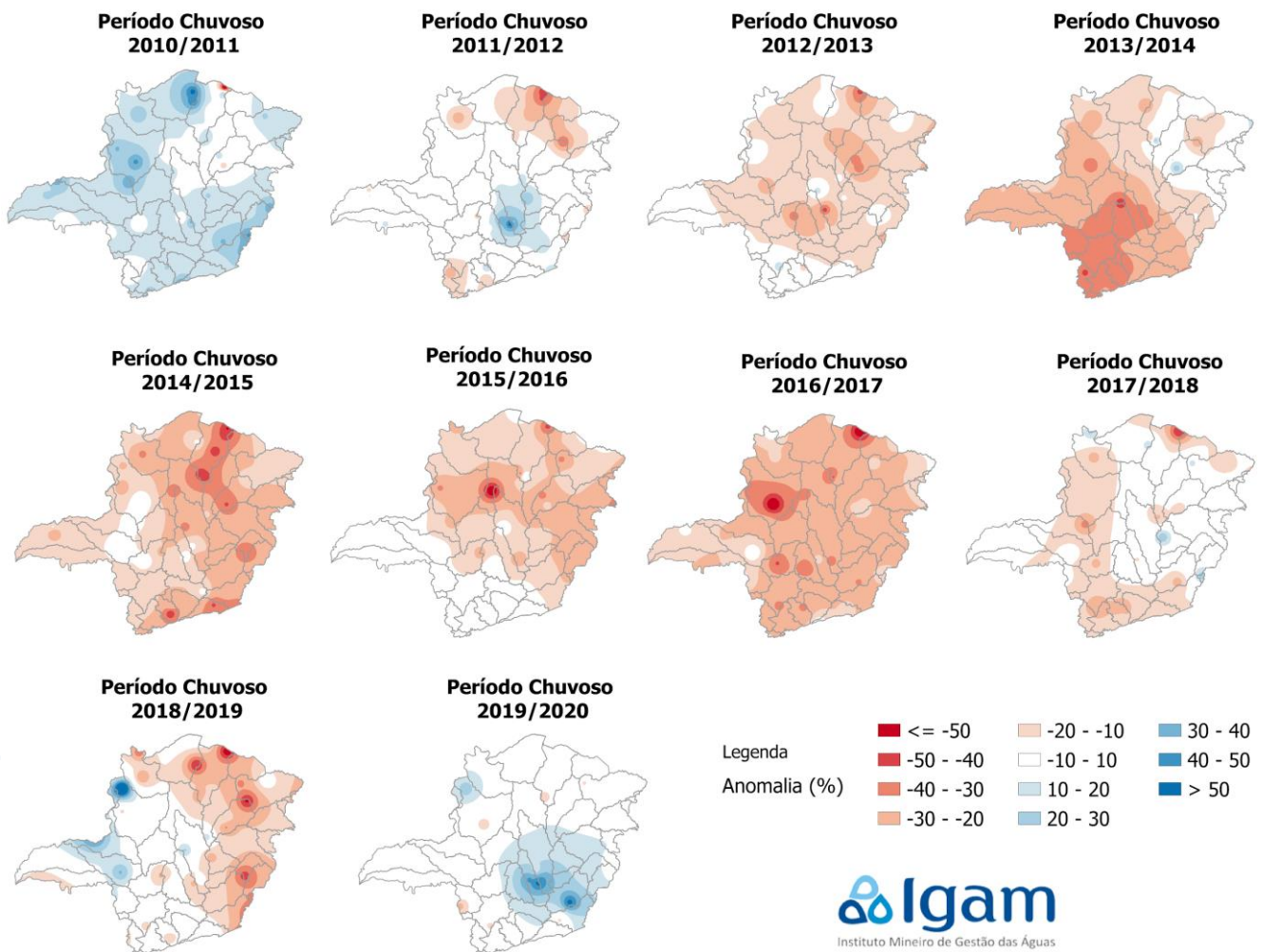
Dado que a anomalia pode se comportar diferentemente, mesmo dentro de uma mesma porção geográfica, sua visualização é realizada através de mapas, proporcionando assim uma visão de distribuição espacial dessa variável. No Mapa 3, as cores em tons frios representam as áreas em que ocorreram anomalias positivas, ou seja, as chuvas ocorridas superaram a climatologia. As áreas preenchidas em cores quentes representam as áreas de anomalias negativas, onde as chuvas ocorridas foram inferiores à climatologia. A cor branca indica as áreas em que a chuva ficou em torno da climatologia.

A partir de 2012/2013 podemos observar que se inicia um severo estado de escassez de chuva em Minas Gerais. Ocorre uma evolução das anomalias negativas de chuva em praticamente todas as mesorregiões do estado mineiro. Pela sequência de imagens percebe-se o crescente aumento das áreas com anomalias negativas, com ápice no período de 2016/2017. Há diminuição das anomalias negativas no período de 2017/2018, entretanto, os extremos do estado, como as mesorregiões do Sul de Minas, Triângulo Mineiro, Jequitinhonha e Norte, permaneceram com anomalias negativas.

Em 2018-2019, o Norte, Nordeste e Leste do estado ainda ficaram sob o impacto das anomalias negativas.

Na estação chuvosa de 2019/2020, ocorreu a quebra dessa sequência de baixos acumulados de chuva. Sendo, portanto, o primeiro período chuvoso em oito anos em que as precipitações ocorridas em grande parte do estado superaram ou ficaram próximas à climatologia.

Mapa 3 — Distribuição espacial das anomalias de precipitação nos períodos chuvosos



Fonte: Igam (2020)

• **Período chuvoso – outubro/2019 e março/2020**

Considerando todo o período chuvoso entre outubro/2019 e março/2020, em Minas Gerais, as anomalias exibidas mostram que as chuvas superaram a climatologia entre 5 e 20% na Central Mineira, Campo das Vertentes, Vale do Rio Doce e em partes do Noroeste, Oeste, Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Na Região Metropolitana e na Zona da Mata, as anomalias chegaram a ficar entre 40 e 50% acima da climatologia. Por outro lado, algumas regiões também registraram anomalias totais negativas entre 5 e 20% abaixo da média, como em áreas localizadas do Sul de Minas, Triângulo Mineiro, Noroeste, Norte e Zona da Mata. Nas demais áreas do estado, a precipitação total registrada durante o período chuvoso ficou aproximadamente em torno da média com desvios entre -5 e 5% da climatologia.

Os totais acumulados de precipitação ficaram aproximadamente entre 400 mm e 2200 mm. Os quadros a seguir apresentam os menores e os maiores totais de precipitação acumulada no período chuvoso em análise, com base nas informações registradas em estações automáticas e convencionais do INMET, que trazem informações pontuais dos municípios nos quais estão localizadas. Nas mesmas tabelas é possível identificar a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) em que a estação está localizada.

De forma geral, podemos observar que entre os meses de outubro de 2019 e março de 2020, ocorreram chuvas volumosas em todo território mineiro. Os menores totais, conforme Tabela 1, ocorreram em Buritis, Almenara, Águas Vermelhas, Itaobim, Araçuaí, Salinas, Montalvânia, Aimorés, Mocambinho e Rio Pardo de Minas.

Tabela 1 — Menores acumulados de precipitação registradas em estações do INMET

Nome da Estação	UPGRH	Chuva (mm)
Buritis	SF8	374,6
Almenara	JQ3	473,6
Águas Vermelhas	PA1	527,2
Itaobim	JQ3	588,6
Araçuaí	JQ2	695,6
Salinas	JQ3	703,8
Montalvânia	SF9	712,8
Aimorés	DO6	737,2
Mocambinho	SF9	752,2
Rio Pardo de Minas	PA1	780,8
Montes Claros	SF10	797,8
Mantena	SM1	829,4
Janaúba	SF10	837,4
Serra dos Aimorés	MU1	842,2
Januária	SF9	922,5

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Já os maiores acumulados (TABELA 2) ocorreram em Belo Horizonte, nas estações localizadas no Cercadinho (2173.4 mm), na convencional do Santo Agostinho (2021.7 mm) e Pampulha (1824.2 mm), Ibirité, na estação convencional (2011 mm) e na automática (1982.2 mm). Também em Florestal (1748 mm), Viçosa (1712 mm), Muriaé (1639 mm), Patrocínio (1628 mm) e Diamantina (1620 mm).

Estes valores máximos acumulados superam os valores climatológicos exibidos (MAPA 1). Nos casos de Belo Horizonte, Florestal, Ibirité, Viçosa e Diamantina, os valores de precipitação acumulados durante o período chuvoso superaram até mesmo a climatologia anual, que são 1602.6, 1393.4, 1484.8, 1289 e 1375 mm, respectivamente.

Tabela 2 — Maiores acumulados de precipitação registradas em estações do INMET

Nome da Estação	UPGRH	Chuva (mm)
Belo Horizonte - Cerdadinho	SF5	2173,2
Belo Horizonte - Convencional	SF5	2021,7
Ibirité - Convencional	SF5	2011
Ibirité (Rola Moça)	SF5	1982,2
Belo Horizonte - Pampulha	SF5	1824,2
Florestal	SF3	1748,2
Florestal - Convencional	SF3	1747,4
Viçosa	DO1	1712
Muriaé	PS2	1639,4
Patrocínio	PN2	1628,2
Diamantina	JQ1	1600,2
Unaí	SF7	1549,2
São João del Rei	GD2	1525
Ouro Branco	SF3	1500,8
Juiz de Fora	PS1	1461,2
Araxá	PN2	1460,6
Uberlândia	PN2	1444,6
Uberaba	GD8	1435
Barbacena	GD2	1413,8
Maria da Fé	GD5	1405

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### 3.2 Diagnóstico Hidrológico

Quanto ao panorama hidrológico, foi observado que as vazões dos cursos d'água sofreram grande impacto com o cenário crítico de escassez de chuva ocorrido entre os anos de 2012 e 2018, uma vez que, conforme já mencionado, os valores de vazão dos cursos d'água refletem os valores do acumulado de precipitação em suas áreas de contribuição.

A quantificação das respostas das anomalias negativas de precipitação sobre as vazões dos principais cursos d'água de Minas Gerais foi feita aplicando o Método dos Decis e a sua associação a um índice comparativo. Este método, potencialmente utilizado como indicador de secas, oferece uma medida estatística exata da variação da precipitação, seja ela mensal ou anual, em relação ao seu valor histórico médio.



O método consiste na separação dos dados históricos em intervalos (decis) correspondentes a 10% de ocorrência de probabilidade de cada classe, sendo cada decil associado a um conceito qualitativo, classificando a intensidade do dado situado naquele intervalo em relação ao que se poderia considerar a média ou a normalidade.



No Quadro 1 são apresentados os descritores que classificam os dados de chuva para a avaliação da precipitação realizada pelo INMET, além dos adaptados para a classificação do estudo hidrológico realizado. Para o diagnóstico hidrológico, a metodologia foi adaptada considerando os dados de vazão.

Quadro 1 — Descritores dos intervalos de decis pelo método do INMET adaptado para as vazões

Decil	Intervalos de probabilidade	Descritores do Decil	
		INMET (Chuva)	Vazões
10° decil	1,00 a 0,90	Extremamente acima do normal	Acima do normal
9° decil	0,90 a 0,80	Acima do normal	
8° decil	0,80 a 0,70	Ligeiramente acima do normal	
7° decil	0,70 a 0,60	Normal	Normal
6° decil	0,60 a 0,50		
5° decil	0,50 a 0,40		
4° decil	0,40 a 0,30		
3° decil	0,30 a 0,20	Ligeiramente abaixo do normal	Abaixo do normal
2° decil	0,20 a 0,10	Abaixo do normal	
1° decil	0,10 a 0,00	Extremamente abaixo do normal	

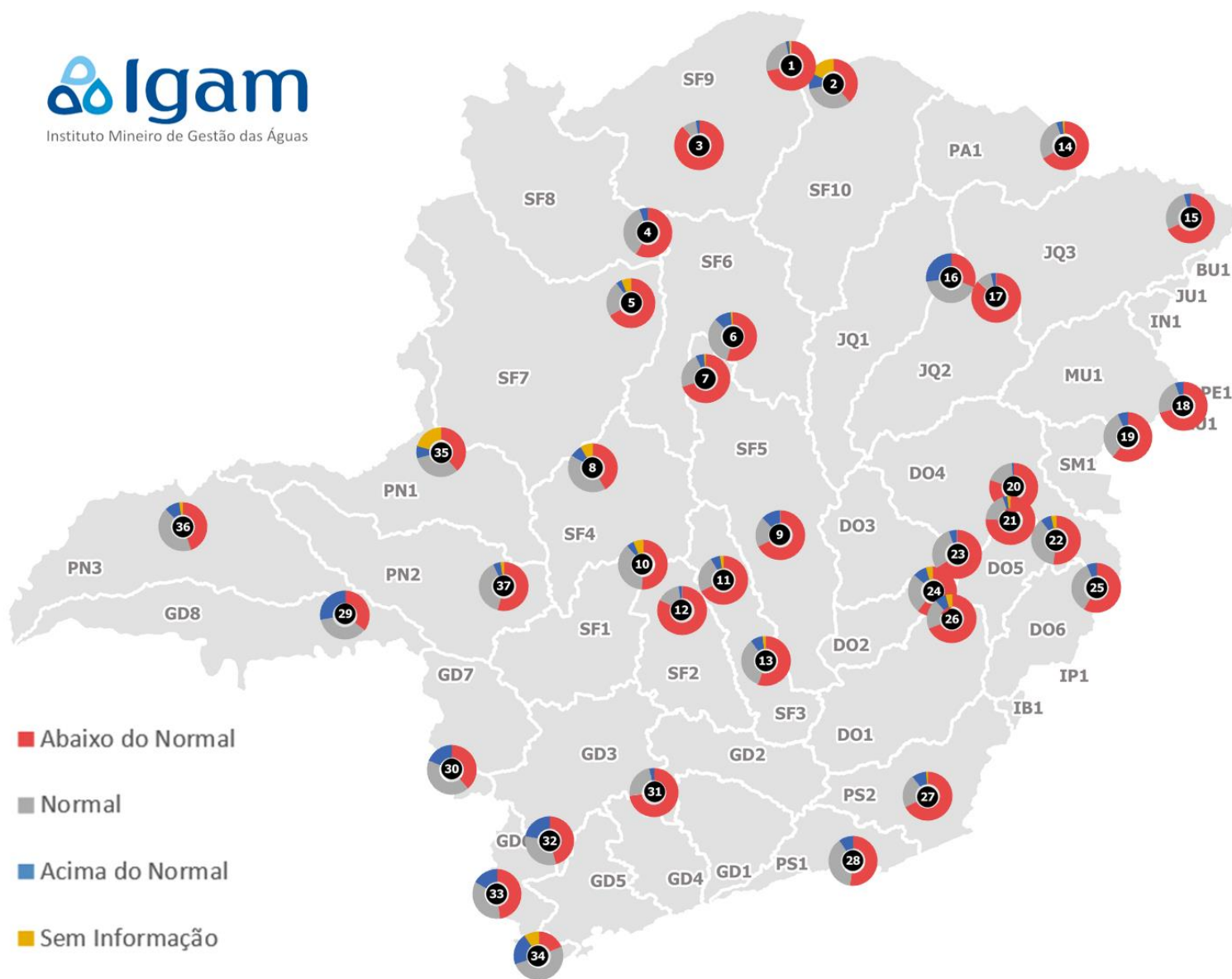
Fonte: Adaptado de Gibbs e Maher (1967)

Foram analisados os dados de diversas estações fluviométricas pertencentes à Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) que dispunham de dados suficientes dentro do período de análise. No total, 37 estações fluviométricas distribuídas por todo o estado foram selecionadas para a análise.

Considerando as séries históricas das estações, foram calculados, para cada estação, os valores dos decis mensais, determinando assim a faixa classificatória (Acima do Normal, Normal e Abaixo do Normal) de cada estação fluviométrica. Posteriormente, foram levantadas as vazões médias mensais para o período compreendido entre 2012 e 2019 e contabilizado o enquadramento das vazões médias nos descritores de decil.

No Mapa 4 pode ser observado o resultado do comportamento hidrológico dos corpos d'água frente a escassez de chuva pelo método dos decis.

Mapa 4 — Panorama do comportamento das vazões entre os anos de 2012 e 2019



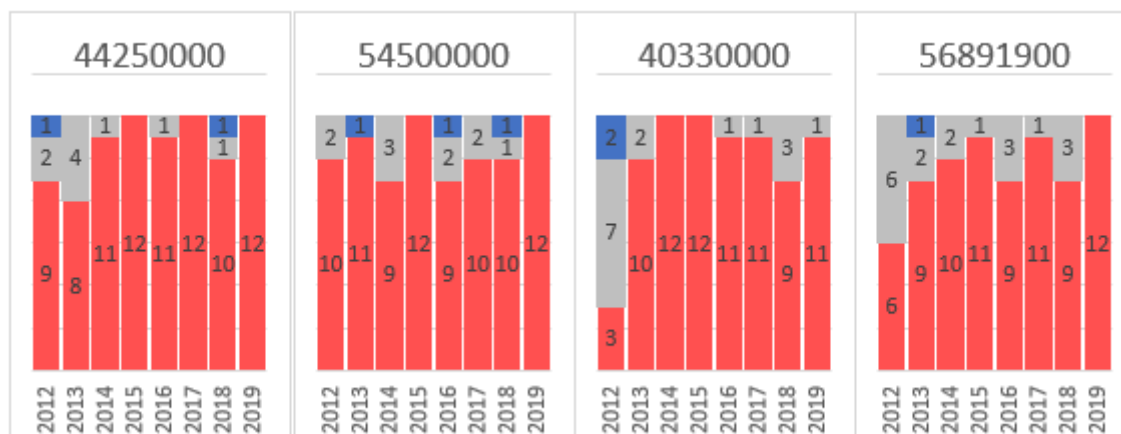
ID	Código	Nome
1	44500000	MANGA
2	44940000	GADO BRAVO (EX. BOCA DA CAATINGA NOVA)
3	44250000	USINA DO PANDEIROS MONTANTE
4	43980002	BARRA DO ESCURO
5	42980000	PORTO ALEGRE
6	42145498	FAZENDA UMBURANA MONTANTE
7	41990000	VÁRZEA DA PALMA
8	41075001	PORTO DO PASSARINHO
9	41600000	PIRAPAMA
10	40100000	PORTO DAS ANDORINHAS
11	40850000	PONTE DA TAQUARA
12	40330000	VELHO DA TAIPA
13	40740000	ALBERTO FLORES
14	53540001	VEREDA DO PARAÍSO
15	54780000	JACINTO
16	54150000	PORTO MANDACARU
17	54500000	ARAÇUAÍ
18	55699998	NANUQUE MONTANTE
19	55800005	FAZENDA SÃO MATEUS
20	56891900	VILA MATIAS MONTANTE
21	56850000	GOVERNADOR VALADARES
22	56940002	BARRA DO CUIETÉ JUSANTE
23	56825000	NAQUE VELHO
24	56696000	MARIO DE CARVALHO
25	56990000	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA
26	56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS MONTANTE
27	58770000	CATAGUASES
28	58520000	SOBRAJI
29	61794000	UBERABA
30	61770000	FAZENDA CARVALHAIS
31	61173000	USINA COURO DO CERVO
32	61565000	CACHOEIRA POÇO FUNDO
33	61865000	JACUTINGA
34	62584600	FOZ RIBEIRÃO DAS POSSES
35	60012100	PONTE VICENTE GOULART JUSANTE
36	60845000	ITUIUTABA
37	60265000	IBIÁ

Fonte: Igam (2020)

Nota: Análise de Decil considerando dados mensais de vazão (2012 a 2019)

A maioria das estações analisadas registraram vazões médias abaixo do normal na maior parte do tempo, com o início da sequência de anos críticos variando entre 2012, 2013 e 2014 para as estações analisadas, como pode ser observado mais a seguir, no Mapa 4. Os cenários mais severos foram observados nas estações Usina do Pandeiros Montante (44250000), localizada no Rio Pandeiros (SF9), Rio Araçuaí (54500000), no Rio Araçuaí (JQ2); Velho da Taipa (40330000), Rio Pará (SF2); e Vila Matias Montante (56891900), no Rio Suaçuí Grande (DO4), em que foram contabilizados 85, 83, 79 e 77 meses abaixo do normal dos 96 meses analisados, respectivamente (GRÁFICO 1).

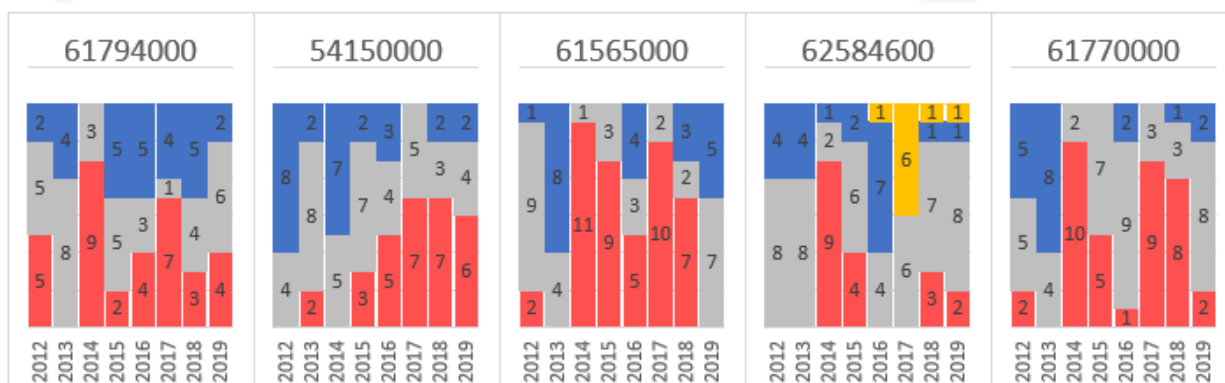
Gráfico 1 — Cenários de vazão mais severos dentre as estações fluviométricas avaliadas



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

As estações que apresentaram um melhor cenário no período analisado foram as estações Uberaba (61794000), no Rio Uberaba (GD8); Porto Mandacaru (54150000), no Rio Jequitinhonha (JQ1); Cachoeira Poço Fundo (61565000), no Rio do Machado (GD6); Foz Ribeirão das Posses (62584600), no Ribeirão das Posses (PJ1); e Fazenda Carvalhais (61770000) no Ribeirão do Pinheirinho (GD6), onde pode-se observar 27, 26, 21, 20 e 18 meses com vazões médias acima do normal, respectivamente (GRÁFICO 2).

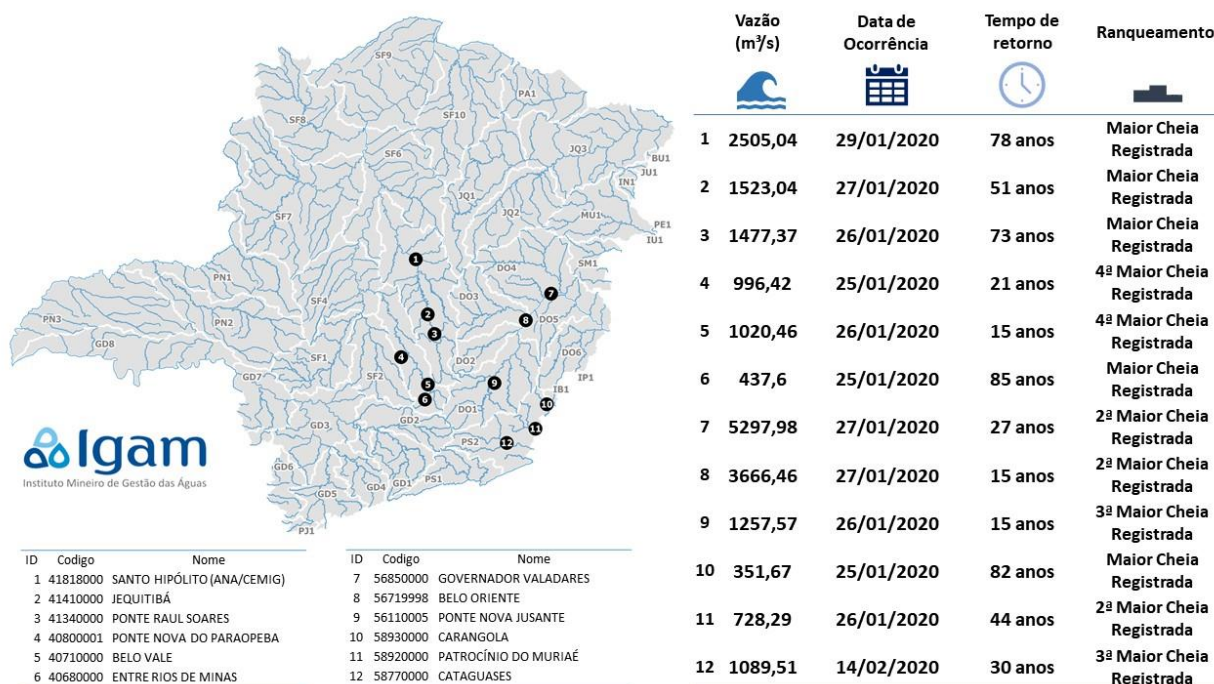
Gráfico 2 — Cenários de vazão mais favoráveis dentre as estações fluviométricas avaliadas



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Embora os períodos hidrológicos entre 2012 e 2019 tenham sido caracterizados por apresentar vazões abaixo da média histórica, o período chuvoso de outubro/2019 a março/2020 foi caracterizado pelos altos valores de precipitação, conforme o Mapa 4, o que ocasionou altos valores de vazão nos cursos d'água, especialmente na porção centro-sul de Minas Gerais (MAPA 5).

Mapa 5 — Vazões máximas observadas no período chuvoso de outubro/2019 a março/2020



Fonte: Igam (2020)

Segundo informações publicadas pelo Simge, o evento foi resultante da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que se estacionou na faixa Centro/Oeste/Leste do estado de Minas Gerais. Na Bacia do Rio Paraopeba, o evento de vazão foi o maior na estação Entre Rios de Minas (40680000) com período de retorno igual a 85 anos, ou seja, a probabilidade deste evento ser igualado ou superado é de 1.17% a cada ano. Já nas estações Belo Vale (40710000) e Ponte Nova do Paraopeba (40800001), o evento foi o quarto maior em ambas as estações, com um período de retorno de aproximadamente 15 e 21 anos, respectivamente. Na Bacia do Rio das Velhas, o evento foi o maior já registrado nas estações Ponte Raul Soares (41340000), Jequitibá (41410000) e Santo Hipólito (41818000), com períodos de retorno de aproximadamente 73, 51 e 78 anos, respectivamente. Na bacia do Rio Paraíba do Sul, a vazão registrada na estação Carangola (58930000) foi o maior evento já registrado, com período de retorno igual a 82 anos. Já na Bacia do Rio Doce, as vazões registradas também foram de elevada ordem de grandeza, embora não tenham superado as máximas vazões já registradas nas estações analisadas.

### 3.3. Diagnóstico das águas subterrâneas

As alterações climáticas são potencialmente prejudiciais às águas subterrâneas, uma vez que podem interferir diretamente na redução da recarga dos aquíferos a partir de períodos de estiagem mais prolongados. Além disso, a redução da oferta de águas superficiais estimula excessiva exploração das águas subterrâneas com a perfuração de poços para suprir as demandas da população para os diversos usos da água, o que pode ocasionar uma superexploração (NOSCHANG, 2014).

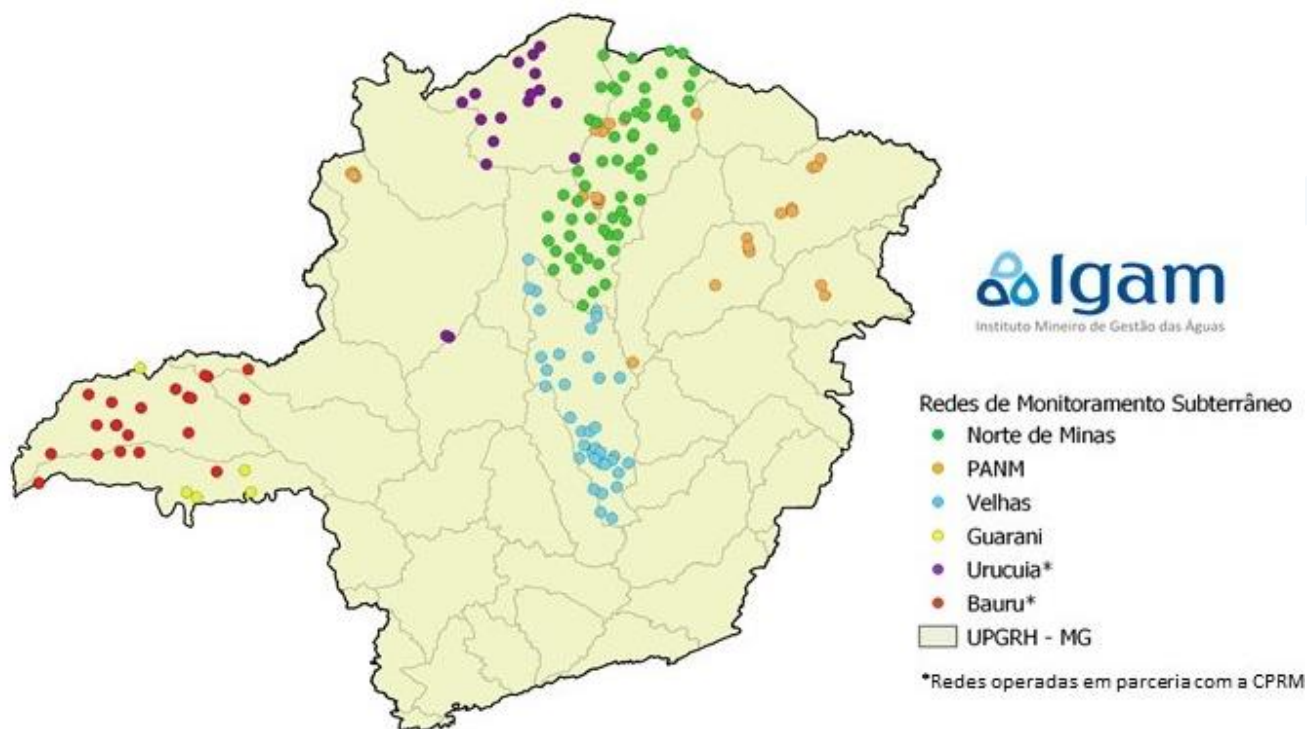
As modificações climáticas podem, ainda, alterar a qualidade da água subterrânea, promovendo maior concentração de determinados parâmetros nocivos ao consumo humano, seja de forma direta, pela concentração natural a partir da estiagem, seja indiretamente, por poços mal construídos durante a alta demanda do recurso.

Tais instabilidades diante de eventos extremos requerem o correto gerenciamento dos recursos hídricos, a fim de garantir água de qualidade e em quantidade adequada para as necessidades humanas básicas, usos domésticos, atividades produtivas, proteção e conservação ambiental e prevenção aos desastres relacionados à água (MELO; JOHNSON, 2017).

O monitoramento quali-quantitativo das águas subterrâneas permite a caracterização e a avaliação da condição de qualidade e disponibilidade, de forma a garantir seu uso apropriado, bem como fornecer subsídios para ações de prevenção e controle da poluição. Isso se deve ao fato dessas águas representarem o ambiente em que circulam e muitas vezes apresentarem características que podem torná-las naturalmente inadequadas para determinados usos.

Em Minas Gerais, esse monitoramento se iniciou pela Região Norte, caracterizada pela baixa densidade de drenagem superficial e alta demanda de água subterrânea, e vem sendo executado pelo Igam desde 2005, com a expansão gradativa para outras regiões e aquíferos. No Mapa 6 é possível visualizar os pontos de monitoramento das águas subterrâneas de Minas Gerais, incluindo as redes Norte de Minas, PANM, Guarani, Velhas, Urucuia e Bauru, sendo as duas últimas, operadas em parceria com a CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

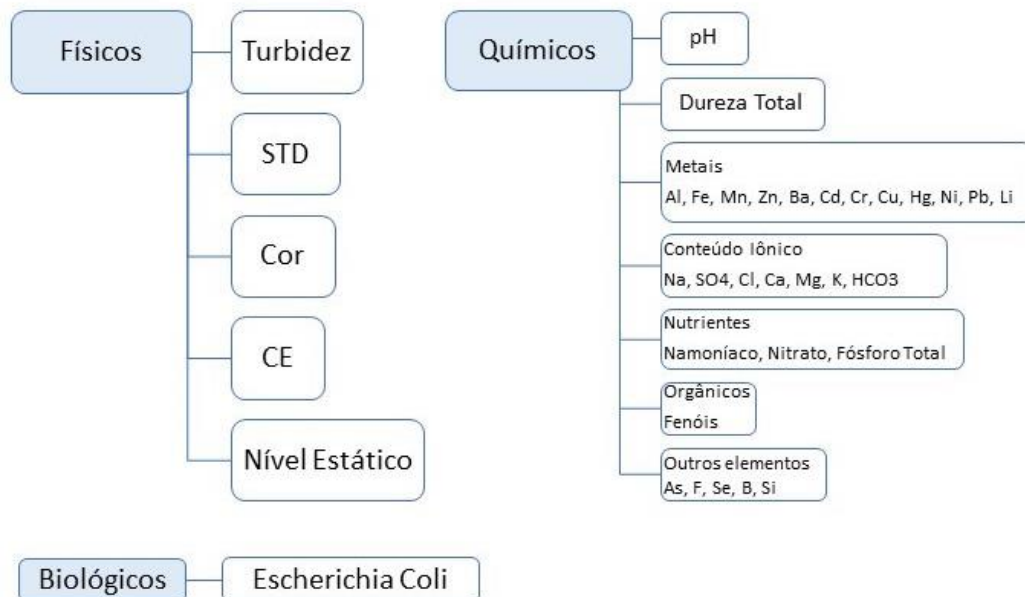
Mapa 6 — Mapa das redes de monitoramento das águas subterrâneas do Igam



Fonte: Igam (2020)

São monitorados mais de 70 parâmetros físico-químicos e biológicos nas águas subterrâneas, além do nível d'água dos poços. Os dados obtidos são tratados a partir do cálculo do balanço iônico, parâmetros utilizados no tratamento estatístico e os parâmetros usados para comparações com padrões legais. Na Figura 1 estão listados os principais parâmetros monitorados.

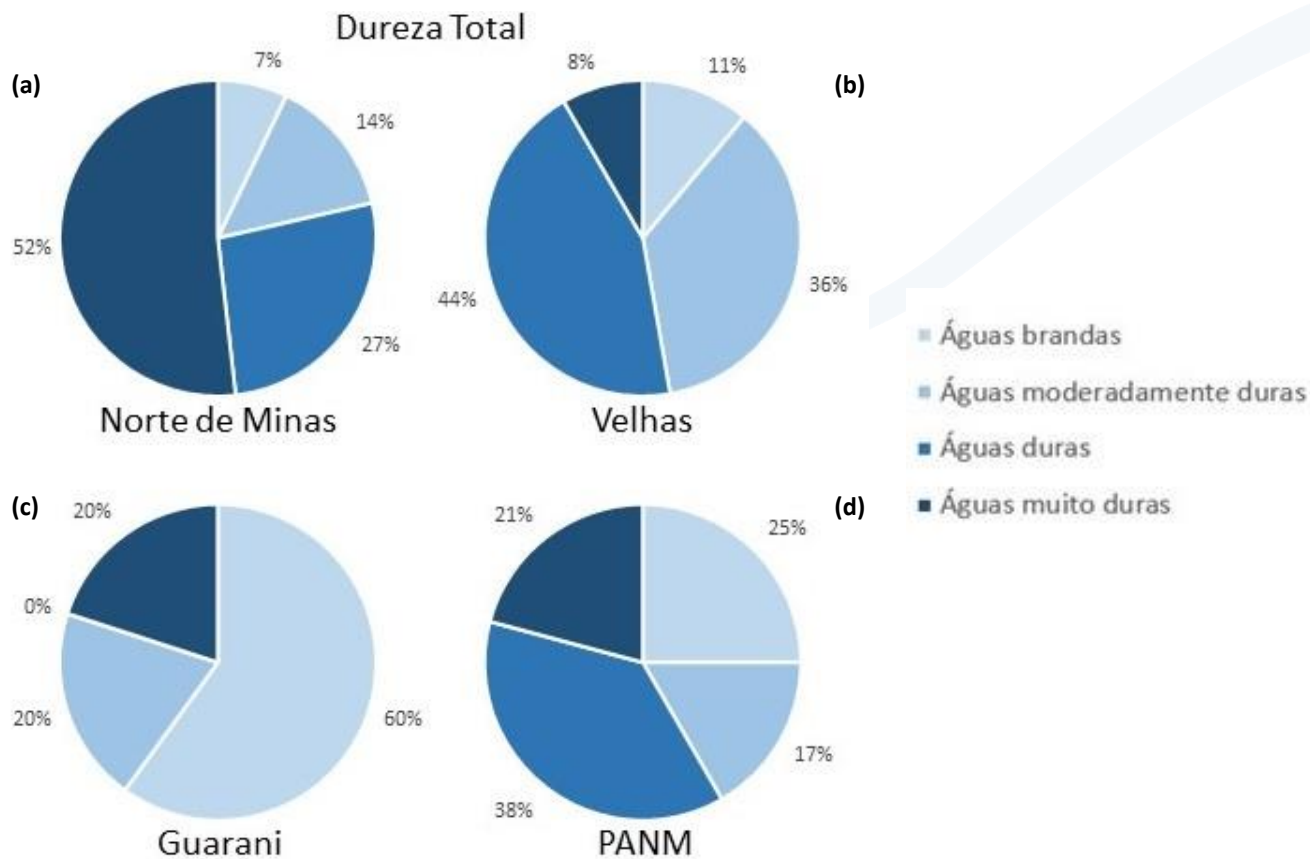
Figura 1 — Parâmetros considerados no monitoramento de água subterrânea no estado



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

Os resultados obtidos do monitoramento de poços das redes Norte de Minas, PANM, Velhas e Guarani, operadas pelo Igam no período de 2018 a 2019, serão apresentados a seguir. Nos Gráficos 3(a) a 3(d) têm-se a classificação das águas subterrâneas quanto à dureza total em cada rede de monitoramento. Ressalta-se que o tipo de rocha no qual a água subterrânea circula influi na sua qualidade, podendo interferir principalmente na dureza da água.

Gráfico 3 — Classificação das águas subterrâneas quanto à dureza total de cada rede de monitoramento



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

É importante destacar que a rede de monitoramento do Norte de Minas abrange principalmente as rochas carbonáticas e pelito-carbonáticas do Grupo Bambuí, que contribuem para que 52% das amostras analisadas da rede sejam classificadas como muito duras. Águas muito duras são aquelas com concentrações superiores a 300 mg/L de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>).

Entretanto, a rede Velhas também abrange rochas do Grupo Bambuí de mesmas características, composição carbonática e pelito-carbonática, porém apenas 8% das amostras são classificadas como águas muito duras. A posição geográfica das redes em regiões distintas quanto ao acumulado de chuva pode ter influência na concentração dos íons e, conseqüentemente, na classificação divergente quanto a dureza.

A mesma análise pode ser feita para as águas da rede do PANM, distribuída pelo Norte de Minas. Os pontos da rede compreendem diferentes tipos de rochas, dentre elas, carbonáticas, pelito-carbonáticas, areníticas e cristalinas, porém a maior parte das amostras analisadas no período podem ser classificadas como duras (38%) ou muito duras (21%). Tal classificação possivelmente sofre influência do regime pluviométrico da região.

A classificação hidroquímica das águas subterrâneas das redes de monitoramento analisadas está resumida na Tabela 3.

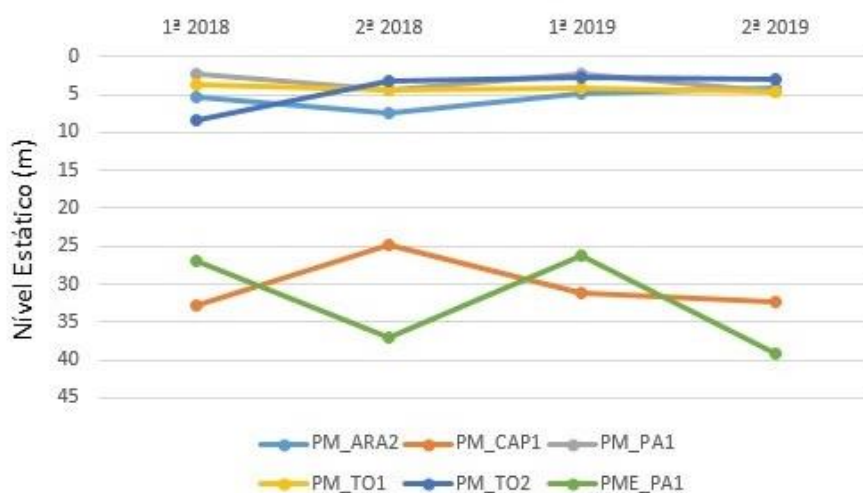
Tabela 3 — Classificação hidroquímica das águas subterrâneas das redes de monitoramento

Classificação	Norte de Minas	Velhas	Guarani	PANM
Bicarbonatada Cálcica	64,3%	66,7%	0,0%	36,4%
Bicarbonatada Sódica	7,1%	2,8%	60,0%	22,7%
Bicarbonatada Mista	14,3%	30,6%	20,0%	22,7%
Sulfatada Sódica	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%
Sulfatada Cálcica	3,6%	0,0%	0,0%	9,1%
Cloretada Cálcica	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%
Cloretada Sódica	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%
Cloretada Mista	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%
Mista Cálcica	5,4%	0,0%	0,0%	0,0%
Mista Mista	0,0%	0,0%	0,0%	9,1%

Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

A importância da pluviometria na recarga dos aquíferos é evidenciada através do monitoramento do nível estático dos poços da rede do PANM no período de 2018 e 2019 (GRÁFICO 4). A obtenção dos dados é feita semestralmente de forma a registrar o parâmetro no fim do período chuvoso e do período seco do ano hidrológico.

Gráfico 4 — Nível estático, em metros, de poços representativos da rede de monitoramento PANM, para o período de 2018 e 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

De forma geral, para os poços representativos dos aquíferos monitorados, no fim do período seco, há um ligeiro rebaixamento do nível d'água em relação ao final do período chuvoso, tanto para as águas de circulação mais rasa quanto para aquelas de circulação mais profunda, indicando menor taxa de recarga. O poço localizado no município de Pedra Azul (PME\_PA1) apresenta um rebaixamento de nível d'água mais acentuado, aproximadamente de 10 metros em 2018 e de 13 metros em 2019.

Em contrapartida, os poços localizados em Teófilo Otoni (PM\_TO2) e Capelinha (PM\_CAP1), mesmo que monitorem águas oriundas de rochas cristalinas, assim como o de Pedra Azul, exibem comportamento distinto, aumentando o nível d'água ao fim do período seco comparado com o período chuvoso no ano de 2018. Tal comportamento se deve ao fato de mais fatores influenciarem na recarga dos aquíferos além da precipitação e, portanto, devem ser considerados na análise.

#### 4 AÇÕES EMPREENDIDAS NO ESTADO PARA EQUACIONAR OS IMPACTOS

O anseio pelo alcance de segurança hídrica na dimensão humana é um dos principais objetivos na atualidade, uma vez que a disponibilidade de águas para os seus múltiplos usos pode significar a melhoria na vida dos indivíduos e, como consequência, contribui para o desenvolvimento socioeconômico da população.

Para isso, é necessário promover uma gestão eficiente dos recursos hídricos, com especial atenção para locais onde o regime pluviométrico não é o suficiente para garantir a disponibilidade de água a não ser diante de uma correta administração para garantir os usos múltiplos, para toda a população que dela necessite. E, mesmo nas áreas em que o regime pluviométrico é abundante, a ocorrência de mudanças nas condições climáticas pode acarretar uma significativa diminuição na oferta e na qualidade da água, impactando diretamente na sociedade.

Outro aspecto importante da segurança hídrica está relacionado aos efeitos destrutivos e os danos causados pelos eventos de tempo severo, nos quais uma grande quantidade de chuva precipita em um curto intervalo de tempo, muitas vezes associados a fortes ventanias e ocorrência de granizo, causando inundações, enchentes, deslizamentos de terra, destruição de patrimônio e até mesmo óbitos.



A seguir serão apresentadas as ações desenvolvidas pelo Igam que tem, dentre suas competências, fornecer informações acerca dos cenários meteorológico (tempo e clima) e hidrológico, bem como alertar sobre eventos de tempo severo. Tais ações visam auxiliar os responsáveis pela gestão dos recursos hídricos de Minas Gerais e os tomadores de decisão, contribuindo para minimizar os efeitos e impactos de eventos extremos.

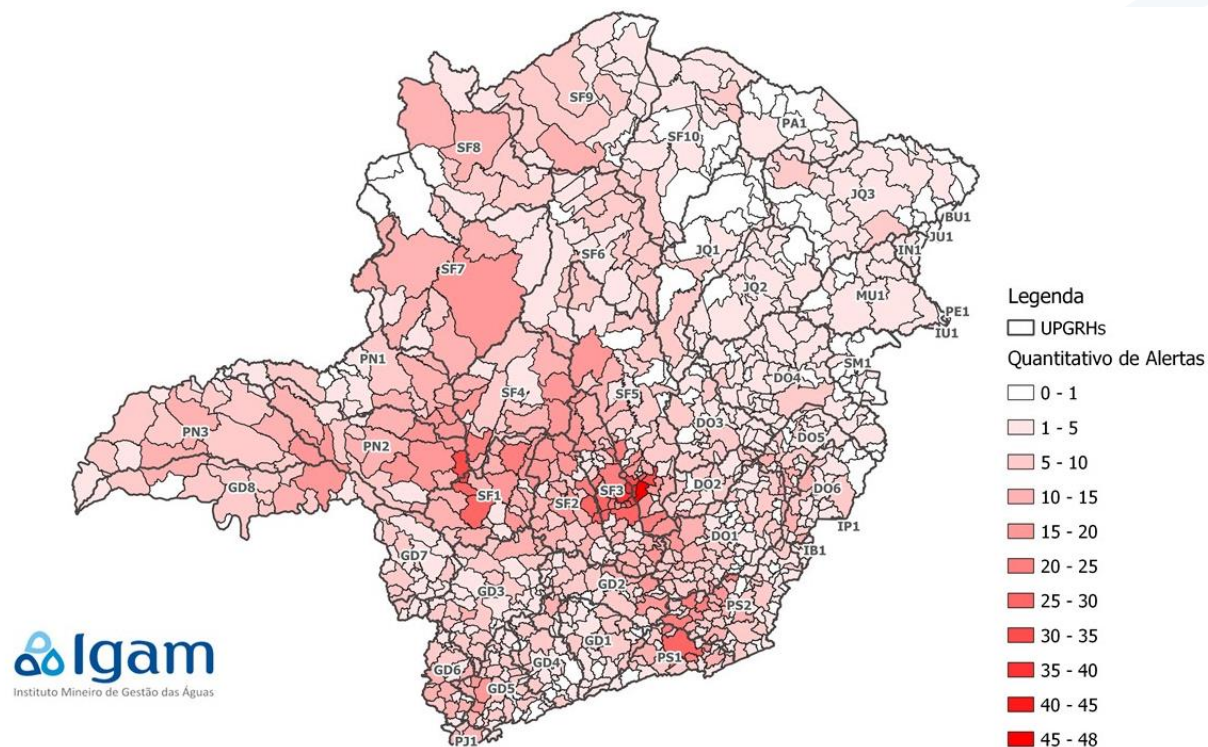
#### 4.1 Monitoramento do Tempo Severo

A vigilância meteorológica visa possibilitar um maior tempo de reação a desastres naturais de origem atmosférica. Em Minas, tal atividade é realizada através do acompanhamento de sistemas meteorológicos, por meio do monitoramento do tempo, realizado pelo Igam, no âmbito do Simge, que monitora o tempo e clima, além realizar previsão de curtíssimo prazo e envio alertas de tempo severo.

No período chuvoso 2019/2020 em Minas Gerais ocorreram elevados acumulados de precipitação, muito além da média histórica principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, além de muitos eventos de tempo severo, nos quais, acumulados significativos de precipitação foram registrados em curtos períodos de tempo, na maioria das vezes acompanhados de rajadas de vento, raios e granizo.

No que se refere aos envios de alerta, desde o início da parceria IGAM/CEDEC/CICC até o final de março de 2020 foram emitidos 5397 alertas de tempestades severas pelo Igam/Simge, destacando, a possibilidade de ocorrência de granizo, vendaval, raios e chuva intensa, em municípios distintos de todo território de Minas Gerais. Belo Horizonte, Betim e Contagem foram os municípios que mais receberam alertas, respectivamente com 48, 40 e 38 alertas cada um. No Mapa 7, são obtidas informações sobre a quantidade de alertas emitidos para os municípios do estado de Minas.

Mapa 7 — Quantitativo de alerta enviados por municípios



Fonte: Igam (2020)

Nota: Quantitativo de alertas emitidos em Minas Gerais (2019-2020)

No decorrer do período chuvoso 2019/2020 a população foi informada sobre chuvas que causaram inúmeros impactos como alagamentos, enxurradas e movimentos de massa e também muitos eventos de granizo e vendavais, o que resultou em diversos danos materiais, além de desabrigados e óbitos registrados em Minas Gerais. Tais números provavelmente teriam sido muito maiores na ausência dos alertas meteorológicos.

Nesse sentido, a intensificação da parceria já consolidada Igam e Cedec se mostrou extremamente exitosa, e apresenta um importante avanço nas ações do estado quanto à gestão de riscos e mitigação de eventos críticos. No âmbito dessa parceria, cabe destacar o importante apoio e atuação da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) que, com sua equipe de meteorologia, também apoiou no envio de alertas de tempo severo quando dos plantões realizados, sobretudo nos dias de maior criticidade e em horários não cobertos pelo Igam.

## 4.2 Apoio em Desastres de Impacto Ambiental

Desde o rompimento da Barragem B1 no complexo da Mina Córrego do Feijão, o Igam vem trabalhando junto com as equipes do Sisema na prestação de informações, análises e esclarecimentos sobre os ocorridos, bem como de áreas potencialmente atingidas.

Com relação às ações referentes ao monitoramento hidrometeorológico, foi desenvolvido um [informativo hidrometeorológico especial](http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13-informativo/3749--informativo-hidrometeorologico-de-acompanhamento-do-deslocamento-da-pluma-no-percurso-do-rio-paraopeba) para a Bacia do Rio Paraopeba com informações sobre o rio, a pluma de rejeito e com dados meteorológicos.

<http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13-informativo/3749--informativo-hidrometeorologico-de-acompanhamento-do-deslocamento-da-pluma-no-percurso-do-rio-paraopeba>

O informativo apresenta graficamente dados de nível e chuva em duas estações no Rio Paraopeba - Ponte Nova do Paraopeba (40800001) e Alberto Flores (40740000), o acumulado de chuva e nível máximo atingido no rio desde o rompimento da barragem, nível médio do mês considerando a série histórica da estação, acompanhamento do deslocamento da pluma de rejeito, bem como a previsão do tempo para os próximos dias.

Inicialmente, o informativo teve periodicidade diária, começando no dia 29 de janeiro de 2019, e posteriormente foi alterada para semanal, no mês de março daquele ano. A produção do informativo foi até o dia 06 de agosto de 2019, contabilizando 52 edições. Após a suspensão da produção do informativo, o Igam passou a fornecer informações meteorológicas aos órgãos estaduais envolvidos com a segurança pública, quando avaliado a possibilidade de ocorrência de tempo severo na região. A produção trata de previsão de tempo num horizonte de 72 horas e detalhamento dia-a-dia, e continua sendo realizada.

## 4.3 Operação do Monitor de Secas

Embora o estado de Minas Gerais seja conhecido nacionalmente por possuir nascentes de rios importantes para diversos setores como o elétrico, o de abastecimento de água, dentre outros, o estado faz parte do conhecido semiárido brasileiro, juntamente com mais oito estados da Região Nordeste do Brasil. As regiões de planejamento do Norte, Jequitinhonha e Mucuri, que representam cerca de 33,87% da área do estado, estão inseridas no semiárido mineiro.

Historicamente, estas são as regiões mineiras que mais sofrem com as secas e estiagens. Muitos dos cursos d'água dessas regiões são intermitentes, resultado dos períodos de estiagem típicos dessa faixa especial.

Devido à sequência de períodos chuvosos anormalmente secos, todas as regiões do estado passaram a sofrer seus efeitos e impactos da seca em seus territórios. Pode-se citar como um dos efeitos mais importantes da irregularidade das chuvas, o risco de colapso de abastecimento nos grandes centros urbanos.

Diante desse cenário, Minas passou a ser o primeiro estado fora do Nordeste do Brasil a compor o Mapa do Monitor de Secas. Este monitora periodicamente mês a mês, desde 2014 a situação da seca nos estados componentes e permite conhecer como a seca está progredindo (melhorando ou piorando), além de suas categorias e impactos. Os resultados consolidados deste monitoramento são divulgados por meio do [Mapa do Monitor de Secas](http://monitordesecas.ana.gov.br/).

<http://monitordesecas.ana.gov.br/>

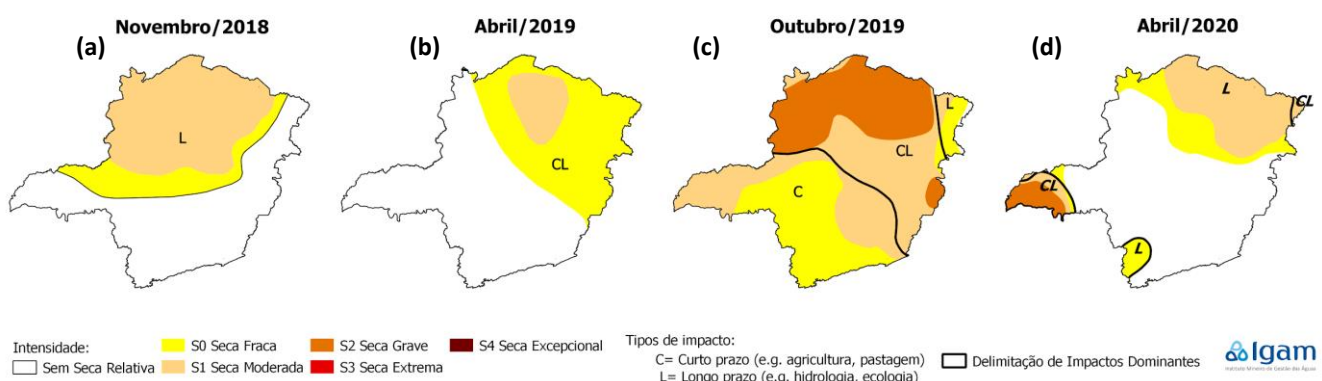
É importante ressaltar que o Monitor de Secas não se trata de uma previsão ou de uma declaração de seca, mas é uma ferramenta importante de apoio à tomada de decisão já que permite definir gatilhos para disparar ações para uma gestão de risco (e também emergencial), em função da severidade da seca, e com consenso entre a União e os Estados.

Seu traçado segue critérios técnicos, através da análise de indicadores meteorológicos, hidrológicos e agrícolas que refletem os impactos tanto de curto quanto de longo prazo.

A estreia de Minas no processo do Monitor de secas se deu em novembro de 2018 quando ocorreu o treinamento de capacitação para validadores do Monitor de Secas no Igam, sendo o estado oficialmente incorporado ao Mapa em dezembro do mesmo ano, com publicação do mapa referente ao mês de novembro de 2018.

De setembro a dezembro de 2019 o Igam recebeu o treinamento de formação de novos autores e em janeiro de 2020 passou a integrar oficialmente no calendário do Monitor de Secas, como autor da área de expansão, entrando no revezamento junto com o INCAPER/ES e a Instituição Central (FUNCEME/CE). Atualmente, as instituições responsáveis pelo traçado do Monitor em nível nacional são: INEMA-BA, APAC-PE, FUNCEME-CE, IGAM-MG e INCAPER-ES (MAPA 8a, 8b, 8c e 8d).

Mapa 8 — Monitoramento de seca em Minas Gerais



Fonte: Elaborados pelos autores (2020)

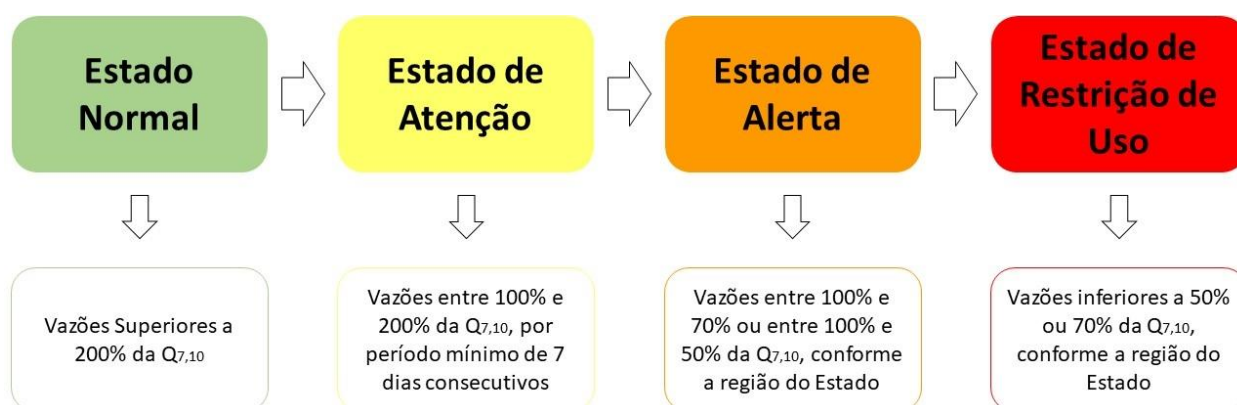
#### 4.4 Declaração de Escassez hídrica nas regiões do Estado

O último cenário hidrometeorológico crítico do estado, com períodos chuvosos abaixo da normal climatológica, teve reflexo direto na disponibilidade hídrica dos cursos d'água, fazendo com que fossem observadas vazões inferiores à vazão mínima de referência adotada por Minas Gerais para fins de concessão de outorga ( $Q_{7,10}$ ).

Tal condição gera impactos diretos no abastecimento público e demais usos, prejuízos para as atividades econômicas, além da geração de conflitos pelo uso da água.

Para controlar e/ou minimizar o impacto da escassez hídrica, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) aprovou a Deliberação Normativa nº 49/2015, que estabelece diretrizes e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas de Minas Gerais. Essa foi alterada, no mesmo ano, pela DN CERH/MG nº 50/2015, que define critérios para classificação dos níveis de vazão em três estágios. Na Figura 2 podem ser observados os diferentes estágios da declaração de escassez hídrica conforme a DN CERH/MG nº 49/2015.

Figura 2 — Estágios da declaração de escassez hídrica conforme a DN CERH/MG nº 49/2015



Fonte: CERH (2015)

O enquadramento de uma estação fluviométrica no estado de “restrição de uso” implica na redução do percentual de volume de água outorgado para toda a sua área a montante. Na Tabela 4 podem ser observados os percentuais de redução de acordo com o uso.

Tabela 4 — Percentuais de redução do volume outorgado conforme o uso

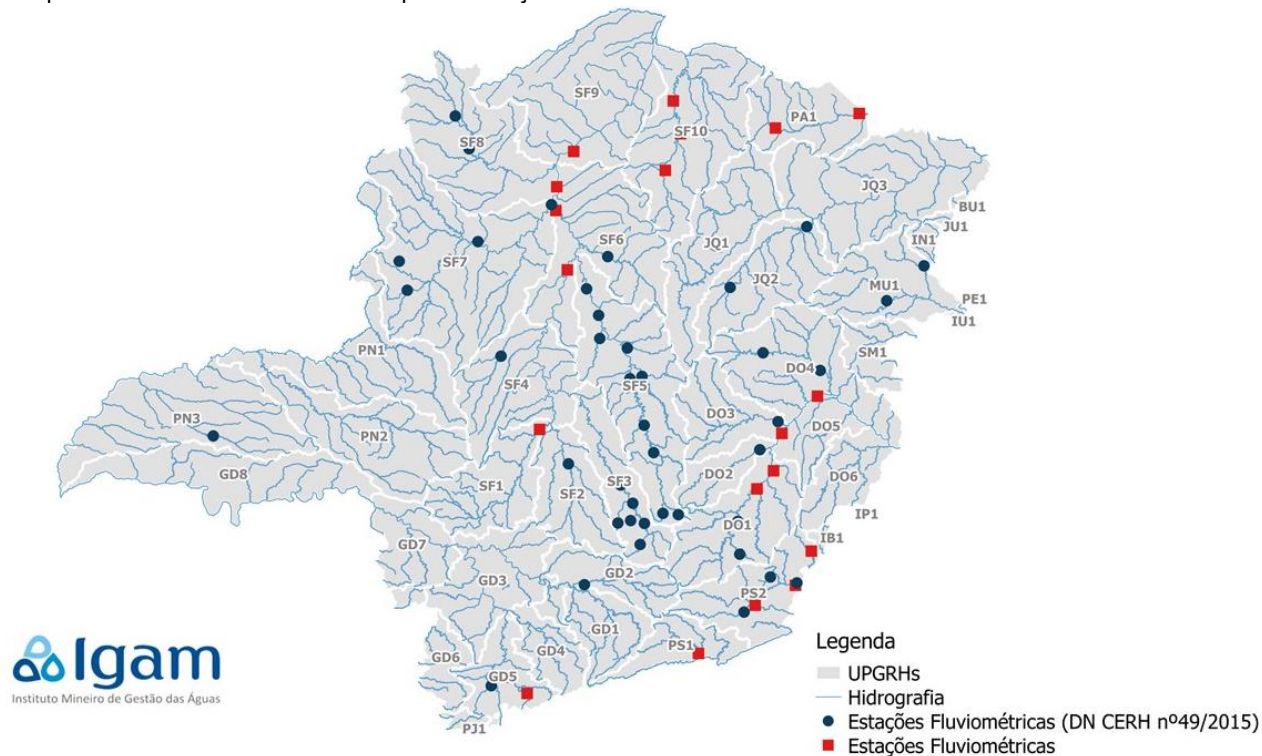
Finalidade do uso	Restrição do volume diário outorgado
Consumo humano, dessedentação animal e abastecimento público	20%
Irrigação	25%
Indústria e agroindústria	30%
Demais finalidades	50%

Fonte: CERH (2015)

Para atender a DN CERH/MG nº 49/2015, o Igam monitora estações fluviométricas distribuídas por todo o estado e acompanha os níveis de reservatórios para a elaboração de balanço hídrico. Esse monitoramento fornece dados para a avaliação da quantidade de água disponível e, conseqüentemente, permite readequar os volumes já outorgados, com o objetivo de atender, minimamente, a todos os usuários da bacia. As informações deste trabalho são divulgadas no website do Igam por meio de boletins e subsidiam ações como a emissão de declarações de alerta e escassez hídrica, publicidade à situação dos cursos d’água, alerta aos usuários de áreas propensas à escassez, ações de fiscalização e controle nas porções hidrográficas e incentivo ao uso de técnicas de redução de consumo e uso eficiente da água .

Atualmente são monitoradas 61 estações localizadas nas Bacias do Rio São Francisco, Doce, Jequitinhonha, Paranaíba, Paraíba do Sul, Grande, Mucuri e Pardo. Destas 41 estações estão alocadas nas calhas de cursos d'água de domínio estadual e são analisados conforme a DN CERH/MG nº 49/2015. As demais encontram-se em rios de domínio da União, fora da área de atuação do Igam. No Mapa 8 pode ser observada a rede de monitoramento utilizada para a avaliação da escassez hídrica.

Mapa 8 — Rede de monitoramento para avaliação da escassez hídrica no Estado de Minas Gerais



Fonte: Igam (2020)

#### 4.5 Monitoramento das Águas subterrâneas

O Projeto Águas do Norte de Minas (PANM), como detalhado no capítulo anterior, foi concebido em 2010 com o intuito de proporcionar subsídios técnico-científicos à gestão de recursos hídricos na Região Norte do estado, onde se predomina o clima semiárido, com baixos índices pluviométricos e mananciais superficiais escassos.

A água subterrânea representa um importante recurso hídrico alternativo às captações superficiais, sendo, muitas vezes, a única fonte de abastecimento nessas áreas. Além disso, a crescente facilidade de acesso às reservas hídricas subterrâneas, justificada pelo aperfeiçoamento de técnicas de perfuração, proporcionou o incremento do uso da água subterrânea para as mais diversas finalidades.

Atualmente, a área do PANM corresponde a aproximadamente 245.520 km<sup>2</sup>, sendo limítrofe com os estados da Bahia, Espírito Santo, Goiás e Distrito Federal. Incluindo 181 municípios dos quais 169 possuem a sua sede dentro da área do Projeto. Sendo que sua Rede de Monitoramento Hidrogeológica compreende 38 poços de monitoramento, com projeto de ampliação da mesma. Tendo como objetivo precípua avaliar a disponibilidade hídrica subterrânea da região norte do estado de Minas Gerais compreendida pelas UPGRHs SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, JQ1, JQ2, JQ3, MU1, PA1 e bacias do Leste (Norte, Noroeste, Jequitinhonha/Mucuri).

## 5 DESAFIOS E METAS PARA OS PRÓXIMOS ANOS

### 5.1 Monitoramento Meteorológico

Os resultados alcançados com o monitoramento até aqui mostram a importância de se manter e/ou aprimorar as metodologias e as ferramentas que tratam especificamente de tempo severo, tanto no monitoramento como na previsão e alerta dos eventos extremos.

A manutenção do acesso e busca por novas fontes se mantém como uma das principais metas da área de meteorologia no Igam, uma vez que, os dados obtidos através de instrumentos de coleta/estimativas de variáveis meteorológicas são utilizados na execução de todas as atividades referentes a tempo e clima.

Pretende-se consolidar e ampliar o banco de dados de tempo severo em Minas Gerais, através da divulgação da Plataforma de Relato de Tempo Severo (PRETS) - ferramenta que permite à população informar sobre ocorrência de tempo severo na sua região. Tal banco de dados é de grande importância para criação de climatologia que proporcionará uma melhor avaliação futura destes eventos meteorológicos extremos.

Existem também pontos de atenção que devem ser atacados em nível operacional e gerencial, tendo em vista que as ocorrências de tempo severo se dão em qualquer hora do dia e da semana, apesar de se concentrarem no período vespertino. Dessa maneira, a ampliação da equipe e aquisição de equipamentos com melhor capacidade computacional possibilitariam o monitoramento e envio de alertas de forma continuada.

### 5.2 Monitoramento Hidrológico

Atualmente, observa-se uma crescente atenção por parte dos órgãos gestores de recursos hídricos dada a ocorrência dos eventos extremos e os seus respectivos impactos na segurança hídrica. Nesse contexto, o Igam vem constatando que a necessidade por informações hidrometeorológicas, especialmente sobre totais precipitados e vazões dos corpos d'água, tem aumentado, uma vez que o conhecimento do comportamento quantitativo das águas superficiais é insumo básico para o gerenciamento dos recursos hídricos em qualquer região.

Entretanto, para que esse conhecimento seja efetivo é necessário que exista uma rede adequada de monitoramento hidrometeorológico, preferencialmente com longo tempo de operação ininterrupta, dada a natureza estocástica da variável hidrológica, que possa coletar informações suficientes ao atendimento dos diversos usos, antrópicos ou ecológicos, a que estão sujeitas as águas dos corpos hídricos brasileiros.

Atualmente, para fins de monitoramento hidrometeorológico, o Igam utiliza as estações pertencentes a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), de responsabilidade da ANA, que são operadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e pelo próprio Igam. No entanto, o estado ainda possui uma grande deficiência no monitoramento, uma vez que a configuração atual da rede ainda não é suficiente para a tomada de decisões em todos os aspectos da segurança hídrica, possuindo regiões pouco monitoradas.

As estações telemétricas possuem vantagens em relação às estações hidrometeorológicas convencionais por realizarem a aquisição automática dos dados e os enviarem em tempo real via telemetria.

Por esse motivo, a ANA vem adotando as estações telemétricas como referência no planejamento da expansão da RHN sob sua responsabilidade. Em Minas Gerais, o Igam opera 43 estações telemétricas. As informações hidrometeorológicas advindas das estações telemétricas possuem um papel importantíssimo, uma vez que modelos de previsão hidrometeorológica de curto e médio prazo são altamente dependentes de informações com curtos intervalos de tempo. No geral, os benefícios de uma rede telemétrica na prevenção de desastres são dados da seguinte forma:

- Aprimoramento na obtenção de dados para o acompanhamento e previsão de eventos hidrometeorológicos extremos;
- Emissão de alertas com dados em tempo real dos totais precipitados e do aumento das vazões dos rios, auxiliando os órgãos competentes na adoção de medidas emergenciais;
- Elaboração de atlas de vulnerabilidade a inundações para os municípios; e
- Maior entendimento do processo de transformação da chuva em vazão.

Diante dessa necessidade de informação e dos crescentes desafios enfrentados pela gestão de recursos hídricos no estado, o Igam iniciou um estudo de aprimoramento da rede hidrometeorológica que está sendo executado em duas etapas. A primeira, atualmente em andamento, consiste na avaliação das estações já existentes, onde está sendo realizado o levantamento das demandas de interesse atendidas por cada ponto; e na identificação de novos pontos de monitoramento de interesse do estado. A segunda etapa consistirá na execução das informações obtidas na primeira etapa, que inclui a ampliação da rede de monitoramento, modernização das estações e planejamento e adequação das operações de campo e escritório.

Para a execução da primeira etapa, o Igam tem contado com o apoio técnico da ANA e da CPRM, uma vez que o aprimoramento da rede hidrometeorológica do estado está sendo realizado considerando os objetivos gerais aplicados na implementação da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR), realizado por essas entidades. Para a implementação em Minas Gerais, os objetivos foram adaptados pelo Igam a fim de atender aos interesses do estado, sendo eles:

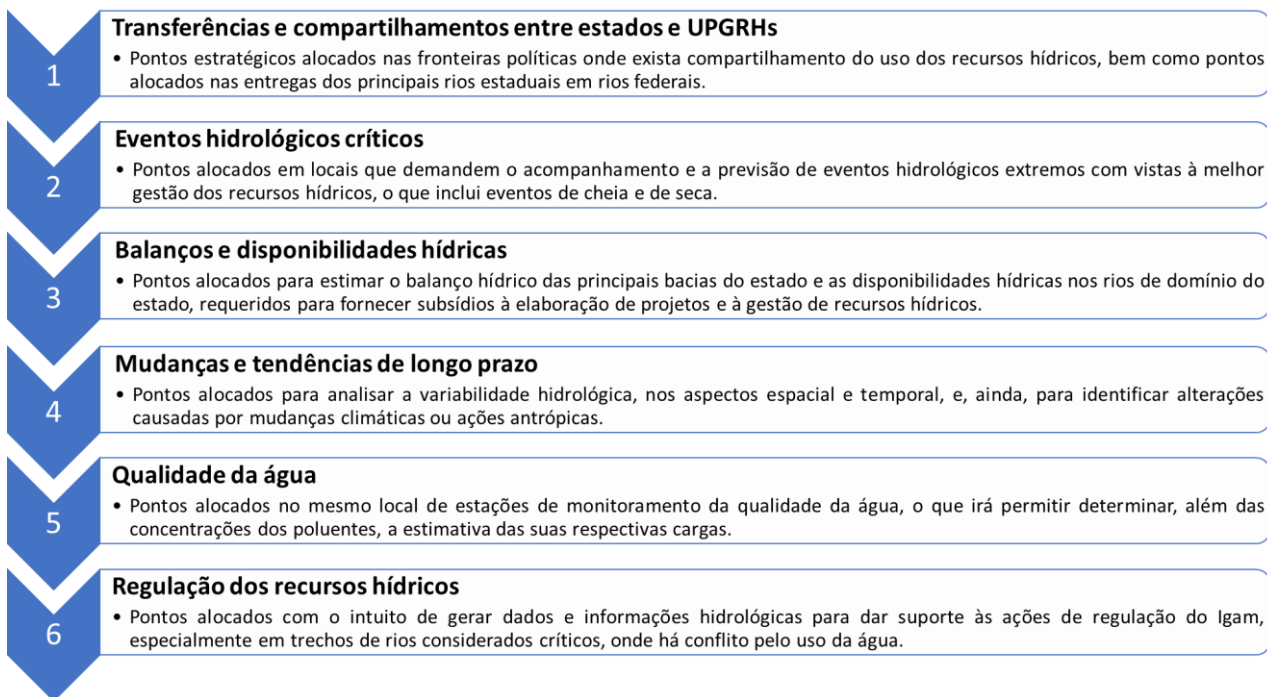
- Transferências e compartilhamentos entre estados e UPGRHs;
- Eventos hidrológicos críticos;
- Balanços e disponibilidades hídricas;
- Mudanças e tendências de longo prazo;
- Qualidade da água; e
- Regulação dos recursos hídricos.

Como pode ser observado, o contexto dos eventos hidrológicos extremos e da segurança hídrica vem sendo trabalhado no objetivo “Eventos hidrológicos críticos”. Entretanto, como a rede deve atender todos os aspectos da segurança hídrica a nível estadual, múltiplos objetivos devem ser atendidos. Na Figura 3 pode ser observado um fluxograma com a implementação dos objetivos e seus respectivos critérios de alocação dos pontos.

### **5.3 Monitoramento das Águas Subterrâneas**

O monitoramento quali-quantitativo das águas subterrâneas é o instrumento utilizado para avaliação de sua qualidade e adequação aos mais diversos usos em dado momento, mas sobretudo para o acompanhamento da evolução dessa qualidade ao longo do tempo de forma contínua e com frequência pré-determinada.

Figura 3 — Objetivos e critérios de alocação dos pontos do monitoramento



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

Os dados adquiridos permitirão tomadas de decisões para uso adequado do recurso, além da adoção de ações de proteção, conservação e remediação.

Ainda, a atuação em conjunto com as instituições municipais e estaduais, bem como secretarias e comitês, torna-se cada vez mais necessária no auxílio da divulgação e comunicação das informações aos usuários quanto a possíveis restrições a determinado uso devido a qualidade de água, seja motivada por causas naturais ou antrópicas.

O monitoramento da água subterrânea se apresenta cada vez mais importante e, conseqüentemente, novos desafios devem ser superados principalmente para a viabilização do uso sustentável da água. Dentre os desafios a serem enfrentados no estado tem-se a ampliação das redes de monitoramento para todo o território, implementação do monitoramento quantitativo em todas as redes, implementação de monitoramento integrado nas redes já existentes, desenvolvimento de sistema de disponibilização e divulgação de dados obtidos com monitoramento, desenvolvimento e execução de programas de conscientização das vulnerabilidades quantitativas e qualitativas da água subterrânea.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à sua localização geográfica, perfil topográfico e por ser um estado de tão grande extensão, Minas Gerais apresenta em seu território diferentes condições climáticas. Além disso, vem sendo observada a ocorrência, com mais frequência, de eventos hidrometeorológicos extremos. Algumas regiões do estado historicamente abundantes em água estão passando por cenários de seca devido aos baixos acumulados de precipitação. Por outro lado, os eventos de granizo e vendavais, bem como aqueles associados ao excesso de precipitação e que provocam deslizamentos, inundações e enxurradas também vem sendo presenciados ano após ano.



Diante disso, o estado de Minas Gerais vem buscando, principalmente ao longo da última década, monitorar a disponibilidade de suas águas, estabelecer novas ferramentas e se articular com outras instituições visando fortalecer as ações. E, assim, realizar uma gestão eficiente dos recursos hídricos, de forma a atender aos seus múltiplos usos, melhorando a vida da sua população e proporcionando segurança hídrica mesmo diante de eventos hidrometeorológicos extremos.

## REFERÊNCIAS

GIBBS, W.J; MAHER, J.V. Rainfall deciles as drought indicators. Bureau of Meteorology, 1967 (**Bulletin n. 48**).

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/6020-outorga>. Acesso em: 06 out. 2020.

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.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). Deliberação Normativa do CERH 49, de 25 de março de 2015. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 26 mar. 2015.

NOSCHANG, P.G. **Águas subterrâneas transfronteiriças e as mudanças climáticas: novos desafios para a preservação**. In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 23., 2014, João Pessoa. Direito Internacional, João Pessoa : Universidade Federal da Paraíba, 2014. p. 111-125.

# SEGURANÇA DE BARRAGENS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Guilherme Tadeu Figueiredo Santos<sup>1</sup>

Ivana Carla Coelho<sup>2</sup>

Roberto Junio Gomes<sup>3</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

A segurança de barragens mantém relação direta com a segurança hídrica e está associada à gestão dos riscos e desastres, especialmente aqueles relacionados à água. Nos últimos anos, a intensificação de eventos extremos (secas e cheias) tem comprometido a capacidade dos reservatórios e aumentado a necessidade de uma gestão eficiente e segura dessas estruturas, principalmente, para garantir o abastecimento de água para a população (BANCO MUNDIAL, 2015). Ademais, os recentes rompimentos das barragens de rejeitos de minério nos municípios mineiros de Mariana (2015) e Brumadinho (2019) resultou em impactos socioeconômicos e ambientais significativos, comprometendo a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos.

Para que as barragens possam atingir a sua finalidade principal e, assim, contribuir para o alcance da segurança hídrica é necessário que estas estruturas sejam duradouras e seguras. O Estado de Minas Gerais trabalha com esta temática desde 2002, quando a Gestão Ambiental de Barragens executada pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema) era subsidiada pelas Deliberações Normativas (DN) do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) nº 62/2002 e nº 87/2005. Estas deliberações constituem um marco na legislação ambiental estadual que apresentou um sistema de classificação para barragens, considerando tanto as características técnicas da estrutura quanto os aspectos socioambientais da área de jusante, susceptíveis a danos decorrentes de um possível acidente.

Nesse contexto, foi também instituída, em 2010, a [Política Nacional de Segurança de Barragens \(PNSB\)](#), criando o Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens (SNISB), referência para as demais normativas federal e estadual acerca do tema. Adicionalmente, em fevereiro de 2019, após o desastre envolvendo a barragem B-I da Vale S.A em Brumadinho, a Assembleia Legislativa de Minas Gerais, fundamentada em um Projeto de Lei popularmente denominado “Mar de lama nunca mais”, instituiu novo marco legal no estado com a publicação da Lei nº 23.291, que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens (PESB). Lei Federal nº 12.334

A seguir, serão apresentadas as principais ações e desafios para implementar as diretrizes dos referidos marcos, operacionalizar a gestão das estruturas e promover a segurança de barragens em Minas Gerais.

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental e Sanitário. Especialista em Perícia, Auditoria e Análise Ambiental. Gestor Ambiental em exercício no Igam.

<sup>2</sup> Engenheira de Produção Civil. Especialista em Formas Alternativa de Energia. Coordenadora do Núcleo de Gestão de Barragens da Feam.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo. Mestre em Solos e Nutrição de Plantas. Gerente de Recuperação de Áreas de Mineração e Gestão de Barragens da Feam.

## 2 POLÍTICAS NACIONAL E ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

A Política Nacional de Segurança de Barragens, como abordado anteriormente, consiste em um marco importante para garantir a segurança da sociedade sobre este aspecto, por estabelecer um arcabouço normativo que cria regras e determina as competências compartilhadas entre os entes federativos.

Os objetivos da PNSB são:

*I - garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e suas consequências;*

*II - regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação e de usos futuros de barragens em todo o território nacional;*

*III - promover o monitoramento e o acompanhamento das ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens;*

*IV - criar condições para que se amplie o universo de controle de barragens pelo poder público, com base na fiscalização, orientação e correção das ações de segurança;*

*V - coligir informações que subsidiem o gerenciamento da segurança de barragens pelos governos;*

*VI - estabelecer conformidades de natureza técnica que permitam a avaliação da adequação aos parâmetros estabelecidos pelo poder público;*

*VII - fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos.*

*VIII - definir procedimentos emergenciais e fomentar a atuação conjunta de empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção e defesa civil em caso de incidente, acidente ou desastre.*

Em 2019, por meio da Lei Estadual nº 23.291 foi instituída a Política Estadual de Segurança de Barragens. Em seu art. 2º são definidos os princípios para a promoção dessa segurança:

*I – prevalência da norma mais protetiva ao meio ambiente e às comunidades potencialmente afetadas pelos empreendimentos;*

*II – prioridade para as ações de prevenção, fiscalização e monitoramento, pelos órgãos e pelas entidades ambientais competentes do Estado.*

A legislação estadual atribui a fiscalização dessas estruturas ao Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), sem prejuízo das ações de fiscalização previstas no âmbito da PNSB. Nesse contexto, compete ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) atuar na gestão de barragens de acumulação destinadas à reservação de água - excetuadas [aquelas voltadas à geração de energia elétrica](#), no planejamento de infraestrutura hídrica com vistas à segurança hídrica, bem como no monitoramento e acompanhamento da operação dos reservatórios.

*A gestão é de responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)*

Adicionalmente, a PESB, por meio de seu artº 4, atribuiu ao Sisema a fiscalização ambiental de barragens destinadas à acumulação ou à disposição final ou temporária de rejeitos e resíduos industriais ou de mineração e a barragens de água ou líquidos associados a processos industriais ou de mineração instaladas no estado. A competência da gestão ambiental das barragens de resíduos da indústria e rejeitos da mineração é exercida de forma conjunta pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam).

A Figura 1 ilustra as competências compartilhadas na gestão de barragens em Minas Gerais.

Figura 1 — Gestão de barragens em Minas Gerais



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

## 2.1 Barragens de usos múltiplos de recursos hídricos

Além das leis anteriormente citadas, os normativos a seguir apresentam as regras específicas para as barragens de usos múltiplos dos recursos hídricos.

- **Resoluções**

**Resolução CNRH nº 143/2012** - Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório.

**Resolução Conjunta SEMAD/IGAM nº 2257/2014** - Estabelece os procedimentos para o cadastro de barragem, barramento ou reservatório em curso d'água no Estado de Minas Gerais, em observância a Lei Federal nº 12.334/2010, e convoca os usuários para o cadastramento.

- **Portarias**

**Portaria IGAM nº 02/2019** - Dispõe sobre a regulamentação dos artigos 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens.

**Portaria IGAM nº 03/2019** - Dispõe sobre os procedimentos para o cadastro de barragens em curso d'água no Estado de Minas Gerais, em observância a Lei Federal nº 12.334/2010, e convoca os usuários para o cadastramento.

**Portaria IGAM nº 32/2020** - Altera o Anexo I da Portaria Igam nº 03/2019.

Diante do elevado número de estruturas no estado, a Portaria IGAM nº 03/2019, atualizada pela Portaria IGAM nº 32/2020, escalonou o cadastro, priorizando o recebimento de informações das barragens com maior potencial de dano associado, chegando até as barragens com os menores volumes. O Quadro 1 apresenta os prazos em vigência.

Quadro 1 — Prazos vigentes conforme alteração dada pela Portaria Igam nº 32/2020

CRITÉRIOS	DATAS LIMITE
$H \geq 15$ ou $VTR \geq 3.000.000$	30/04/2019
Barragem com $H < 15$ ou $VTR < 3.000.000$ e localizada em área urbana	30/01/2021
$1.500.000 \leq VTR < 3.000.000$	30/06/2021
$250.000 \leq VTR < 1.500.000$	30/06/2022
$VTR < 250.000$	30/06/2023

Fonte: Igam (2020)

Nota: H = altura (em metros); VTR = Volume Total do Reservatório (em metros cúbicos)

Como pode ser observado através dos prazos apresentados acima, todas as barragens com altura do maciço, contado do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 metros ou barragens com volume total armazenado maior ou igual a 3.000.000 m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos) já deveriam ter apresentado o formulário técnico para cadastro de barragem.

Do ponto de vista da engenharia, assim como em toda e qualquer obra projetada e construída pelas mãos humanas, as barragens apresentam possibilidades de riscos e falhas. Por este motivo, destaca-se a importância do desenvolvimento da cultura de segurança de barragem, agindo preferencialmente de forma prévia e preventiva.

A Portaria Igam nº 02/2019 vem estabelecer, em âmbito estadual, a periodicidade de execução e atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o detalhamento do Plano de Segurança de Barragem (PSB), da Inspeção de Segurança Regular (ISR), da Inspeção de Segurança Especial (ISE), da Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB) e do Plano de Ação de Emergência (PAE).

Além disso, é estabelecida a sua classificação, podendo resultar em classes “A”, “B”, “C” e “D”, de acordo com a matriz de classificação correspondente a conjugação da Categoria de Risco (CRI) versus o Dano Potencial Associado (DPA), conforme publicado no Anexo I da referida portaria, reproduzida no Quadro 2.

Quadro 2 — Matriz de classificação publicada no Anexo I da Portaria Igam nº 02/2019

<b>ANEXO I – Matriz de Classificação quanto a Categoria de Risco – CRI e Dano Potencial Associado - DPA</b>			
CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	A	C	D
BAIXO	A	D	D

Fonte: Igam (2019)

O Quadro 3 traz o resumo do conteúdo relacionado aos documentos citados na Portaria IGAM 02/2019.

Quadro 3 — Resumo dos principais documentos da Portaria Igam nº02/2019

Documento	Artigo	Elaboração/Realização	Conteúdo Mínimo
Plano de Segurança de Barragem – PSB	Capítulo II (do artigo 5º ao 10)	Elaboração para barragens novas: antes do primeiro enchimento. Elaboração para barragens existentes: se classe “A” até 26/02/2020; se classe “B” até 26/02/2021; se classe “C” ou “D” até 26/02/2022.	ANEXO III
Inspeção de Segurança Regular – ISR	Capítulo III (do artigo 11 ao 15)	Realizado uma vez por ano. Se classe “D” poderá ser realizado a cada dois anos.	
Inspeção de Segurança Especial – ISE	Capítulo IV (do artigo 16 ao 18)	Realizado conforme situações elencadas no artigo 17, ou quando solicitado pelo Igam.	
Revisão Periódica de Segurança de Barragem – RPSB	Capítulo V (do artigo 19 ao 21)	Elaboração da primeira revisão para as barragens existentes: se classe “A” até 26/02/2020; se classe “B” até 26/02/2021; se classe “C” ou “D” até 26/02/2022. Revisado para barragem existente: se classe “A” a cada 5 anos; se classe “B” a cada 7 anos; se classe “C” a cada 10 anos, se classe “D” a cada 12 anos. O prazo de revisão para barragens novas é contado a partir do primeiro enchimento.	
Plano de Ação de Emergência – PAE	Capítulo VI (do artigo 22 ao 31)	Exigido para as barragens classe “A” e “B”. Elaboração para as barragens novas: antes do início do primeiro enchimento. Elaboração para barragens existentes: se classe “A” até 26/02/2020; se classe “B” até 26/02/2021;	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

## 2.2 Barragens de disposição de resíduos e rejeitos da indústria e da mineração

A Gestão Ambiental de Barragens executada pela Semad e pela Feam é fundamentada pela Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental – DN Copam nº 62/2002 e pela DN Copam nº 87/2005. Como exposto na introdução deste capítulo, estas deliberações constituem o primeiro marco na legislação ambiental estadual que apresentou um sistema de classificação para barragens, considerando tanto as características técnicas da estrutura quanto os aspectos socioambientais da área de jusante, susceptíveis a danos decorrentes de um possível acidente.

Com a publicação da Lei Federal nº 12.334/2010, a Semad e a Feam continuaram executando os procedimentos estabelecidos pelas referidas DN's nas barragens de disposição de resíduos e rejeitos da indústria e da mineração. Também instituíram um Programa de Gestão de Barragens que visava, dentre outras coisas, aumentar a vigilância sobre as barragens de Indústria.

Dentre as ações desenvolvidas no âmbito do programa, merece destaque a publicação do Decreto 46.993/2016, que institui a Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem, e a criação do Núcleo de Gestão de Barragens (Nubar) na estrutura orgânica da Feam, por meio do Decreto nº 47.347/2018.

Com a publicação da Lei Estadual nº 23.291/2019, que institui a PESB, fez-se necessária a compatibilização da classificação das barragens trazida pela nova legislação com a que é adotada para o cadastro das estruturas junto a Feam. Acrescenta-se que a Lei 23.291/2019 ainda é passível de regulamentação e os decretos que servirão para este fim estão sendo discutidos no âmbito do executivo. Todavia, as diretrizes colocadas pela lei desencadearam um processo de reestruturação completa do Programa de Gestão de Barragens desenvolvido desde 2002 pela Semad e Feam, que veem despendendo esforços para adequação às exigências da nova lei e aplicação imediata dos dispositivos considerados autoaplicáveis.

Destaca-se, neste contexto, a publicação do Decreto nº 48.078/2020, que regulamenta os procedimentos para análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência (PAE).

A seguir, estão as principais legislações que subsidiam as ações das barragens cujo objetivo é a disposição de resíduos ou rejeitos da indústria e da mineração.

**DN Copam nº 62/2002** - Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

**DN Copam nº 87/2005** - Altera e complementa a Deliberação Normativa Copam nº 62/2002.

**DN Copam nº 124/2008** - Complementa a DN Copam nº 87/2005.

**Decreto Estadual nº 46.993/2016** - Institui a Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem e dá outras providências.

**Resolução Conjunta Semad/Feam nº 2.372/2016** - Estabelece diretrizes para realização da Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragens de rejeito com alteamento para montante e para a emissão da correspondente Declaração Extraordinária de Condição de Estabilidade de que trata o Decreto nº 46.993/2016 e da outras providências.

**Resolução Conjunta Semad/Feam nº 2.784/2019** - Determina a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos e resíduos, alteadas pelo método a montante, provenientes de atividades minerárias.

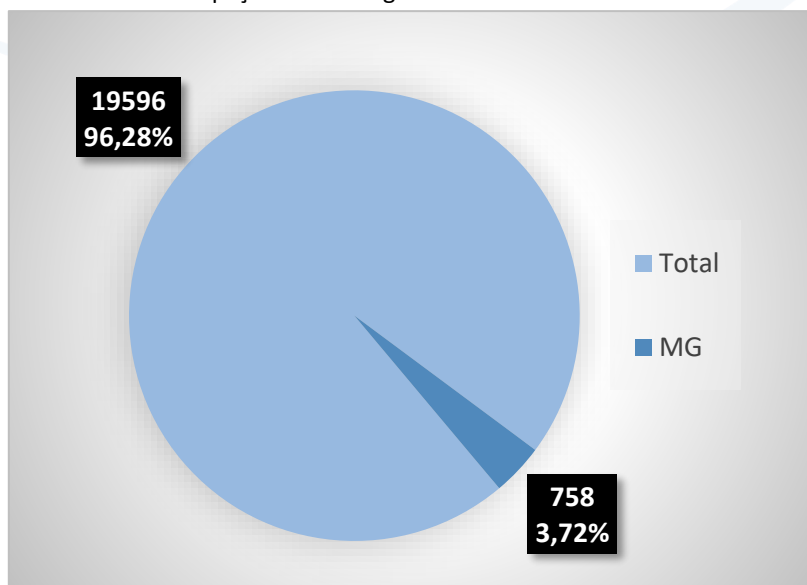
**Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.833/2019** - Estabelece procedimento a ser seguido para o envio dos Relatórios resultantes das Auditorias Técnicas de Segurança de Barragens e Declaração de Condição de Estabilidade da barragem no ano de 2019.

**Decreto nº 48.078/2020** - Regulamenta os procedimentos para análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência – PAE, estabelecido no art. 9º da Lei nº 23.291/2019, que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens.

### 3 SISTEMA NACIONAL E ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

No Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens estão disponíveis informações que permitem avaliar o panorama dessas estruturas no Brasil. Atualmente, tem-se cadastradas no sistema 19.596 barragens, sendo que 758 estão localizadas em Minas Gerais, representando aproximadamente 4% do universo total (GRÁFICO 1). Esse valor corresponde àquelas destinadas aos usos múltiplos dos recursos hídricos, inclusive para a geração de energia hidroelétrica, bem como as de rejeitos de mineração e de resíduos da indústria.

Gráfico 1 — Participação das barragens do Estado de Minas Gerais no SNISB



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

Nota: Consulta realizada no dia 17/08/2020 – 10h00



Desse universo em Minas Gerais, 377 são classificadas como sendo de usos múltiplos e 381 tem como objetivo de uso específico a acumulação de rejeitos da mineração ou barragens de acumulação de resíduos industriais.

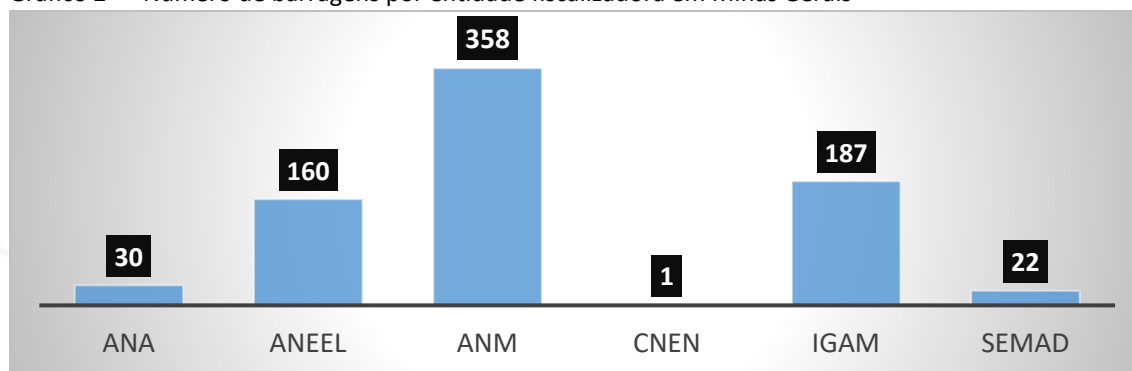
Com relação à fiscalização, a Lei Federal nº 12.334/2010 estabelece que as entidades fiscalizadoras de barragens são definidas pela dominialidade dos corpos hídricos e pela finalidade de uso. Assim, a fiscalização dessas barragens, no âmbito do estado de Minas Gerais, compete aos órgãos listados a seguir.

- **Igam** - quando localizadas em rios de domínio da Estadual;
- **ANA** (Agência Nacional de Águas) - quando localizadas em rios de domínio da União;
- **Aneel** - barragens com objetivo de acumulação de água para o aproveitamento do potencial hidroelétrico.
- **ANM** (Agência Nacional de Mineração) – barragens de resíduos e rejeitos da mineração
- **CNEN** (Comissão Nacional de Energia Nuclear) - barragens de disposição de rejeitos de minérios nucleares.
- **Semad** – barragens de disposição de resíduos industriais

Ressalta-se que em Minas Gerais, a Feam atua de forma suplementar à Semad, e ambas instituições realizam a gestão ambiental de todas as barragens de mineração e indústria no estado.

Na sequência, no Gráfico 2, é apresentada a distribuição do número de barragens no estado pelos respectivos órgãos responsáveis por sua fiscalização.

Gráfico 2 — Número de barragens por entidade fiscalizadora em Minas Gerais



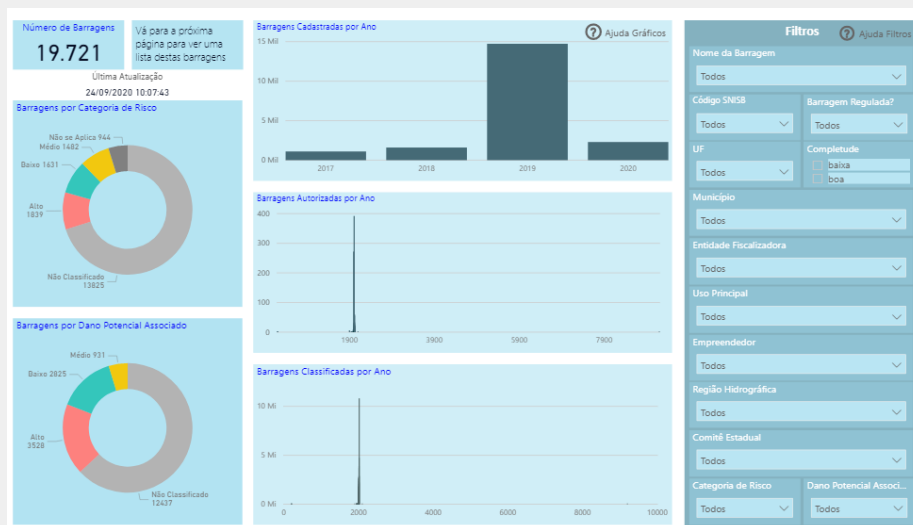
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

#### **SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGEM - SNISB**

Tem por objetivo registrar as informações e as condições de segurança de barragem em todo o território nacional. O sistema dispõe de módulos de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações de barragens em diferentes fases de vida (construção, operação ou desativadas), para diferentes usos e com diversas características técnicas.

O sistema deve ser alimentado por entidades ou órgãos fiscalizadores de segurança de barragens no Brasil. O acesso aos dados pode ser realizado através do painel interativo ou por meio do download de planilha, atualizada a cada hora (FIGURA 2).

Figura 2 — Painel interativo do Snisb



Fonte: ANA (2020)

#### 4 BARRAGENS DE USOS MÚLTIPLOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Entende-se como barragens de usos múltiplos de recursos hídricos aquelas que possuem estrutura hidráulica transversal ao curso hídrico, resultando na acumulação e armazenamento de água, podendo ser utilizada de diversas maneiras, como exemplifica a Figura 3.

Figura 3 – Barragens de usos múltiplos



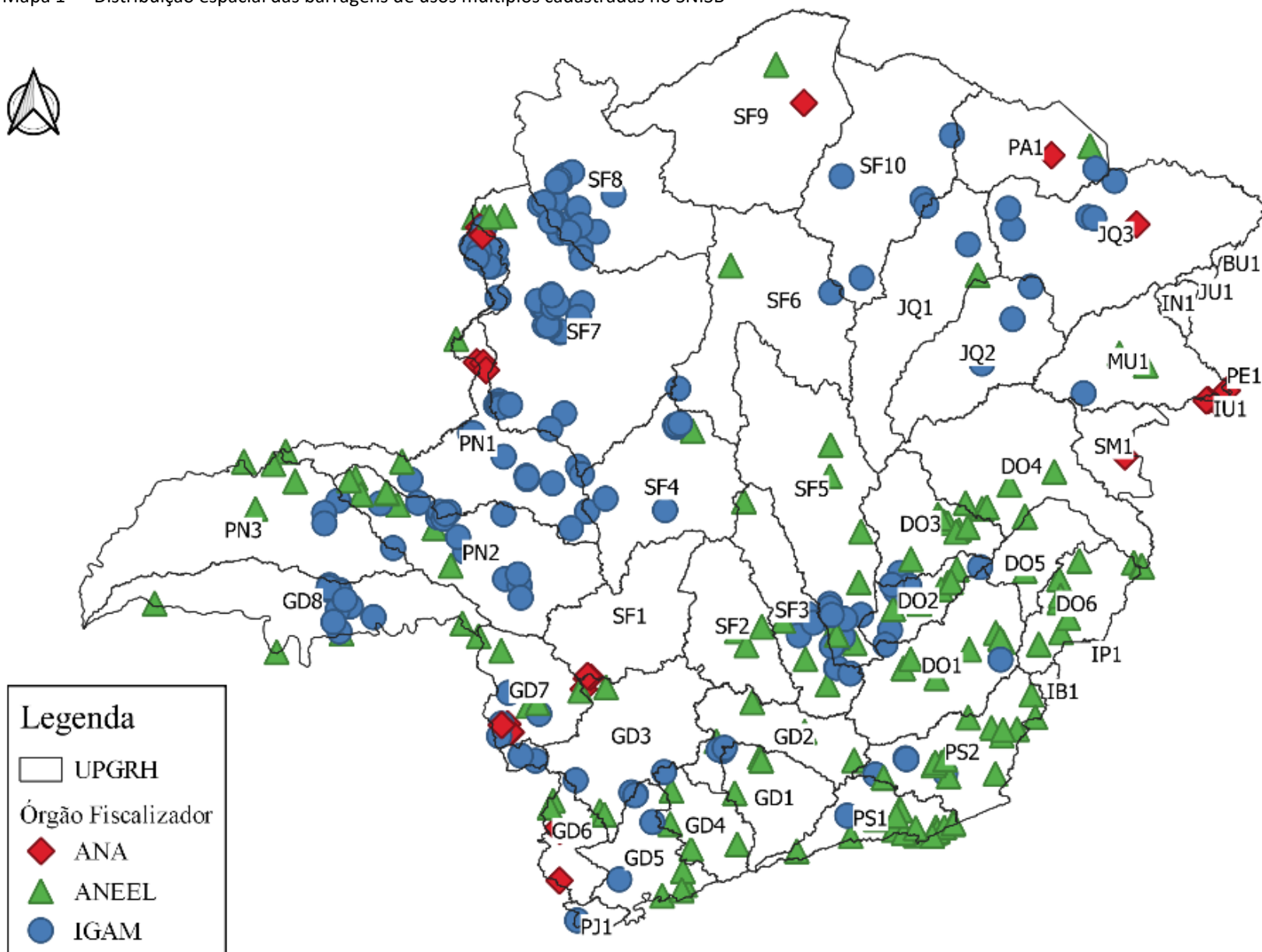
Fonte: Elaborada pelos autores (2020)  
 Nota: Crédito Evandro Rodney

#### 4.1 Cadastramento

No contexto da segurança hídrica, o cadastro se apresenta como uma ferramenta estratégica e prioritária, tendo em vista a sua finalidade em promover o monitoramento e acompanhar as ações de segurança empregadas pelos responsáveis pelas barragens, de maneira a minimizar a ocorrência de acidentes e suas consequências, em especial, junto à população potencialmente afetada. Ademais, tem como objetivo também manter atualizado o SNISB.

Considerando os dados disponibilizados do SNISB, o Mapa 1 apresenta a distribuição espacial das 377 barragens de usos múltiplos cadastradas, sendo que desse total, 187 são fiscalizadas pelo Igam, 30 pela ANA e 160 pela Aneel.

Mapa 1 — Distribuição espacial das barragens de usos múltiplos cadastradas no SNISB

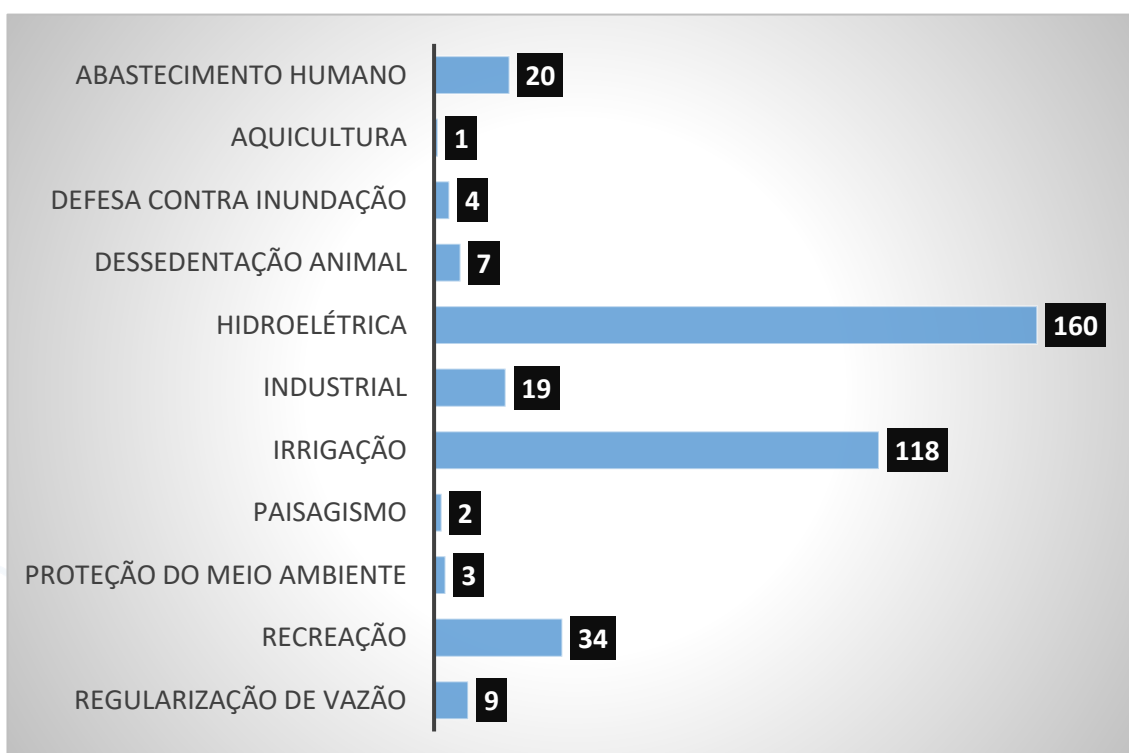


Fonte: Elaborado pelos autores com dados do SNISB/ANA (2020)

É possível verificar a dispersão de barragens de usos múltiplos por quase todas as Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos do estado (UPGRHs), com uma concentração importante nas bacias localizadas no Noroeste e Triângulo Mineiro – UPGRH dos Rios Paracatu (SF7), Urucuia (SF8), Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1), Rio Araguari (PN2) e Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3), e nas bacias do Rio das Velhas (SF5) e Paraopeba (SF3). As de uso preponderante como hidroelétrico, cujo órgão fiscalizador é a Aneel, possuem maior concentração nas regiões da Zona da Mata Mineira, Sul de Minas e Triângulo Mineiro. Já as barragens de atuação da ANA, por estarem em cursos d’água de domínio da União, estão mais concentradas nas divisas do Estado, nas Bacias dos Rios Grande, Paranaíba, São Francisco, Pardo, Jequitinhonha e Bacias dos Rios do Leste mineiro.

Quanto aos usos, por se tratar de estruturas com mais de uma finalidade, a análise considerou a atividade principal. Destacam-se a utilização do potencial hidroelétrico e a irrigação, que juntos representam 278 das 377 estruturas cadastradas, algo próximo de 74% do total (GRÁFICO 3).

Gráfico 3 — Distribuição dos modos de uso das barragens de usos múltiplos no Estado de Minas Gerais (uso principal)



Fonte: Elaborado pelos autores com informações extraídas do SNISB/ANA (2020)

Considerando que a Portaria Igam nº 03/2019 escalonou o recebimento dos cadastros, estima-se que a distribuição destes números no SINSB será alterada à medida que novas barragens sejam recebidas e cadastradas. O cadastro é obrigatório a todos os usuários de recursos hídricos que possuem barragens destinadas à acumulação de água e deve ser realizado no Sistema de Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (Siscad) por meio do preenchimento e envio de planilha. A responsabilidade de cadastrar as barragens é de quem detém a regularização do uso de recursos hídricos, seja por meio da outorga de direito de uso de recurso hídrico ou cadastro de uso insignificante emitido pelo Igam, podendo ser quem a explore oficialmente para benefício próprio ou coletivo ou, no caso de não haver exploração oficial, para aqueles com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o seu reservatório.

Com o cadastramento que está sendo realizado por meio da convocação da Portaria nº 03/2019, a expectativa é de que 2.327 barragens outorgadas sejam registradas e cerca de 28 mil estruturas, regularizadas como cadastro de uso insignificante.

Atualmente, o banco de dados de barragens já possui 528 estruturas – dados de maio/2020. As informações são prestadas pelos empreendedores e proprietários de barragens e apresentam dados sobre localização (coordenadas geográficas), estruturação física (altura e o volume do reservatório) e outorgas de direito de uso da água.

## 4.2 Monitoramento das barragens

Entre as ações desenvolvidas no estado, no que se refere ao monitoramento e publicação dos dados hidrológicos em barragens de usos múltiplos, destacam-se o Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) e o sistema de Gerenciamento dos Dados Hidrológicos (GDH).

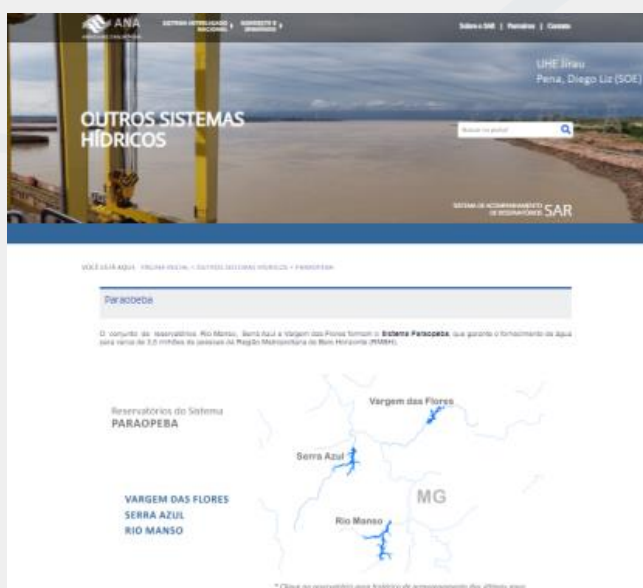
O SAR foi criado pela ANA em 2013 e disponibiliza, através de sua plataforma web, o acompanhamento dos principais reservatórios do país, divididos em barragens do Sistema Interligado Nacional (SIN), barragens do Nordeste e Semiárido e barragens de Outros Sistemas Hídricos.

Diversas barragens de geração de energia elétrica, localizadas em Minas Gerais, possuem seus dados de monitoramento publicados no módulo SIN. A barragem de Bico da Pedra, no rio Gorutuba, entre os municípios mineiros de Janaúba, Porteirinha e Nova Porteirinha está presente no módulo Nordeste e Semiárido.

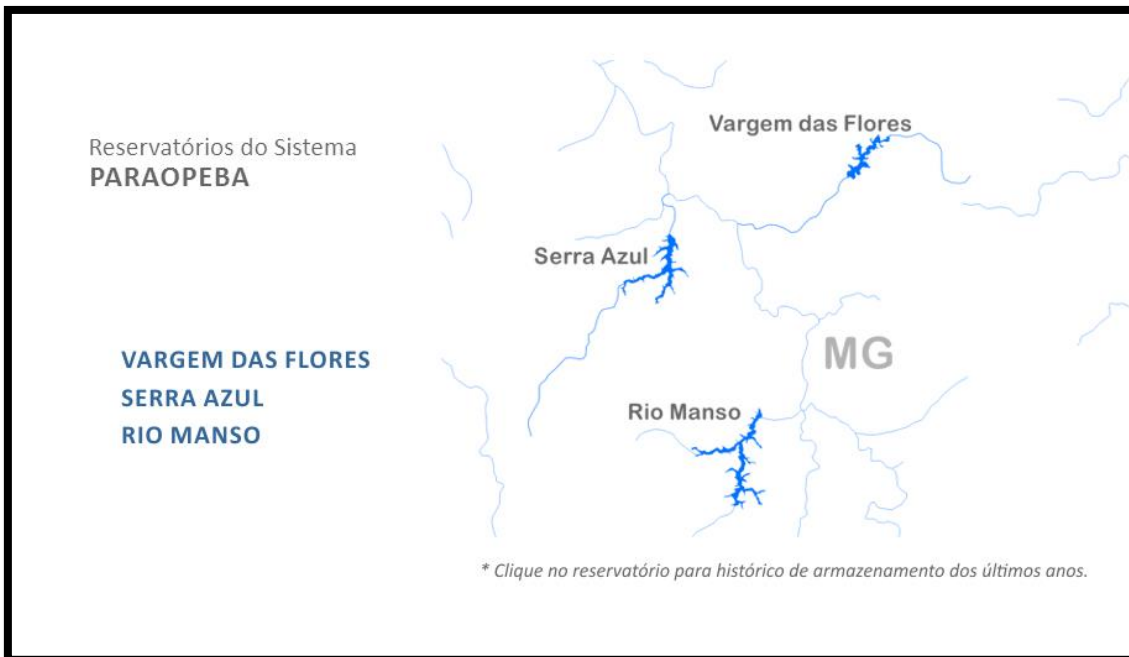
Já no módulo Outros Sistemas Hídricos encontram-se publicadas informações diárias de três importantes sistemas de abastecimento humano no país. Um destes é o Sistema Paraopeba, composto pelas barragens do Rio Manso (em Brumadinho), Várzea das Flores (entre Betim e Contagem) e Serra Azul (em Mateus Leme), como pode ser observado no Mapa 2.

### Portal Web - Sistema Paraopeba

Informações diárias, desde 2016, deste conjunto de reservatórios, responsável pelo abastecimento de grande parte da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte: <https://www.ana.gov.br/sar/outros-sistemas-hidricos/paraopeba>



Mapa 2 — Sistema Paraopeba no SAR



Fonte: ANA/SAR (2020)

No gráfico 4 é possível verificar duas situações positivas: aumento e nivelamento de volume dos três reservatórios que compõem o Sistema Paraopeba.

Gráfico 4 — Resultado dos dados hidrológicos publicados no SAR para o Sistema Paraopeba



Fonte: ANA/SAR (2020)

Já o outro sistema de monitoramento – GDH aproveita dos avanços e do desenvolvimento de novas tecnologias portáteis para encurtar e melhorar a efetividade da obtenção dos dados hidrológicos de campo. No estado, atualmente, nove reservatórios de água estão incluídos neste sistema.

Em parceria com a ANA, os observadores destes reservatórios recebem um aparelho celular contendo um aplicativo exclusivo do GDH, que possibilita o repasse das informações obtidas nas leituras diárias das réguas de níveis instaladas nos reservatórios, com a confiabilidade da conferência automática do ponto de coordenada onde o lançamento do dado foi feito.

O resultado deste monitoramento é refletido na obtenção diária de dados, de forma organizada, eficaz e diretamente vinculada a um sistema eletrônico dos dados hidrológicos dos nove reservatórios em monitoramento (QUADRO 4).

Quadro 4 — Resultado do monitoramento diário via GDH para Minas Gerais

Código	Nome	Entidade	Coleta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
42169000	AÇUDE CÂNABRAVA	IGAM-MG	-	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106	78106
44543000	AÇUDE PACUI	IGAM-MG	-	-	86606	86606	86606	86604	86604	86604	86604	-	86602	86602	86602	86498	86498	-
44589000	AÇUDE JURAMENTO	IGAM-MG	-	63391	63389	63388	63385	63384	63381	63380	63377	63376	63373	63372	63370	63368	63366	63364
44598000	AÇUDE RIO DOS PORCOS	IGAM-MG	-	-	9606	-	9604	9604	9602	9602	9602	-	9602	-	9602	9498	9498	-
44800000	AÇUDE ANGICAL	IGAM-MG	-	9801	-	-	9793	9791	9788	-	9780	-	9774	9770	9766	9766	9763	-
44907030	AÇUDE BICO DA PEDRA	IGAM-MG	-	53701	53699	53697	53695	53694	53692	53690	53688	53687	53684	53683	53682	53681	53680	53678
53541000	AÇUDE SAMAMBAIA	IGAM-MG	-	-	-	73245	-	73245	-	-	-	-	73243	-	73243	-	73242	-
54185000	AÇUDE RIO SÁLINAS	IGAM-MG	-	49401	-	-	49400	49399	49398	49397	-	-	49394	49393	-	49391	49390	-
54860000	AÇUDE SOBERBO	IGAM-MG	-	54542	54541	54543	54539	54538	54537	54536	54534	54534	54533	54533	54532	54531	54530	54530

Dado Coletado fora da Estação

Dado Coletado Manualmente

Dado Coletado na Estação

Dado Coletado sem Coordenada

Exportar

Fonte: ANA/GDH (2020)

Em comparação com os dados disponibilizados no SAR para o Sistema Paraopeba, tem-se imediata conversão dos dados obtidos através do nível do reservatório, em volume do reservatório e, por consequência, a porcentagem do volume de reservação.

A possibilidade de conversão da cota, em volume, está atrelada à elaboração da curva cota X área X volume (CAV) do respectivo reservatório. Para uma efetiva gestão dos recursos hídricos e sua aplicação nas políticas de segurança hídrica, torna-se necessário o desenvolvimento destes estudos em todos os reservatórios que se pretende monitorar.

Sendo assim, a expansão da rede de monitoramento de reservatórios de água no estado está atrelada à identificação dos reservatórios de maior interesse para a manutenção da segurança hídrica, conjuntamente com a elaboração dos estudos necessários tanto no levantamento dos quantitativos de uso dos recursos hídricos em suas bacias hidrográficas, como também nas características morfológicas e hidrológicas, relacionadas com a capacidade de reservação dos reservatórios.

Um dos melhores exemplos de uso destes estudos, aplicado com o viés da manutenção da segurança hídrica no território mineiro é o caso da Barragem Bico da Pedra. A Resolução Conjunta ANA/IGAM nº 1.564/2017, dispõe sobre condições de uso dos recursos hídricos no reservatório Bico da Pedra e no rio Gorutuba.

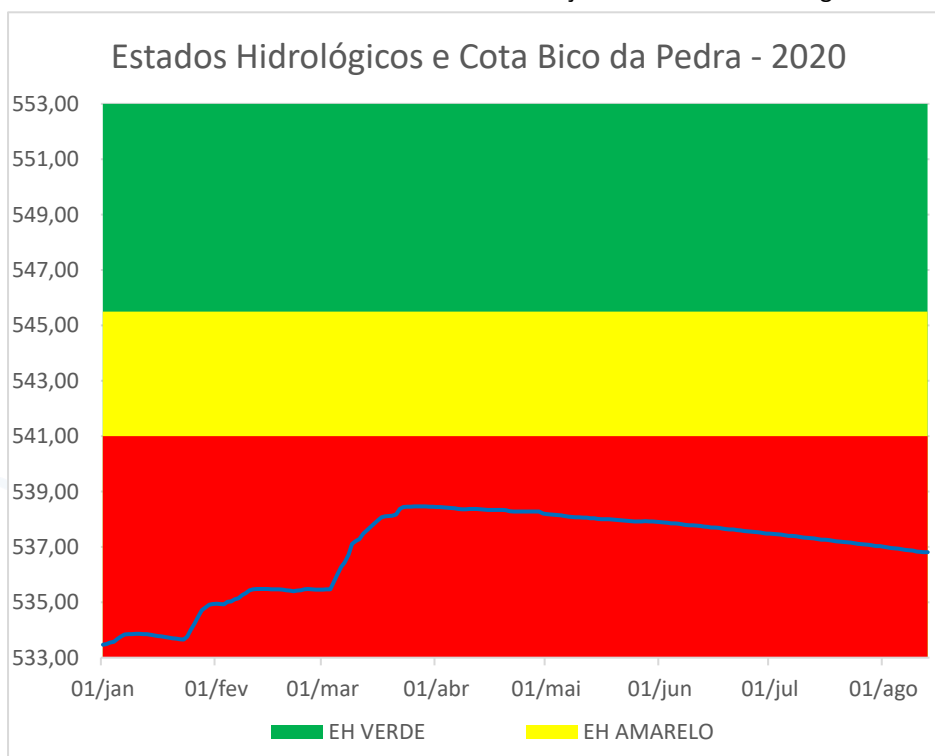
86

Este dispositivo foi publicado com base em um estudo técnico que definiu, dentre outras questões, os níveis do Estado Hidrológico (EH) do reservatório. Assim, conhecendo os aspectos de consumo dos usuários da bacia, juntamente com as informações do reservatório, é possível estabelecer índices onde o uso da água está garantido, ou então, definir situações onde se faz necessária a aplicação de termos de alocação de água, ou até mesmo, determinar situações de escassez hídrica.

A Portaria Igam nº 52/2020 declara situação de escassez hídrica, baseando-se na citada resolução conjunta para sua elaboração. Como verificado no monitoramento das cotas do reservatório, o não atingimento de melhores índices ao longo do ano, resultou na elaboração da referida portaria, visando a redução do consumo de água a montante do reservatório, no intuito de contribuir para a melhoria futura dos níveis de acumulação de água.

O gráfico 5 mostra as cotas do reservatório de Bico da Pedra medidas ao longo do ano de 2020, correlacionado com os Estados Hidrológicos estabelecidos - EH verde: usos de água garantidos; EH amarelo: usos de água submetidos a condições especiais; e EH vermelho: se caracteriza a situação de escassez hídrica. Percebe-se que durante todo o ano, mesmo após a recarga do período de chuvas, a cota do reservatório manteve-se dentro do Estado Hidrológico vermelho, motivando assim a publicação da portaria de escassez hídrica (Portaria Igam nº 52/2020).

Gráfico 5 — Leitura da cota do reservatório em relação aos estados hidrológicos



Fonte: Elaborado pelos autores com dados extraídos de ANA/SNIRH/GDH (2020)

### 4.3 Fiscalização

De modo a garantir a aplicação das Portarias Igam nº 02 e 03/2019, o Igam realiza campanhas de fiscalização das barragens de usos múltiplos. Em 2019, com a fiscalização de 91 barragens de acumulação de água, o órgão foi classificado como a sétima entidade fiscalizadora que mais fiscalizou barragens, em geral, no Brasil.



Como planejamento prévio das ações de fiscalização, para o ano de 2020 e 2021, as barragens cadastradas, possuidoras de outorgas e outras estruturas de conhecimento do órgão, estão sendo categorizadas para efeitos de priorização e elaboração do Planejamento Anual de Fiscalização (PAF).

## 5 BARRAGENS DE REJEITO

São acompanhadas as barragens de disposição temporária ou final de resíduos e/ou rejeitos da indústria e mineração, bem como as estruturas presentes nas destilarias de açúcar e álcool (FIGURA 4).

Figura 4 — Barragens de disposição temporária ou final de resíduos e/ou rejeitos da indústria e mineração



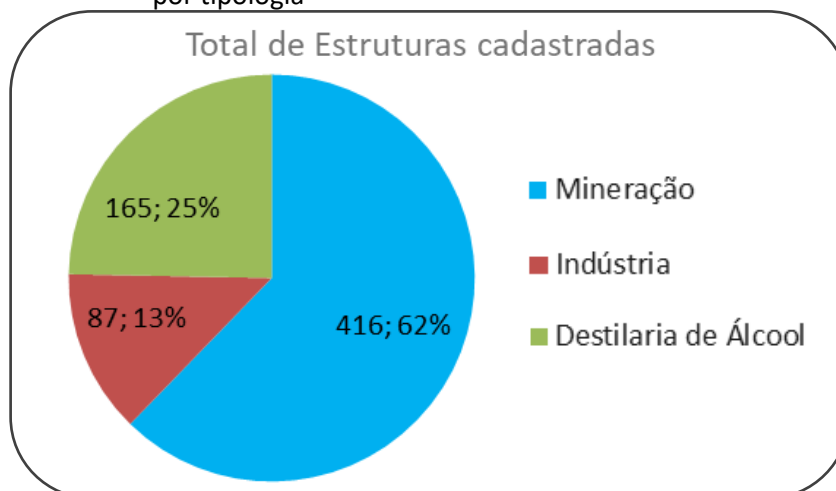
Fonte: Acervo Nubar/Feam

### 5.1 Cadastramento

No âmbito do Programa de Gestão de Barragens, gerenciado pela Feam, o cadastramento de barragens ocorre no Módulo de Gestão de Barragens do Banco de Declarações Ambientais (BDA), de acordo com as diretrizes estabelecidas pelas DN Copam nº 62/2002 e DN Copam nº 87/2005. Cabe esclarecer que existe uma diferença na classificação utilizada pelas deliberações e as leis federal e estadual, bem como a sobreposição da competência de fiscalização ambiental com a ANM, para as barragens de mineração, que levam a uma quantidade distinta em relação ao SNISB. Adicionalmente, a DN Copam nº 62/2002 traz a obrigatoriedade de cadastro das estruturas presentes nas destilarias de açúcar e álcool.

Ressalta-se que a lista de estruturas gerenciadas no Programa de Gestão de Barragens é originada de um processo autodeclaratório realizado pelo empreendedor e, atualmente, no âmbito do programa, são acompanhadas 668 estruturas, dentre as tipologias de mineração, indústria e destilaria de álcool.

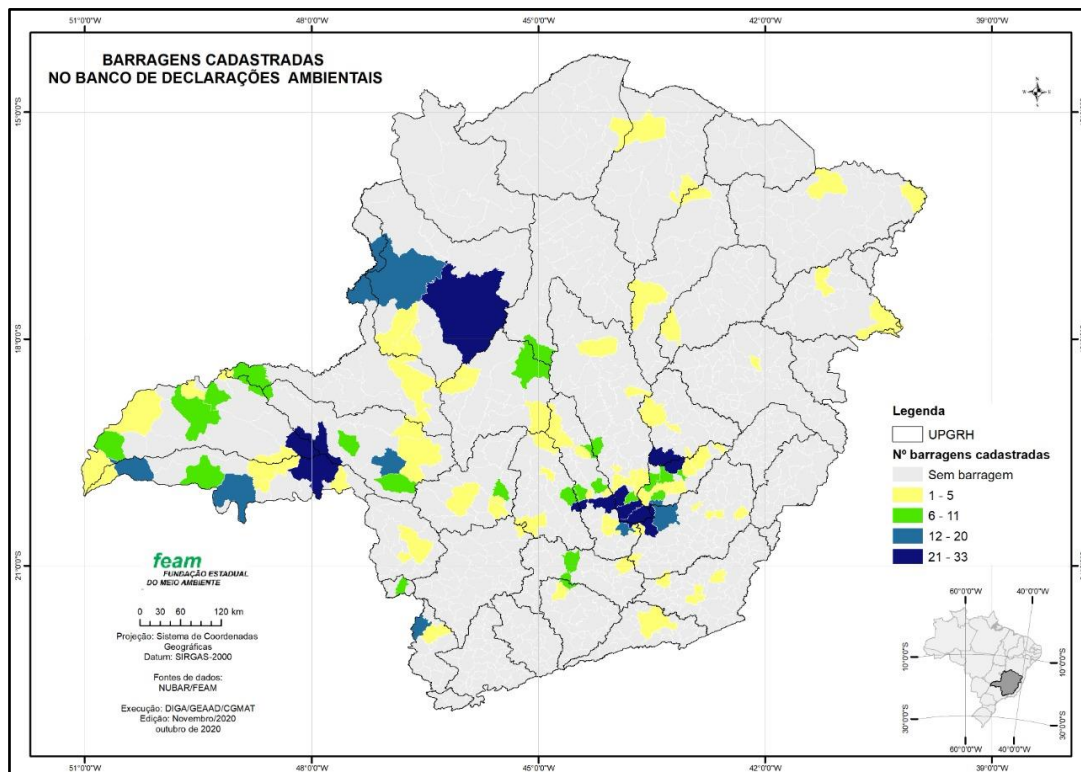
Gráfico 6 – Total de estruturas cadastradas até 05/11/2020 na Feam por tipologia



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

O Mapa 2 apresenta a distribuição espacial das barragens de disposição de resíduos e rejeitos da indústria e da mineração cadastradas na Feam.

Mapa 2 — Barragens Cadastradas no banco de declarações ambientais



Fonte: Centro de Geotecnologias e Monitoramento Ambiental Territorial da Feam

## 5.2 Monitoramento das barragens

O acompanhamento das barragens de resíduos e rejeitos da indústria e da mineração em Minas Gerais é fundamentado na realização e apresentação de auditorias técnicas de segurança de barragem, realizada por profissional capacitado, independente ao quadro funcional da empresa.

As diretrizes de acompanhamento se iniciaram com a DN Copam nº 87/2005, que estabeleceu a exigência de realização de Auditoria Técnica de Segurança em todas as barragens de rejeitos, resíduos e reservatórios de água situados em indústrias e minerações em operação no estado. Naquele contexto, apenas o primeiro relatório de auditoria deveria ser entregue ao órgão ambiental e os demais deveriam ficar disponíveis no empreendimento para subsidiar eventual fiscalização.

Entretanto, a partir da experiência e das ações realizadas no primeiro ano de gerenciamento de barragens, após auditoria técnica de segurança, foi identificada a necessidade de instituir a apresentação dos relatórios subsequentes de auditoria à Feam. Desse modo, foi publicada em 9 de outubro de 2008, a DN Copam nº 124, convocando os empreendimentos a apresentarem Declarações de Condição de Estabilidade (DCEs) contendo a conclusão, as recomendações, o cronograma de implementação e a cópia da anotação de responsabilidade técnica (ART) do auditor, de acordo com a periodicidade definida em função da classe de potencial de dano ambiental de cada estrutura.

Desse modo, as auditorias técnicas de segurança de barragem devem ser realizadas na periodicidade estabelecida pela DN Copam nº 87/2005:

- ✓ Anualmente para Barragens de Classe III;
- ✓ A cada 2 anos para Barragens de Classe II;
- ✓ A cada 3 anos para Barragens de Classe I.

Todavia, com o advento da Lei 23.291/2019, foi determinado que os relatórios de auditoria técnica de segurança de barragem também devem ser encaminhados ao órgão ambiental até o dia 1º de setembro de cada ano.

No âmbito do acompanhamento, cabe destacar os fluxos específicos definidos para as barragens de mineração alteadas pelo método de montante e para as barragens com algum nível do plano de ação de emergência acionado:

### **5.2.1 Fluxo das barragens de montante**

A Lei Estadual 23.291/2019 determinou a descaracterização de todas as barragens com alteamento a montante em Minas Gerais.

Diante desse comando, a Resolução Conjunta Semad/Feam nº 2.784, de 21 de março 2019, estabeleceu que os responsáveis pelas barragens com alteamento a montante deveriam apresentar, semestralmente, relatórios de auditoria técnica extraordinária de segurança, atendendo a todas as exigências do Decreto nº 46.993, de 2016, bem como da Resolução Semad/Feam nº 2.372, de 06 de maio de 2016, até a completa descaracterização das estruturas.

Adicionalmente, o Sisema instituiu um comitê de especialistas para estabelecer diretrizes, premissas e termos de referência para a descaracterização dessas estruturas. A composição do Comitê foi estabelecida pela Resolução Conjunta Semad/Feam/IEF/Igam nº 2.827, publicada em 25 de julho de 2019, e contou com a presença de técnicos do Sisema, da ANM, dos Ministérios Públicos Federal e Estadual, e de especialistas com reconhecida experiência na área, como pesquisadores, engenheiros e consultores.

Sob a coordenação da Feam, o grupo produziu um termo de referência (TR), que estabelece os requisitos mínimos de um Projeto para a Descaracterização de Barragens alteadas pelo método de montante no estado de Minas Gerais, tendo como premissa principal a segurança do processo.

Com os trabalhos do Comitê finalizados, a Feam notificou todos os empreendimentos que, no âmbito do Programa de Gestão de Barragens, declararam possuir barragens alteadas a montante a cumprir as diretrizes do TR.

As empresas apresentaram os projetos de descaracterização e a Feam vem acompanhando o processo no intuito de garantir o atendimento às diretrizes do TR e da Lei 23.291/2019.

### **5.2.2 Fluxo das barragens em nível de emergência**

Nos termos da legislação vigente, a segurança das estruturas é de responsabilidade do empreendedor. A Lei 23.291/2019, por meio do art. 14, inciso I, determina que o empreendedor informe à entidade competente do Sisema e ao órgão estadual de proteção e defesa civil qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança. Adicionalmente, essa obrigatoriedade foi reforçada no § 3º do art. 21 do Decreto nº 48.078/2020.

Após o desastre envolvendo a Barragem B-I da Vale S.A em Brumadinho, muitas empresas iniciaram um processo de investigação detalhada de suas estruturas e o Sisema passou a receber vários comunicados de emergência, mesmo sem a devida regulamentação da lei.

Considerando o elevado número de acionamentos de nível de emergência ocorridos a partir de 2019 e tendo em vista a ciência de que um eventual rompimento demandaria um robusto conhecimento prévio da área de jusante para subsidiar a tomada de decisão quanto à situação de emergência e a recuperação da área, a Feam, juntamente com as demais instituições que compõem o Sisema, antes mesmo da regulamentação da lei, notificou as empresas, por meio de ofício, solicitando diversas informações correlacionadas a diagnósticos e planos de ação considerados essenciais no caso de um eventual rompimento.

A tomada de decisão era baseada nas regulamentações emitidas pela ANM. Todavia, ciente da necessidade de uma legislação que hierarquizasse o risco também no âmbito estadual, inclusive para as barragens de indústria, foi publicado o Decreto nº 48.078/2020, que classifica, em seu art. 21, o nível de emergência da seguinte forma:

- ✓ Nível 1 – quando detectada anomalia com pontuação dez em qualquer coluna da matriz referente ao item “estado de conservação” da classificação de categoria de risco, ou qualquer anomalia com potencial de comprometimento da segurança da barragem;
- ✓ Nível 2 – quando o resultado das ações adotadas para controle da anomalia referida no inciso I for classificado como “não controlado” ou “não extinto”, gerando maiores riscos que comprometam a segurança da barragem;
- ✓ Nível 3 – quando a ruptura for iminente ou estiver ocorrendo.

Com base nessa legislação, toda barragem que acionar algum dos níveis de emergência acima, terá um processo de acompanhamento e gestão específico, pautado no detalhamento das áreas de jusante e na salvaguarda do bem-estar da população e do meio ambiente.

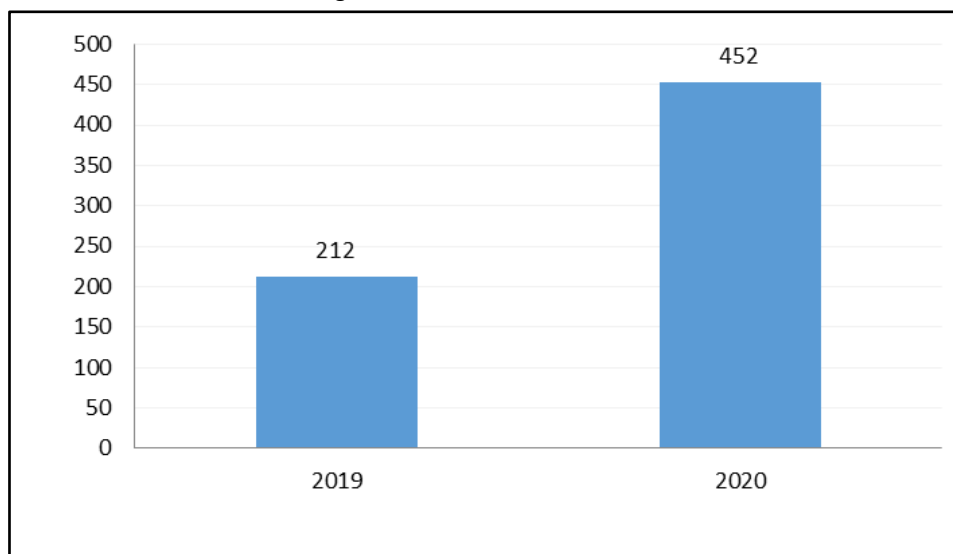
### 5.3 Fiscalização

A Feam estabelece um cronograma anual de fiscalizações em barragens de rejeitos e resíduos de indústria e mineração a fim de verificar o cumprimento das recomendações apontadas nas auditorias de segurança e de licenciamento. Essas fiscalizações priorizam as barragens que não tiveram as declarações de condição de estabilidade apresentadas na periodicidade correta, as estruturas consideradas com alto potencial de dano ambiental, aquelas onde o auditor não atestou pela estabilidade e onde a auditoria foi inconclusa devido à falta de dados ou documentos técnicos. Barragens que foram alvos de denúncias, estruturas que solicitaram descaracterização, novas barragens inseridas no Banco de Declarações Ambientais e solicitações feitas por meio de Ações Cíveis do Ministério Público Federal também são priorizadas .

Neste contexto, em 2019, as equipes de fiscalização das Superintendências Regionais de Meio Ambiente - Suprams e a equipe de fiscais do Núcleo de Gestão de Barragens – Nubar concentraram esforços para vistoriar as barragens classificadas como de classe III no Banco de Declarações Ambientais e, naquele ano, fiscalizaram 212 estruturas.

Até novembro de 2020, com a reestruturação da equipe técnica no Nubar e contratação de novos técnicos, considerando apenas as atividades desenvolvidas pela Feam, já foram fiscalizadas um total de 452 estruturas (GRÁFICO 7).

Gráfico 7 — Total de estruturas vistoriadas em 2019 e 2020 no âmbito do Programa Gestão de Barragens



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nas fiscalizações realizadas pelo Nubar são verificadas o cumprimento, por parte do empreendedor, das recomendações técnicas de segurança emanadas pelas auditorias independentes. Adicionalmente, caso seja verificado que o auditor não atesta a condição de estabilidade da barragem, é aplicada medida cautelar de suspensão de disposição de resíduos ou rejeitos da estrutura, até que se regularize a situação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Irrefutavelmente as barragens de usos múltiplos se apresentam como ferramentas de extrema importância para a garantia da segurança hídrica, uma vez que sua natureza de armazenamento do recurso hídrico propicia maior controle e gestão deste bem, minimizando os efeitos sazonais.

No entanto, para que os reservatórios de água possam executar a sua principal função, se faz necessária a construção de uma estrutura de barramento tecnicamente adequada em relação aos princípios hidrológicos, bem como do ponto de vista da engenharia, no tocante a confiabilidade da estrutura construída.

Toda vez que um reservatório de água é construído e torna-se utilizável, sua capacidade de armazenamento passa a ser visto como uma infraestrutura hídrica que possibilita o desenvolvimento de novas atividades correlatas e dependentes deste bem. Portanto, a desmobilização de um reservatório e a descontinuidade do seu uso, podem culminar no encerramento de diversas atividades indiretas.

Quanto às barragens de rejeitos de mineração e a importância dessa atividade econômica para o Estado, é iminente a implementação de uma gestão que obrigue ao empreendedor a tomar todas as medidas necessárias para garantir a segurança e a estabilidade dessas estruturas.

A segurança de barragens está intrinsecamente correlacionada com a segurança hídrica, haja vista que para o desempenho da função ao qual a barragem de usos múltiplos ou de rejeitos foi projetada, se faz necessária a confiabilidade de sua estrutura.

Desta forma, considerando todas as ações já realizadas, bem como os aprimoramentos necessários, vislumbra-se um futuro com maior segurança. O aperfeiçoamento dos processos de segurança de barragem, além de trazer tranquilidade para as populações a jusante, também adicionam maior confiabilidade e durabilidade aos reservatórios de água, de modo que eles possam desempenhar, de maneira duradoura, o seu papel principal na garantia da segurança hídrica.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR)**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/sar/>> Acesso em: 10 set. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Gerenciamento de Dados Hidrológicos do SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (ANA/SNIRH/GDH)**. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/gdh>> . Acesso em: 18 set. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB**. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb>. Acesso em: 18 set. 2020.

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.

BRASIL. **Lei 23.291, de 25 de fevereiro de 2019**. Institui a política estadual de segurança de barragens.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 62, de 17 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre critérios de classificação de contenção de rejeitos, de resíduos e reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 87, de 17 de junho de 2005**. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº 62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de contenção de rejeitos, de resíduos e reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 124, de 09 de outubro de 2008**. Complementa a Deliberação Normativa COPAM Nº 87, de 06/09/2005, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). **Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012**. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Minas Gerais). **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.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Minas Gerais). **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.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Minas Gerais). Portaria Igam nº 32, de 26 de junho de 2020. **Altera o Anexo I da Portaria Igam nº 03, de 26 de fevereiro de 2019, que 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.**

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (Minas Gerais). **Portaria Igam nº 52, de 31 de agosto de 2020.** Declara Situação Crítica de Escassez Hídrica Superficial na Porção hidrográfica localizada na bacia de contribuição do reservatório Bico da Pedra.

MINAS GERAIS. **Decreto 46.993, de 2 de maio de 2016.** Institui a Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem e dá outras providências.

MINAS GERAIS. **Decreto 47.347, de 24 de janeiro de 2018.** Contém o Estatuto da Fundação Estadual do Meio Ambiente.


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.

MINAS GERAIS. **Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.372, de 6 de maio de 2016.** Estabelece diretrizes para realização da Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragens de rejeito com alteamento para montante e para a emissão da correspondente Declaração Extraordinária de Condição de Estabilidade de que trata o Decreto nº 46.993 de 02 de maio de 2016 e dá outras providências.

MINAS GERAIS. **Resolução Conjunta SEMAD/ FEAM nº 2.784, de 21 de março 2019.** Determina a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos e resíduos, alteadas pelo método a montante, provenientes de atividades minerárias, existentes em Minas Gerais e dá outras providências.

MINAS GERAIS. **Resolução Conjunta 2.833, de 26 de agosto de 2019.** Estabelece procedimento a ser seguido para o envio dos Relatórios resultantes das Auditorias Técnicas de Segurança de Barragens e Declaração de Condição de Estabilidade da barragem no ano de 2019.

MINAS GERAIS. **Resolução Conjunta Semad/Igam Nº2257, de 31 de dezembro de 2014.** Estabelece os procedimentos para o cadastro de barragem, barramento ou reservatório 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.

A group of people, including men and women, are seen from behind, splashing in a river. They are wearing colorful swimwear. The background is a lush tropical forest with many palm trees. The scene is bright and sunny. There are white decorative wavy lines in the top-left and bottom-right corners of the image.

# PARTE III QUALIDADE AMBIENTAL



# O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA COMO FERRAMENTA DE SUPORTE À SEGURANÇA HÍDRICA: ESTUDO DE CASO SOBRE A GESTÃO DA OFERTA E DEMANDA NA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RICO - PARACATU, MG.

Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida<sup>1</sup>

Carolina Cristiane Pinto<sup>2</sup>

Katiane Cristina de Brito Almeida<sup>3</sup>

Mariana Elissa Vieira de Souza<sup>4</sup>

Matheus Duarte Santos<sup>5</sup>

Regina Márcia Pimenta Mello<sup>6</sup>

Sérgio Pimenta Costa<sup>7</sup>

Vanessa Kelly Saraiva<sup>8</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a água é considerada um recurso abundante, mas a sua disponibilidade no território não é homogênea em termos de qualidade e quantidade, o que a torna um recurso de acesso limitado. A garantia da disponibilidade quali-quantitativa para os usos múltiplos é uma premissa para a segurança hídrica em suas dimensões humana, econômica e ecológica, e o efetivo gerenciamento dos recursos hídricos implica na constante avaliação da quantidade e qualidade da água. Este é realizado por meio de pontos de monitoramento estrategicamente implantados para que se conheça adequadamente a situação do corpo d'água, seu potencial e os possíveis problemas agregados de contaminação e poluição.

Nesse contexto, conhecer a qualidade e a quantidade das águas é essencial para a definição de estratégias que busquem a conservação, a recuperação e o seu uso racional, com vistas ao abastecimento da população, redução dos conflitos pelo uso da água e direcionamento das atividades econômicas. Tais estratégias estão intimamente alinhadas às dimensões da segurança hídrica – seja a humana, no atendimento às populações; a econômica, garantindo os usos múltiplos, mas prezando pela melhoria e eficiência dos processos produtivos; a ecossistêmica, na conservação e recuperação das florestas e do ambiente, garantindo, assim, uma infraestrutura verde capaz de manter o equilíbrio no ciclo da água; bem como a resiliência, considerando a capacidade de recuperação diante dos eventos extremos.

Em Minas Gerais, o Programa Águas de Minas, desenvolvido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), responde pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Desde 1997, o programa disponibiliza uma série histórica da qualidade das águas no Estado e gera dados indispensáveis à gestão.

---

<sup>1</sup> Advogada. Secretária Executiva da Secretaria de Estado de Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

<sup>2</sup> Engenharia Química. Doutoranda em Engenharia Química pela Escola de Engenharia da UFMG. Analista Ambiental do Igam.

<sup>3</sup> Bióloga. Mestre em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da UFMG. Gerente de Monitoramento de Qualidade das Águas.

<sup>4</sup> Geógrafa. Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais (IGC - UFMG). Analista Ambiental do Igam.

<sup>5</sup> Geógrafo. Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais (IGC - UFMG). Analista Ambiental do Igam.

<sup>6</sup> Bióloga. Especialista em Meio Ambiente e Saneamento Básico Aplicado - FUMEC - 2005. Analista Ambiental do Igam.

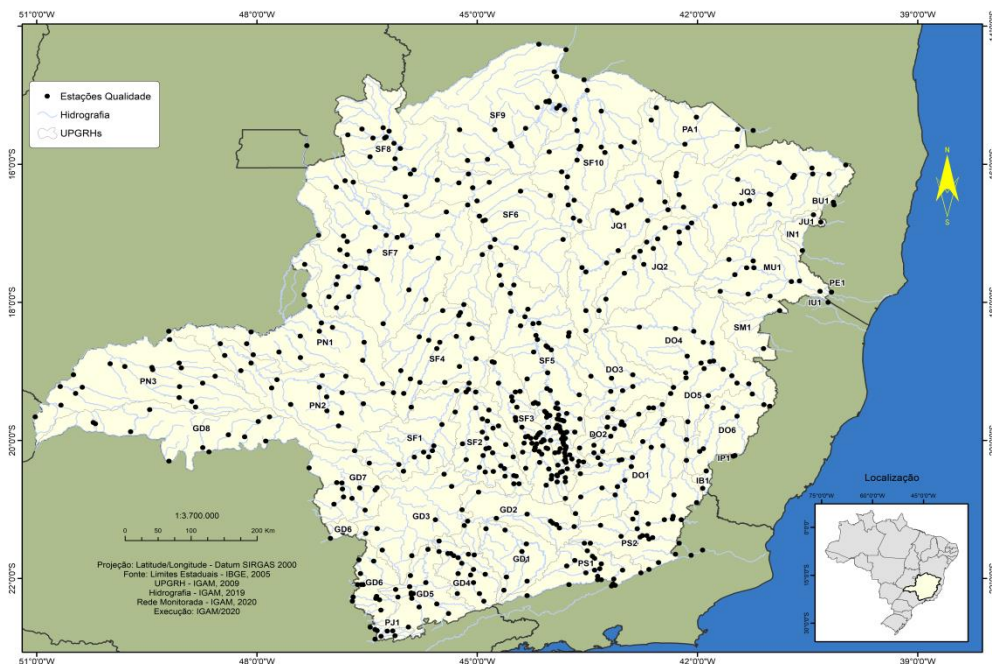
<sup>7</sup> Biólogo. Advogado. Especialista em Direito Ambiental pela Signorelli. Analista Ambiental do Igam.

<sup>8</sup> Química. Mestre em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais - CDTN. Analista Ambiental do Igam.

A **rede básica de monitoramento** de qualidade de águas superficiais (macro-rede) conta com 645 estações de amostragem distribuídas nas Bacias Hidrográficas dos Rios São Francisco, Grande, Doce, Paranaíba, Paraíba do Sul, Mucuri, Jequitinhonha, Pardo, Buranhém, Itapemirim, Itabapoana, Itanhém, Itaúnas, Jucuruçu, Peruípe, São Mateus e Piracicaba/Jaguari. Também é operada, desde 2012, a **rede de biomonitoramento** com macroinvertebrados bentônicos na Bacia do Rio das Velhas. Há, ainda, as **redes dirigidas**, específicas para cada tipo de pressão antrópica, implantadas nas regiões em que as pressões ambientais decorrentes de atividades industriais, minerárias e de infraestrutura são dominantes.

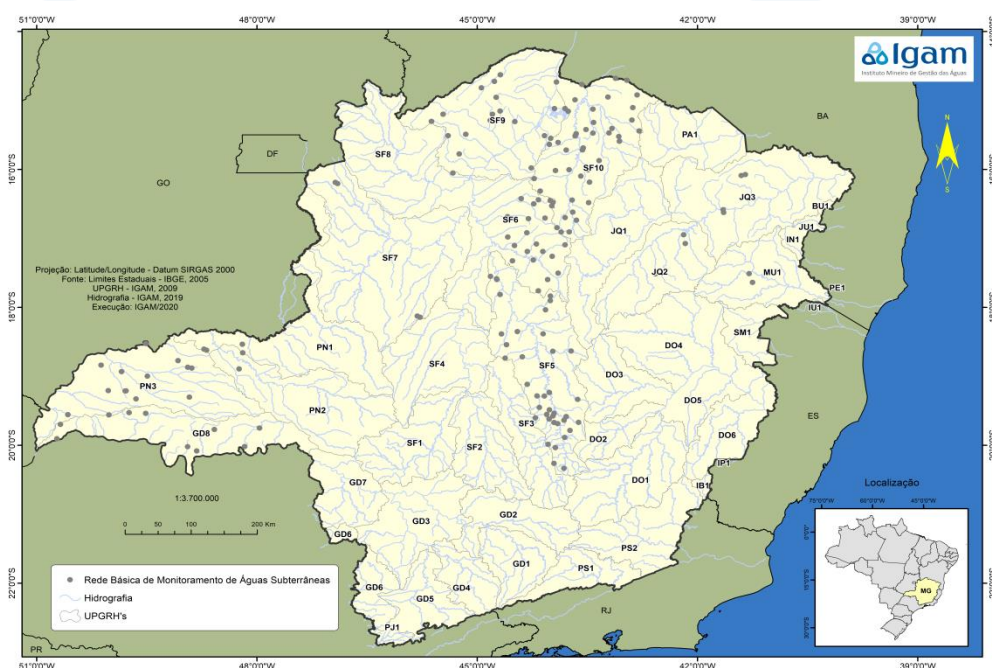
Já o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas foi iniciado em 2005, por meio da Rede Estadual de Monitoramento de Qualidade de Águas Subterrâneas. Os Mapas 1 e 2 mostram a rede em operação.

Mapa 1 — Rede de Monitoramento de Água Superficial



Fonte: IGAM (2020)

Mapa 2 — Rede de Monitoramento de Água Subterrânea e Rede dirigida



Fonte: IGAM (2020)

Os resultados de qualidade de água gerados são armazenados no Sistema de Cálculo de Qualidade de Água - SCQA, que contém informações atuais e históricas, permitindo observar a evolução da qualidade das águas do estado nas duas últimas décadas. De posse dos dados laboratoriais, a equipe do Igam avalia e gera os resultados por meio de [mapas e relatórios](#).

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

## PANORAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE MINAS GERAIS

De acordo com o Resumo Executivo do Monitoramento das águas superficiais de Minas Gerais (2019), os principais fatores de poluição que contribuem para deterioração da qualidade das águas superficiais no estado são, principalmente, os lançamentos de esgotos domésticos e de efluentes industriais, além das atividades minerárias, pecuária, agricultura e o aporte de cargas difusas de origem urbana ou rural.

Na avaliação do Índice de Qualidade das Águas (IQA), que reflete principalmente a contaminação por carga orgânica e fecal, verificou-se em Minas Gerais, em 2019, predominância da condição da qualidade de água satisfatória (IQA Médio), seguido de qualidade boa (IQA Bom), com registro de 49% e 31% de ocorrências, respectivamente, comportamento semelhante ao observado ao longo da série histórica de monitoramento.

Para o indicador contaminantes tóxicos (CT), observou-se a predominância de ocorrência baixa ao longo de toda a série histórica, sendo que no ano de 2019, a CT Baixa representou 85% dos resultados.

Já o Índice de Estado Trófico (IET), indicativo de enriquecimento por nutrientes, mostrou ampla predominância dos níveis de trofia mais baixos. As piores condições foram observadas nas Bacias do Rio Pardo e do Rio São Francisco, esta última influenciada principalmente pelos resultados das Bacias do Rio das Velhas (SF5) e dos afluentes do Rio Verde Grande (SF10).

Com relação à presença de cianobactérias, resultados insatisfatórios foram registrados na Bacia do Rio São Francisco. As maiores densidades de cianobactérias registradas ocorreram, sobretudo, na calha do Rio das Velhas - nos municípios de Várzea Da Palma, Santana de Pirapama, Augusto de Lima, Lassance, Santo Hipólito e Baldim, no Córrego Pintado e Ribeirão Ibité na Bacia do Rio Paraopeba. De modo geral, esses resultados refletem os impactos do aporte de nutrientes para corpos de água dessas bacias, proveniente, principalmente, de lançamento de esgotos domésticos e industriais, bem como das atividades de agropecuária.

Quanto ao biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos, realizados por meio do Indicador *Biological Monitoring Working Party* (BMWP), na Bacia do Rio das Velhas, registrou-se, em 2019, pela primeira vez, a predominância do resultado péssimo, após seis anos de predominância do resultado excelente. Apenas um registro de BMWP excelente em 2019 (Santo Hipólito). A região do alto Velhas, próximo à nascente, que historicamente apresentava BMWP Excelente passou a apresentar BMWP Bom e Ruim. Esta bacia sofre pressão intensa de lançamentos de esgotos domésticos, efluentes industriais, extração/beneficiamento mineral, sendo consideradas essas condições críticas, afetando o habitat dos organismos bentônicos, e por consequência, uma redução da diversidade de macroinvertebrados bentônicos como resposta a má qualidade da água.

*Relatórios, mapas e outras informações Programa Águas de Minas podem ser acessados no Portal Infohidro: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/>.*

Considerando todo o exposto, o presente capítulo tem como objetivo apresentar o monitoramento da qualidade da água como ferramenta estratégica que possibilita direcionar ações para se promover a segurança hídrica, notadamente, na gestão da oferta e demanda hídrica. Para isso, será apresentado um estudo de caso de suspensão temporária de outorga ocorrida no Córrego Rico, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu em Minas Gerais, devido às ocorrências de arsênio acima do limite legal nesse corpo hídrico.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A UN-Water (2013), por meio de uma visão ampla, define o conceito de segurança hídrica como a capacidade de uma população para salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água com qualidade aceitável para sustentar modos de vida, bem-estar humano, desenvolvimento socioeconômico, para garantir a proteção contra a poluição e os desastres relacionados à água, conservação e manutenção dos ecossistemas em um estado de paz e estabilidade política. Conforme Melo e Johnsson (2017), esse conceito emerge como forma de traduzir à sociedade o resultado da gestão que visa garantir a disponibilidade de água para os usos múltiplos que atenda sua expectativa, além de protegê-la contra os efeitos negativos dos eventos hidrológicos extremos.

No Brasil, períodos de secas prolongadas têm levado diversas regiões, inclusive grandes áreas urbanas, ao desabastecimento, com graves consequências para o bem-estar da população e para a atividade econômica, conforme a Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2018). Além da falta de disponibilidade em termos quantitativos, os problemas de poluição e contaminação da qualidade das águas também impactam na sua disponibilidade frente aos mais diversos usos. Podem, dessa forma, comprometer as vazões outorgáveis num determinado trecho, limitando a atividade econômica em bacias hidrográficas críticas.

Para se alcançar a segurança hídrica, portanto, deve-se pensar no recurso hídrico em termos de qualidade e de quantidade de forma conjugada. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), um quadro de insegurança hídrica pode ser revertido por meio da implantação de infraestrutura hídrica e do aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos, com planejamento, controle do uso da água, monitoramento, operação e manutenção de sistemas hídricos, dentre outros.

Nesse contexto, um programa contínuo de monitoramento da quantidade e qualidade da água permite o conhecimento da situação dos recursos hídricos, seu potencial de uso e os possíveis problemas agregados de contaminação e poluição. A partir dos dados de monitoramento gerados nesses programas é possível ter um melhor entendimento das condições existentes em bacias e/ou mananciais que são utilizados para abastecimento humano e atividades econômicas, servindo de auxílio tanto para a aplicação dos instrumentos de gestão como aos tomadores de decisão nos processos de avaliação de políticas de gestão dos recursos hídricos (IGAM, 2019).

Considerando a relação entre um dos instrumentos de gestão - a outorga de direito de uso - e o monitoramento de recursos hídricos, a rede de monitoramento fornece dados que podem subsidiar o estabelecimento de critérios para a concessão das autorizações de uso, além de permitir aos poderes públicos outorgantes fiscalizar e monitorar o cumprimento das condições previstas nas outorgas (IGAM, 2019).

Uma vez não atendidas as condições necessárias à finalidade do uso, a outorga de um curso d'água poderá ser suspensa, conforme o artigo 20 da Lei 13.199/1999, o qual prevê, em seu inciso IV, que a suspensão da outorga pode decorrer da necessidade de se prevenir ou fazer reverter grave degradação ambiental (MINAS GERAIS, 1999).

Assim, como já mencionado, este estudo irá demonstrar a atuação do monitoramento da qualidade da água como uma ferramenta de apoio à decisão quanto à gestão da oferta e demanda hídrica. Considerando o **Princípio da Precaução** e a previsão legal citada acima, foi definida a suspensão temporária das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos no Córrego Rico, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu em Minas Gerais, tendo em vista os elevados teores de arsênio total identificados na série histórica do monitoramento deste curso d'água.

#### **Princípio da precaução**

Conforme Édís Milaré:

“decisão a ser tomada quando a informação científica é insuficiente, inconclusiva ou incerta e haja indicações de que os possíveis efeitos sobre o ambiente, a saúde das pessoas ou dos animais ou a proteção vegetal possam ser potencialmente perigosos e incompatíveis com o nível de proteção escolhido” (MILARÉ, 2015, p.264).

Acrescenta-se que, com base na série histórica referente a 2000/2020, também foi avaliada a relação entre os altos teores de arsênio com uma anomalia natural da região. Por fim, as ocorrências de arsênio da sub-bacia do Córrego Rico foram comparadas às ocorrências de arsênio registradas em um trecho da Sub-Bacia do Ribeirão São Pedro, localizada na mesma região, a fim de investigar como se dá a disponibilização de arsênio em uma sub-bacia que também apresenta anomalias naturais e que sofre influência da mineração de ouro.

### **3 METODOLOGIA**

#### **Caracterização da área de estudo**

O Córrego Rico tem suas nascentes no município de Paracatu, no local denominado Morro do Ouro. Após drenar a cidade, o Córrego percorre uma extensão de aproximadamente 60km até desaguar na margem esquerda do Rio Paracatu, afluente do Rio São Francisco (TANNÚS *et al.*, 2001).

A Sub-Bacia do Córrego Rico está inserida totalmente no município de Paracatu (MAPA 3). Os principais **fatores de pressão** identificados sobre esse corpo de água são um passivo de atividades históricas de garimpo de ouro e uma área de lavra de ouro em seu alto curso próxima às nascentes. Embora a empresa de mineração de ouro não utilize as águas do córrego Rico, a ocupação antrópica nas vertentes a leste da calha é representada pelas frentes de lavra (TANNÚS *et al.*, 2001).

#### **Fatores de pressão**

Elementos naturais (tipo de solo, presença de metais pesados de origem natural e eutrofização natural) e atividades antrópicas (ou conjunto de atividades socioeconômicas) desenvolvidas em uma região que geram poluição pontual e difusa e que podem alterar as condições naturais dos corpos d'água em determinado local. Podem atuar na alteração de determinados parâmetros colocando em risco a vida de organismos ali presentes, o aumento das etapas de tratamento dessas águas para seu consumo, bem como em risco certos usos.

A primeira atividade garimpeira no córrego Rico (1734 – 1888) remonta do período colonial estando associada à povoação de Paracatu. No entanto, foi em meados da década de oitenta (1985 – 1987) que ocorreu o evento garimpeiro de maior relevância, fato que ocasionou a supressão vegetal das margens, revolvimento do leito e assoreamento (TANNÚS *et al.*, 2001).

Ainda em seu alto curso, no trecho do Córrego Rico localizado na mancha urbana de Paracatu, os lançamentos de esgotos sanitários deste município, além de atividades das indústrias química e alimentícia são identificados como fatores de pressão. Em seu médio e baixo curso, foram identificadas atividades agrícolas, principalmente de produção de grãos, e pecuária (IGAM, 2020).

O Ribeirão São Pedro também está inteiramente localizado nos limites do município de Paracatu, desaguardo no Ribeirão Entre-Ribeiros, afluente da margem esquerda do Rio Paracatu. Os principais fatores de pressão identificados neste curso d'água são atividades de agricultura e pastagens, mineração de zinco e contribuições diretas do Ribeirão Santa Rita, cuja drenagem passa por uma extensa área da mineração de ouro que opera na mina Morro do Ouro (MAPA 3). As operações da empresa de mineração se iniciaram em 1987 e o tempo de vida útil da mina está estimado para 2030 (KINROSS, 2019).

### **Enquadramento dos corpos de água segundo os usos preponderante**

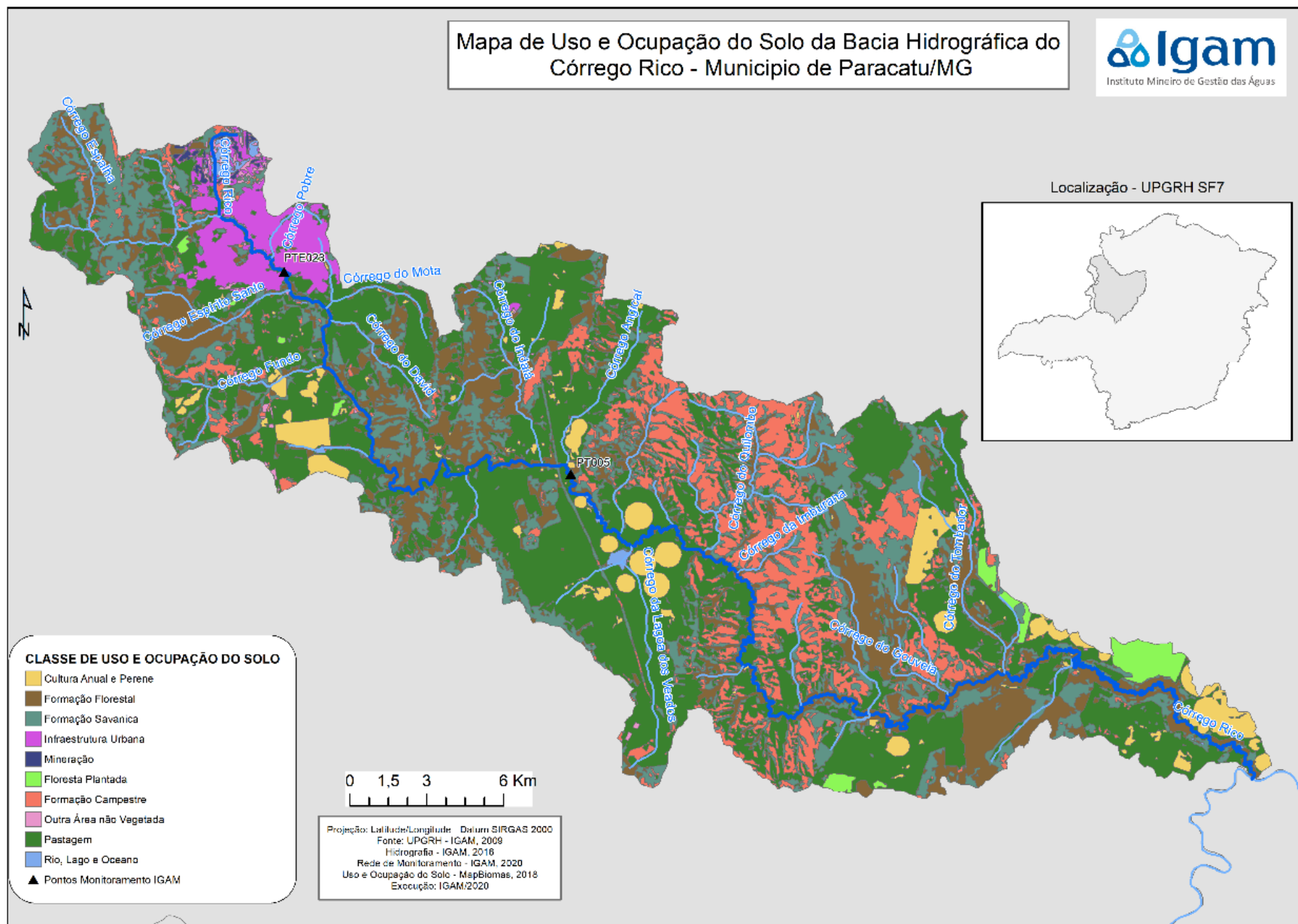
A Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu, a qual está inserida as Sub-Bacias do Córrego Rico e Ribeirão São Pedro, não possui enquadramento aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Portanto, para o estabelecimento do enquadramento das águas dessa bacia seguiu-se o disposto no artigo nº 37 da Deliberação Normativa Copam CERH-MG nº01/2008:

“ Art. 37. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.”

Assim, as Sub-Bacias do Córrego Rico e do Ribeirão São Pedro receberam a classe 2 de enquadramento. Ainda conforme a Deliberação Normativa citada, a classe 2 corresponde a águas que podem ser destinadas:

- “ (...)
- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
  - b) à proteção das comunidades aquáticas;
  - c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 29 de novembro 2000.
  - d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
  - e) à aqüicultura e à atividade de pesca. ”

Mapa 3 — Apresentação da Sub-Bacia do Córrego Rico e uso e ocupação do solo na região



Fonte: IGAM (2020)

## Usos dos Recursos Hídricos na sub-bacia

Os usos da água na Sub-Bacia do Córrego Rico são destinados ao consumo humano/abastecimento público, irrigação e consumo industrial/mineração. Verifica-se que o quantitativo de captações subterrâneas é superior às captações superficiais (TABELA 1).

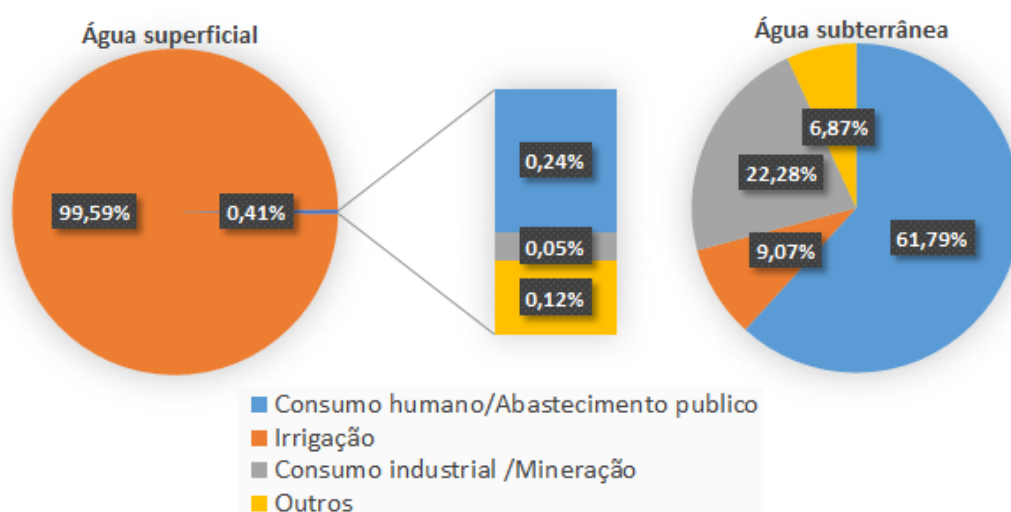
Tabela 1 — Finalidade de uso e quantitativo de vazões regularizadas na sub-bacia do Córrego Rico

Quantitativo captações regularizadas no Córrego Rico		
Finalidade	Superficiais	subterrâneas
Consumo humano/Abastecimento publico	21	101
Irrigação	29	10
Consumo industrial /Mineração	12	8
Outros	9	11
Total	71	130

Fonte: IGAM (2019)

Quanto às maiores vazões regularizadas (L/s), a irrigação representa quase a totalidade dos usos superficiais (99,6%) restando 0,41% aos outros usos na bacia. Os usos subterrâneos, por sua vez tem as maiores vazões regularizadas para consumo humano e abastecimento público com 61,8% seguido de 22,3% para consumo industrial e mineração (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 — Percentual de vazões regularizadas por finalidade no Córrego Rico



Fonte: IGAM (2019)

## Origem do Arsênio na região de Paracatu

Os metais estão presentes no meio ambiente e a sua disponibilização pode ser oriunda de fontes naturais (geogênica) e artificiais (antropogênica). A ocorrência geogênica de arsênio nos solos e rochas da região de Paracatu é considerada um fator de pressão na Bacia do Córrego Rico. O enriquecimento natural de arsênio pode estar relacionado a rochas encaixantes da mineralização aurífera, associados a veios sulfetados, sendo exposto quando as minas são abertas para se retirar o ouro (RODRIGUES, 2012).



O arsênio é um não metal de coloração variando de cinza metálico a amarelo, comumente fixando-se na forma de arsenatos em argilominerais e matéria orgânica. É um elemento altamente tóxico e carcinogênico para a maioria dos seres vivos, embora seja micronutriente para alguns. As principais ocorrências brasileiras de arsênio estão associadas a depósitos auríferos do tipo *greenstone belt* na Bahia (rio Itapicuru), Goiás (Crixás) e Minas Gerais (Paracatu) (VIGLIO; CUNHA, 2018).

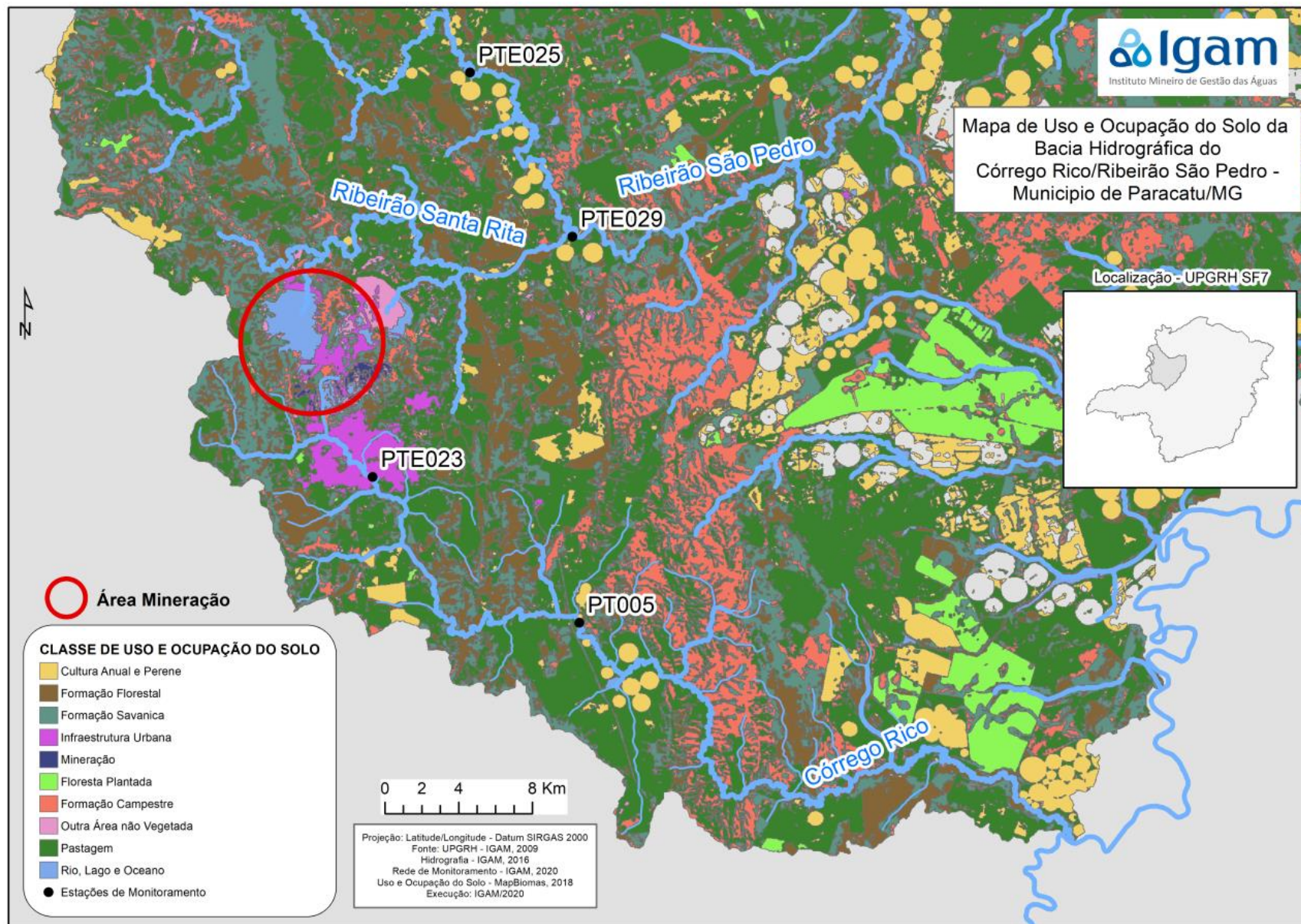
De acordo com Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ASTDR, 2007), a análise dos efeitos tóxicos do arsênio é bastante variável pelo fato de que o arsênio pode existir em vários estados de oxidação diferentes. Uma série de estudos observou diferenças na toxicidade relativa desses compostos, com os arsenitos (trivalente) tendendo a serem mais tóxicos do que os arsenatos (pentavale).

O arsênio geralmente é encontrado na natureza em combinação com outros elementos como oxigênio, cloro e enxofre (ASTDR, 2007). Ele está naturalmente associado aos solos e rochas da região de Paracatu encontrado principalmente na forma de arsenopirita e é utilizada como elemento traço para a identificação do ouro (KINROSS, 2019). Um estudo do *background* geológico (GOLDER, 2009) informa que a região de Paracatu apresenta naturalmente valores elevados de arsênio, sendo esse o motivo para a alta concentração deste elemento no solo, na água subterrânea e nos sedimentos.

Segundo os dados do Atlas Geoquímico da Bacia do Rio São Francisco da CPRM (2018), uma anomalia de grande extensão areal, com raio de 10 km e com teores muito elevados de arsênio, evidencia a zona mineralizada em ouro em Paracatu, que tem a Mina de Morro do Ouro como principal componente. Valores de até 124 ppm em solo, 1800 ppm em sedimento de fundo e 0,135 mg/L em águas superficiais ocorrem naturalmente na região, tratando-se de forte anomalia geogênica (VIGLIO; CUNHA, 2018).

Os dados de arsênio em sedimentos, obtidos por Viglio e Cunha (2018), fornecem a dimensão da extensão da anomalia geogênica na região de Paracatu. A partir do monitoramento realizado nos sedimentos do Córrego Rico, Córrego Santa Rita e Ribeirão São Pedro é possível verificar teores elevados de arsênio (acima de 12 ppm) nos sedimentos desses cursos d'água (MAPA 4).

Mapa 4 — Ocorrência de arsênio em sedimentos na região de Paracatu



Fonte: IGAM (2020)

Devido à inexistência de padrões brasileiros para qualidade de sedimentos, considera-se os limites estabelecidos na Resolução n. 454/2012 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2012), que define limites de contaminantes em sedimentos para fins de dragagem de leitos de cursos d'água, bem como outras orientações. De acordo com Barbieri (2015), os limites definidos nesta resolução baseiam-se nas orientações emitidas pelo Conselho Canadense de Ministros de Meio Ambiente (Canadian Council Of Ministers Of The Environment - CCME), as Diretrizes de Qualidade para a Análise de Sedimentos. Para o arsênio total os limites legais são de 5,9 mg/kg para o Nível 1 e 17,0 mg/kg para o Nível 2.

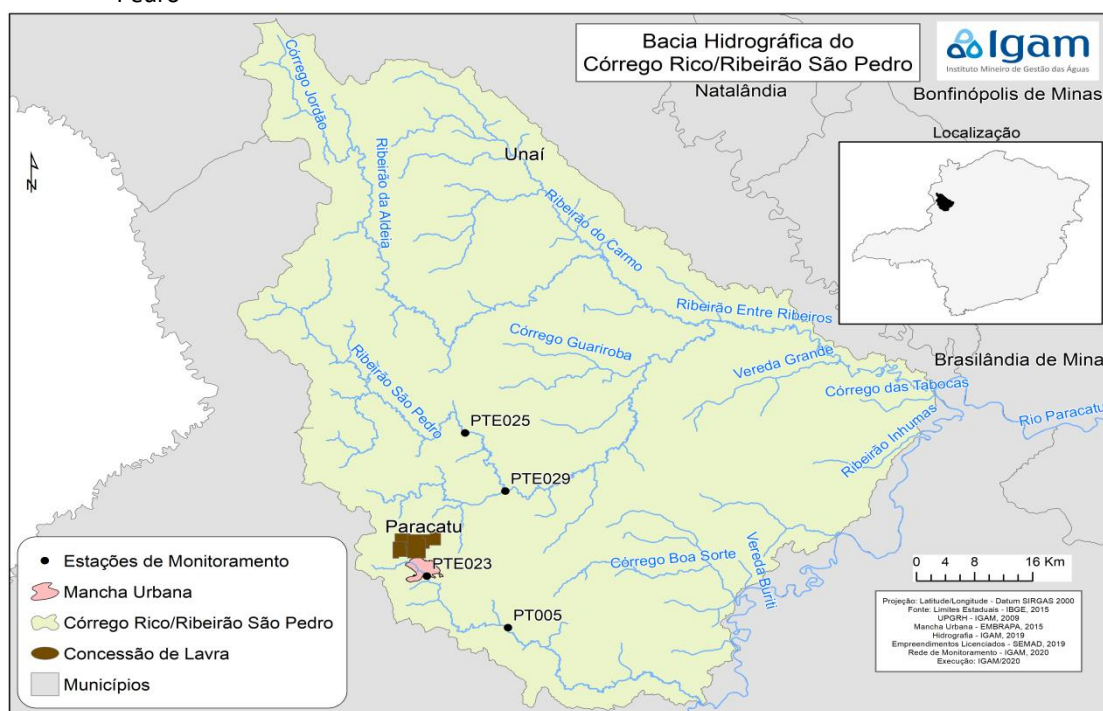
Assim, verifica-se que os teores de arsênio em sedimentos na região de Paracatu estão acima do Nível 1 (limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota).

### Rede de monitoramento de qualidade da água na sub-bacia do córrego Rico e sub-bacia do Ribeirão São Pedro

O Programa Águas de Minas, conforme mencionado, é executado pelo Igam desde 1997, tendo como principais objetivos: conhecer e avaliar as condições da qualidade das águas no estado; divulgar a situação de qualidade das águas para os usuários e estabelecer metas de qualidade; fornecer subsídios para o planejamento da gestão dos recursos hídricos e; propor prioridades de atuação.

A rede básica de monitoramento no Córrego Rico conta com duas estações de amostragem localizadas a jusante da cidade de Paracatu na ponte da BR-040 (PT005) e na área urbana de Paracatu (PTE023). No ribeirão São Pedro, o monitoramento é realizado em um trecho à montante (PTE025) e a jusante do Ribeirão Santa Rita (PTE029), conforme apresentado no Mapa 5. À exceção da estação PT005, em funcionamento desde o ano de 1997, as demais estações de monitoramento são operadas desde 2006, sendo monitorados cerca de 50 parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos por meio do referido programa. As amostragens e análises laboratoriais são realizadas trimestralmente por laboratório contratado pelo Igam, perfazendo um total anual de quatro campanhas de monitoramento por ponto de coleta.

Mapa 5 — Pontos de monitoramento operados pelo Igam, na sub-bacia do córrego Rico e ribeirão São Pedro



Fonte: IGAM (2020)

## 4 ANÁLISE DOS DADOS

### Ocorrência de arsênio total nas águas do Córrego Rico e Ribeirão São Pedro

Os resultados de arsênio total registrados na Sub-Bacia do Córrego Rico foram comparados com os resultados registrados no trecho da Sub-Bacia do Ribeirão São Pedro, localizada na mesma região, afim de investigar como se dá a disponibilização de arsênio em uma sub-bacia que apresenta anomalias naturais e sofre influência da mineração de ouro.

Foram utilizados os resultados de arsênio total do Córrego Rico no período de 2000 a 2020 e do Ribeirão São Pedro no período de 2006 a 2020. Os resultados foram compilados e a variação dos dados observados, por ponto de coleta, foi representada no *box plot* (GRÁFICO 2). Verifica-se que valores elevados desse elemento tóxico se destacam no Córrego Rico, sobretudo no trecho localizado na ponte da BR-040 (PT005), se comparados com os valores de arsênio total registrados no Ribeirão São Pedro.

No trecho do Córrego Rico, localizado a jusante do município de Paracatu (PT005), o valor de arsênio total excedeu o limite preconizado pela DN COPAM/CERH-MG n°01/2008 para águas classe 2 (0,01 mg/L) em aproximadamente 84% das análises realizadas em toda a série histórica de monitoramento, que compreende o período de 2000 a 2020. Os resultados acima do limite legal variaram entre 0,011mg/L e 1,065mg/L, este último registrado em março de 2005 como maior valor da série histórica, aproximadamente 100 vezes acima do limite de classe 2.

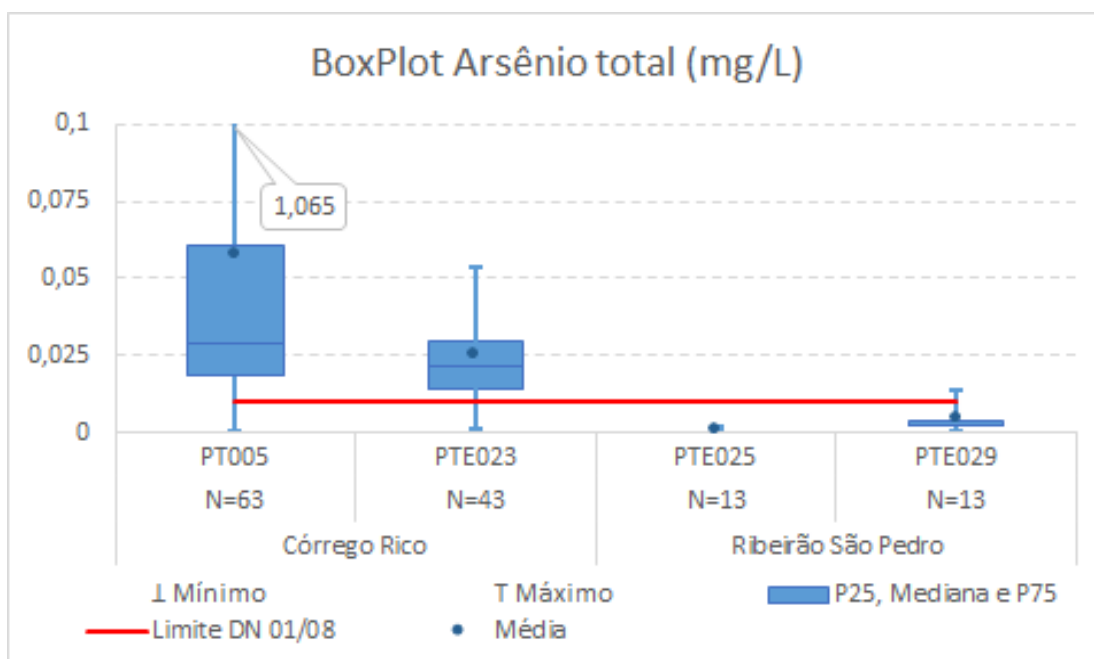
No trecho do Córrego Rico localizado em Paracatu (PTE023) também há teores de arsênio total excedendo o limite de classe 2. Essas violações foram verificadas em aproximadamente 95% das análises realizadas entre os anos de 2006 a 2020. Os resultados acima do limite legal variaram entre 0,011mg/L e 0,054mg/L, sendo este último registrado em novembro de 2017 como maior valor da série histórica, cerca de 5,4 vezes o limite de classe 2.

Verifica-se também que os valores elevados de arsênio total no trecho do Córrego Rico localizado na ponte da BR-040 (PT005) são recorrentes, uma vez que 50% do conjunto de dados apresentou valores entre 0,018 mg/L e 0,061 mg/L. No trecho de montante (PTE023), as concentrações de arsênio foram mais baixas, porém o comportamento de ocorrências de violações é semelhante, uma vez que 50% dos resultados apresentaram valores entre 0,014 mg/L e 0,029 mg/L.

Ao contrário do que foi observado no Córrego Rico, não foram registrados valores anômalos de arsênio total no trecho do Ribeirão São Pedro monitorado pelo Igam. As ocorrências de arsênio total nesse curso d'água foram identificadas somente a jusante da confluência com córrego Santa Rita (PTE029) local em que foram registrados valores acima do limite legal (0,01 mg/L) em março de 2015 (0,012 mg/L) e em março de 2018(0,014mg/l). Tais valores podem estar relacionados a qualquer evento que possa ter promovido a disponibilização de As dos sedimentos do rio em condições propícias para a solubilização desse elemento em água. De acordo com Bauer e Blodau (2009), atividades que promovem o revolvimento contínuo dos sedimentos os expõem aos ciclos de oxidação e redução, juntamente com a presença de carbono orgânico dissolvido, contribuem para solubilização do arsênio anteriormente retido em partículas do sedimento.

Contudo, observa-se que a maioria do conjunto dos dados, cerca de 85% do total das amostragens coletadas nesse ponto, não apresentou valores acima do limite legal (0,01mg/L), indicando que eventos pontuais podem ter contribuído para a solubilização dessa parcela do arsênio nos sedimentos. No trecho a montante da confluência com o córrego Santa Rita (PTE025) não foram verificadas violações no Ribeirão São Pedro.

Gráfico 2 — Apresentação dos resultados de arsênio total no córrego Rico (2000 a 2020) e ribeirão São Pedro (2006 a 2020) obtidos do monitoramento realizado pelo Igam



Fonte: IGAM (2020)

### Oferta x demanda de qualidade de água no Córrego Rico, município de Paracatu – MG – estudo de caso

O desequilíbrio entre oferta e demanda hídrica também ocorre pelo lado da qualidade de água (PEDROSA, 2018). A má qualidade ou a qualidade que represente riscos à saúde humana pode impedir seu uso para diversos fins como abastecimento humano ou industrial, irrigação, pesca, dentre outros.

A necessidade de reavaliação dos atos autorizativos de uso da água na sub-bacia do Córrego Rico iniciou-se por meio de uma demanda da Secretaria de Estado de Saúde - Unidade Regional de Saúde de Unaí, Ofício SES/URSUNA nº 29/2019, a qual solicitou ao Igam a realização de um estudo do cenário hídrico e da qualidade das águas nas proximidades da unidade de mineração no município de Paracatu.

O estudo do cenário hídrico da qualidade das águas do município de Paracatu visou atender umas das ações estabelecidas no Plano de ação do Programa de Vigilância da exposição ao arsênio na população de Paracatu criado a partir do Termo de Ajuste de Conduta (TAC) assinado entre o Ministério Público Federal e o Município de Paracatu.

Em resposta, foi elaborada a Nota Técnica nº 30/IGAM/GEMOQ/2019 constando as informações necessárias a respeito da qualidade da água dos corpos hídricos situados no município de Paracatu. Na nota técnica foram estabelecidas as medidas a serem implementadas pelo Igam na Sub-Bacia do Córrego Rico, dada a apuração da persistência de inconformidades do parâmetro arsênio total ao padrão de classe 2 estabelecido DN COPAM CERH n. 01/2008 nos trechos monitorados no córrego Rico.

Uma das medidas realizadas pelo Igam foi a de implementar no seu monitoramento análises de arsênio dissolvido na água superficial e teores de metais e arsênio nos sedimentos de fundo do rio, nas estações de monitoramento PT005, PTE023 e PTE029, com o intuito de verificar como se dá o comportamento desses elementos no ambiente, a partir do primeiro trimestre de 2020 (NT N° 30). Também foi realizada, como ação preventiva do Igam, a suspensão temporária de uso das águas de todo o córrego Rico.

Assim, aplicando o Princípio da Precaução, uma vez que se desconhece as concentrações de arsênio no pescado, nas criações e nos cultivos realizados na Sub-Bacia do Córrego Rico e visando a proteção à saúde, já que o arsênio apresenta elevada toxicidade para a biota e população humana, foi publicada a Portaria Igam nº 09\2020. Nessa Portaria ficou determinada a suspensão temporária, pelo período de cinco anos, das outorgas de direito de uso bem como das emissões de novos atos autorizativos de uso de recursos hídricos no Córrego Rico e a sua bacia de contribuição cujas finalidades estejam incompatíveis com a Classe 2 definida pela Deliberação Normativa (COPAM; CERH, 2008).

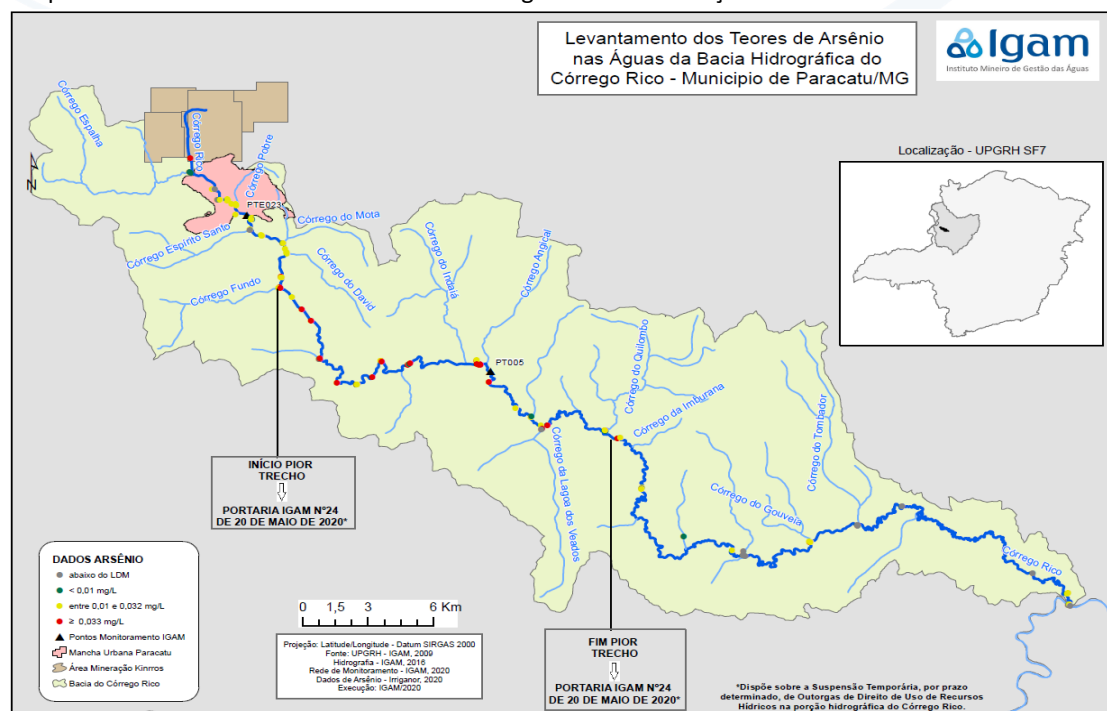
A suspensão dos usos mobilizou parte dos usuários da bacia, principalmente os irrigantes uma vez que quase a totalidade do uso da água superficial é destinada à irrigação para produção de grãos. Como a avaliação dos trechos do Córrego Rico pelo Igam se restringia a uma determinada região, foi levantada a necessidade de maior conhecimento da situação da qualidade da água de toda a extensão desse curso d'água, de maneira detalhada.

Em abril de 2020, a Associação dos Produtores Rurais e Irrigantes do norte de Minas (Irriganor) apresentou ao Igam um estudo de Levantamento dos Teores de Arsênio nas Águas da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico – Município de Paracatu MG. O referido estudo apresentou os resultados das análises de arsênio total e dissolvido em 72 amostras de águas superficiais do Córrego Rico desde a nascente até a foz e sua bacia de contribuição, bem como em 22 afluentes.

De posse das novas informações, o órgão gestor de recursos hídricos elaborou a Nota Técnica nº 16/IGAM/GEMOQ/2020 contendo a nova análise da ocorrência de arsênio total ao longo do córrego Rico. Assim, foram mapeadas as ocorrências de arsênio total na Sub-Bacia do Córrego Rico, tendo sido destacado um trecho crítico compreendido entre as coordenadas (S 17°16'13,2146" W 46°51'12,77748" e S17°20'19,32684" W 46°42'51,21648") que apresentou maior número de amostras com teores insatisfatórios de arsênio total e presença de arsênio dissolvido em valores elevados, inclusive, acima dos limites legais estabelecidos para o arsênio total em rios de classe 2 (MAPA 6).

Também foi verificado que nos demais trechos do córrego Rico localizados fora da delimitação crítica, a saber: no alto curso, dentro da mancha urbana de Paracatu, e baixo curso da bacia, foram mais recorrentes resultados que não apresentaram violações aos limites legais para o arsênio total.

Mapa 6 — Ocorrência de arsênio total no córrego Rico e delimitação do trecho crítico



Fonte: IGAM (2020)

Assim, após análise dos novos dados de monitoramento, foi delimitada uma nova área de suspensão de uso ao longo do Córrego Rico e publicada a Portaria Igam 24 de 20 de maio de 2020 definindo a restrição, pelo período de cinco anos, dos atos autorizativos de uso bem como das emissões de novos atos apenas no trecho considerado crítico da sub-bacia do córrego Rico e a sua bacia de contribuição.

Conforme a Portaria, a suspensão poderá ser revista, a qualquer tempo, caso cessarem as ocorrências de degradação ambiental ou caso sejam apresentados ao Igam estudos de avaliação de risco a saúde humana e ambiental ou outros estudos correlatos que demonstrem que não há riscos quanto aos usos da água do Córrego Rico.

Além disso, foi recomendado no trecho considerado crítico que não se fizesse uso da água bruta do Córrego Rico, para os fins definidos na classe 2 ou 3 ( a exceção do uso destinado à irrigação de grãos), e que para os demais trechos a restrição de uso emitida pela Portaria Igam nº 09/2020 fosse revista.

Outra importante recomendação é a de que não se faça o consumo de água não tratada nos trechos do Córrego Rico e afluentes que apresentaram resultados insatisfatórios de arsênio até que haja manifestação técnica, dos órgãos de governo responsáveis pelo tema.

## 5 CONCLUSÃO

Neste estudo foi possível entender a importância do monitoramento da qualidade da água na gestão dos recursos hídricos para se apoiar as tomadas de decisão frente a um quadro de insegurança hídrica. A partir dos desdobramentos provocados pela apuração dos resultados de monitoramento de arsênio no córrego Rico evidenciou-se a importância da análise prévia das informações relativas à qualidade do recurso hídrico e do mapeamento de áreas críticas de contaminação hídrica no apoio à concessão das autorizações de uso dos recursos hídricos e direcionamento de ações de fiscalização e controle da degradação ambiental.

Com base no monitoramento realizado pelo Igam nas águas superficiais do Córrego Rico foi possível identificar a presença de arsênio total em teores elevados e de forma recorrente ao longo da série histórica de dados do monitoramento. Esses resultados são decorrentes dos impactos causados pelas atividades históricas de garimpo ocorridas no município de Paracatu/MG que envolvem processos de constantes escavações e alteram as características físico-químicas do material que contém o arsênio bem como outras que promovem a remobilização do arsênio contido nos sedimentos do rio. A potencialidade do impacto foi agravada pela característica da anomalia geogênica de arsênio da região do morro do Ouro.

Portanto, os elevados teores de arsênio no Córrego Rico foram mais influenciados pelas atividades citadas do que pelas atuais atividades da mineração de ouro. Corroborando com essa ideia a ausência de valores anômalos de arsênio no Ribeirão São Pedro, inserido na área da anomalia geogênica e que recebe as contribuições do Ribeirão Santa Rita cuja drenagem passa pela área da mineração de ouro, mas que não sofreu historicamente com as mesmas atividades de garimpo ocorridas no Córrego Rico.

Concluiu-se, por fim, que a atuação do monitoramento foi importante para apoiar a tomada de decisões frente a um quadro de insegurança hídrica, fundamentando a deliberação de suspensão do uso do córrego Rico e deu diretrizes para a revisão da suspensão, conjugado com o Princípio da Precaução.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS ANA (Brasil), **Plano Nacional de Segurança Hídrica 2019**. Brasília: ANA, 112p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 14 set. 2020.
- AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY - ASTDR. **Toxicological profile for Arsenic**. ATLANTA: ASTDR, 2007. 500p.
- BARBIERI, C. B. **Caracterização de crime ambiental de poluição por meio de abordagem multiparamétrica e incorporando incerteza de amostragem**. 2015. 194 f. Tese (Doutorado em Ciências Tecnologia Nuclear – Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2015.
- BAUER, M., Blodau, C. **Arsenic distribution in the dissolved, colloidal and particulate size fraction of experimental solutions rich in dissolved organic matter and ferric iron**. Geochim. Cosmochim. Acta. Amsterdã, v.73, p.529-542, 2009.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Segurança hídrica: novo risco para a competitividade**. Brasília: CNI, 2018. 56 p. Disponível em : [https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/2f/0a/2f0a76bd-5626-457a-9b02-b8f06a27b7a4/seguranca\\_hidrica\\_web.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/2f/0a/2f0a76bd-5626-457a-9b02-b8f06a27b7a4/seguranca_hidrica_web.pdf) acesso em: 15 set. 2020.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais); CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa COPAM/CERH n. 01/2008, 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: 15 set. 2020.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução n. 454/2012, de 01 de novembro de 2012**. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Disponível em: <chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2016/06/44.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS. **Estudos para Determinação de Valores de Background na Região do Morro do Ouro, Paracatu-MG**. Belo Horizonte, 2009. 65p.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2018**: resumo executivo anual. Belo Horizonte: Igam, 2019. 327p. Disponível em: <http://200.198.57.118:8080/handle/123456789/3210>. Acesso em: 26 out. 2020.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Nota Técnica n° 30/IGAM/GEMOQ/2019, de 23 de janeiro de 2020**. Avaliação da série histórica do monitoramento da qualidade das águas do parâmetro arsênio total e outras substâncias tóxicas no córrego Rico – Paracatu MG, bem como dos usos de recursos hídricos regularizados superficiais e subterrâneos inseridos no córrego Rico e Ribeirões São Pedro e Santa Isabel. 5 p. Disponível em: [https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento\\_trabalhar&acao\\_origem=protocolo\\_pesquisar&id\\_procedimento=15661115&id\\_documento=15662260&infra\\_sistema=100000100&infra\\_unidade\\_atual=110003885&infra\\_hash=a5fa60115569f1552c55a8d5b8ea9e0435280d2131e146a39b9ad53f5d8965c5](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisar&id_procedimento=15661115&id_documento=15662260&infra_sistema=100000100&infra_unidade_atual=110003885&infra_hash=a5fa60115569f1552c55a8d5b8ea9e0435280d2131e146a39b9ad53f5d8965c5). Acesso em: 06 out. 2020.



INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Nota Técnica nº 16/IGAM/GEMOQ/2020, de 01 maio de 2020.** Levantamento dos teores de Arsênio nas águas da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico – Município de Paracatu MG. 6 p. Disponível em:

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento\\_trabalhar&acao\\_origem=protocolo\\_pesquisar&id\\_procedimento=14123697&id\\_documento=15818277&infra\\_sistema=100000100&infra\\_unidade\\_atual=110003885&infra\\_hash=aebd9d9a9b17ac7ab5e2256b2b92b78743abc1466eb82bb4c650b0fec17a60db](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisar&id_procedimento=14123697&id_documento=15818277&infra_sistema=100000100&infra_unidade_atual=110003885&infra_hash=aebd9d9a9b17ac7ab5e2256b2b92b78743abc1466eb82bb4c650b0fec17a60db). Acesso em: 06 out. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portaria Igam n. 09, de 07 de fevereiro de 2020.** Dispõe sobre a Suspensão Temporária, por prazo determinado, de Outorgas de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Córrego Rico e a sua bacia de Contribuição. Belo Horizonte, MG, fevereiro, 2020.

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. 160p. Disponível em:

<http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3206/> Acesso em: 14 set. 2020.

KINROSS BRASIL MINERAÇÃO. **Conheça.** Disponível em: <http://www.kinross.com.br/a-kinross/conheca/> Acesso em 14 set. 2020.

MELO, M. C.; JOHNSON, R. M. F. O conceito emergente de segurança hídrica. **Sustentare**, Três Corações, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2017.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente.** 10ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2015.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual n. 13.199, de 29 de janeiro de 1999.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências, Belo Horizonte, MG, 1999.

Disponível em:

<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=13199&ano=1999&tipo=LEI>. 14 set. 2020.

PEDROSA, V.A. **Conceitos e soluções para a crise hídrica:** inovações e construção de pactos. 2018. 169f. Tese Acadêmica. (Concurso para professor titular classe E), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima. **Caracterização da bacia do rio Gualaxo do Norte, MG, Brasil:** avaliação geoquímica ambiental e proposição de valores de background. 2012. 162 f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/>. Acesso em 15 set. 2020.

TANNÚS, M.B. et al. Projeto Paracatu: Concepção e Resultados Preliminares. In: JORNADA INTERNACIONAL DE IMPACTO AMBIENTAL DO MERCÚRIO UTILIZADO PELA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO ARTESANAL NA IBEROAMÉRICA-RICA, 2001, [Trabalho Técnico]. Lima: CYTED, 2001. P. 1-35.

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/> . Acesso em: 14 set. 2020.

VIGLIO, E. P.; CUNHA, F. G. **Atlas geoquímico da bacia do rio São Francisco:** Minas Gerais, Belo Horizonte: CPRM, 2018.

# SANEAMENTO BÁSICO, RESÍDUOS ESPECIAIS, INDUSTRIAIS E DA MINERAÇÃO E A SEGURANÇA HÍDRICA

Aline de Araújo Nunes<sup>1</sup>  
Denise Marília Bruschi<sup>2</sup>  
Guilherme Augusto Branco Santos de Moraes<sup>3</sup>  
Karine Dias da Silva Prata Marques<sup>4</sup>  
Lília Aparecida de Castro<sup>5</sup>  
Luisa Ferolla Spyer Prates<sup>6</sup>  
Luiza Silva Betim<sup>7</sup>  
Mayara Milaneze Bastos<sup>8</sup>  
Misael Dieimes de Oliveira<sup>9</sup>  
Otávio Henrique Campos Hamdan<sup>10</sup>  
Vanessa Cristina de Sena Pessoa<sup>11</sup>

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A taxa de urbanização brasileira, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), já passa de 84% e tem aumentado a pressão sobre os recursos hídricos uma vez que a ocupação do território tem ocasionado supressão da cobertura vegetal, aumento da demanda por abastecimento público, agropecuário e industrial, crescente geração de efluentes sanitários e de resíduos sólidos, incremento da impermeabilização do solo, além de estimular a ampliação das atividades produtivas que, dentre outros fatores, resultam no aumento da requisição das águas em quantidade e qualidade e potencializam os níveis de poluição.

Também as secas e cheias, que tem se alternado em eventos por vezes extremos, numa provável convergência dos efeitos das mudanças climáticas, apontam para a necessidade de se avaliar tendências, vulnerabilidades e cenários que possam incorporar a dimensão resiliência e justificar a adoção de intervenções estruturantes e estratégicas que, preferencialmente preventivas, envolvam implantação de infraestrutura e aplicação de recursos financeiros e humanos capacitados, a fim de oferecer melhor alinhamento ao uso racional e consciente da água, tanto no médio quanto no longo prazos.

- 1 Engenheira Agrícola e Ambiental. Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Urbana da Universidade Federal de Ouro Preto.
- 2 Engenheira Civil. Especialista em Engenharia Sanitária pela UFMG. Mestre em Sustentabilidade sócio econômica Ambiental pela UFOP. Analista Ambiental da Feam.
- 3 Biólogo. MBA em Administração de Projetos com ênfase em Meio Ambiente. Analista Fiscal e de Regulação na Arsae-MG.
- 4 Engenheira Química. Especialista em Engenharia Ambiental e Segurança do Trabalho. Gerente de Resíduos Sólidos da Feam.
- 5 Engenheira ambiental. Pós graduada em Gestão, Auditoria e Licenciamento Ambiental. Superintendente de Saneamento Básico da Semad.
- 6 Engenheira Ambiental. Mestre em Controle da Qualidade do Ar, Resíduos Sólidos e Tratamento de Águas Residuais. Diretora de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem de Águas Pluviais na Semad.
- 7 Engenheira Ambiental. Mestre em Engenharia civil. Analista ambiental da Gerência de Resíduos Sólidos da Feam.
- 8 Engenheira Ambiental. Especialista em Gerenciamento de Recursos Hídricos. Analista Fiscal e de Regulação na Arsae-MG.
- 9 Engenheiro Ambiental. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Analista Fiscal e de Regulação na Arsae-MG.
- 10 Engenheiro Químico. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Analista Fiscal e de Regulação na Arsae-MG.
- 11 Engenheira Ambiental. Especialista em Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Analista Fiscal e de Regulação na Arsae-MG.

O Relatório Anual “A ONU e a água” (UN-WATER, 2018) alerta que as causas de abastecimento inadequado de água incluem o uso ineficiente, a degradação da água pela poluição e a superexploração das reservas de águas subterrâneas.

Nesse contexto, é importante ressaltar ainda os dados do Atlas de Desenvolvimento Humano, editado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2006) que aponta que cerca de 2,6 bilhões de pessoas no mundo não eram atendidas pelos serviços básicos de saneamento, sendo os africanos os mais afetados. Essa condição tem causado propagação de doenças de veiculação hídrica pelo acesso da população à água e alimentos contaminados. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 6% de todas as doenças no mundo são causadas por consumo de água não tratada e pela falta de coleta e tratamento de esgoto sanitário e dos resíduos sólidos urbanos, como malária, diarreia, cólera e amebíase.

Diante de exposto e considerando que a segurança hídrica, em geral, integra uma série de elementos-chave, dentre eles, “o acesso à água potável segura e em quantidade suficiente (...) a fim de satisfazer as necessidades básicas, que inclui saneamento e higiene (...)” e ainda que a “(...) a coleta e tratamento de água devem ser usados para proteger a vida humana e o ambiente contra a poluição” (ONU apud MELO E JONHSSON, 2017), o presente capítulo abordará os eixos do saneamento básico no contexto de Minas Gerais, bem como a gestão dos resíduos especiais, industriais e da mineração realizados no estado, considerando os seus efeitos para o meio ambiente.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento básico inclui abastecimento de água para consumo humano, a coleta e tratamento de esgotos sanitários, além de seu potencial reúso, bem como o conjunto de ações para a coleta, manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos sólidos urbanos, a limpeza das vias públicas, e a drenagem urbana.

No contexto nacional, considerando o aspecto normativo, destaca-se que a Política Nacional de Saneamento Básico foi [instituída no Brasil em 2007](#), sendo recentemente atualizada pela Lei 14.026, publicada em 16 de junho de 2020. Este novo marco legal também ampliou a atuação da Agência Nacional de Águas, que passou a ser Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), com competência para instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

Lei Federal  
nº 11.445/  
2007

## 2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

A água é um bem essencial à vida, constituindo um recurso natural limitado, distribuído de forma irregular na natureza, sendo sua disponibilidade fator preponderante no desenvolvimento social, cultural e econômico das populações. Em observância a esses fatores, a ONU reconheceu em 2010, por meio da Resolução nº 64/292, “o acesso à água potável e ao saneamento um direito humano para o pleno gozo da vida” (AG, 2010, p. 2, tradução nossa), sendo o acesso universal e equitativo à água potável uma das metas da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, da qual o Brasil é signatário.

Os serviços de abastecimento de água compreendem a captação de água bruta, seu tratamento e controle dos padrões de potabilidade e a distribuição à população, envolvendo a implantação de infraestrutura adequada para a reservação e a adução da água produzida, bem como a realização de inspeções e manutenções nas redes de abastecimento.



**Volume de água tratada** distribuída por dia em Minas Gerais: 4.201.404 m<sup>3</sup>

**Distribuídos sem tratamento:** 120.037 m<sup>3</sup> de água por dia (2,8% do total)

Fonte: IBGE (2017)

## 2.1 Índices de atendimento dos serviços de abastecimento de água

Um dos princípios fundamentais que norteiam a prestação dos serviços públicos de saneamento básico é a universalização do acesso, conforme determina o Art. 2º da Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007). Nesse sentido, o abastecimento de água para consumo humano deve prezar pelo atendimento integral das comunidades, devendo ser previstos sistemas adequados às demandas locais.

Para tanto, deve-se levar em conta o porte da população, seu perfil de consumo e a geografia local para o dimensionamento das redes adutoras e distribuidoras, dos reservatórios, dos equipamentos de bombeamento e para a determinação da vazão de produção da estação de tratamento de água. Além disso, na prestação dos serviços de abastecimento devem ser determinadas metas de expansão do atendimento, com base no crescimento vegetativo das localidades atendidas.

Conforme a distribuição no terreno e o adensamento da população, as instalações para o abastecimento de água podem compreender soluções individuais de abastecimento, com a instalação de poços individuais, soluções alternativas coletivas, providas ou não de canalização e sistemas de abastecimento de água (HELLER; PÁDUA, 2010a).

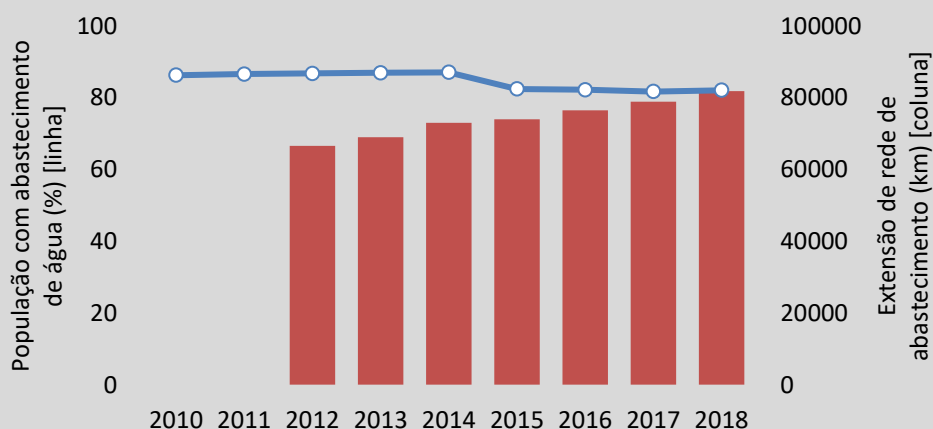
Cada modalidade de abastecimento possui características próprias, cuja complexidade de implantação das estruturas tende a elevar conforme aumenta o tamanho da população. Assim, quanto maior o número de pessoas atendidas, maior a vazão requerida para captação, aumentando a pressão hídrica sobre os mananciais superficiais e subterrâneos. Mais complexo, também, se torna o dimensionamento das estruturas hidráulicas, que deve ser adequado ao volume de água transportado e à determinação da capacidade de reservação do sistema de abastecimento, a qual está intimamente ligada ao consumo per capita da população.

### Serviços públicos de abastecimento – Minas Gerais

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), relativos aos 806 municípios mineiros participantes do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto no ano de 2018, o estado de Minas Gerais apresentava um índice de 82% de atendimento (BRASIL, 2018b), o que significa dizer que aproximadamente 8 em cada 10 cidadãos mineiros tinham acesso a redes de distribuição de água até aquele ano (GRÁFICO 1).

Ainda segundo o SNIS, nos últimos três anos de dados disponíveis, a extensão da rede de distribuição de água aumentou, enquanto o consumo médio *per capita* apresentou leves variações. Esse panorama, no entanto, não tem refletido grandes efeitos no índice de atendimento, havendo ainda extenso caminho a ser percorrido para que se atinja a universalização da prestação dos serviços de abastecimento em Minas Gerais.

Gráfico 1 – Evolução do percentual de atendimento e da extensão de rede de abastecimento de água em Minas Gerais



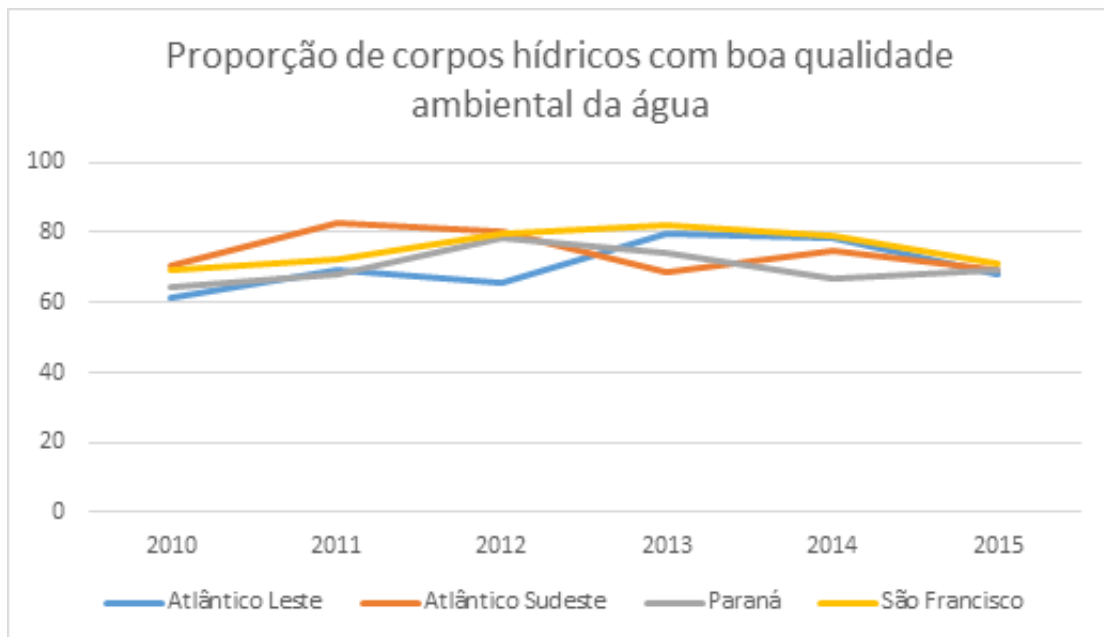
Fonte: BRASIL (2020)

## 2.2 Tecnologias de tratamento de água

O método e o custo do tratamento dependem das características e qualidade da água captada, demonstrando a importância da preservação dos mananciais utilizados para esta finalidade. Com base nos processos escolhidos, é definida a estrutura da estação de tratamento de água, cujas instalações devem ser adequadas às necessidades do sistema de abastecimento, mantidas constantemente e operadas de forma adequada. Nesse sentido, não só a quantidade, mas também a qualidade da água do manancial de captação é fator de extrema importância para escolha das etapas do tratamento. Águas de melhor qualidade poderão ser submetidas a processos mais simples, ao passo que águas de pior qualidade, ou cujas características variam muito ao longo do ano, irão demandar processos mais complexos.

Observou-se no período de 2010 a 2015 que, nas regiões hidrográficas que compreendem o estado de Minas Gerais, muitos corpos hídricos apresentaram melhora temporária na qualidade de suas águas seguida de piora ao final do período, principalmente nas bacias do Atlântico Sudeste (GRÁFICO 2). Ainda que, de forma geral, a qualidade dos cursos d'água tenha melhorado, o pouco avanço, em termos percentuais, identificado ao final do período, demonstra o grande desafio a ser vencido para garantir que as conquistas ambientais caminhem junto com o desenvolvimento das atividades produtivas e as demais necessidades humanas.

Gráfico 2 – Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental da água nas regiões hidrográficas brasileiras que abrangem o Estado de Minas Gerais entre os anos de 2010 a 2015



Fonte: Elaborado pelos autores com dados extraídos de ANA (2019, p. 39)

### 2.3 Perdas de água na distribuição

Um aspecto relevante, que coopera para estabelecer um cenário mais robusto quando se trata de segurança hídrica, é a gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água. Diante da relevância do tema e sua relação direta com a gestão de recursos hídricos, a ONU prevê, em um dos [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável \(ODS\)](https://pacto.global.org.br/ods/), a necessidade de aumentar a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a sua escassez.

<https://pacto.global.org.br/ods/>

Há que se ressaltar também o novo marco legal do saneamento, Lei nº 14.026/2020, que prevê que os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de redução de perdas, o que deve ganhar força no sentido de efetividade com o advento da normativa. Outro ponto de destaque na lei é o fomento à eficiência energética, tema diretamente relacionado à gestão de recursos hídricos - dado que as hidrelétricas ainda são a base da matriz energética brasileira - e à gestão de perdas, visto que atenuar a ineficiência do uso da água pode contribuir na redução do consumo de energia nas unidades de bombeamento de água tratada. Há também benefícios econômicos: na Copasa, por exemplo, cerca de 15% dos gastos operacionais estão atrelados ao consumo de energia elétrica (AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – ARSAE-MG, 2017).

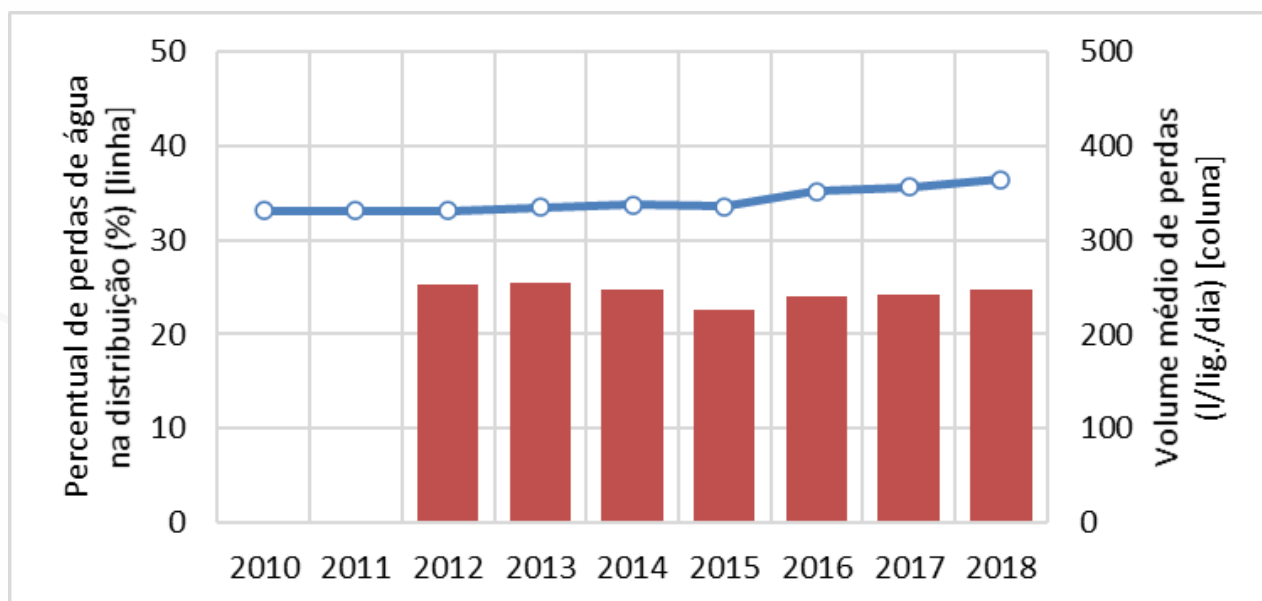
Em geral, para atender a demanda, os esforços das companhias de abastecimento de água se concentram, muitas vezes, na ampliação dos sistemas a partir da busca de novos mananciais superficiais e subterrâneos e em ações locais de caráter emergencial. Todavia, para enfrentar essa problemática deve-se estar atento ao imperativo da sustentabilidade, com priorização do planejamento a longo prazo para ações de controle e redução de perdas em todo o sistema. Assim, o volume de água que é captado e tratado com o intuito de abastecer uma determinada população, mas que não chega ao consumidor final devido às perdas físicas ou ligações clandestinas passa a integrar a parcela disponível para consumo.

Vale salientar que, tecnicamente, a perda de água é inevitável para os sistemas de abastecimento devido à restrição tecnológica e às complexidades e características de operação, no entanto, valores excessivos indicam ineficiência, cujos custos e consequências recaem sobre a sociedade e o meio ambiente. Outro ponto importante a ser considerado é o nível econômico - distinto entre municípios em função da disponibilidade hídrica e especificidades do sistema - em que os custos para a execução das ações de controle e redução de perdas se igualam aos ganhos com a venda do volume de água que pode ser recuperado, revelando o nível ótimo econômico de perdas.

No âmbito de Minas Gerais, o setor de regulação está atento à necessidade de ações focadas em gestão eficiente de perdas no caminho entre a captação de água bruta e as ligações dos usuários. A ARSAE-MG incentiva, desde 2017, seus regulados a implementarem programas de controle e redução de perdas, considerando as vertentes do incentivo tarifário para a companhia estadual e da destinação específica para as entidades autônomas. Adicionalmente, as fiscalizações operacionais realizadas pela Agência buscam identificar aspectos relacionados às perdas de água, como os índices de macromedição e de hidromederação e a eficiência na correção de vazamentos de água.

Conforme dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2018, do SNIS, Minas Gerais apresentou aumento no índice de perdas na distribuição no período de 2013 a 2018. O referido indicador expressa, em percentual, o volume perdido de água na distribuição em relação ao total produzido pelo sistema (GRÁFICO 3).

Gráfico 3 – Evolução de indicadores de perdas de água em Minas Gerais



Fonte: BRASIL (2020)

Em termos de Brasil, em 2018, 38,5% do volume de água disponibilizado para abastecimento não foi contabilizado como consumo pelos hidrômetros, seja por vazamentos ao longo do sistema, fraudes ou mesmo pela submedição do equipamento. No caso da Região Sudeste, o índice observado para o mesmo ano foi de 34,4%. Para a capital Belo Horizonte, o indicador atingiu 42,9% em 2018.

Ressalta-se, no entanto, que indicadores de perdas expressos em percentual apresentam limitações quando o objetivo é comparar sistemas. Esse fato é observado por Miranda e Koide (2003), que afirmam que quando se trata de comparar desempenhos, recomenda-se os indicadores compostos em que são empregadas a extensão de rede, a quantidade de ligações atendidas e a pressão média de operação da rede como fatores de homogeneização dos índices.

Segundo o SNIS, as perdas diárias por ligação no estado sofreram uma queda em 2015, mas retomaram o movimento ascendente nos anos seguintes, alcançando em 2018 um patamar de 248 L/ligação/dia (GRÁFICO 3). Em 2018 esse índice alcançou 339,3 L/lig./dia no Brasil e 340,3 L/lig./dia no Sudeste do país. Salienta-se que o referido indicador considera perdas reais e aparentes.

Os dados apresentados indicam um longo caminho para os operadores de sistemas de água e entidades reguladoras, mas evidenciam também o grande potencial de volume de água que pode ser preservado, de forma a ampliar a resiliência hídrica nas bacias hidrográficas. O custo ambiental de deixar de reduzir e controlar perdas é significativo e exige a definição de prioridades. Para isso, é primordial que as causas das perdas sejam identificadas e tratadas de forma diária e contínua, considerando bases seguras que envolvam elaboração de balanço hídrico municipal, ações estruturais e estruturantes planejadas conforme especificidades de cada localidade, bem como envolvimento institucional.



O volume de 3,815 bilhões de m<sup>3</sup> de água tratada foi desperdiçada em 2017 no país e seria quase suficiente para atender a demanda incremental de 4,337 bilhões de m<sup>3</sup> estimada para 2040, sem pressão adicional sobre os mananciais superficiais e subterrâneos.

Em 2017 foram distribuídos 11,5 bilhões de m<sup>3</sup> e a demanda prevista para 2040 é de 14,3 bilhões de m<sup>3</sup> (aumento de 20%).

Fonte: INSTITUTO TRATA BRASIL (2020)

## 2.4 Escassez e racionamento de água

A segurança hídrica vai além dos aspectos de qualidade da água distribuída à população e dos mananciais superficiais e subterrâneos, abrange também a capacidade de fornecimento em quantidade e continuidade desse bem público pelos sistemas de abastecimento.

Minas Gerais, assim como outros estados, apresenta distribuição desigual da água em seu território, com localidades que comumente sofrem com o cenário de escassez hídrica. Entre 2013 e 2018, diversas cidades mineiras enfrentaram estiagens críticas e, como resultado, sofreram crises de sua oferta.

O Relatório Anual de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (IGAM, 2017) ratifica que o prolongado período de estiagem em anos anteriores agravou as adversidades no abastecimento urbano e 174 cidades mineiras sucumbiram ao decreto de situação de emergência devido à seca de 2015. Em 2019 foram 145 municípios, de acordo com informações da Coordenadoria de Defesa Civil de Minas Gerais (CEDEC-MG). Segundo dados da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), em 2018 a Região Metropolitana de Belo Horizonte atravessou severa crise devido à estiagem prolongada que atingiu o Rio das Velhas, manancial responsável pelo abastecimento público de cerca de 50% da população da região, o que corresponde a aproximadamente 2,4 milhões de pessoas.



É essencial salientar que esse panorama não se dá apenas pelo contexto de estiagem, pois o cenário pode ser intensificado, ou mesmo ter origem, em um conjunto de fatores: ausência de políticas públicas eficientes e integradas; educação ambiental deficiente da sociedade; planejamento imediatista do setor de abastecimento; lançamento indiscriminado de resíduos sólidos e esgoto *in natura* por diversos setores econômicos, que minam a vida de rios e lagos e reduzem a disponibilidade de água. Essa problemática deve, portanto, ser enxergada de forma integral, com foco acentuado na ampliação dos estoques naturais de água, compreendendo a proteção de nascentes, preservação da cobertura vegetal e redução da poluição como fatores basilares e não acessórios.

A crise hídrica vivenciada em cidades mineiras traz como consequências inúmeras dificuldades na operação de sistemas de abastecimento, adversidades políticas no município e conflitos pelo uso da água.

Com o intuito de nortear e definir responsabilidade normativa para situações de escassez hídrica, a Lei nº 14.026/2020, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, preconiza, em seu inciso XI do artigo 23, que a entidade reguladora editará normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços, inclusive medidas de contingência, emergência e de racionamento, conforme as diretrizes da ANA.

No contexto anterior à atualização da Lei Nacional de Saneamento Básico, a Arsa-MG elaborou cartilha sobre racionamento, a fim de orientar os municípios que se encontram em situação de vulnerabilidade hídrica e que estejam adotando medidas de restrição de água; bem como publicou Resolução nº 68 de 2015, que estabelece as diretrizes gerais para a adoção de medidas de racionamento do abastecimento público de água potável e o conteúdo mínimo do Plano de Racionamento a serem observados pelos prestadores de serviços regulados. Essa foi alterada pela Resolução ARSAE-MG nº 83/2016 e Resolução ARSAE-MG nº 97 de 2017.

A normativa traz o seguinte entendimento para as medidas de racionamento do abastecimento público de água potável:

“ Quaisquer ações adotadas pelo Prestador de Serviços que visem à restrição da oferta de água ao usuário, exceto as decorrentes de manutenção corretiva ou preventiva dos sistemas de abastecimento (ARSAE, 2015) . ”

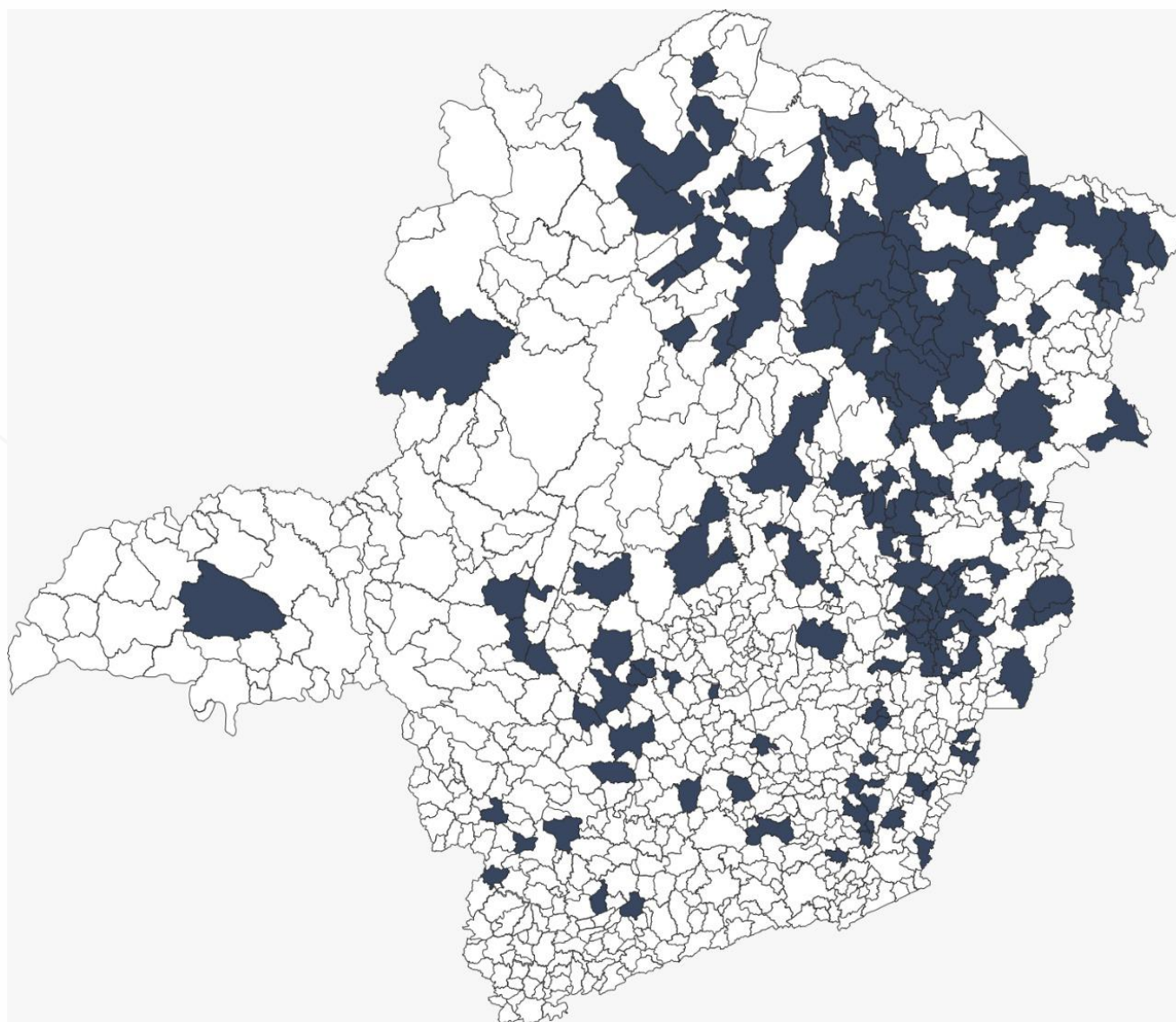
Como exemplo de ações caracterizadas como medidas de racionamento têm-se a redução na pressão da rede que comprometa o abastecimento, as paralisações totais ou parciais do sistema que visem à redução de oferta de água e as manobras operacionais na rede.

A Agência, que regula quatro prestadores de serviços e 643 municípios, gerencia as informações sobre o tema a partir do recebimento de comunicados de racionamento por parte dos entes regulados. Conforme dados enviados pelo Serviço Autônomo Água e Esgoto (SAAE) de Itabira, pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) e sua subsidiária - Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais (Copanor), entre fevereiro de 2015 e janeiro de 2020, 222 localidades notificaram, pelo menos uma vez nesse período, suspensão, encerramento ou normalização de abastecimento de água.

Do total contabilizado, apenas 25,66% das localidades são operadas pela Copanor, que atende as Regiões Norte e Nordeste, o que evidencia um grande desafio a ser enfrentado por todas as regiões do estado e corrobora a situação delicada de vulnerabilidade hídrica de Minas Gerais. O Mapa 1 apresenta os municípios que notificaram suspensão, encerramento ou normalização de abastecimento de água no referido período.

Diante do cenário de privação de abastecimento é responsabilidade do prestador de serviços comunicar imediatamente aos usuários, à entidade reguladora e ao titular dos serviços as providências que serão adotadas, de forma a atender aos princípios de transparência e publicidade. Outro aspecto relevante em situações de racionamento é a necessidade de prover água potável aos usuários que prestam serviços essenciais, como creches e instituições públicas que tenham como foco o ensino, a preservação da saúde e a interação coletiva. Todas as medidas para aplicação de restrição de oferta de água ao usuário devem estar elencadas no Plano de Racionamento.

Mapa 1 – Municípios do estado de Minas Gerais que notificaram suspensão, encerramento ou normalização de abastecimento de água no período fevereiro de 2015 e janeiro de 2020



Fonte: ARSAE (2020)

Arquivo interno ARSAE - monitoramento dos municípios em racionamento de 2015 a 2020.

## 2.5 Qualidade da água distribuída

Segundo o Art. 3º do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, do Ministério da Saúde, “toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2017). Dessa forma, é dever do responsável pelo fornecimento de água para consumo humano realizar o controle da qualidade da água conforme plano de amostragem definido para o sistema ou solução alternativa coletiva. Conforme determina o referido instrumento legal, devem ser realizadas análises de amostras de água nos pontos de captação, no tratamento e no sistema de distribuição, com frequência adequada para avaliar as características físico-químicas e bacteriológicas da água, atendendo aos padrões de potabilidade.

Além do controle realizado pelos responsáveis pelo fornecimento de água potável, é papel do poder público acompanhar o tratamento da água no que tange ao atendimento à legislação. Ainda segundo o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, do Ministério da Saúde, em seu Art. 7º, compete à Secretaria de Vigilância em Saúde “promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água para consumo humano, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios” (BRASIL, 2017). Dessa forma, conforme o Art. 12 do referido instrumento legal, cabe às autoridades de saúde, na figura das Secretarias Municipais de Saúde, “inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s)” (BRASIL, 2017).

## 3 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O esgoto sanitário é o “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária” (ABNT, 1986). Assim, é possível perceber que a composição do esgoto de uma determinada região depende, estritamente, dos usos da água naquele local.

Em polos industriais, por exemplo, o esgoto apresenta características relacionadas aos processos industriais desenvolvidos na região, ao passo que em áreas majoritariamente residenciais, o esgoto apresenta características domésticas. De maneira geral, no esgoto são encontrados materiais inorgânicos e orgânicos, nas formas gasosa, líquida e sólida. São esses materiais que alteram o grau de pureza da água, tornando necessário o tratamento do esgoto antes de retorná-lo à natureza.

Ao contrário do serviço de abastecimento de água, que tem estreita relação com a disponibilidade hídrica em termos quantitativos, o esgotamento sanitário interfere principalmente sobre a qualidade da água dos corpos receptores. Tais impactos são mais expressivos nos casos em que os domicílios não são atendidos nem por redes coletoras (sistemas dinâmicos), nem por soluções alternativas individuais (sistemas estáticos). Por outro lado, nos casos em que há unidades de tratamento eficientes e capazes de cumprir os padrões de lançamento e dos corpos receptores, impactos podem ser mitigados e, inclusive, trazer benefícios adicionais, como o reúso de efluentes tratados e de biosólidos.

O déficit do esgotamento sanitário abrange tanto a população sem atendimento como aquela atendida de forma precária. Nesse sentido, a adequabilidade do atendimento com o serviço pode ser caracterizada da seguinte forma (BRASIL, 2014):

- **Atendimento adequado:** pressupõe a coleta de esgotos seguida de tratamento, sejam por meio de soluções coletivas ou individuais;
- **Atendimento precário:** coleta de esgotos sem tratamento ou uso de fossa rudimentar;
- **Sem atendimento:** todas as situações não enquadradas nas definições de atendimento e que se constituem em práticas consideradas inadequadas, como o lançamento direto de esgoto em valas, rios ou lagos.

Em 2006 foi aprovada em Minas Gerais a Deliberação Normativa nº 96 de novembro de 2006, cuja proposta elaborada pela Feam, Igam, Copasa e Ministério Público de Minas Gerais convocou os 853 municípios mineiros a providenciarem a coleta e o tratamento dos seus esgotos sanitários. Para apoiar os municípios no atendimento a essa DN e monitorar o incremento percentual de esgoto tratado no Estado, apurado por meio do número de Licenças de Operação concedidas para Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) municipais. No mesmo ano foi criado pela Feam o **Programa Minas Trata Esgoto**.



O Minas Trata Esgoto foi lançado, no estado de Minas Gerais, pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam), com o objetivo de realizar a gestão estratégica da implantação de sistemas de tratamento de esgotos.

O programa avaliou a qualidade do sistema de esgotamento sanitário do Estado por meio da verificação do cumprimento das Deliberações Normativas COPAM nº 96/2006 e nº 128/2008 que convocaram os municípios a implantarem o sistema de tratamento de esgotos e especialmente do Índice de Avaliação do Esgotamento Sanitário Municipal (IESM), composto por três indicadores: Percentual de Coleta (PC), Percentual de Tratamento (PT) e Regularização Ambiental.

O relatório completo do programa Minas Trata Esgoto, ano de referência 2016 está disponível em: [Minas Trata Esgoto relatório 2016](#)

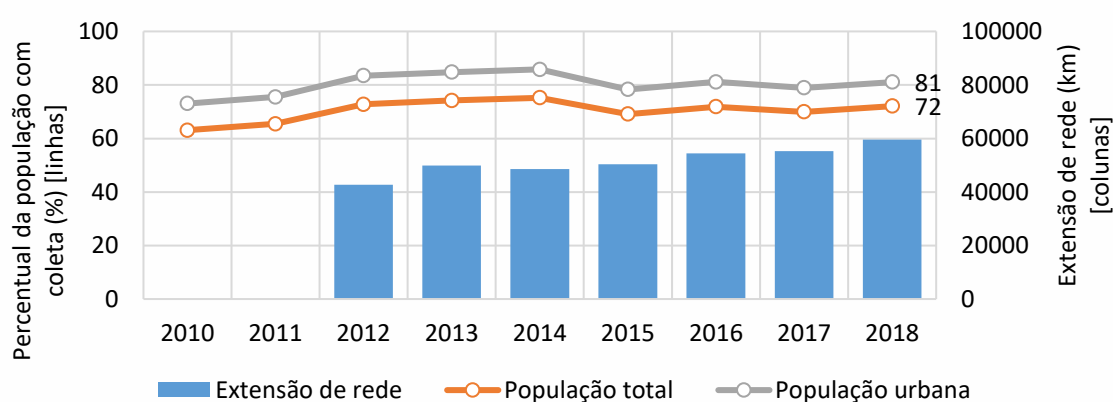
Por meio desse programa, a Feam realizava seminários e vistorias técnicas, além da publicação de material orientativo para apoiar a mobilização dos agentes municipais para o cumprimento dos prazos definidos pelo Copam. Os resultados em todo o Estado mostram que essa normativa, revista em novembro de 2008 por meio da Deliberação Normativa Copam Nº 128, produziu resultados expressivos junto às administrações municipais no sentido de incrementar a disponibilização à população coleta e tratamento de esgoto sanitário, principalmente em áreas urbanas. Ressalta-se que o tratamento do esgoto doméstico anteriormente ao seu lançamento em rios, lagos e córregos, diminui danos à saúde pública e contribui para a erradicação de doenças de veiculação hídrica, como febre tifóide, esquistossomose, hepatite, desintéria, dentre outras.

Com a publicação dos Decretos 47.760/2019 e 47.787/2019, que dispõe sobre a organização da Feam e da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), respectivamente, a competência para tratar deste assunto passou a ser da Semad.

### 3.1 Coleta de esgoto

No período de 2010 a 2018, o percentual da população atendida com coleta em Minas Gerais manteve-se praticamente constante apesar do aumento da rede coletora de esgoto, Gráfico 4. Em termos gerais, isso ocorre porque o incremento da rede coletora foi equivalente ao crescimento populacional. Entretanto, para atingir a universalização é necessário que a ampliação do serviço de coleta supere o crescimento vegetativo populacional a fim de reduzir a parcela da população não atendida. Outro aspecto que merece atenção é a queda nos percentuais de atendimento entre os anos de 2014 e 2015. Tal redução ocorreu devido ao fato de a Copasa ter modificado a metodologia de estimativa da população atendida no período. Essa alteração promoveu uma redução nos indicadores de atendimento de água e de esgoto informados ao SNIS (COPASA, 2015).

Gráfico 4 – Evolução da população atendida com coleta e da extensão da rede de esgoto em Minas Gerais

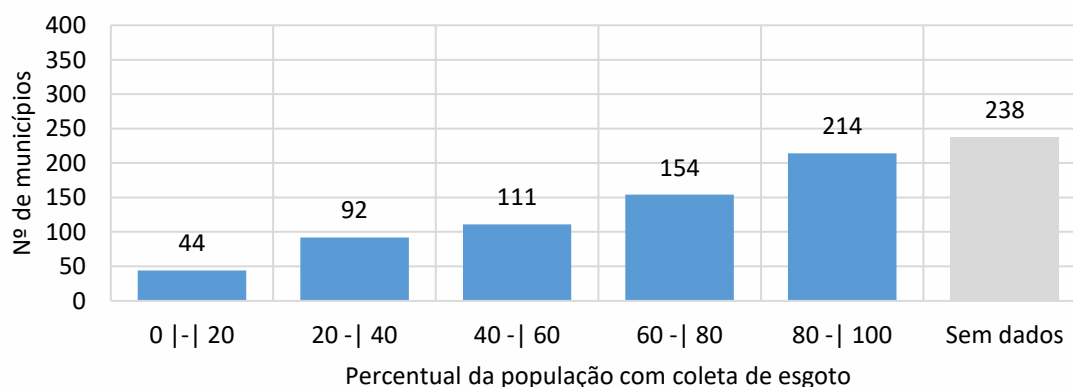


Fonte: BRASIL (2020)

Ao comparar a evolução do percentual da população mineira atendida com coleta de esgoto, percebe-se que há indícios de que a meta de 2020, estabelecida no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) para Minas Gerais, não será alcançada. Em 2018, o estado registrava 72% da população atendida com coleta de esgoto, ao passo que no Plansab a meta para 2023 é de 83% de domicílios servidos com esgotamento sanitário. No entanto, o cenário se altera ao realizar uma análise em nível municipal.

Dentre os 615 municípios com informações disponíveis no SNIS (BRASIL, 2019), quase um terço já alcançou a meta de 83% estabelecida pelo Plansab para o Estado em 2023. Dos dois terços restantes, 182 municípios não atingiram sequer 50% da população com coleta de esgoto. O Gráfico 5 apresenta a distribuição dos municípios mineiros conforme o percentual de coleta de esgoto.

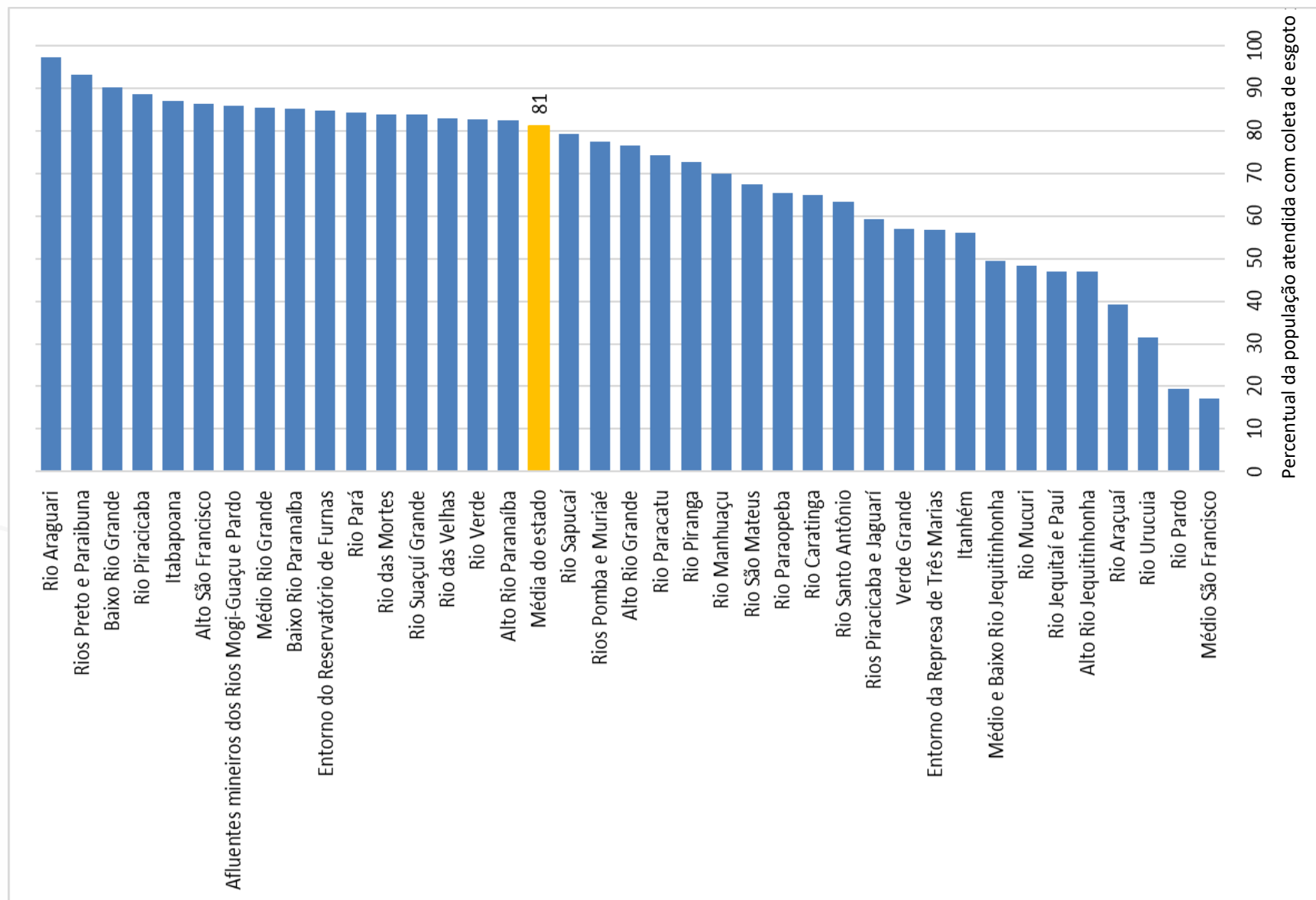
Gráfico 5 – Distribuição dos municípios mineiros de acordo com as faixas de coleta



Fonte: BRASIL (2020)

Analisando os municípios sob a ótica das bacias estaduais é possível identificar aquelas que demandam ações prioritárias para aumento dos índices de coleta de esgoto, a exemplo das bacias do Médio São Francisco (17,1%) e do rio Pardo (19,4%), que apresentaram percentual da população com coleta de esgoto abaixo de 20% e outras 20 bacias que não alcançaram 80% de atendimento (GRÁFICO 6).

Gráfico 6 – Percentual de atendimento com coleta de esgoto nas bacias estaduais de Minas Gerais

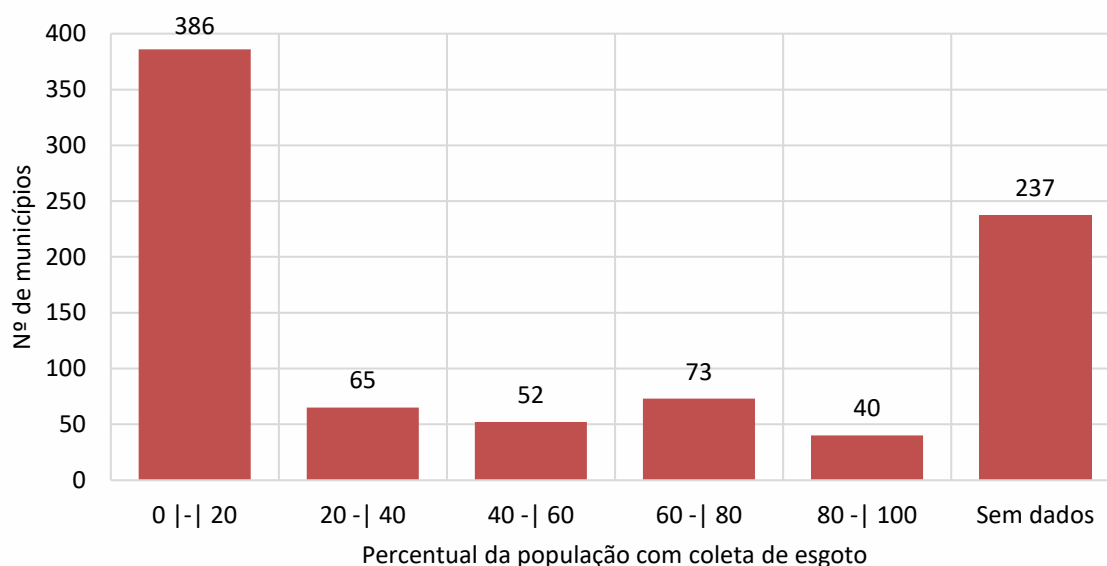


Fonte: BRASIL (2018a)

### 3.2 Tratamento de esgoto

Em termos de tratamento, a situação no estado é ainda mais grave. Da parcela de esgoto que é coletada, apenas 42% recebe algum tipo de tratamento (Brasil, 2020). Esse valor é apenas 2% acima do observado ainda no ano de 2010. A parcela de esgoto sem tratamento é coletada e afastada dos domicílios geradores e lançado in natura. Dos 616 municípios avaliados, 576 apresentam índices de tratamento que não atingem 80% (GRÁFICO 7). Vale destacar que 325 municípios informaram que não tratam o esgoto gerado.

Gráfico 7 – Distribuição dos municípios mineiros de acordo com as faixas de tratamento de esgoto em relação ao volume gerado.



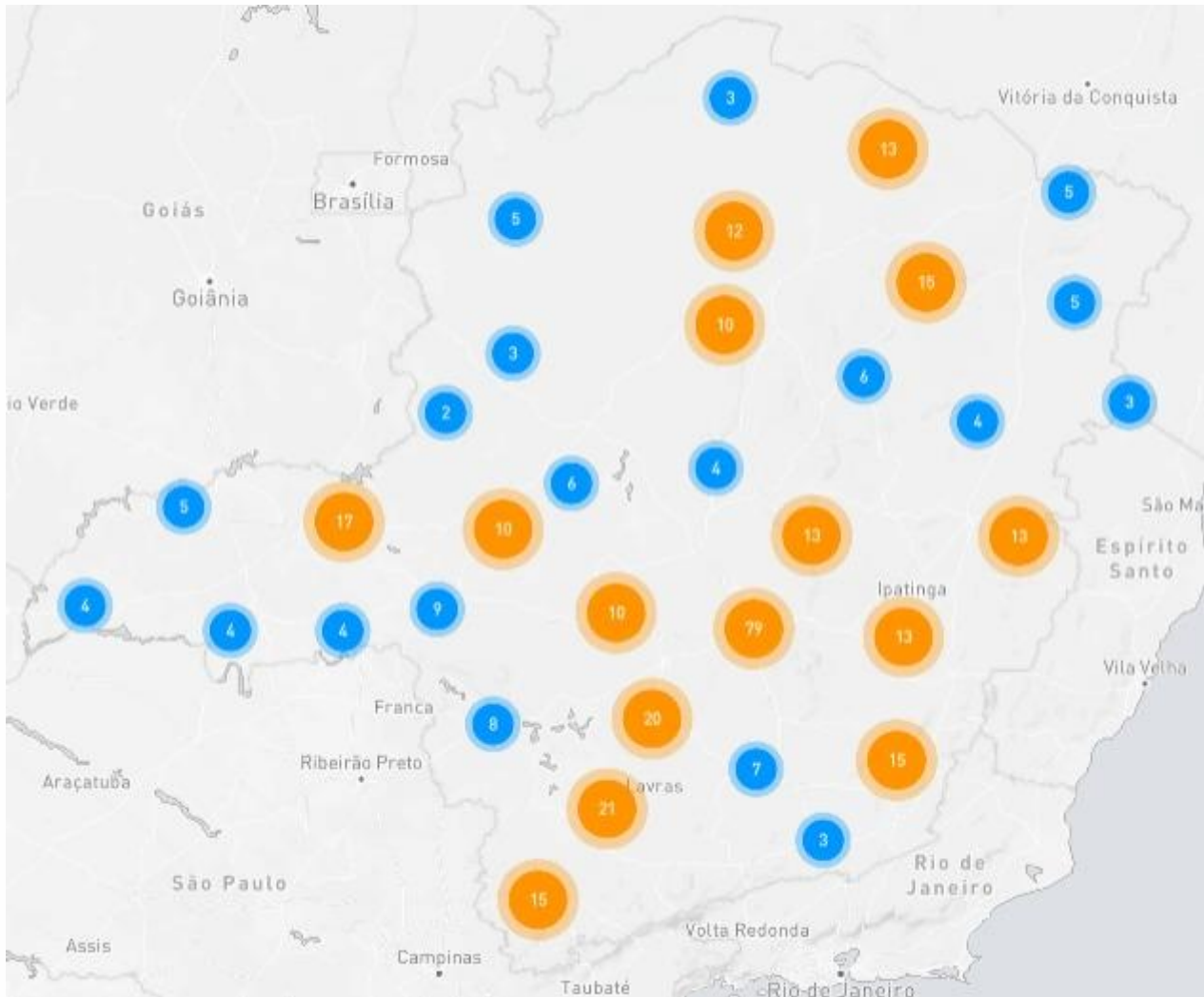
Fonte: BRASIL (2019)

Segundo publicação da ANA (2020), no estado de Minas Gerais encontram-se 390 estações de tratamento de esgoto ativas, localizadas em 272 municípios mineiros. Com isso, o estado concentra 11% de todas as estações do Brasil.

A maior parte das estações de tratamento de esgoto estão localizadas na Bacia do Rio das Velhas, onde concentra-se o maior contingente populacional do estado. O Mapa 2 e o Gráfico 8 mostram a quantidade de estações de tratamento de esgoto por bacia estadual e a sua distribuição espacial, respectivamente.

É importante destacar que a existência de estação de tratamento de esgoto nos municípios não é garantia de atendimento adequado. É necessário garantir eficiências mínimas nesse processo para a redução da carga poluidora e mitigação eficaz de impactos sobre os recursos hídricos. Em termos gerais, o principal parâmetro utilizado para aferir a eficiência do tratamento é o percentual de redução da DBO. Segundo a Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01/2008, para sistemas de esgotos sanitários municipais a eficiência de redução de DBO deve ser de no mínimo 60% com média anual igual ou superior a 70%, sendo ainda possível a definição de metas específicas no processo de licenciamento ou de concessão de outorga de lançamento de efluentes.

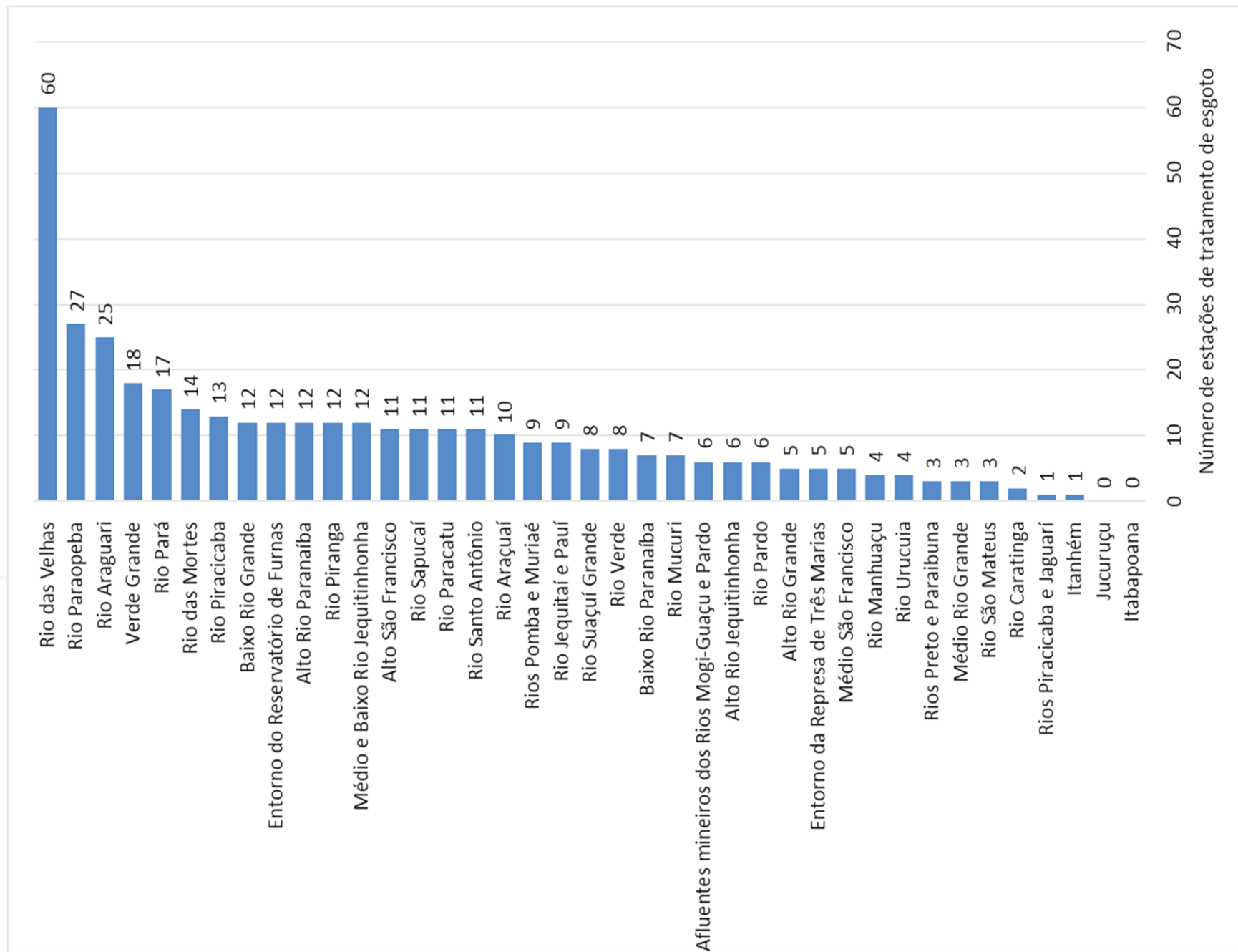
Mapa 2 – Distribuição espacial das estações de tratamento de esgoto em Minas Gerais.



Fonte: ANA (2020)  
Nota: gerado via MapBox



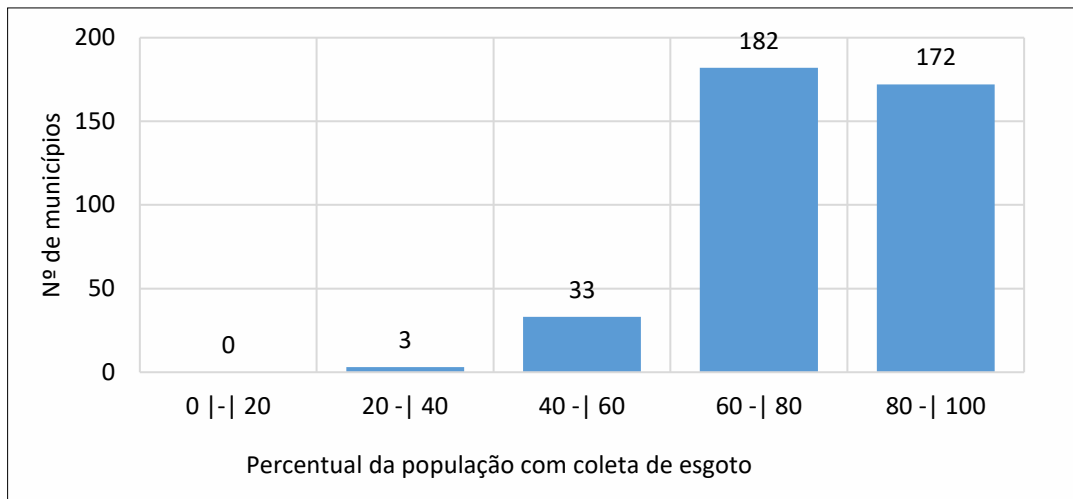
Gráfico 8 – Número de estações de tratamento de esgoto por Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs)



Fonte: ANA (2020)

O estudo publicado pela ANA (2020) dispõe da remoção de DBO medida, projetada ou adotada para cada uma das estações mineiras identificadas pela agência. O Gráfico 9 apresenta a distribuição das estações de acordo com a remoção de DBO.

Gráfico 9 – Remoção de DBO medida, projetada ou adotada das estações de tratamento de esgoto de Minas Gerais



Fonte: ANA (2020)

Por meio do cenário apresentado, percebe-se que há muito o que se avançar até os patamares desejáveis de coleta e tratamento de esgoto. O atlas de despoluição das bacias hidrográficas publicado pela ANA (2017), que considera 2013 como ano base, mostra que serão necessários R\$ 5,4 bilhões para alcançar a universalização do serviço de coleta de esgoto em Minas Gerais, até 2035. Ainda, para universalizar o serviço de tratamento de esgoto serão necessários outros R\$ 4,2 bilhões até o mesmo ano.

Avaliando por bacia hidrográfica, percebe-se que para alcançar a universalização do serviço de esgotamento sanitário o maior investimento deverá ser feito na Bacia do Rio das Velhas (R\$ 2,1 bilhões), seguido das Bacias do Rio Paraopeba (R\$ 848,8 milhões) e dos Rios Pomba e Muriaé (R\$ 440,7 milhões).

### 3.3 Saneamento rural

Historicamente, no Brasil e em Minas Gerais, os investimentos e as ações de saneamento têm sido priorizados nas áreas urbanas, o que reflete nos baixos índices de atendimento nas áreas rurais, que se caracterizam por uma grande diversidade social, cultural, ambiental e econômica. Apesar de a falta de acesso a serviços de esgotamento sanitário também existir em grandes centros, há uma enorme disparidade da situação entre as áreas urbanas e as rurais.

De acordo com dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD; INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP, 2010), no Estado de Minas Gerais, cerca de 2,8 milhões de pessoas viviam na zona rural no ano de 2010, o que representa 14,7% da população total, sendo os mais carentes de infraestrutura de saneamento. Além disso, cerca de 266 mil pessoas moravam em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados em áreas rurais, aproximadamente 9,2% da população rural do estado. Já nas áreas urbanas, cerca de 86 mil pessoas moravam em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados, representando 0,5% da população urbana total do estado.

É importante ressaltar que a Política Nacional de Saneamento Básico prevê a “garantia de meios adequados para o atendimento da população rural, por meio da utilização de soluções compatíveis com as suas características econômicas e sociais peculiares” (BRASIL, 2007). Contemplando essa diretriz, foi elaborado o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), inserido no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), o qual tem o “propósito de universalizar o acesso ao saneamento básico em áreas rurais, por meio do fomento e execução de ações que garantam equidade, integralidade, intersetorialidade, sustentabilidade dos serviços, participação e controle social” (FUNASA, 2019, p. 34).

O PNSR determina três eixos estratégicos, os quais estão interligados: **gestão dos serviços**, de forma multiescalar, envolvendo desde o indivíduo e seu contexto domiciliar até a atuação do poder público federal, passando pelos demais atores em âmbito municipal e estadual; **educação e participação social**, afirmando o protagonismo da população no saneamento por meio de ações de instrução, sensibilização e qualificação dos envolvidos; e **tecnologia**, mediante a “adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as especificidades socioambientais, as inovações e a modernização tecnológicas” (FUNASA, 2019).

#### 4 DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

A associação da drenagem de águas pluviais no âmbito das discussões sobre o acesso à água desponta como uma das questões prioritárias na atualidade. O notório desequilíbrio em termos de disponibilidade de água, em quantidade e qualidade suficientes para a população, está diretamente associado ao aumento populacional, principalmente em áreas urbanas, que por sua vez vem gerando alterações no clima e, conseqüentemente, na ocorrência de eventos hidrológicos extremos (secas e cheias). Neste sentido, visualiza-se um cenário de desequilíbrio do balanço hídrico, que quando associado às diversas deficiências em termos de planejamento e gestão de infraestruturas hídricas em centros urbanos, suscita a ocorrência de crises por escassez ou excesso de água, sendo esta diretamente associada à drenagem urbana.

Dessa forma, é de suma importância que o planejamento da drenagem compreenda um conjunto de medidas que visem à mitigação dos riscos e prejuízos decorrentes de alagamentos e/ou inundações, não se restringindo aos aspectos impostos pela engenharia. Para Garcias (2005) as técnicas de drenagem urbana convencionais não abrangem toda a problemática associada ao ciclo hidrológico, tornando-se essencial a busca por métodos mais eficientes para o planejamento e gestão da drenagem.

Nesse contexto, o conceito de resiliência, que é amplamente mencionado nas discussões sobre segurança hídrica, ganha destaque, uma vez que propõe ferramentas que buscam benefícios de longo prazo.

*Capacidade de recuperação de um sistema, diante de uma perturbação imposta, podendo, então, ser medida pela velocidade de retorno ao equilíbrio.*

Considerando as mudanças observadas, e em muitos casos cientificamente comprovadas, no comportamento das precipitações, medidas de mitigação e adaptação devem ser propostas, buscando aumentar a resiliência das cidades aos eventos extremos de chuva. As abordagens devem ser consolidadas no sentido de aumentar a capacidade estrutural dos sistemas, lidar com a capacidade estrutural projetada, recuperar-se diante de uma perturbação e adotar medidas preventivas, visando à adaptabilidade (NUNES, 2018).

As políticas de adaptação tendem a se enquadrar no conceito de “estratégias sem arrependimento” (*no regrets strategy*), que são aquelas dirigidas à solução de problemas associados à variabilidade climática existente enquanto, ao mesmo tempo, constroem capacidade adaptativa às futuras mudanças. Os benefícios das medidas “sem arrependimento” devem ser percebidos independentemente do grau de mudança climática, podendo ser iniciadas mesmo sem previsões precisas e definitivas (ANA, 2010).

A inserção, portanto, de práticas e sistemas que atuem de forma a trazer equilíbrio ao meio, ou seja, reduzindo os impactos gerados pela variabilidade climática, que por sua vez está diretamente relacionada ao processo de urbanização, passou a ser estudada e explorada em diversas partes do mundo.



#### **Práticas e sistemas que atuam de forma a trazer equilíbrio ao meio:**

- *Best Management Practices (BMPs)* - América do Norte;
- *Low Impact Development (LID)* - nos Estados Unidos e Canadá;
- *Water Sensitive Urban Design (WSUD)* - Austrália;
- *Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)* - Reino Unido; e
- *Impact Urban Design and Development (LIUDD)* - Nova Zelândia.

Segundo Fletcher *et al.* (2014), a implementação de medidas físicas e técnicas busca compensar o efeito da expansão urbana otimizando o uso do solo nas cidades e limitando os custos com investimento. Também conhecidas como Técnicas Compensatórias, termo usado em alguns outros países, como o Brasil (BAPTISTA *et al.*, 2011), as mesmas trabalham no sentido de reduzir o volume de escoamento, as vazões de pico, a vulnerabilidade das áreas urbanas a inundações e, em menor medida, proteger a qualidade dos ambientes receptores do escoamento produzido. Um dos princípios associados às técnicas está na manutenção das vazões produzidas em condições naturais.

Em linhas gerais, as técnicas compensatórias são divididas em dois grupos principais: medidas estruturais e medidas não estruturais. Na sequência serão descritas algumas destas técnicas, assim como iniciativas em termos da adoção das mesmas em diferentes localidades, demonstrando em alguns casos a eficiência em bacias urbanas.

### **4.1 Drenagem sustentável**

A sustentabilidade da drenagem urbana perpassa por um conjunto de iniciativas que visam à resiliência das cidades, conforme mencionado anteriormente. O planejamento, o desenvolvimento e a gestão de um sistema de drenagem urbana eficiente ocorre através de uma combinação balanceada de medidas não estruturais e estruturais. É importante mencionar que a integração deve ser compatível com o desenvolvimento urbano, considerando todo o conjunto da bacia e não apenas trechos isolados (TUCCI, 2001).

#### **4.1.1 Medidas Não Estruturais**

O conceito de medidas não estruturais refere-se a medidas de proteção e métodos de minimização dos riscos associados a eventos hidrológicos extremos, definidos por provisão legal e/ou planejamento físico das áreas afetadas, considerando que o enfoque está na gestão da bacia (ALVES, 2005). É importante mencionar que os métodos estão sujeitos a limitações e implicações de ordem física, econômica e social e a decisão do melhor cenário, baseada no custo-benefício e no nível de risco aceitável, na sustentabilidade e na implicação prática de cada alternativa (KARAMOUZ; ZAHRAIE, 1998).

Vale ressaltar que as soluções para riscos associados a eventos hidrológicos passavam, na maioria das vezes, por medidas estruturantes e dispendiosas, como a construção de barramentos para contenção de vazões ou a retirada da população das áreas mais susceptíveis a transbordamentos. No entanto, as medidas não estruturantes ganham cada vez mais espaço na gestão de riscos em centros urbanos, com avanços nos modelos e técnicas de gestão, na tecnologia na área de medição e transmissão de dados, e de satélite, bem como sistema de alerta de enchentes.

Alguns exemplos dessas medidas são:

- **Planos de contingência contra desastres** atuam de forma preventiva, com base em ações apoiadas no acompanhamento de parâmetros como previsão hidrometeorológica e observações de campo. Deve ser elaborado anteriormente à ocorrência de desastres, de modo a nortear as tomadas de decisão no momento crítico. O plano de contingência é um instrumento de defesa civil que procura fornecer maior segurança aos moradores de áreas de risco de deslizamentos e inundações (VENTURA, 2018) e se enquadram nas chamadas medidas não estruturais, mas podem incorporar também ações de caráter estrutural, como a operação de dispositivos hidráulicos, dentre outros.
- **Sistemas de alerta** são capazes de proporcionar redução nos danos causados pelas inundações, atuando também de forma antecedente e preventiva, porém diversos fatores influenciam na sua eficácia, como: tempo de antecedência, confiabilidade do alerta e preparo dos envolvidos quanto às ações a serem tomadas (PRIEST *et al.*, 2011; VENTURA, 2018). Nesse contexto, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) faz uso de alguns modelos de simulação hidrológica, que auxiliam na operação do Sistema de Alerta de Eventos Críticos (SACE) em todo o Brasil. Bacias monitoradas pelo SACE: bacia dos rios Amazonas, Doce, Acre, Parnaíba, Xingu e do rio das Velhas.
- **Mapas de inundação** possibilitam a delimitação de áreas de risco, o que permite calcular, por sua vez, os seguros para enchentes, além de auxiliar no estabelecimento de um conjunto de regras de ocupação das áreas de risco (zoneamento). Complementarmente, Canholi (2015) apresenta a educação ambiental como uma importante medida voltada ao controle da poluição difusa, erosão e lixo, cujo objetivo é restabelecer a harmonia entre a sociedade e os corpos hídricos (VENTURA, 2018).
- **Participação da população local em projetos hidráulico-hidrológicos** que acontecem no meio urbano é de suma importância, cujos dados apontam que os projetos que obtiveram maior sucesso foram aqueles que apresentaram maior engajamento civil (PALMER *et al.*, 2007). Reynoso *et al.* (2010) reforçam essa ideia ao apontar que a recuperação dos rios urbanos, por exemplo, só é possível com a participação dos atores sociais locais e que os projetos de intervenção devem contemplar as necessidades e demandas da sociedade para promover ações de corresponsabilidade cidadã.

Nesse sentido, a pesquisa sobre a percepção da população que reside na área de risco e é direta ou indiretamente impactada mostra-se essencial para identificar o comportamento e a visão social com relação às possíveis intervenções ou ações, bem como fazer uma avaliação do suporte que a comunidade de entorno exerce sobre as intervenções (BENHARDT; PALMER, 2007). Além disso, o diálogo entre diferentes atores sociais, cientistas e agentes do governo produz conhecimento e gera uma imagem comum do futuro, onde se encontram refletidas vontades e expectativas diversas de todos os atores envolvidos no processo (REYNOSO *et al.*, 2010).

Além dessas, há também medidas de regulamentação do uso do solo, elevação das estruturas existentes, os seguros de proteção contra inundações, incentivos fiscais para uso prudente da área de inundação e, em um sentido mais amplo, as políticas de desenvolvimento adequadas ao município e a concepção de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (CANHOLI, 2015; VENTURA, 2018).



#### **Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)**

Criado em 2011 pelo Governo Federal foi uma importante ação realizada no âmbito da gestão de risco e gerenciamento de desastres no Brasil. Dentre as suas competências, destacam-se: alertas de desastres naturais relevantes para ações de proteção e de defesa civil no território nacional, desenvolvimento e implementação de sistemas de observação para o monitoramento de desastres naturais e operação de sistemas computacionais necessários à elaboração dos alertas de desastres naturais.

#### **4.1.2 Medidas Estruturais**

As medidas estruturais compreendem obras de engenharia e outras intervenções físicas que estão diretamente relacionadas ao controle do escoamento, tendo como exemplos alguns dispositivos de fácil instalação em conjunto com a paisagem urbana como: **jardins de chuva** - também chamados de sistemas de biorretenção; **trincheiras de infiltração** - estruturas longitudinais construídas para facilitar a infiltração das águas pluviais; **pavimento permeável** - construído com materiais permeáveis que possibilita a infiltração da água; **poços de infiltração** - aumentam a capacidade de infiltração do solo e permitem um armazenamento no desnível produzido; e **reservatórios individuais e telhados verdes ou armazenadores** - apesar de terem um efeito menos expressivo no controle de enchentes, agregam uma série de benefícios para a cidade (BAPTISTA *et al.*, 2011). É importante também mencionar dispositivos que demandam de maior planejamento de espaço, como as bacias de retenção e/ou retenção.

Segundo Caetano *et al.* (2010), os telhados verdes são coberturas que remetem ao princípio de recomposição vegetal, visando recuperar a qualidade ambiental. Sendo assim, essa tecnologia utiliza a cobertura de edificações, onde são implantadas camadas de isolamento, impermeabilização, drenagem, filtragem, substrato e vegetação a fim de simular uma superfície com solo vegetado original. Estudos desenvolvidos nos últimos anos relacionam os benefícios dos telhados verdes ao cenário atual de mudanças climáticas, uma vez que podem reduzir os efeitos de ilhas de calor e aumentar a biodiversidade local.

Um exemplo é o trabalho realizado na cidade de Chicago (EUA), onde foram construídos telhados verdes em diversos edifícios. De acordo com o Chicago Climate Action Plan (CCAP, s.d), só no teto da prefeitura (City Hall) há mais de 20 mil plantas, de mais de 150 variedades, incluindo arbustos, trepadeiras e árvores. A cidade está monitorando a temperatura, a chuva e a velocidade e direção do vento, para avaliar como o telhado verde tem contribuído para a qualidade de vida na cidade (FIGURA 1).

Figura 1 – Comparação da temperatura da superfície entre o telhado sem cobertura e o telhado verde da Prefeitura de Chicago



Fonte: CCAP (20--, p. 21)

Os pavimentos permeáveis, segundo Urbonas e Stahre (1993 *apud* ARAÚJO *et al.* 2000) são mecanismos de infiltração que permitem a passagem do escoamento superficial para um reservatório de pedras que se localiza sob a superfície do terreno. Sua utilização visa reduzir a vazão drenada superficialmente, melhorar a qualidade da água e contribuir para o aumento da recarga de água subterrânea.

Segundo Baptista *et al.* (2011), as trincheiras drenantes (trincheiras de percolação ou trincheiras de infiltração) são estruturas lineares que podem ser instaladas na superfície, ou sob o solo, a uma pequena profundidade, conforme apresentado na Figura 2, sendo o seu comprimento sempre superior à sua largura. Funcionam como reservatórios tradicionais que armazenam a água precipitada até sua infiltração no solo.

Figura 2 – Implantação de trincheira de infiltração



Fonte: PONCIANO (2016)

Complementarmente, os reservatórios individuais são dispositivos que interceptam, desviam, armazenam e liberam a água da chuva coletada nos telhados, por meio de calhas e rufos. Os reservatórios podem ser instalados de forma superficial ou subterrânea, sendo importante garantir o fácil acesso para manutenção (SAMPLE; DOUMAR, 2013; WOODS BALLARD *et al.*, 2015). Apresentam como vantagem o aproveitamento da água para diversas finalidades, como irrigação, processos industriais, dentre outros; e o amortecimento dos picos de cheia, aliviando o sistema de drenagem a jusante (TOMINAGA, 2013).

Também como alternativa de fácil inserção em ambientes urbanos, os sistemas de biorretenção são rasas depressões de terra que recebem a água do escoamento superficial (FIGURA 3). A água acumula nessas depressões formando pequenas poças que, aos poucos, se infiltram no solo. A vegetação retém os poluentes das águas pluviais e ajuda na infiltração e retenção do volume de água.

Figura 3 – Sistemas de biorretenção em vias e estacionamentos em Melbourne



Fonte: WSUD (1999, 2004)

Finalmente, as bacias de retenção, conhecidas como bacias de amortecimento e controle de cheias, são consideradas uma das principais estruturas compensatórias de drenagem. Estas funcionam por meio do armazenamento de água, havendo o amortecimento do escoamento, de forma a proporcionar a redução da vazão de pico e aumentar o seu tempo de ocorrência (SOUZA *et al.*, 2013). No Brasil, assim como em vários países do mundo, existe uma expressiva adoção de bacias de retenção no cenário urbano, sendo importante mencionar que a partir da década de 90 constatou-se uma intensificação de seu emprego em diversas áreas metropolitanas brasileiras, tais como Porto Alegre-RS, Curitiba-PR, São Paulo-SP e Belo Horizonte-MG (BAPTISTA *et al.*, 2011).

Neste contexto, estudos de modelagem hidrológica têm sido realizados com o objetivo de analisar o impacto da implantação de diferentes técnicas compensatórias na drenagem urbana, apoiando o planejamento sustentável das bacias urbanas. Drummond (2012) analisou a implantação de microrreservatórios em lotes de uma bacia de 57 hectares localizada em Belo Horizonte, obtendo uma redução de 50% da vazão de pico em relação ao cenário que considera a bacia totalmente impermeabilizada. Em Belo Horizonte, Rosa (2017) avaliou a resposta hidrológica da bacia do córrego Leitão a eventos chuva-vazão em cenários com implantação de infraestruturas verdes em 100%, 50% e 10% da área impermeável da bacia, obtendo reduções na vazão de pico de 60%, 30% e 5%, respectivamente.

Para Nunes (2018), que avaliou a implantação de telhados verdes e pavimentos permeáveis na bacia do córrego Ressaca, também em Belo Horizonte – MG, foram obtidas reduções das vazões de pico de até 8% e uma redução de 11% de volume escoado. Vale ressaltar que a diferença de eficiência na redução da vazão de pico para os estudos citados se deve a restrições nas áreas de implantação das técnicas compensatórias e quantidades de técnicas alocadas.



Considerando o enfoque territorial desta publicação, a variabilidade anual e interanual das chuvas é um importante parâmetro no momento de se propor intervenções de drenagem. Devido à sua localização geográfica, Minas Gerais sofre a influência de fenômenos meteorológicos característicos de latitudes médias e tropicais, que determinam a existência de duas estações bem definidas, sendo uma seca e outra chuvosa (ABREU, 2008).

À luz do exposto e vislumbrando a projeção de um caminho de desafios e metas para o estado, no que se refere à adoção de medidas que ofereçam uma maior resiliência às cidades diante de um cenário de constantes ocorrências de extremos hidrológicos, apresenta-se na sequência um diagnóstico da situação da drenagem de água pluviais no estado, tendo como base o mais recente Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas realizado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional/Secretaria Nacional de Saneamento (BRASIL, 2018a).

#### **4.2 Trajetória e diagnóstico no Brasil e em Minas Gerais**

Dentre os diversos tipos de desastres naturais, as inundações têm um peso expressivo no Brasil. De acordo com o Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT), o Brasil está entre os dez países mais atingidos por inundações no mundo. Aproximadamente 47,5% dos municípios brasileiros decretaram Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública devido a cheias, pelo menos uma vez, entre 2003 e 2016, estando a maioria localizada nas Regiões Sul e Sudeste – onde se encontra o estado de Minas Gerais. Portanto, no mesmo período em que a escassez de água foi vivida em diversas partes do país, inclusive Minas Gerais, 7,7 milhões de pessoas foram atingidas por cheias no Brasil (ANA, 2019).

As inundações podem ocorrer e, conseqüentemente, produzir impactos em virtude de dois processos, que se dão de forma isolada ou combinada: inundações graduais, que estão associadas à ocorrência de chuvas intensas em toda a bacia hidrográfica; e inundações bruscas, que estão relacionadas, por sua vez, ao processo de urbanização. Dessa forma, em um mesmo período, conforme mencionado no parágrafo anterior, em que uma região enfrenta uma situação de escassez hídrica, ela pode também ser atingida por formações pontuais de chuvas intensas, uma vez que estas chuvas muitas vezes não se relacionam aos fenômenos meteorológicos de larga escala. As cidades precisam, então, apresentar resiliência diante de cenários extremamente antagônicos.

Em janeiro de 2020, Minas Gerais foi atingido por fortes chuvas que culminaram em milhares de pessoas desabrigadas, assim como um expressivo número de mortes. A capital, Belo Horizonte, foi uma das mais impactadas. O acumulado de janeiro atingiu quase 1000 mm, segundo levantamento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), representando aproximadamente 180% a mais do que era esperado para todo o mês no estado e o recorde da série histórica de chuvas. Porém, o mais agravante é que ainda de acordo com o INMET, Belo Horizonte registrou, em 24 horas, o maior volume de chuva contínua em 110 anos: das 9h de 23 de janeiro até 9h de 24 de janeiro, a cidade recebeu 171,8 milímetros de chuva. O volume recorde de chuva provocou vários deslizamentos e mortes na Região Metropolitana.

Dessa forma, visualiza-se como iminente a necessidade de que o estado de Minas Gerais esteja preparado para eventos semelhantes aos que ocorreram no início deste ano.

As cidades mineiras precisam ser mais resilientes e se engajarem nesta causa, sendo o diagnóstico da situação atual da drenagem um dos pontos de partida. De acordo com o SNIS-AP (BRASIL, 2018a), Minas Gerais é o estado que apresenta a maior quantidade de municípios participantes do Diagnóstico Nacional de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, considerando que 605 dos 853 municípios mineiros (aproximadamente 71%) enviaram as informações solicitadas. E representa quase metade dos municípios da Região Sudeste que responderam ao diagnóstico (605 dos 1266 municípios participantes da Região Sudeste – 48%). Vale ressaltar que alguns resultados serão apresentados para o estado de acordo com as tabelas disponibilizadas no site do SNIS, considerando que o relatório SNIS-AP (BRASIL, 2018a) apresenta os dados discretizados por regiões do país. Foram, então, selecionados alguns importantes resultados deste diagnóstico para serem apresentados neste documento.

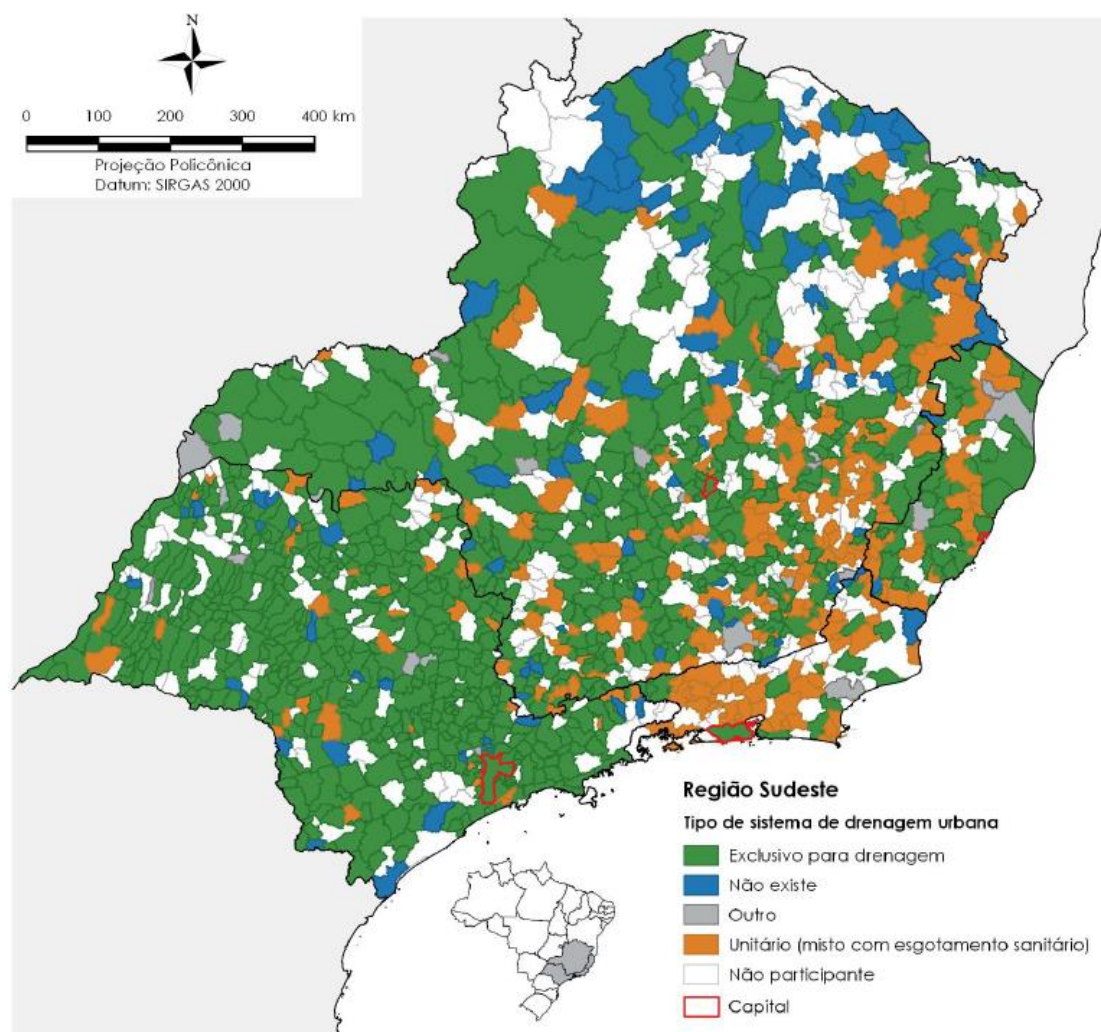
#### **4.2.1 Caracterização geral do sistema de drenagem**

Primeiramente, no que se refere à caracterização global do sistema de drenagem, o SNIS-AP (BRASIL, 2018a) identifica os dois principais tipos de sistemas de águas pluviais no Brasil: sistema exclusivo para drenagem (separador absoluto) e unitário (misto com esgotamento sanitário). Dentre os municípios brasileiros participantes, 1.974 (54,8%) possuem sistema exclusivo para drenagem e 886 (24,6%) possuem sistemas unitários. Em relação aos sistemas exclusivos, as Regiões Sudeste (68,9%) e Centro-Oeste (65,1%) são as que possuem os maiores percentuais e municípios com essas soluções, seguidas da Região Sul (63,4%). Vale ressaltar que embora o percentual da Região Sudeste não represente especificamente a situação de Minas Gerais, é possível visualizar no Mapa 3 que este valor é relativamente próximo, sendo de 58,3% para sistemas exclusivos em Minas Gerais.

Analisando o referido mapa é possível também inferir que existe um percentual considerável de municípios no estado que apresenta o sistema unitário como solução de drenagem (25,8%) e, como cenário negativo, municípios que não possuem sistema de drenagem (12,7%). É importante mencionar que o problema de qualidade das águas urbanas no estado não está necessariamente relacionado ao elevado número de sistemas unitários e, sim, à forma como estes são operados. A prática em cidades da Europa e América do Norte, por exemplo, comprova que sistemas unitários, se dotados de estruturas para extravasamento/armazenamento do excesso, oferecem segurança aos canais receptores muito próxima àquela obtida com sistemas separadores.

Complementarmente, o SNIS (BRASIL, 2018a) contém o levantamento dos municípios que possuem algum tipo de tratamento de águas pluviais, identificando que apenas 3,6% dos municípios respondentes no país possuem tratamento e 52,1% não dispõem de nenhum tipo de tratamento, enquanto 44,3% não responderam a esse questionamento. Tais informações indicam que o controle da poluição gerada pelos esgotos presentes nas águas pluviais ainda é muito pequeno. Quando estes dados foram discretizados por região geográfica, a Região Sudeste apresentou os melhores resultados, com um total de 47 municípios (14 em Minas Gerais) que possuem algum tipo de tratamento de águas pluviais (40% dos 116 municípios brasileiros) – números ainda muito ruins.

Mapa 3 – Representação espacial dos municípios participantes do SNIS-AP 2018, segundo os tipos de sistemas de drenagem urbana na Região Sudeste



Fonte: BRASIL (2018a)

#### 4.2.2 Infraestrutura

A Tabela 1 apresenta os resultados relativos aos indicadores e informações associadas às taxas de cobertura de estruturas drenagem na Região Sudeste e no estado de Minas Gerais.

Tabela 1 – Taxas de cobertura de estruturas drenagem na Região Sudeste e Minas Gerais (amostral)

Informação	Região Sudeste	Minas Gerais
Taxa de cobertura de vias públicas com pavimentação e meio-fio, na área urbana	74,1%	77,6%
Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos, na área urbana	27,8%	19,0%
Taxa de vias públicas urbanas com soluções de drenagem natural, que compreendem as faixas ou valas de infiltração	13,3%	10,6%

Fonte: BRASIL (2018a)

Conforme apresentado no quadro anterior, a taxa de cobertura de vias públicas com pavimentação e meio-fio na Região Sudeste é de 74,1%, sendo a segunda maior cobertura nacional (Região Sul – 80,6%). Para Minas Gerais esta cobertura é de 77,6%. Em relação às capitais da Região Sudeste, esta cobertura é ainda maior – 83,8%.

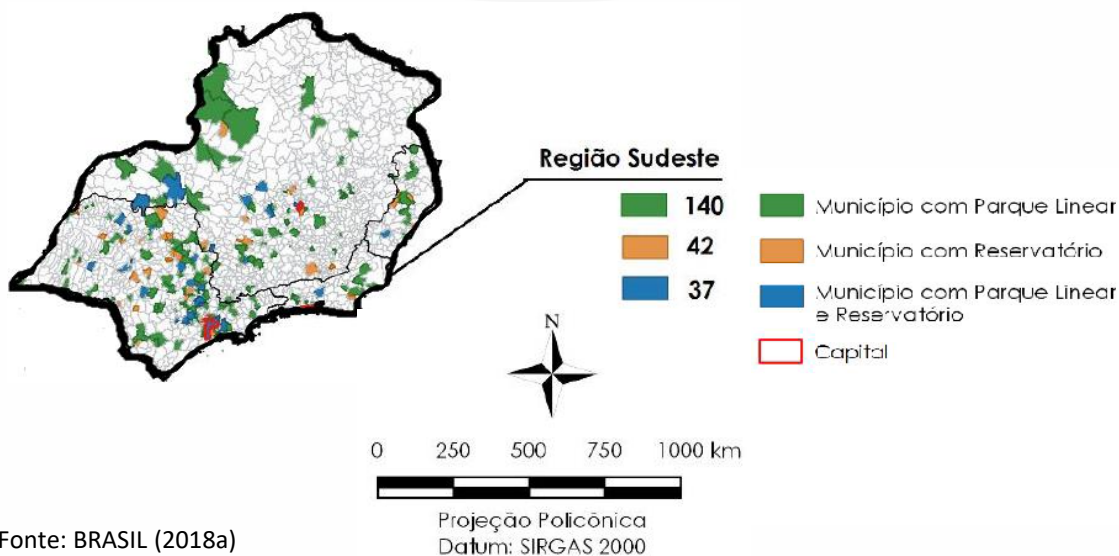
O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) possui também informação sobre a existência de vias públicas urbanas com soluções de drenagem natural, que compreendem as faixas ou valas de infiltração, sendo os números da Região Sudeste os piores do Brasil – apenas 13,3% dos municípios apresentam estas soluções quantificadas, sendo que Minas Gerais representa 10,6% (BRASIL, 2018a). Dentre os municípios que afirmaram possuir soluções de drenagem natural, muitos, entretanto, não souberam informar a sua extensão – neste caso, 38,5% se enquadram nesta situação.

Dentre os dados de infraestrutura levantados no ano de 2018, dois indicadores fornecem um panorama inicial: densidade de captações (captações/km<sup>2</sup>) de águas pluviais em área urbana e volume de reservação de águas pluviais, por unidade de área urbana.

Minas Gerais apresenta uma densidade inferior e igual a 18 captações/km<sup>2</sup>. No que se refere às estruturas de reservação, os resultados do SNIS-AP (BRASIL, 2018) demonstram que a utilização dessa técnica ainda não é amplamente disseminada no país, pois apenas 150 municípios possuem infraestruturas de retenção ou contenção para amortecimento de vazões de cheias/inundações. Neste sentido, a Região Sudeste concentra mais da metade dos municípios que possuem reservatórios de amortecimento no país e conta com a maior quantidade de reservatórios, 211, dentre os 428 declarados na coleta de dados (35 estão em Minas Gerais, distribuídos em 18 cidades – 13 em Belo Horizonte).

Adicionalmente, foi também avaliada neste relatório a existência de parques lineares no país. É importante destacar que apenas 370 municípios afirmam possuir parques lineares em suas áreas urbanas, representando 10,3% dos municípios da amostra. Neste contexto, o estado de São Paulo declarou possuir a maior quantidade de parques lineares do País (102), seguido por Minas Gerais (56). Complementando os dados apresentados, O Mapa 4 apresenta, de forma espacializada, todos os municípios da Região Sudeste que declaram possuir infraestrutura de contenção e retenção, parques lineares e ambos, assim como, a quantificação dos municípios para a região, sendo assim possível visualizar a proporção para o estado de Minas Gerais.

Mapa 4 – Representação espacial dos municípios participantes do SNIS-AP com infraestruturas de retenção e contenção e/ou parques lineares, Região Sudeste



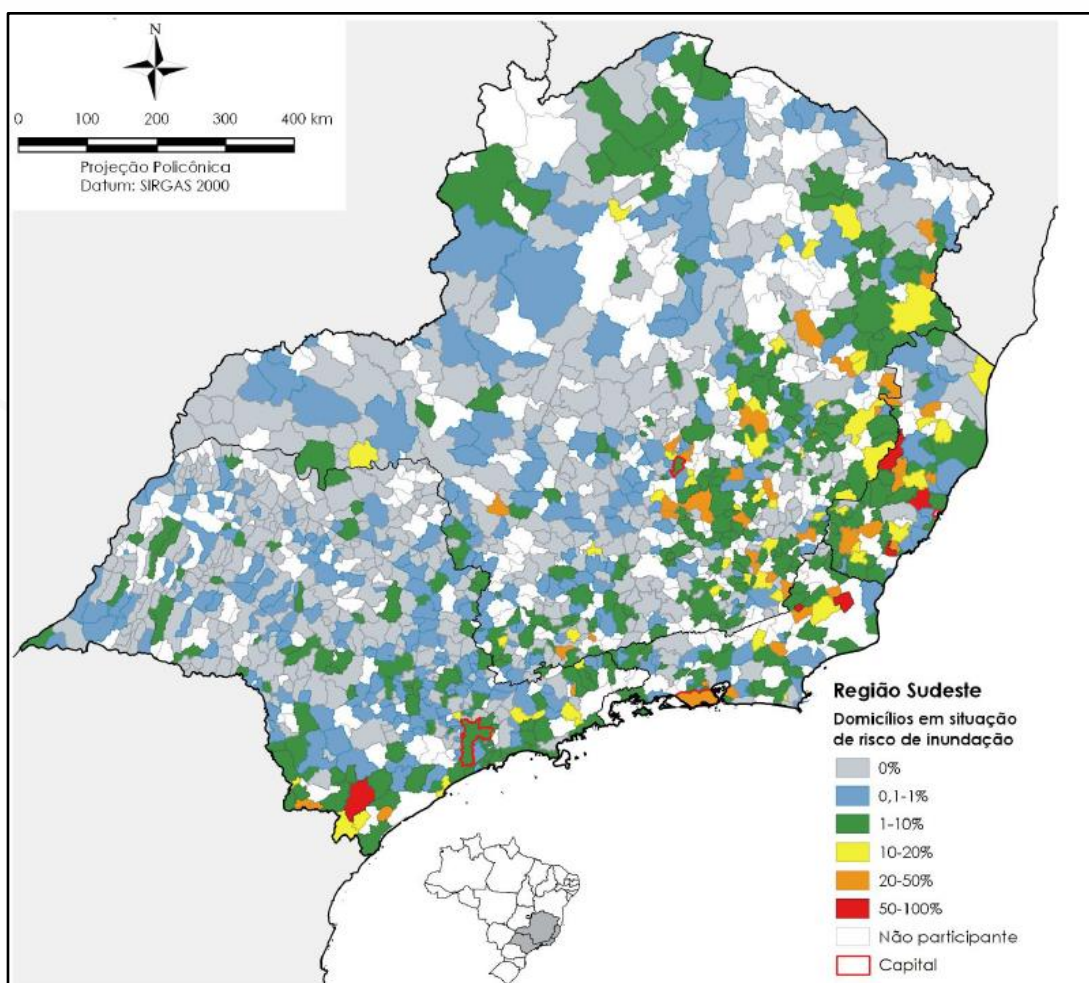
Fonte: BRASIL (2018a)

### 4.2.3 Impactos sobre a população

O SNIS-AP (BRASIL, 2018) analisa importantes indicadores de gestão de risco, a saber: parcela da população impactada por eventos hidrológicos, índice de óbitos e parcela de domicílios em situação de risco de inundação. De acordo com o diagnóstico de 2018, na região Sudeste, assim como no estado de Minas Gerais, 0,02% da população foi impactada por eventos hidrológicos, sendo o número de desabrigados ou desalojados igual a 17.579 nos municípios participantes da Região. Em relação ao índice de óbitos, a região Sudeste apresentou o número de 0,03 óbitos/100.000 habitantes e o estado de Minas Gerais 0,04 óbitos/100.000 habitantes. Vale ressaltar que estes números tendem a apresentar grande variação de acordo com os eventos hidrológicos representativos de cada ano.

No que se refere à parcela de domicílios em situação de risco de inundação, a região Sudeste apresentou um percentual de 3,7%, estando a maioria dos municípios em uma faixa de risco menor que 1% (835 municípios) e 6 municípios na faixa de maior risco (>50%). Para que estes resultados sejam visualizados no âmbito do estado de Minas Gerais, que apresenta um percentual de 2,6% dos domicílios em situação de risco, o Mapa 5 apresenta a representação espacial deste indicador para a Região Sudeste.

Mapa 5 – Representação espacial dos municípios participantes do SNIS-AP, segundo faixas percentuais de domicílios em situação de risco de inundação, na Região Sudeste



Fonte: BRASIL (2018a)

Considerando os diversos prejuízos econômicos relatados em situações de eventos extremos de chuva, o resultado apresentado no Mapa 5 parece contraditório, no entanto é importante mencionar que há uma diferença entre eventos de inundação, alagamentos e enxurradas. A [Secretaria Nacional de Defesa Civil](#) traz as seguintes definições: ----->

Portaria  
Conjunta nº  
148, de 18 de  
dezembro de  
2013

- **Inundação** - “submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica”;
- **Alagamento** - “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em áreas rebaixadas atingindo ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas”; e
- **Enxurrada** - “escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associado ao domínio fluvial (do rio). Provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Apresenta grande potencial destrutivo”.

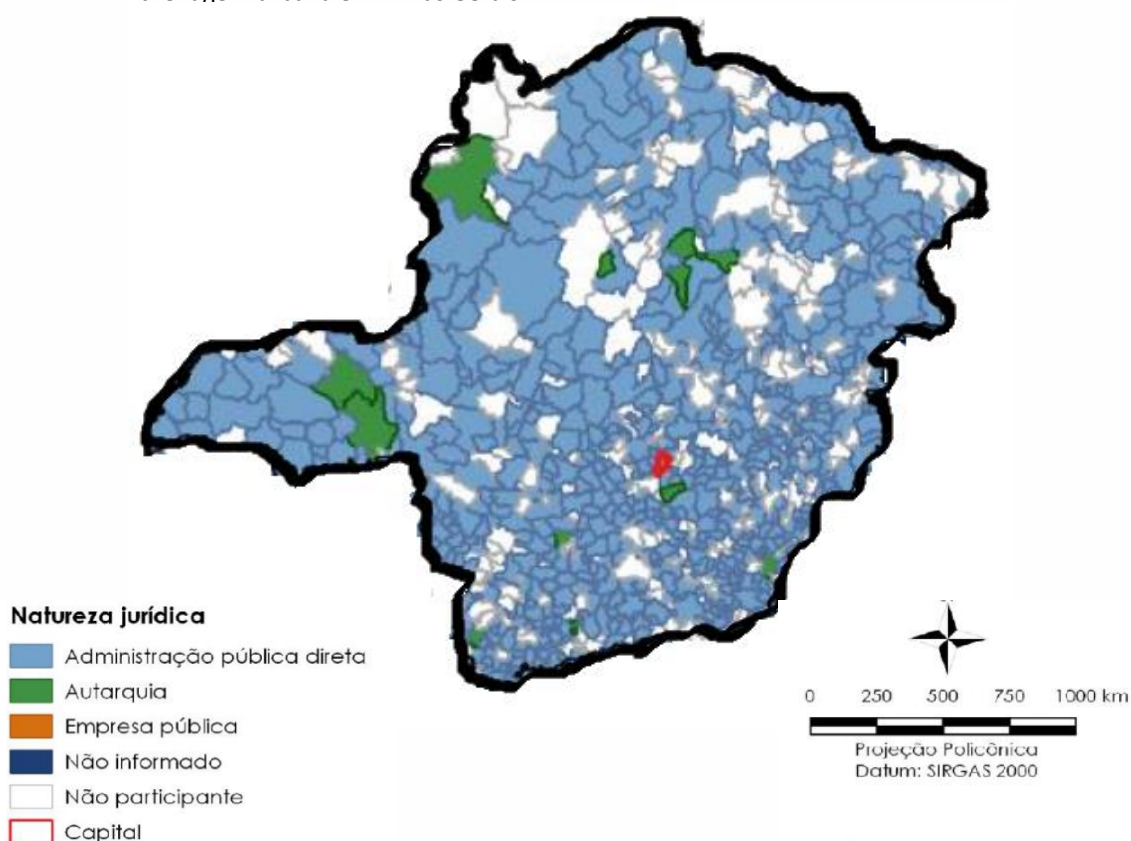
Verifica-se, dessa forma, que os dois últimos estão associados a eventos intensos de chuva, ou seja, aqueles que ocorrem de forma mais recorrente em cidades fortemente impactadas pelos efeitos do processo de urbanização.

Neste contexto, vale ressaltar que o percentual de municípios na região Sudeste com enxurradas, inundações ou alagamentos ocorridos na área urbana, nos últimos cinco anos, é de 42,4%, certamente incorporando um número maior de residências, assim como áreas comerciais, em situação de risco.

#### 4.2.4 Planejamento e Gestão

O planejamento e a gestão dos serviços de drenagem de águas pluviais, realizados de maneira adequada, são essenciais para minimizar os impactos sofridos pelas populações, em decorrência de eventos hidrológicos extremos. Alguns instrumentos e ferramentas podem ser destacados: Plano Diretor de Drenagem (PDD), cadastro técnico, política e instrumentos de gestão, comitês de bacia, mapeamento de áreas de risco, monitoramento de dados hidrológicos e regulação. É importante mencionar que existe um consenso no sentido de que a gestão dos serviços de drenagem urbana, de forma geral, é realizada pela prefeitura do município. Essa questão é confirmada para o estado de Minas Gerais, quando se verifica a natureza jurídica do responsável pela prestação dos serviços de drenagem dos municípios participantes no estado, conforme o Mapa 6 (594 dos 605 municípios participantes do diagnóstico declararam que os serviços de drenagem são de responsabilidade da administração pública direta).

Mapa 6 – Representação espacial dos tipos de natureza jurídica dos prestadores de serviços de drenagem urbana em Minas Gerais



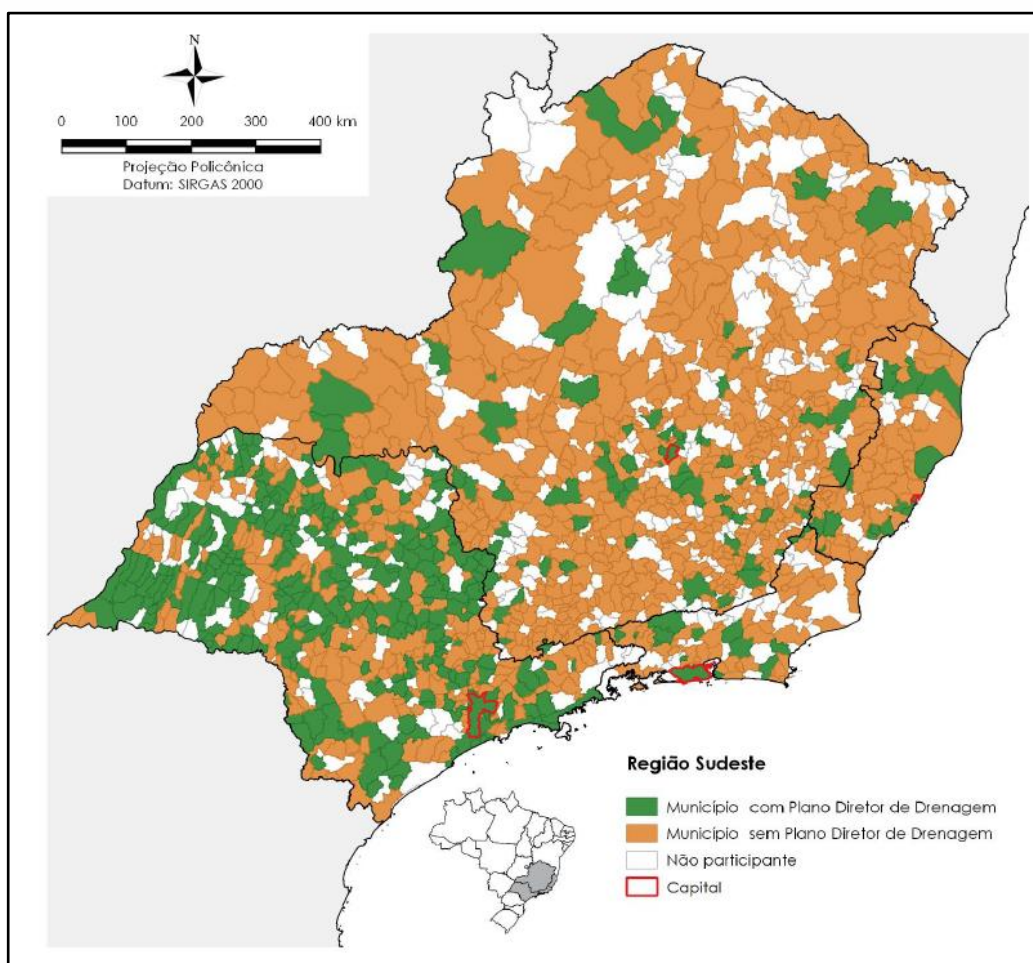
Fonte: Adaptado de BRASIL (2018a)

O Plano Diretor de Drenagem é um instrumento fundamental para o planejamento técnico e financeiro das ações voltadas à drenagem de água pluviais, o que na maioria das vezes se associa também ao planejamento e ordenamento territorial da cidade. O PDD deve estar sempre voltado à gestão de riscos de enxurradas, alagamentos e inundações, buscando a minimização destes. Neste contexto, a existência de cadastro técnico de obras lineares permite compreender as características das unidades que compõem o sistema de drenagem, sendo fundamental para a elaboração do PDD e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de projetos voltados a esta área.

De acordo com o SNIS-AP apenas 21,5% dos municípios brasileiros participantes do diagnóstico dispõem de cadastro técnico de obras lineares e 20,0% possuem PDD. Quando analisada a situação da região Sudeste, estes percentuais aumentam para 26,8% e 30,7%, respectivamente (os maiores percentuais do Brasil, mas ainda ruins). Vale mencionar que 100% das capitais do Sudeste possuem cadastro técnico de obras lineares e PDD.

O Mapa 7 ilustra os municípios com PDD para a Região Sudeste, sendo possível visualizar de forma mais detalhada a situação de Minas Gerais (72 municípios da amostra com PDD – 12%), o que destoa bastante dos números apresentados, por exemplo, para o estado de São Paulo (288 municípios da amostra com PDD – 54%). No que se refere ao percentual de municípios com cadastro técnico, Minas Gerais apresenta 15,4%.

Mapa 7 – Representação espacial dos municípios participantes do SNIS-AP, segundo a existência ou não de Plano Diretor de Drenagem na Região Sudeste



Fonte: BRASIL (2018a)

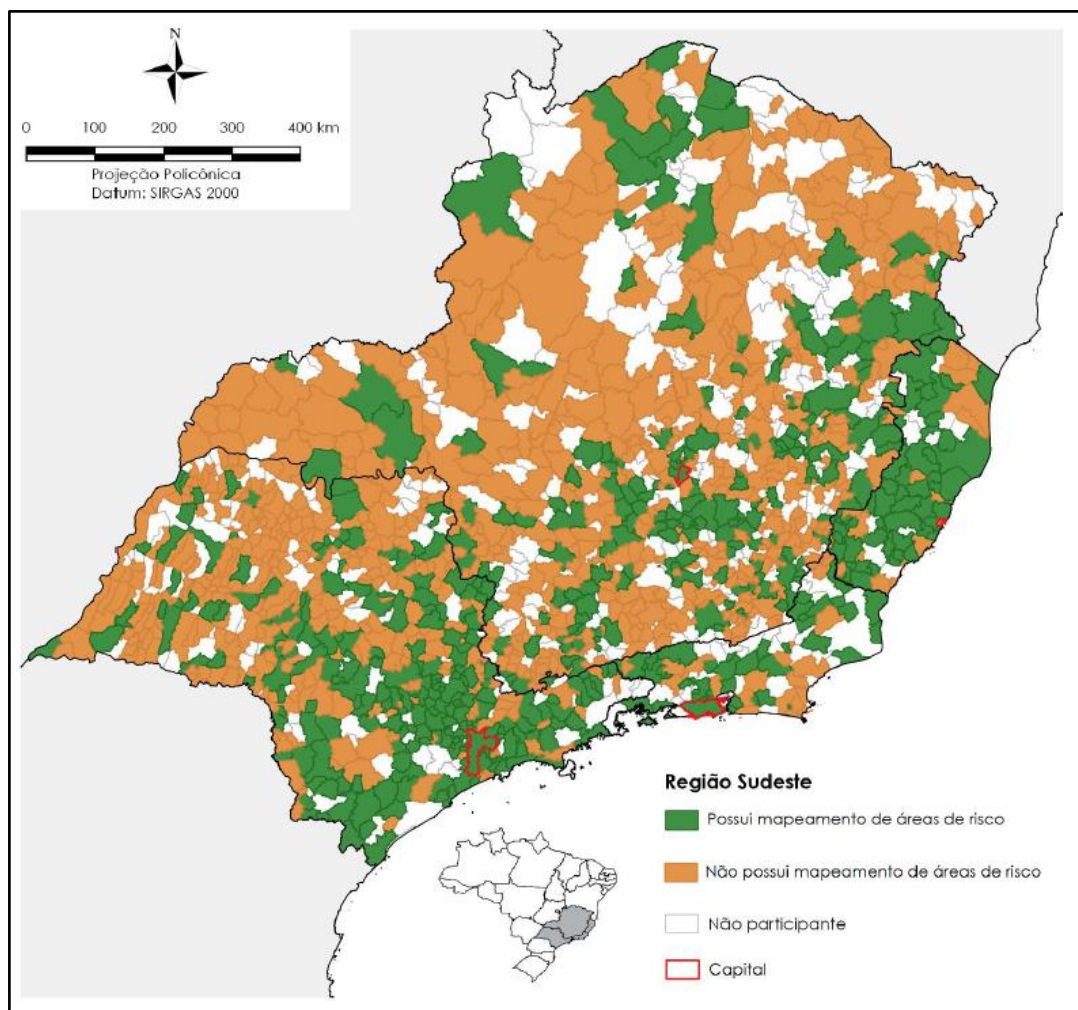
Outro importante instrumento para a gestão da drenagem é a participação dos municípios em comitês de bacia, uma vez que importantes debates associados aos recursos hídricos da bacia em questão são promovidos. Além disso, é de fundamental importância que o município conheça as características e desafios associados à bacia hidrográfica. Dessa forma, verifica-se no diagnóstico que 55,1% dos municípios da região Sudeste estão envolvidos nesta participação (em Minas Gerais 47,4%) e 75% das capitais. Vale ressaltar que a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte faz parte da composição da diretoria do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

Com o objetivo de avaliar o preparo dos municípios para o enfrentamento de eventos hidrológicos extremos, com citado anteriormente, o SNIS-AP (BRASIL, 2018) busca conhecer algumas ferramentas que contribuem para promover a segurança da população, como o mapeamento de áreas de risco de inundação, o monitoramento de dados hidrológicos e os sistemas de alerta de riscos hidrológicos. No que se refere ao mapeamento de áreas de risco, apenas 32,3% dos municípios brasileiros contam com esse recurso. Para a Região Sudeste este percentual é um pouco maior – 38%, sendo o segundo maior percentual do país, depois da Região Sul com 39,1%.

É importante mencionar que 75% das capitais da Região Sudeste possuem este mapeamento, incluindo a cidade de Belo Horizonte. O Mapa 8 ilustra os municípios com mapeamento de áreas de risco para a Região Sudeste. Observa-se que Minas Gerais apresenta o menor percentual da Região, mas não muito distante da média nacional (28,6%).



Mapa 8 – Representação espacial dos municípios participantes do SNIS-AP, segundo a existência ou não de mapeamento de áreas de risco de inundação na Região Sudeste



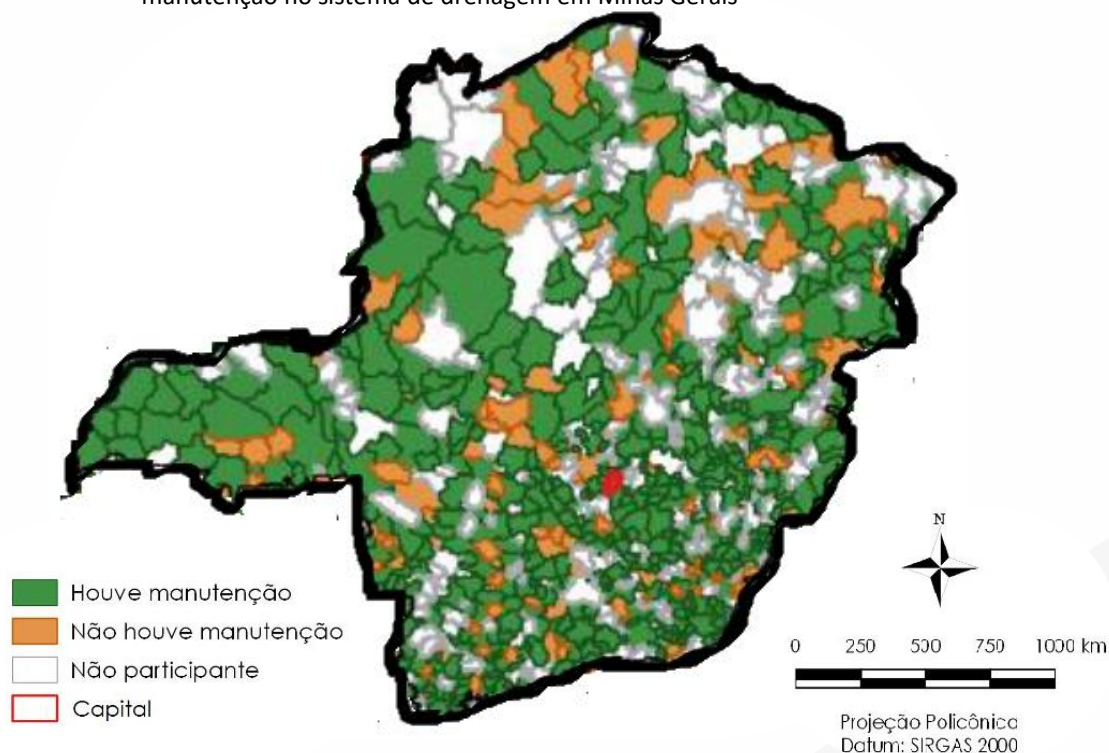
Fonte: BRASIL (2018a)

Além de ter as áreas de risco de inundação mapeadas, é importante que os municípios operem sistemas de monitoramento de dados hidrológicos, que podem subsidiar até mesmo os sistemas de alerta de riscos hidrológicos.

Os sistemas de alerta, por sua vez, são ferramentas fundamentais para antecipar a ocorrência de eventos de inundação, alagamento e enxurradas, alertando a população e evitando os grandes prejuízos que são inerentes do processo. Neste sentido, dos 3.603 municípios do país participantes do SNIS-AP (BRASIL, 2018), 28,3% fazem o monitoramento de dados hidrológicos, outros 7,4% não realizam essa atividade e 64,3% não preencheram essa informação. Em relação à Região Sudeste, 31,8% dos municípios informaram realizar este monitoramento (em Minas Gerais, 20,7% dos municípios), assim como 100% das capitais. Complementarmente, também para a Região Sudeste, 10,8% dos municípios participantes do diagnóstico afirmaram apresentar sistemas de alerta e monitoramento de dados hidrológicos, sendo o percentual para as capitais de 50%. Novamente, vale mencionar que Belo Horizonte contempla o monitoramento de dados hidrológicos e importantes ferramentas para o alerta de eventos hidrológicos extremos. No entanto, visualiza-se um percentual baixo para o estado (5,6%).

Outro importante instrumento de planejamento e gestão dos sistemas de drenagem é a avaliação e manutenção das estruturas e equipamentos que compõem estes sistemas, uma vez que possíveis falhas podem ser identificadas na operação e simples intervenções podem evitar consequências negativas. No entanto, apesar desse procedimento ser fundamental para garantir o correto funcionamento das estruturas, alguns municípios mineiros participantes do SNIS-AP afirmaram não realizar nenhuma intervenção ou manutenção no sistema de drenagem (MAPA 9). Na Região Sudeste, 17,9% dos municípios declararam a ausência de procedimentos de manutenção/intervenção nas estruturas de drenagem, o que visualmente é um percentual próximo ao do estado de Minas Gerais (20,2%). Dentre as capitais do País que participaram do diagnóstico, todas declararam realizar intervenção e manutenção dos elementos que compõem esse sistema.

Mapa 9 – Representação espacial dos municípios que realizam ou não intervenção ou manutenção no sistema de drenagem em Minas Gerais



Fonte: Adaptado de BRASIL (2018a)

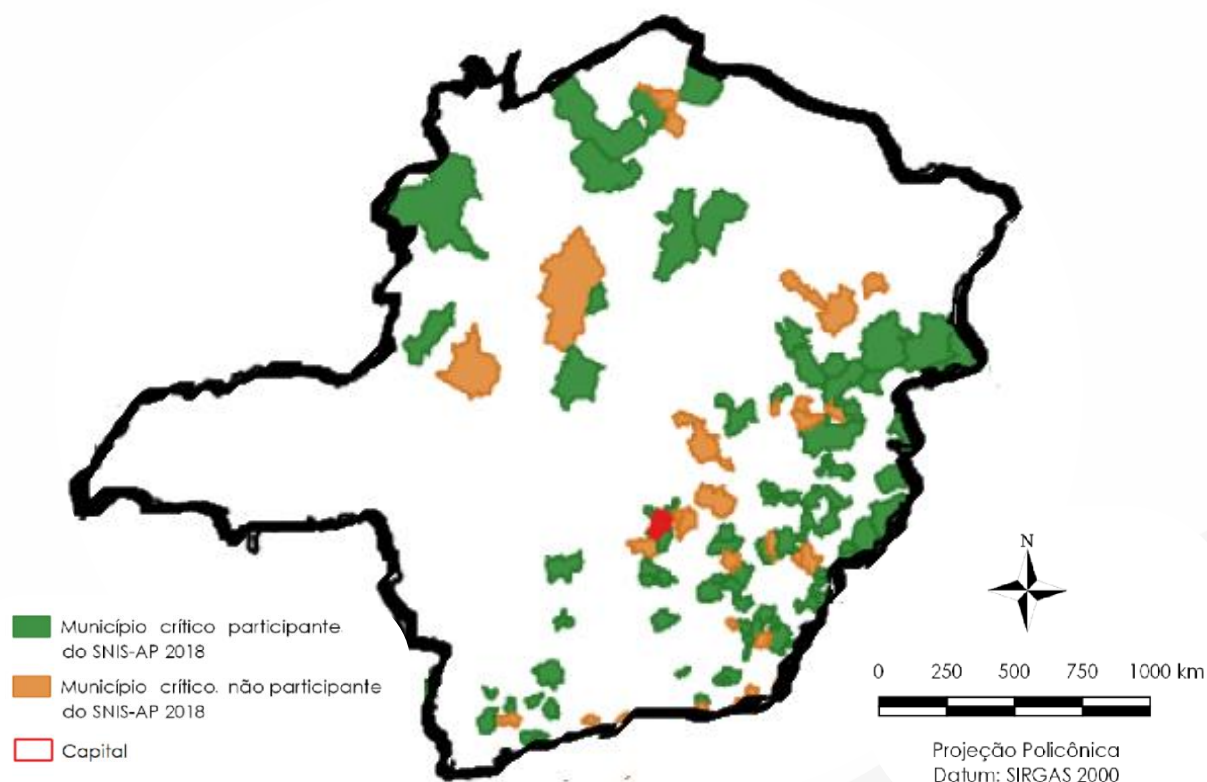
Finalmente, no que se refere à regulação e à fiscalização, que são importantes trabalhos no sentido de garantir a organização e eficiência na prestação de serviços, os dados mostram que apenas 1,2% dos municípios brasileiros possuem algum tipo de regulação efetuada por órgão ou entidade apropriado, indicando que os serviços de drenagem ainda precisam evoluir expressivamente no que tange a uma melhor organização. Para a Região Sudeste este percentual é ainda menor - 0,5%, sendo importante mencionar que as capitais não fazem parte desta porcentagem. No estado de Minas Gerais, apenas as cidades de Lavras e Bocaiúva declaram as agências reguladoras do serviço de drenagem.

#### 4.2.5 Municípios Críticos

Para o diagnóstico de 2018, a definição dos municípios caracterizados como críticos foi estabelecida como “aqueles mapeados e setorizados pela CPRM com Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Enchentes e cujo processo dominante seja decorrente de eventos hidrológicos críticos: inundação, enxurrada, enchente ou alagamento” (BRASIL, 2018).

Tal definição é importante para estabelecer iniciativas que possam priorizar ações e verbas diferenciadas para estes municípios. Dessa forma, é possível identificar um conjunto de 1.098 municípios críticos existentes no País, sendo que 69,3% destes disponibilizaram informações para o SNIS-AP. Para a Região Sudeste, o percentual de participação foi de 81,2% - o segundo maior do Brasil (Região Sul – 88,2%). Vale ressaltar que todas as capitais consideradas críticas na Região responderam ao diagnóstico. No Mapa 10 a representação espacial dos municípios críticos participantes (75 municípios) e não participantes do SNIS-AP em Minas Gerais possibilita observar um elevado número de municípios nessa condição no âmbito do estado.

Mapa 10 – Representação espacial dos municípios críticos participantes e não participantes do SNIS-AP em Minas Gerais



Fonte: Adaptado de BRASIL (2018a)

Apesar do mapeamento realizado pela CPRM permitir a identificação de muitos municípios em situação crítica de riscos associados a eventos hidrológicos extremos, muitos destes ainda não estão investindo na organização do setor de drenagem de águas pluviais. Tal fato pode ser observado quando se avalia os percentuais de municípios críticos participantes do SNIS-AP (BRASIL, 2018a) que possuem cadastro técnico de obras lineares e PDD, sendo para o país apenas 25,9% e 21,3%, respectivamente. Para o estado de Minas Gerais estes percentuais são inferiores, correspondendo a 25,3% e 16%, respectivamente. Vale ressaltar que apesar de serem baixos os percentuais, os valores são ligeiramente superiores ao comportamento dos demais municípios da amostra, anteriormente apresentados (15,4% e 12%).

Os trabalhos desenvolvidos pela CPRM são disponibilizados publicamente no site da instituição, mas ainda assim muitos municípios desconhecem tais publicações. Tal fato se confirma quando são conhecidos os percentuais de municípios críticos que afirmaram possuir mapeamento de áreas de risco de inundação. Os números são melhores que os da amostra geral, anteriormente apresentados, mas ainda não são satisfatórios. Para o Brasil é de 66,2% para os municípios críticos e de 32,3% para a amostra completa. No estado de Minas Gerais, estes percentuais são de 68% e 28,6%, respectivamente.

Em relação ao percentual de municípios com monitoramento de dados hidrológicos, para Minas Gerais o percentual aumentou de 20,7% para 90,7% quando comparada a amostra geral e os municípios críticos. Quando acrescentado ao monitoramento, também o sistema de alerta de risco hidrológico, o percentual aumentou de 5,6% para 36% no estado. Finalmente, no que se refere à distribuição percentual dos municípios sem intervenção ou manutenção no sistema de drenagem, observa-se que o percentual diminuiu de 20,2% para 12,0 %, quando realizada a mesma comparação em Minas Gerais.

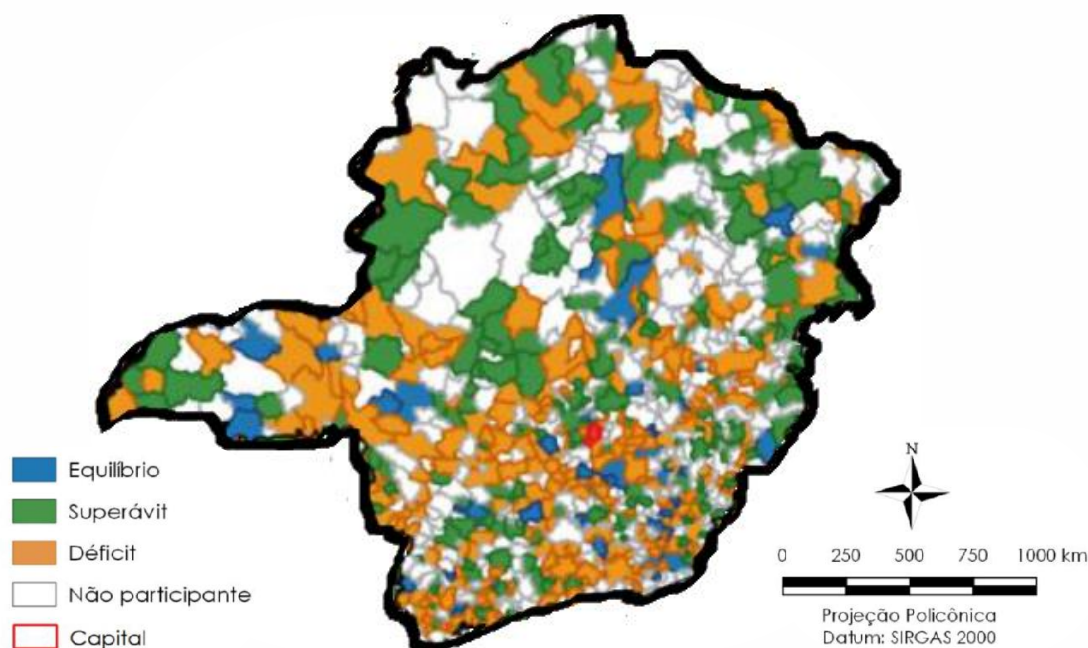
#### **4.2.6 Aspectos Econômicos e Financeiros**

A sustentabilidade econômico-financeira é um dos princípios fundamentais da prestação dos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2007). Dessa forma, para que se possa melhorar a eficiência da prestação dos serviços de drenagem, é necessário conhecer aspectos da gestão econômico-financeira dos prestadores de serviço. No SNIS são apresentados resultados relativos aos indicadores econômicos e financeiros, com foco nos aspectos da cobrança, investimentos, receitas e despesas e pessoal alocado nos serviços (BRASIL, 2018a). No que se refere à existência de alguma forma de cobrança ou de ônus indireto aos usuários pelo uso ou disposição dos serviços de drenagem, dos 3.603 municípios brasileiros que participaram do SNIS-AP (BRASIL, 2018), 94,03% não possuem nenhuma forma de cobrança, nem ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de drenagem. Em Minas Gerais, esse percentual é bastante próximo – 92,2%.

Em relação aos investimentos realizados pelos municípios, foram solicitadas informações sobre investimentos contratados e desembolsos de investimentos realizados com recursos próprios e com recursos onerosos e não onerosos. Dessa forma, 56,54% dos municípios brasileiros declaram que não houve investimento (valor igual à zero) e 42,74% informam investimentos de quase R\$2,7 bilhões. Quando verificado o investimento per capita para o país, este foi de 18,15 R\$/habitante.ano. Para a Região Sudeste este investimento é equivalente a 18,52 R\$/habitante.ano, sendo bastante superior ao do estado de Minas Gerais, que apresenta um valor de 10,21 R\$/habitante.ano, considerando o baixo percentual de 43,8% dos municípios que declararam algum investimento no estado. Se o mesmo cálculo for realizado, excluindo os municípios que declararam investimento zero, este investimento per capita aumenta para 15,54 R\$/habitante.ano em Minas Gerais.

A partir das receitas e despesas para drenagem foram analisadas as situações de superávit, déficit ou equilíbrio financeiro dos municípios, sendo apresentado no Mapa 11 este mapeamento para o estado de Minas Gerais.

Mapa 11 – Representação espacial dos municípios participantes do SNIS-AP, segundo seu superávit, déficit e equilíbrio financeiro em Minas Gerais.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2018a)

Considerando os municípios brasileiros participantes do SNIS-AP, 8,21% informaram valores de receita superiores ao valor da despesa, ou seja, com superávit, enquanto 47,63% são deficitários, declarando valores maiores de despesas do que receitas (BRASIL, 2018a). Por fim, outros 44,16% declararam valores iguais para receitas e despesas. Para Minas Gerais, observa-se que a maioria dos municípios participantes trabalham em déficit.

## 5 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU

Outro componente das atividades de Saneamento Básico, a gestão dos **resíduos sólidos urbanos (RSU)**, quando realizada de forma inadequada, tem potencial para comprometer a qualidade e, na sequência, a quantidade de água disponível para consumo humano, agropecuário e industrial. Nesse sentido, a discussão acerca da segurança hídrica perpassa, também, pelas medidas e incrementos a políticas que garantam a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos, cientes que tais soluções devem ser concebidas sob a égide dos princípios da não geração, da reutilização, da reciclagem, do tratamento, da destinação final ambientalmente adequada e da valorização dos resíduos sólidos, além da disposição ambientalmente correta dos rejeitos, definidos nessa ordem de prioridade pelas Políticas Nacional (Lei nº 12.305/2010) e Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 18.031/2009).

Cabe destacar que a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) vem sendo executada tendo também como referências legais outros instrumentos normativos editados no Estado, alguns inclusive antecessores à instituição da política, mas que seguem alinhados às definições federais e premissas mundiais.

*Conheça o arcabouço legal referente a resíduos em: <http://www.feam.br/residuos-solidos>*

Como marco legal mais expressivo e específico da trajetória da gestão de saneamento básico em Minas Gerais, no que se refere aos RSU e aos esgotos sanitários, têm-se a publicação da Lei nº 12.040/1995, que instituiu o ICMS “Ecológico” no estado. Essa Lei definiu critérios para distribuição de parcela da arrecadação do ICMS aos municípios mineiros considerando contribuições comprovadamente exitosas na área florestal e do saneamento básico, segundo qualificações e procedimentos descritos no detalhamento legal do critério “Meio Ambiente”.

A partir de então, o subcritério Saneamento viabiliza repasse de recursos financeiros aos municípios que se utilizam de empreendimentos ambientalmente regularizados para destinação final de RSU, e tratamento dos esgotos sanitários gerados em seus territórios. Desde sua instituição, esse instrumento se constituiu em fundamental indutor de incremento de soluções sanitárias em Minas Gerais.

Destaca-se, ainda, a aprovação da Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais COPAM-MG nº 52/2001, que definiu prazo para que as administrações municipais adotassem requisitos mínimos que pudessem mitigar impactos causados pelos lixões e, de forma provisória denominá-los “aterros controlados”, até que soluções tecnicamente corretas fossem implementadas.



No ano da publicação da DN COPAM-MG nº 52, apenas 30 municípios mineiros realizavam a disposição final regularizada dos RSU, em Aterros Sanitários (AS) ou Usinas de Triagem e Compostagem (UTC), todos empreendimentos operados de forma individualizada, e atendendo a 27,2% da população urbana do Estado.

Os 823 municípios restantes dispunham seus RSU ainda em lixões até dezembro de 2001. No ano seguinte verificou-se, ainda, o decréscimo de quase 10% na população urbana atendida por soluções ambientalmente adequadas, devido à perda da regularidade ambiental de empreendimentos que operavam até o final do ano anterior.

Nesse contexto, e com vistas a estimular e apoiar as administrações municipais na busca de alternativas tecnicamente corretas para a gestão dos RSU, preferencialmente de maneira consorciada, foi iniciado no estado, em 2003, o [Programa Minas Sem Lixões \(PMSL\)](http://www.feam.br/biblioteca/minas-sem-lixoes), coordenado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam).

Conheça mais o programa:  
<http://www.feam.br/biblioteca/minas-sem-lixoes>

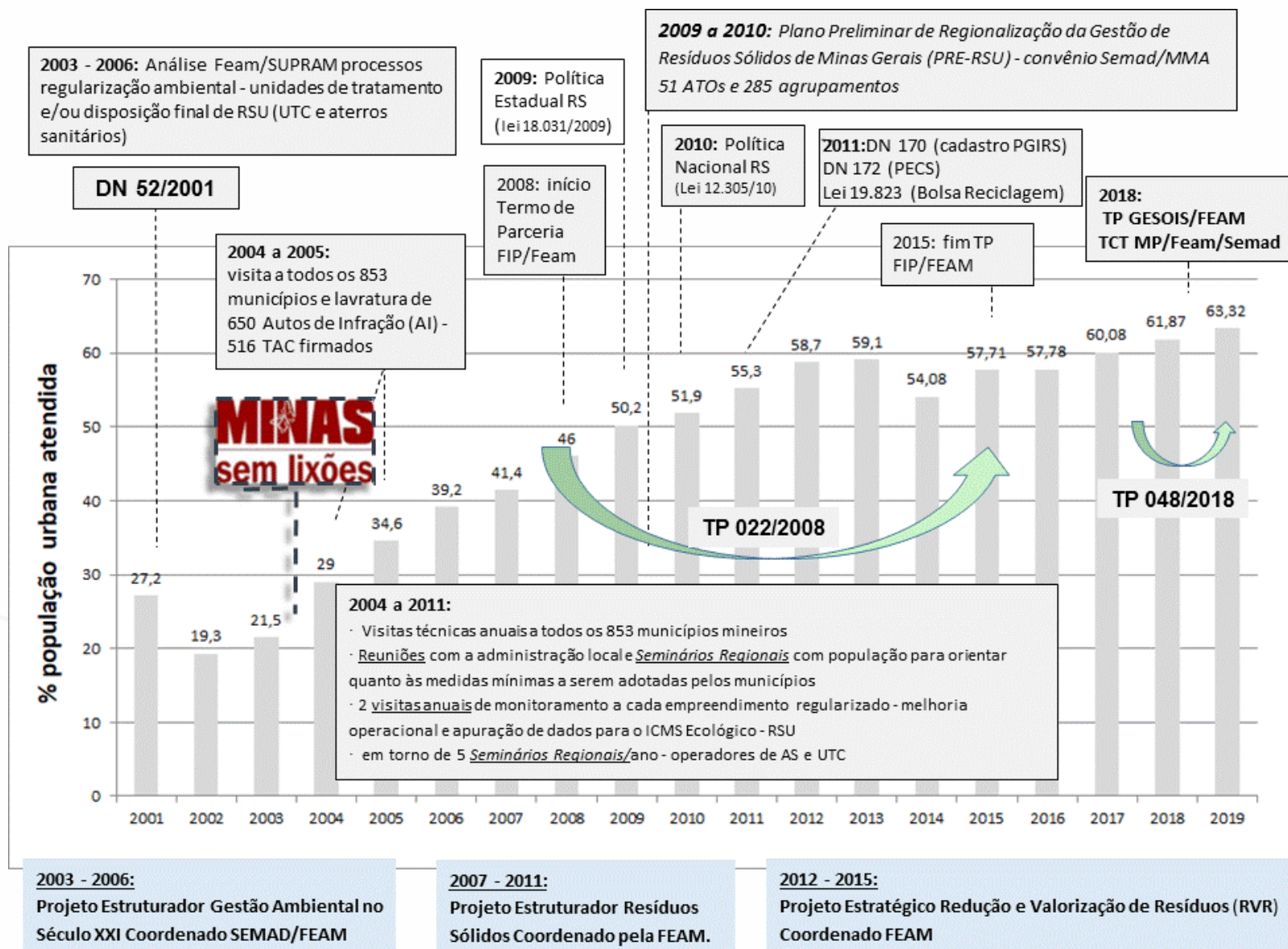
Integrando os Projetos Estruturadores do Estado no período de 2004/2014, o Programa inicialmente foi uma das ações do *Projeto Estruturador Gestão Ambiental em Minas Gerais no Século XXI*, gerenciado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e, a partir de 2007, compôs o *Projeto Estruturador Resíduos Sólidos*. Neste, o PMSL atuou no âmbito de três ações: apoio à implantação de sistemas de disposição final adequada - Minas Sem Lixões; implantação de coleta seletiva, reaproveitamento e reciclagem; e apoio à implantação de Planos de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGIRSS).

Cabe destacar que a iniciativa foi apoiada pelas Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) parceiras, no que se refere à gestão dos resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais e suas principais ações estão expressas no mapa cronológico de atividades e resultados percentuais (FIGURA 4).

### Centro Mineiro De Referência Em Resíduos

Iniciativa pioneira no Brasil, foi inaugurado o Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR) em 2007. Gerido pela Semad e Feam, em parceria com o Serviço Voluntário de Assistência Social (Servas), tinha como objetivo apoiar os municípios e cidadãos na gestão integrada de resíduos, por meio da disseminação de informações e capacitação técnica, gerencial e profissionalizante, visando à geração de trabalho e renda e à melhoria da qualidade de vida da população.

Figura 4 – Principais ações desenvolvidas para apoiar a Política Pública de Gestão dos RSU em Minas Gerais



Fonte: FEAM (2019)

Outro avanço legal significativo para gestão de RSU, foi a formalização do cenário para cooperação intergovernamental instituído no Brasil a partir da publicação da Lei nº 11.107/2005, que dispõe sobre o marco regulatório da gestão associada entre entes federativos, e define normas gerais e etapas para constituição dos consórcios públicos, além dos aspectos essenciais do seu regime administrativo e financeiro. Denominada “Lei dos consórcios”, essa legislação fortaleceu o viés do compartilhamento de iniciativas para a melhoria da gestão de RSU em Minas Gerais.

Em 2009, ano em que foi instituída a Política Estadual de Resíduos Sólidos, também foi editada a Lei nº 18.030/2009, conhecida como Lei do ICMS “Solidário”, regulamentada pelo Decreto nº 45.181/2009, que estabeleceu incentivos aos municípios que participassem de soluções consorciadas para a gestão adequada de resíduos sólidos urbanos. (MINAS GERAIS, 2009a). No ano seguinte, a Resolução Conjunta Semad/Seplag nº 1212/2010 atualizou os procedimentos para cálculo e publicação dos índices municipais referentes ao subcritério Saneamento Ambiental no cálculo do Índice de Saneamento Ambiental (ISA), e criou o Fator de Consorciamento (FCON), para valorizar os municípios que adotassem soluções compartilhadas ou consorciadas.

Desta forma, o subcritério saneamento no contexto do ICMS Ecológico e demais políticas públicas associadas se consolidou como um importante instrumento de estímulo à sua implantação nos municípios, tanto para efluentes quanto para resíduos, uma vez que ele fomenta o estabelecimento dos aparelhos necessários ao saneamento nessas cidades ao mesmo tempo em que ainda compensa financeiramente sua adoção pelas prefeituras. Nestes casos, mesmo sendo essa uma obrigação legal, o recurso é fundamental à manutenção e continuidade das políticas destinadas a essa matéria.

Em 2017, um novo instrumento - Deliberação Normativa DN COPAM nº 213/2017, estabeleceu as atividades cujo licenciamento ambiental poderá ser realizado pelos municípios e consórcios intermunicipais. Essa medida também vem contribuindo para avançar na otimização dos indicadores mineiros de gestão de RSU, uma vez que estimula maior estruturação local e dá mais celeridade e proximidade do processo à população afetada e à instância decisória.

Os Mapas 12 e 13 mostram a abrangência espacial que 50 consórcios representam sobre o território mineiro e também a distribuição dos municípios que dispõem de solução ambientalmente adequada e regularizada para a destinação de RSU, de forma individualizada, por meio de contratação de serviços privados, ou mesmo soluções gerenciadas por meio de consórcios públicos em Minas Gerais.

Ao analisar os mapas a seguir, é possível verificar que a solução que envolve o consorciamento, articulada às soluções já adotadas pelos municípios mineiros até dezembro de 2019, certamente poderá aproximar Minas Gerais da universalização na gestão de RSU.

Essa informação somente tem o objetivo de demonstrar visualmente a complementariedade das ações – consorciamento intermunicipal e municípios que dispõem de empreendimentos de destinação de RSU disponíveis, no intuito de evidenciar como essa integração de ações pode produzir resultados positivos para o Estado.



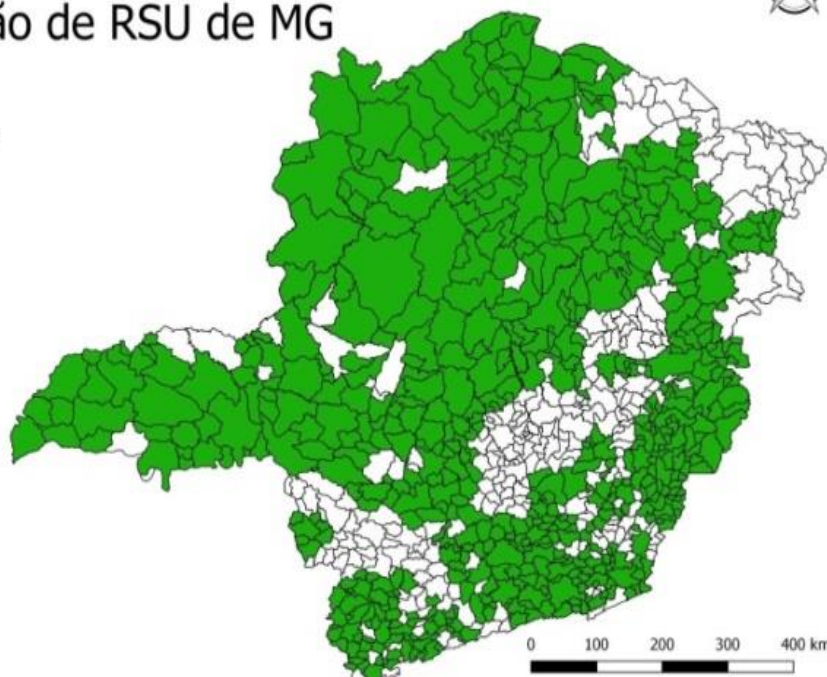
Mapa 12 – Distribuição espacial dos municípios integrantes de consórcios públicos intermunicipais

## Municípios Integrantes de Consórcios Públicos para Gestão de RSU de MG



### Legenda

- Participa de Consórcio
- Não Participa de Consórcio



Fonte: FEAM (2019)

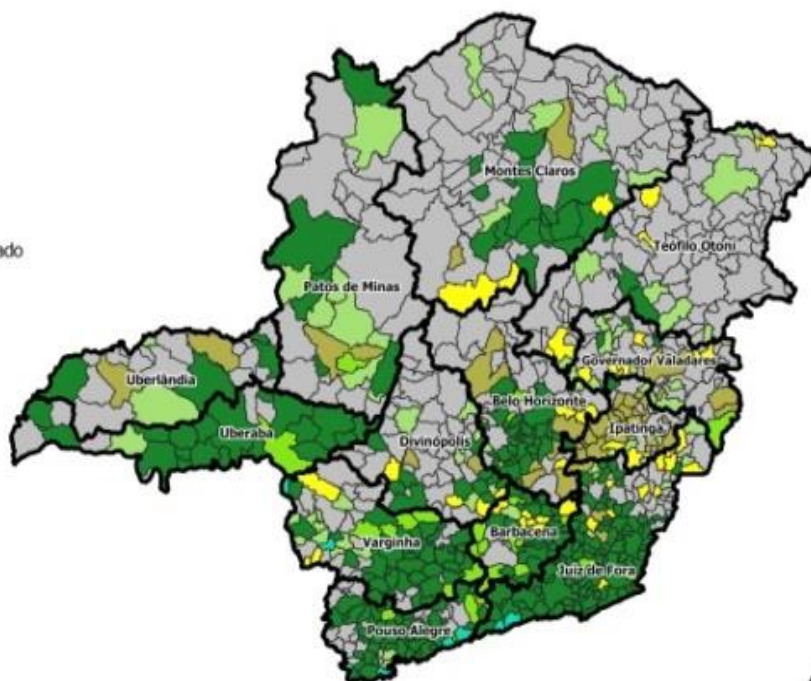
Mapa 13 – Distribuição espacial dos municípios que dispunham de solução ambientalmente adequada para a destinação dos RSU (dez/2019)

## Minas Gerais Tipologia de destinação dos RSU - 2019

### Legenda

#### Municípios

- AS Regularizado
- UTC Regularizada
- AS+UTC Regularizados
- AS Regularizado - Fora do Estado
- AS Não Regularizado
- UTC Não Regularizada
- Lixão



0 100 200 km

Fonte: FEAM (2019)



Dados consolidados pela Feam demonstram que os 50 consórcios envolvem 633 municípios mineiros (72%), sendo que outros 96 (11%) dispõem seus RSU de forma adequada mas não participam de consórcios públicos, restam então 124 municípios (15%) a serem conduzidos mais fortemente na busca de alternativa técnica para se adequarem.

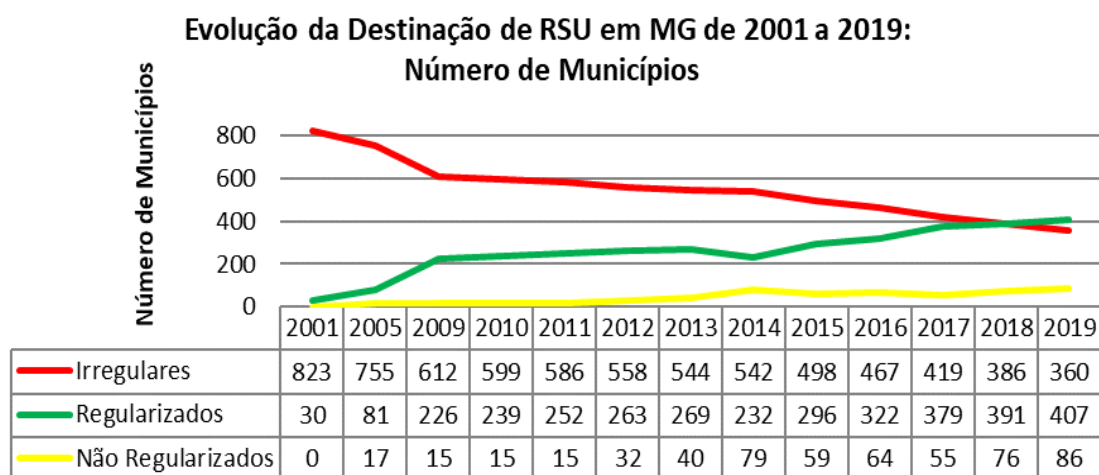
### 5.1 Situação dos Resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais

Em Minas Gerais, o índice de atendimento da população urbana por sistemas de destinação final de RSU era inexistente em 1990, ou seja, o estado não dispunha de nenhuma solução que contasse com licenciamento ambiental. Partindo, portanto do marco inicial igual a zero o acréscimo foi de 52,7% de população urbana que passou a ter acesso a alternativas ambientalmente adequadas e regularizadas até dezembro de 2010. Em relação à população total, esse índice naquele ano seria de 44,3%. Até dezembro de 2015, o percentual de população urbana com acesso à destinação final de RSU cresceu outros 5%.

O panorama da gestão de RSU em Minas Gerais, até dezembro de 2019, independentemente da gestão compartilhada, isolada ou concedida à operacionalização privada era de 407 municípios que dispunham de solução regularizada e outros 86 em processo de licenciamento ou revalidação de seus diplomas de regularização, sendo que a grande maioria desses últimos continuava em operação durante a análise dos processos pelas Superintendências Regionais de Meio Ambiente (Supram). Esses 493 municípios são os que se encontram representados no Mapa 13 como soluções adequadas (dez/2019).

Considerando que, em dezembro de 2001, apenas 30 municípios de Minas Gerais realizavam a disposição final regularizada dos RSU, para atendimento de 27,2% da então população urbana do Estado; e que os 823 municípios restantes dispunham seus RSU em lixões, recebendo resíduos de 72,8% dessa população urbana, e ainda que, em dezembro de 2002 esse percentual decaiu para 19,3%, verifica-se que todo o arcabouço legal, normativo e procedimental operado pelo Programa Minas sem Lixões ao longo dos últimos 17 anos, induziu à evolução na solução, com ampliação significativamente do número de municípios e do percentual da população com acesso a soluções tecnicamente adequadas para destinação dos RSU, como evidencia o Gráfico 10.

Gráfico 10 – Evolução destinação de RSU Minas Gerais - por município (dez/2001 - dez/2019)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Pela análise do gráfico anterior, percebe-se que, somente a partir de dezembro de 2017, o número de municípios que adotavam soluções adequadas para a destinação dos RSU superou o número dos inadimplentes. Cabe comentar que Minas Gerais é o estado da Federação que tem maior número de municípios, o que faz com que a atuação seja extremamente pulverizada e, por isso, mais complexa.

Diante disso, as mudanças nos executivos municipais e, na maioria das vezes, também nas equipes técnicas locais e regionais em função dos ditames eleitorais, sobrecarregou a atuação do PMSL que, por vezes foi reiniciada ou mesmo descontinuada, dependendo do envolvimento que o Programa lograva junto às administrações públicas municipais. Esses fatores fizeram com que as curvas indicativas de melhorias fossem estendidas ao longo de anos e as metas postergadas, embora sempre com tendência ascendente de solução.

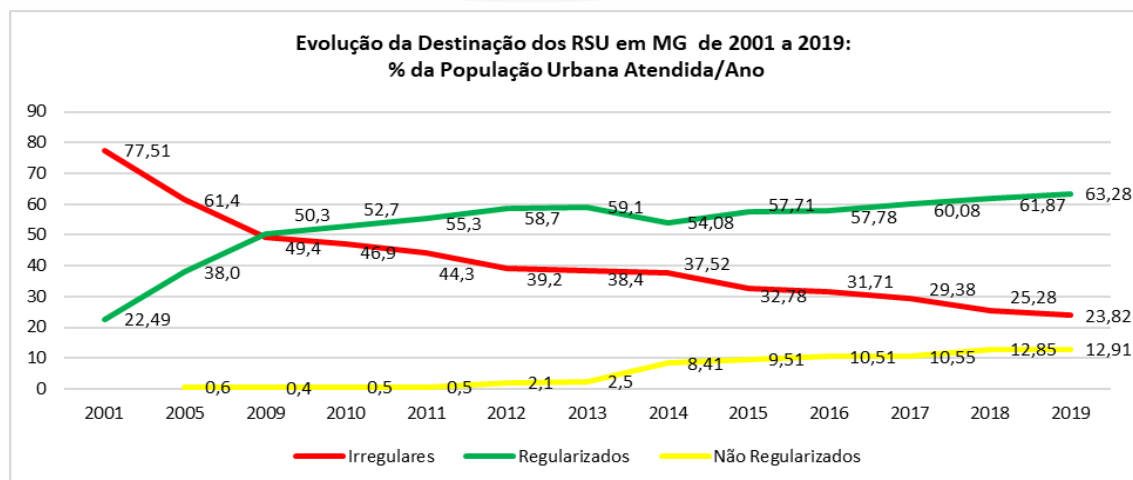


Embora seja premissa básica da Política Estadual de Resíduos Sólidos a busca por soluções compartilhadas para otimizar resultados, a decisão pelo consorciamento intermunicipal cabe aos gestores locais – Prefeitos e Câmaras Municipais.

O Gráfico 11 mostra redução de cerca de 58% no número de municípios que se utilizavam de lixões (823) em 2001. Nota-se, porém, que foi de 26 o acréscimo no número de municípios cuja situação alterou de “Irregulares” para “Regularizados” ou “Não Regularizados”, entre dezembro de 2018 e 2019. No entanto, há que se considerar que, com a retomada das visitas técnicas aos 853 municípios em 2018, as informações sobre as condições de gestão de todos foram atualizadas e, dessa forma, esse número deve ser compreendido como saldo positivo entre aqueles que buscaram se adequar naquele período e os que voltaram a ser classificados como lixões, em função da constatação durante a visita técnica de que operavam de forma imprópria.

A continuidade de instrumentos firmados permitiria melhor aferição dos resultados das orientações prestadas às administrações locais no ano anterior, além de identificar os pontos que deveriam ser mais bem trabalhados para potencializar os resultados.

Gráfico 11 – Evolução destinação de RSU Minas Gerais - % de População Urbana Atendida (dez/2001 - dez/2019)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Ainda pela análise dos gráficos anteriores, percebe-se que o aumento do número de municípios que dispõe de solução adequada para destinação dos seus RSU resultou em acréscimo do percentual de população urbana atendida. Em dezembro de 2019 o somatório dos percentuais da população que contavam com soluções adequadas - os “Regularizados” e os “Não Regularizados” (76,19%), foi praticamente revertida em relação aos “Irregulares” (77,51%) contabilizados em dezembro de 2001.

Diante do exposto, é necessário evidenciar o papel estratégico do Programa Minas Sem Lixões para a evolução da política pública de RSU no estado. Nesse sentido, destacam-se ações como o sistemático monitoramento das unidades regularizadas; o incentivo e orientação para adoção de soluções pelos municípios ainda irregulares, preferencialmente, de forma compartilhada por meio de consórcios públicos intermunicipais; o apoio à implantação ou ampliação de programas de Coleta Seletiva; a publicação e disponibilização adequada de material orientativo; a divulgação das informações coletadas à população, assim como a aplicação, acompanhamento e análise dos efeitos que os instrumentos legais e normativos trouxeram, além do estímulo e apoio à negociação para adesão a soluções já existentes e orientações quanto a possível adoção de novas alternativas e tecnologias para tratamento das parcelas de recicláveis e de resíduos orgânicos componentes dos RSU. Este foi um importante mote adotado pelo PMSL no intuito de potencializar a viabilidade operacional de soluções compartilhadas e a redução dos passivos ambientais.

## 5.2 Gerenciamento, gestão integrada e rota tecnológica dos resíduos sólidos urbanos

Como abordado anteriormente, a PNRS determina que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: **não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos**. Esta diretriz está alinhada com o previsto na PERS-MG, cujos princípios orientadores incluem a valorização dos resíduos sólidos.

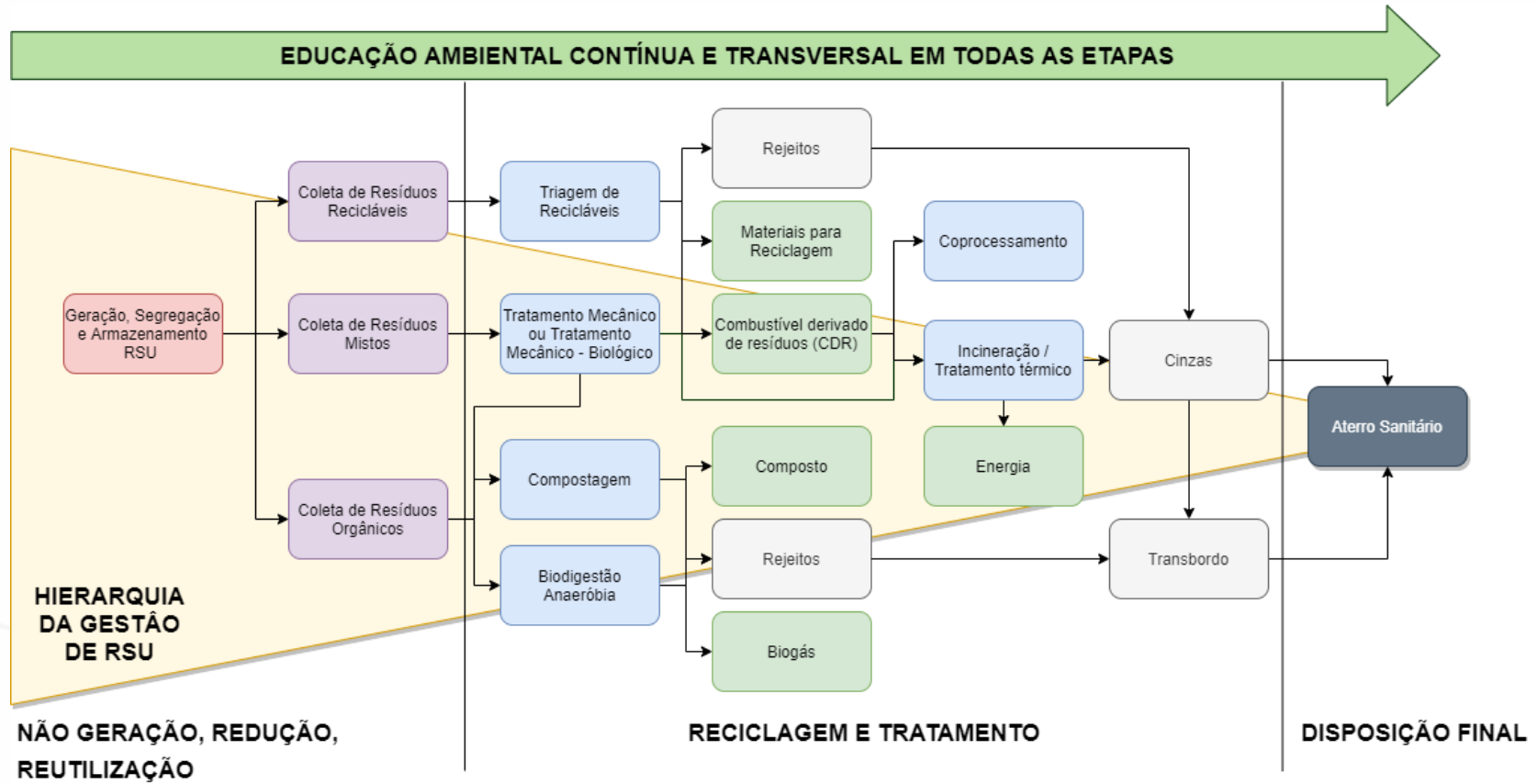
Outro importante conceito no âmbito da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, é a rota tecnológica, definida como conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, envolvendo circuitos de coleta de resíduos de forma indiferenciada e diferenciada e contemplando tecnologias de tratamento dos resíduos com ou sem valorização energética” (UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, 2014).

Esse conceito reafirma a necessidade de esforços em todo o fluxo de gerenciamento de resíduos no intuito de minimizar os danos ambientais causados pela má gestão de RSU, direcionando e tratando cada fração dos resíduos adequadamente.

A atenção dos gestores de RSU, portanto, deve ir para além da etapa de disposição final, visto que todas as etapas anteriores, contribuem para minimização dos resíduos dispostos em aterros sanitário ou em lixões. Em geral, nos municípios brasileiros, a rota tecnológica estabelecida inclui apenas coleta regular indiferenciada, aterro sanitário e implantação parcial da coleta seletiva de recicláveis secos, com a participação de cooperativas de catadores ou mesmo, como vem sendo tentado em alguns lugares, com redes de cooperativa (UFPE, 2014).

A Figura 5 exemplifica a alternativa de rota tecnológica com valorização energética dos resíduos, com alto grau de complexidade, sendo utilizada em municípios de maior porte e com gestão integrada de RSU implementada e consolidada.

Figura 5 – Rota tecnológica e hierarquia de gestão de resíduos sólidos urbanos



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

Nota: com base em UFPE (2014)

## 6 GESTÃO DE RESÍDUOS ESPECIAIS, INDUSTRIAIS E DA MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS

Como já mencionado, as Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos foram grandes marcos para a gestão ambiental ao estabelecerem conceitos fundamentais, diretrizes, princípios e instrumentos relativos à gestão e ao gerenciamento de resíduos, norteados a atuação dos gestores públicos, empresas e sociedade civil envolvidos com a temática.

A PERS definiu como **resíduos sólidos especiais** aqueles que, por seu volume, grau de periculosidade ou degradabilidade ou por outras especificidades, requeiram procedimentos especiais ou diferenciados para seu manejo e destinação final, considerando os impactos negativos e os riscos à saúde e ao meio ambiente. Essa definição abrange resíduos de origens distintas, tais como resíduos de serviços de saúde (RSS), resíduos da construção civil (RCC) e resíduos como lâmpadas, baterias e pneus, sujeitos à logística reversa.

Já os **resíduos industriais** foram definidos como os provenientes de atividades de pesquisas, de transformação de matérias-primas em novos produtos, de extração mineral, de montagem e manipulação de produtos acabados, inclusive aqueles gerados em áreas de utilidade, apoio, depósito ou administração das referidas indústrias ou similares. De forma mais sucinta, a PNRS estabeleceu em seu Art. 13 que os resíduos industriais são aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais.

Na PNRS foram também definidos os **resíduos de mineração**, como aqueles gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Para a gestão desses resíduos, são necessárias ações que visem a promoção da qualidade ambiental e a minimização dos impactos ambientais negativos sobre o ar, o solo e a água – tema central dessa publicação, bem como à saúde humana. Nesse contexto, busca-se aqui apresentar um breve diagnóstico sobre o gerenciamento de resíduos especiais, industriais e da mineração em Minas Gerais, além de reforçar a importância da adequada gestão desses resíduos para a segurança hídrica.

### 6.1 Resíduos de serviços de saúde

Uma das principais ferramentas de obtenção de informações sobre a destinação de RSS é a [Declaração da Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde \(RSS\)](#), que permite controle e levantamento de dados anuais sobre os empreendimentos. Esse documento deve ser enviado à Feam anualmente por empreendimentos de disposição final e tratamento, em formulário contendo informações relativas ao ano civil imediatamente anterior, assim classificados:

*Instituída pela  
DN COPAM nº  
171/2011  
(COPAM,  
2011)*

Os **resíduos de serviços de saúde (RSS)** são definidos com base na Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA nº 222 de 2018 como aqueles gerados nos serviços cujas atividades estejam relacionadas com a atenção à saúde humana ou animal e são classificados em cinco grupos:

**Grupo A** – resíduos com possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.

**Grupo B** – substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

**Grupo C** – quaisquer matérias resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

**Grupo D** – não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

**Grupo E** – materiais perfuro-cortantes ou escarificantes.

A partir do recebimento, conferência e retificações pelos empreendimentos, as informações são consolidadas em banco de dados, subsidiando a elaboração de [panoramas sobre a destinação dos RSS](http://www.feam.br/component/content/article/15/1977-publicacoes-rss). Esses dados evidenciam que, em Minas Gerais, podem ser destacados como formas de destinação desses resíduos a disposição final em aterro sanitário, incineração e a autoclavação.

<http://www.feam.br/component/content/article/15/1977-publicacoes-rss>

Com base nas declarações dos anos-base 2013 e 2014 (FEAM, 2016, 2018), os RSS dos grupos A, B e E eram destinados exclusivamente a empreendimentos que realizam incineração de resíduos em 78,82% e 71,1% dos municípios, respectivamente, enquanto em, 14,12% e 14,76% eram destinados em parte à incineração e em parte ao tratamento em autoclave. Assim, a incineração é a forma de destinação final mais comum em termos de número de municípios, sendo a forma de tratamento dada à parte ou totalidade dos RSS dos grupos A, B e E coletados em 95% e 87% dos municípios representados nos panoramas dos anos-base 2013 e 2014. Importante destacar também que parte dos RSS Grupo B são dispostos em aterros para resíduos perigosos (Classe I) como mostraram as declarações dos anos-base 2014 (FEAM, 2018) e dos anos posteriores. Ainda parte dos RSS Grupo D é destinado à UTCs, onde são triados e os rejeitos resultantes são dispostos, mais comumente em aterros sanitários ou valas de rejeitos.

Quando se trata de quantidades em massa, 57,24% e 54,25% do quantitativo total contemplado nas declarações dos anos de 2013 e 2014, respectivamente, foram encaminhados a aterros sanitários ou células de disposição especial.

Os panoramas evidenciam que há grande fluxo intermunicipal de RSS, especialmente dos Grupos A, B e E, com fins de destinação final, sendo que tanto em 2013 quanto em 2014 cerca de 99% dos municípios, com dados nas declarações, tinha seus RSS encaminhados em parte ou na sua totalidade para unidades de destinação localizadas em outros municípios.

A ausência de dados sobre a destinação de RSS em parte dos municípios nos panoramas (para os anos de 2013, 2014 e 2015 foram obtidos dados acerca da destinação de RSS originados em 524, 623 e 652 dos 853 municípios mineiros, respectivamente) e os resultados evidenciados por Matos, Betim e Dias (2017), apontam que algumas Prefeituras ainda encaminham os RSS para formas de destinação inadequadas, tais como aterros controlados ou lixões, demonstrando a fragilidade da gestão de resíduos nesses municípios a despeito das exigências dos instrumentos legais e normativos e a necessidade de maior orientação e fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

Nesse sentido, os consórcios públicos são essenciais para que as Prefeituras, especialmente de pequenos municípios, contratem serviços adequados de destinação de RSS e outros resíduos especiais. Apesar disso, em estudo realizado entre os anos de 2017 e 2019, 75,9% das Prefeituras informaram não participar de nenhum consórcio intermunicipal para a destinação de RSS, contra apenas 22,3% que alegaram participação em algum tipo de consórcio - em maioria, consórcio intermunicipal de saúde - visando a destinação desses resíduos (FEAM, 2020a). Nesses municípios, a maioria dos estabelecimentos públicos geradores de RSS não possuíam em 2017 o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) ou ainda estavam elaborando ou implementando esses planos.

Outro aspecto importante refere-se à cobrança das Prefeituras pela coleta realizada em geradores de RSS privados. Das 147 prefeituras que se declararam responsáveis, total ou parcialmente, pela coleta dos RSS gerados em estabelecimentos privados, apenas 18 informaram realizar a cobrança pelo serviço, apontando descumprimento da PNRS.



Prefeituras arcarem com os custos da destinação de RSS gerados em empresas e instituições privadas, além de ilegal, constitui utilização inadequada de recursos públicos que poderiam estar sendo investidos no aprimoramento da gestão de resíduos no município (FEAM, 2020a). Esse problema estende-se também a outros resíduos gerados em âmbito municipal, como os de construção civil (RCC).

Acrescentam-se as constatações realizadas pela Feam em fiscalizações em unidades de tratamento de RSS de diversas irregularidades e pontos de melhoria, especialmente relacionadas ao armazenamento inadequado de resíduos, manutenção insuficiente das instalações físicas e equipamentos de tratamento dos empreendimentos, falta de conhecimento técnico de profissionais responsáveis pelos processos, destinação de cinzas resultantes dos processos de incineração para aterro de resíduos não perigosos sem a devida anuência dos órgãos licenciadores e monitoramento precário ou falho da eficiência dos tratamentos realizados.

Foram verificados também problemas em laudos de monitoramento de emissões atmosféricas e testes de queima, que em alguns casos continham erros evidentes na apresentação e interpretação dos resultados de poluentes atmosféricos e/ou eram realizados por empresas que não possuíam a certificação necessária para a realização das amostragens e análises relativas ao serviço prestado.

Essas constatações culminaram em diversas autuações e determinação de adequação nos processos dessas unidades de tratamento, mas também reforçaram a necessidade do aprimoramento da DN 171/2011. As declarações de RSS e as fiscalizações também mostraram limitações em relação à rastreabilidade dos resíduos recebidos nas unidades de destinação e à certificação da destinação de resíduos.

A rastreabilidade de resíduos no estado, entretanto, tem sido aprimorada desde a implantação, em 2019, do [Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos](#) → [Sistema MTR-MG](#), que é online, gratuito, mantido e operado pela Feam. O Sistema MTR-MG é de uso obrigatório e permite a rastreabilidade dos resíduos gerados e/ou recebidos em Minas Gerais. Assim, geradores, transportadores, armazenadores temporários e destinadores de resíduos e rejeitos industriais, da mineração, de serviços de saúde, da construção civil, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, dos serviços públicos de saneamento básico e de serviços de transportes devem registrar suas movimentações de resíduos, no estado. Ressalta-se que o sistema foi lançado em parceria com a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE), e os dados detalhados serão apresentados adiante .

*Instituída pela  
DN COPAM nº  
232/2019*

## 6.2 Resíduos da construção civil

Em 2016, foi realizado pela Feam um diagnóstico da destinação dos Resíduos de Construção Civil - RCC e Volumosos - RCCV de Minas Gerais, que teve como principal base a aplicação de um formulário sobre a destinação desses resíduos aos empreendimentos licenciados no estado, naquele ano. Foram consideradas as atividades abrangidas no código E-03-09-3 - "Aterro e/ou área de reciclagem de resíduos classe 'A' da construção civil, e/ou áreas de triagem, transbordo e armazenamento transitório de resíduos da construção civil e volumosos" da Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004, vigente à época.



Nesse trabalho, os empreendimentos que realizavam tais atividades foram identificados no Sistema Integrado de Informação Ambiental (Siam) e junto às prefeituras dos municípios conveniados ao estado para a realização de licenciamento ambiental, sendo identificados 383 processos administrativos de regularização ambiental. Os empreendimentos correspondentes foram solicitados a preencher o referido questionário. Das 224 manifestações recebidas muitas apontaram empreendimentos que nunca realizaram as atividades de destinação de RCCV objetos deste estudo ou não mais estavam aptas ao desenvolvimento das atividades, dentre outros motivos que levaram à redução do universo de respostas válidas à 134, relativas a empreendimentos que responderam ao formulário e informaram estar em operação à época (BARROS *et. al.*, 2017).

Os resultados demonstraram que 99,46% destes possuíam Autorização Ambiental de Funcionamento – AAF, modalidade mais simplificada de regularização ambiental que existia à época, para a qual dispensava-se na maioria das vezes a apresentação de estudos técnicos para a verificação da viabilidade ambiental ou realização de vistoria prévia à concessão da licença, e que a maioria destes era classificada como de pequeno porte. Foi verificada, ainda, grande heterogeneidade de atividades realizadas pelos empreendimentos regularizados sob o mesmo código E-03-09-3, indicando a necessidade de desmembramento do referido código da DN COPAM nº 74/2004. Mostrou-se questionável ainda que todas essas atividades de destinação, abarcadas em um mesmo código, tivessem seu potencial poluidor considerado como pequeno, até mesmo para áreas de triagem e transbordo (ATTs), nas quais são normalmente recebidos e armazenados RCC de diversas classes, inclusive resíduos perigosos (BARROS *et. al.*, 2017; BARROS; BETIM; SILVA, 2019).

Tais constatações foram consideradas na revisão da Deliberação Normativa nº 74/2004, e a nova a Deliberação Normativa nº 217/2017 estabeleceu dois diferentes códigos de atividades para regularização ambiental das atividades de Aterro de resíduos da construção civil (classe “A”), de código F-05-18-1, e Áreas de triagem, transbordo e armazenamento transitório e/ou reciclagem de resíduos da construção civil e volumosos, atividades unidas sob o mesmo código F-05-18-1. Também foi possível estabelecer na referida DN que os empreendimentos enquadrados nas atividades em questão, quando de Classe 1 e 2, não mais fossem regularizados sem apresentação de informações técnicas passando por Licenciamento Ambiental Simplificado com apresentação de Relatório Ambiental Simplificado (BARROS; BETIM; SILVA, 2019).

Ainda sobre a pesquisa, ressalta-se que os empreendimentos estudados estavam localizados em apenas 73 municípios mineiros, concentrados, principalmente, nas áreas sob jurisdição da SUPRAM Central Metropolitana, SUPRAM Leste Mineiro, SUPRAM Sul de Minas, SUPRAM Triângulo Mineiro e SUPRAM Zona da Mata, indicando problemas no gerenciamento de RCCV em regiões onde são inexistentes ou escassas as opções de destinação desses resíduos (BARROS *et. al.*, 2017).

A avaliação da destinação final de RCCV mostrou que estes são, na maioria das vezes, encaminhados às áreas de transbordo e triagem (ATT) e aterros de resíduos da construção civil (RCC) da classe A. Apenas em sete empreendimentos foi declarada a realização da atividade de reciclagem de RCC Classe A, exclusivamente ou dentre outras atividades, o que demonstra a necessidade urgente de uma política de incentivos para o beneficiamento de RCC e utilização dos agregados resultantes. A quase totalidade dos empreendimentos abarcados recebiam RCC Classe A, sendo que destes, 51% recebiam também outras classes de RCC, inclusive resíduos e rejeitos misturados, evidenciando a importância da atividade de triagem para a correta destinação de cada componente do resíduo.

Para uma melhor segregação e qualidade dos resíduos a serem encaminhados à reutilização, reciclagem e co-processamento, deve ser realizado um adequado gerenciamento dos RCC na origem, nos canteiros de obras, o que constitui um gargalo, e depende de uma maior conscientização e fiscalização dos geradores em âmbito municipal. Também é aconselhável a adoção de práticas como a demolição seletiva, visando a máxima recuperação de resíduos com fins de reciclagem e reutilização. Se os resíduos recebidos nas ATTs estiverem contaminados e forem de difícil triagem, a recuperação das parcelas que podem ser encaminhados para o aterro de RCC Classe A, ou reciclagem, torna-se baixa, gerando grandes quantidades de rejeito, cuja destinação tem custo mais elevado. Também foram evidenciados nos dados casos de destinação inadequada de diferentes tipos de resíduos da construção, como RCC da Classe B sendo encaminhado a aterro sanitário, quando deveria ser priorizada a reutilização ou reciclagem desses resíduos conforme a Resolução CONAMA 307/2002, e resíduos de construção diversos, inclusive perigosos (Classe D), encaminhados à aterro controlado (BARROS *et. al.*, 2017).

Após a realização desse trabalho, verificou-se a necessidade de se obter dados específicos sobre a gestão municipal dos RCC. Dessa forma, entre 2017 e 2019, foi desenvolvido um diagnóstico com base na aplicação do [Questionário sobre a gestão municipal de Resíduos de Construção Civil e Volumosos](https://bit.ly/Quest_Feam_RCC) junto às Prefeituras (FEAM, 2020b). As questões tratam dos pequenos e grandes geradores de RCCV e Planos de Gerenciamento; informações qualitativas sobre geração e coleta desses resíduos; informações sobre Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes localizadas no município; informações específicas sobre o gerenciamento, englobando transporte e destinação final, cobrança, consorciamento, terceirização, usos de RCC de utilidade pública, entre outros aspectos.

[https://bit.ly/Quest\\_Feam\\_RCC](https://bit.ly/Quest_Feam_RCC)

O questionário foi respondido por aproximadamente 55% das Prefeituras mineiras (470), correspondendo a 72% da população total de Minas Gerais em 2017. Dentre as fontes de geração de RCC nos municípios destacaram-se, as pequenas construções e reformas privadas, seguidas das obras públicas de construção e demolição e de pavimentação realizadas pela Prefeitura. Foi informada segregação de RCC nas obras públicas de aproximadamente 25% dos municípios que apresentaram resposta. Ainda, 77% das Prefeituras informaram que as obras públicas realizadas pela Prefeitura não possuíam Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), obrigatório para os grandes geradores de RCC, conforme Resolução CONAMA 307/2002. Apenas 20 Prefeituras informaram que há critério utilizado pelo município para discernir grandes geradores e pequenos geradores de RCC, baseado em, por exemplo, volume máximo diário de geração ou área construída do empreendimento (FEAM, 2020b).

Apesar da importância das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs), também conhecidas como Ecopontos, na adequada destinação dos RCCV gerados em domicílios, apenas 37 Prefeituras declararam ter em seus municípios URPVs instaladas, sendo apenas 1 ou 2 unidades em 75% destes. Quase 90% destas declarou recebimento de RCC sem segregação nas URPVs. Em 22 dos 37 municípios não havia qualquer controle da quantidade de material recebido nas URPVs. Apenas cinco Prefeituras informaram que as URPVs atendem totalmente os critérios definidos na ABNT NBR 15112/2004.

Em relação à coleta e transporte dos RCC, apesar de parcela significativa dos Municípios não ter esclarecido quem era o responsável - Prefeitura, empresas contratadas pela Prefeitura e/ou empresas privadas - foi possível diagnosticar que em mais da metade das cidades contempladas no diagnóstico, a prefeitura executa serviço de coleta e transporte de RCC, diretamente ou por meio de empresa contratada e, na maioria das vezes, não há cobrança quando da prestação desses serviços aos geradores privados.

Das 470 Prefeituras declarantes, 256 informaram não possuir Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos nem Plano Municipal de Gestão de RCC enquanto 42 informaram possuir ambos os planos; 101 Prefeituras informaram não possuir Plano Municipal de Gestão de RCC, mas declararam a existência de Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos que contempla a gestão de RCC. Apenas 11% dessas Prefeituras informaram participar de consórcio público intermunicipal visando a destinação de RCCV.

Sobre a utilização de RCC em usos de interesse público, foi declarado por mais de 60% das Prefeituras o uso de RCC na construção/manutenção de vias e estradas em seus domínios, com destaque para as aplicações como revestimento primário de vias não pavimentadas (cascalhamento de estradas) e como base e sub-base na pavimentação. Diversas prefeituras também declararam outros usos, tais como utilização em recuperação de áreas degradadas/controlado de processos erosivos, nivelamento de terrenos e utilização para a construção/manutenção de calçadas e meio-fio (FEAM, 2020b). Uma preocupação relacionada a esses usos é em relação à qualidade dos RCC utilizados, pois em alguns casos são usados RCC misturados, além de na maioria das vezes não passarem por um beneficiamento para a produção de agregados adequados aos usos.

Outro problema existente refere-se à rastreabilidade dos RCC no estado. Apesar das NBRs 15112, 15113 e 15114 da ABNT indicarem a necessidade da utilização do CTR – Controle de Transporte de Resíduos, emitido pelo transportador em 3 vias, essa prática não é realizada por todas as empresas de transporte de RCC. E mesmo quando ocorrem, os órgãos ambientais municipais e estaduais não possuem usualmente acesso a essas informações. Tal fato, vinculado a baixa capacidade de fiscalização desses órgãos, à ainda precária educação ambiental da população e da ausência de URPVs e unidades adequadas de triagem e destinação em muitos municípios culminam na disposição clandestina e destinação inadequada dos RCCVs. Esse cenário deve ser modificado com o início da vigência da obrigatoriedade de uso do Sistema MTR-MG aos geradores, armazenadores, transportadores e destinadores de RCCV.

### **6.3 Resíduos industriais e da Mineração**

Considerando a necessidade de informações precisas sobre a quantidade, os tipos e os destinos dos resíduos sólidos gerados no parque industrial de Minas Gerais foi publicada a Deliberação Normativa Copam nº 90/2005, que dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases do gerenciamento de resíduos sólidos industriais no Estado. A partir da publicação dessa deliberação, os empreendimentos enquadrados nas classes 3 a 6 da DN nº 74/2004, cujas atividades estivessem listadas na DN nº 90/2005 deveriam apresentar informações consolidadas sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos.

Anualmente, as informações eram encaminhadas à Feam e, entre 2008 e 2018, foram publicadas em relatórios anuais intitulados Inventários de Resíduos Sólidos, que inicialmente integravam dados de resíduos da mineração e da indústria. A partir de 2011, foram elaborados relatórios distintos, tendo em vista as especificidades dos resíduos gerados na atividade minerária, tais como estéril e rejeito.

Em 2018 foram publicados os últimos relatórios dos inventários de resíduos sólidos industriais e da mineração, uma vez que a Deliberação Normativa Copam nº 232/2019, que instituiu o Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos, revogou as deliberações normativas copam nº 90/2005, nº 136/2009 e nº 117/2008 que estabeleciam a obrigatoriedade na prestação de informações sobre os inventários de resíduos sólidos.

No último inventário de resíduos industriais, houve a participação de 886 empresas das mais diversas tipologias industriais licenciadas pelo estado de Minas Gerais, tais como: indústrias siderúrgicas; metalúrgica; papel e papelão; borracha; couro; produtos químicos; produtos farmacêuticos e veterinários; materiais plásticos; indústria têxtil; vestuário; bebidas e álcool; processamento, beneficiamento, tratamento e/ou disposição final de resíduos.

Foi declarada a geração de cerca de 50 milhões de toneladas de resíduos, sendo que os resíduos da indústria sucroalcooleira, vinhaça e bagaço de cana, foram os mais gerados. Em outras atividades destaca-se a escória de alto-forno, a escória de aciaria e areia de fundição.

De todos os resíduos gerados, 2,69% foram classificados como perigosos. Assim como no inventário de 2009, as destinações mais utilizadas são a fertirrigação e utilização em caldeira, tendo em vista que são as destinações usuais dos resíduos mais gerados: vinhaça e bagaço de cana. A disposição em aterro corresponde ao destino de 6,86% dos resíduos declarados. Já a reciclagem e reutilização, somadas, é o destino de 19,58% da quantidade total de resíduos.

Já o último relatório do Inventário de Resíduos da Mineração foi consolidado com a informação de 307 empresas, das quais 85,34% pertencem à atividade de Lavra a Céu aberto. Do total de resíduos gerados - 562.402.296,758 t, 51,55% se referem ao rejeito do processamento do minério, 48,41% ao estéril e 0,04% dos demais resíduos.

Da quantidade total de resíduos gerados, 44,14% foram destinados a reciclagem e 10,58% para aterros. 99,99% dos rejeitos foram dispostos em barragens e 72% do estéril, disposto em pilhas. O que se tem percebido ao longo dos anos é a busca, por parte das empresas, por alternativas pela não disposição de resíduos, agregando valor ao mesmo de forma a reciclá-lo e reutilizá-lo sempre que possível.

#### **6.4 Situação da implantação dos sistemas de logística reversa em Minas Gerais**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define a logística reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios com objetivo de viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. A Política Estadual de Resíduos Sólidos, anterior à PNRS, estabeleceu ainda outros objetivos da logística reversa, como o incentivo à substituição dos insumos por outros que não degradem o meio ambiente e à produção e ao consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis, além da criação de condições para que as atividades produtivas alcancem níveis elevados de eficiência e sustentabilidade.

De acordo com a PNRS, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, tendo como princípio a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos para: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Além dos resíduos especificados, o Art. 33 da PNRS estabelece que os sistemas de logística reversa serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados, e a viabilidade técnica e econômica da logística reversa.

O Decreto nº 7404/2010, que regulamenta a PNRS, definiu como instrumentos para a implantação dos sistemas de logística reversa (SLR), o regulamento – por meio de decreto, precedido de avaliação de viabilidade técnica e econômica da logística reversa e de consulta pública -, o acordo setorial e o termo de compromisso, estes últimos atos de natureza contratual firmados entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, para a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto - o que na prática deve se traduzir na articulação desses atores para a realização da coleta e destinação ambientalmente adequada dos resíduos sujeitos à logística reversa. É importante salientar que antes da publicação da PNRS foram publicadas leis, instruções normativas e Resoluções CONAMA que permitiram a implantação de SLR para pneus, embalagens de agrotóxicos, óleo lubrificante usado ou contaminado e pilhas e baterias, permitindo avanços na destinação desses resíduos nos últimos anos.

Em Minas Gerais, além da Política Estadual, um importante instrumento normativo para a logística reversa foi a Deliberação Normativa COPAM nº188, de 2013, que estabeleceu diretrizes para implementação da logística reversa no estado, instituindo o termo de compromisso como instrumento de pactuação dos SLR e o cronograma para publicação dos editais de chamamento público aos setores produtivos.

O Quadro 2 sintetiza a situação de implantação dos sistemas de logística reversa nas esferas federal e estadual, incluídas as informações sobre a publicação de editais de chamamento, quando aplicável. Em Minas Gerais, o primeiro edital de chamamento foi publicado em 2013, para captação de propostas de SLR de pneus inservíveis, seguido dos editais de chamamento para os setores de pilhas e baterias, lâmpadas e resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, respectivamente.

Na sequência serão apresentadas mais informações sobre o *status* dos sistemas de logística reversa de embalagens de óleo lubrificante e baterias chumbo-ácido, que já foram objeto de termo de compromisso entre a Feam e as entidades gestoras dos respectivos sistemas, além de pneus inservíveis, pilhas e baterias portáteis, lâmpadas, óleo lubrificante usado ou contaminado e embalagens de agrotóxicos (QUADRO 3).

Quadro 2 – Situação de implantação dos sistemas de logística reversa nas esferas federal e estadual

RESÍDUO	SITUAÇÃO EM ÂMBITO NACIONAL	SITUAÇÃO EM ÂMBITO ESTADUAL
Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens	Implantado nas Leis Federais nº 7802/1989 e nº 9974/2000 e Decreto Federal nº 4074/2002.	Sem abordagem específica (não contemplada pela DN 188/2013).
Óleos lubrificantes	Implantado com base na Resolução CONAMA 362/2005, alterada pela CONAMA 450/2012	Sem abordagem específica (não contemplada pela DN 188/2013).
Pneus inservíveis	Implantado com base na Resolução CONAMA (2009) e Instrução Normativa IBAMA nº 01/2010.	Edital de chamamento publicado em 21/12/2013. Uma proposta recebida e analisada. Termo de compromisso em negociação.
Pilhas e baterias	Implantado com base na Resolução CONAMA 401/2008 e Instrução Normativa IBAMA nº 08/2012.	Edital de chamamento publicado em 19/9/2014, estabelecendo prazo para apresentação de proposta até 17/03/2015. Prorrogação do prazo por 90 dias. Três propostas recebidas. Termo de compromisso específico para pilhas e baterias portáteis em fase de negociação.
Baterias chumbo-ácido	Implantado com base na Resolução CONAMA 401/2008 e Instrução Normativa IBAMA nº 08/2012. Acordo setorial assinado em agosto de 2019.	Edital de chamamento publicado em 19/9/2014, estabelecendo prazo para apresentação de proposta até 17/03/2015. Prorrogação do prazo por 90 dias. Termo de compromisso para baterias automotivas assinado em 03/04/2019.
Embalagens plásticas de óleos lubrificantes	Acordo setorial assinado em dezembro de 2012.	Termo de Compromisso assinado em 05/06/2012.
Lâmpadas	Acordo setorial assinado em novembro de 2014.	Edital de chamamento publicado em 12/02/2016. Uma proposta recebida. Termo de compromisso em fase de negociação.
Eletroeletrônicos	Assinado setorial assinado em outubro de 2019 e publicação em 2020 do Decreto Federal nº 10240 de 12/02/2020.	Edital de chamamento publicado em 28/04/2017. Edital com prorrogação publicado em 26/09/2017. Duas propostas recebidas. Termo de compromisso em fase de negociação.
Embalagens em geral	Acordo setorial assinado em novembro de 2015.	Sem abordagem específica (não contemplada pela DN 188/2013).
Embalagens de aço	Termo de compromisso assinado em dezembro de 2018.	Sem abordagem específica (não contemplada pela DN 188/2013).
Medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso	Negociações visando acordo setorial não tiveram sucesso. Sistema de logística reversa implementado por meio do Decreto nº 10.388, de 2020, após consulta pública.	Sem abordagem específica (não contemplada pela DN 188/2013).

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quadro 3 – Resumo da descrição dos sistemas de logística reversa e principais resultados em Minas Gerais

(Continua)

RESÍDUO	DESCRIÇÃO	NÚMERO DE MUNICÍPIOS ATENDIDOS/PONTOS DE COLETA (PC)					QUANTITATIVOS COLETADOS EM MG	
		2015	2016	2017	2018	2019		2020
Embalagens plásticas de óleos lubrificantes	Firmado em 2013 termo de compromisso entre a Feam, SEMAD, e o setor de embalagens plásticas de óleos lubrificantes pós-consumo (Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes, Sindicato Interestadual das Indústrias Misturadoras e Envasilhadoras de Produtos Derivados de Petróleo e Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo do Estado de Minas Gerais). O sistema, que tem como entidade gestora o Instituto Jogue Limpo, baseia-se principalmente na coleta de embalagens de óleo lubrificante em estabelecimentos geradores dessas - postos de combustível, estabelecimentos de troca de óleo, concessionárias de veículos - vinculados ao programa por assinatura de um termo de adesão. Também foram implantados nos últimos anos alguns Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) alocados em comércios parceiros, visando aumentar a capilaridade do sistema, com atendimento de geradores de outros segmentos. A embalagens coletadas são encaminhadas a centrais de recebimento – em Minas, localizadas em Betim e Araguari. Das centrais os materiais separados são destinados em grande parte a recicladoras; parte do PET recebido é destinado ao coprocessamento, enquanto o PVC é encaminhado a aterro de resíduos perigosos. Os óleos lubrificantes usados são destinados ao rerrefino. A Feam monitora o sistema por meio de constante diálogo com o Instituto Jogue Limpo, fiscalização das centrais de recebimento e recicladoras e monitoramento dos registros online de coletas de embalagens do sistema do Jogue Limpo.	489	838	840	841	853 (841)		2.496.774 quilos de 2012 a 2019, tendo sido coletados 418.687 quilos apenas em 2019. Os municípios com maior quantidade de embalagens coletadas foram Belo Horizonte, Contagem, Betim, Uberlândia, Juiz de Fora, Governador Valadares, Ribeirão das Neves, Ipatinga, Ituiutaba e Sete Lagoas (INSTITUTO JOGUE LIMPO, 2020b)
Pilhas e baterias	De acordo com a Resolução CONAMA nº 401/2008, os estabelecimentos que comercializam pilhas e baterias portáteis, das baterias chumbo-ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel-cádmio e óxido de mercúrio, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, deverão receber dos usuários as pilhas e baterias usadas, respeitando o mesmo princípio ativo, sendo facultativa a recepção de outras marcas, para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores, que são responsáveis por encaminhá-las para destinação ambientalmente adequada. O principal SLR estabelecido tem como entidade gestora a Green Eletron e baseia-se na coleta de pilhas e baterias portáteis entregues pela população em pontos de entrega localizados em comércios, onde são armazenadas temporariamente até atingir uma quantidade determinada e serem encaminhadas para o sistema de coleta e triagem. A evolução do sistema em Minas em termos de municípios atendidos e de nº de pontos de coleta, embora importante, tem sido lenta, cenário que a Feam pretende alterar com a assinatura de termo de compromisso junto ao setor.		45 PC	41 PC			83 PC (apenas parte deles fixos) em 23 municípios	5652,88 quilos de pilhas e baterias portáteis em 2019
Baterias chumbo-ácido automotivas, industriais e de motocicletas	Foi assinado em 2019 o Termo de Compromisso para logística reversa de baterias chumbo-ácido automotivas, industriais e de motocicletas, firmado entre a SEMAD e a Feam, como compromitentes, e a Associação Brasileira de Baterias Automotivas e Industriais e o Instituto Brasileiro de Energia Reciclável (IBER), entidade gestora do sistema, como compromissários. O termo define dentre outros aspectos, o modelo do sistema de Logística Reversa, as responsabilidades dos atores envolvidos e metas de recolhimento e reciclagem. Os distribuidores e varejistas que fazem parte da cadeia são considerados pontos de coleta, uma vez que recebem do Consumidor Final a sua bateria inservível quando da troca por uma bateria nova, no ato da compra, e as encaminham para o fabricante ou diretamente para o reciclador. Para fins de implantação do SLR em Minas Gerais, o IBER comprometeu-se a cumprir diversas metas, inclusive de garantir que até 2022, 95% da quantidade total, em kg, das baterias colocadas no mercado de reposição pelas Empresas no estado sejam recolhidas e destinadas adequadamente. Os Fabricantes e Importadores são responsáveis ainda por encaminhar para reciclagem 100% das baterias inservíveis recebidas ou coletadas pelo Sistema, atendendo a 100% dos municípios que comercializarem Baterias.							
Pneus inservíveis	Em atendimento à Resolução CONAMA nº 416/2009, que estabelece que os fabricantes e os importadores de pneus novos com peso unitário superior a dois quilos, são obrigados a coletar e destinar adequadamente os pneus, na proporção de um pneu inservível para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, foi implantado pela Anip (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos), entidade que representa os fabricantes de pneus novos no Brasil, o principal sistema de logística reversa de pneus atualmente em operação. Em 2007 foi criada a Reciclanip, entidade gestora desse sistema, que se baseia na coleta de pneus inservíveis em pontos de entrega alocados em espaços de Prefeituras (mais comuns em Minas Gerais) ou pontos de comercialização de pneus. Prefeituras que não são formalmente parceiras também podem solicitar Coletas Programadas, de cunho pontual. A principal forma de destinação dada aos pneus em Minas Gerais é o coprocessamento em fornos de clínquer, para produção de cimento.		180 PC				205 PC	13.284,7 toneladas de pneus inservíveis em 2019

(Conclusão)

RESÍDUO	DESCRIÇÃO	NÚMERO DE MUNICÍPIOS ATENDIDOS/PONTOS DE COLETA (PC)						QUANTITATIVOS COLETADOS EM MG
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Lâmpadas	O sistema de logística reversa de lâmpadas é resultado do acordo setorial de lâmpadas, assinado em 2014, e tem como entidade gestora a Associação Brasileira para Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação (RECICLUS). Baseia-se na coleta das lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e de mercúrio e de luz mista geradas em domicílios em pontos de entrega alocados em locais de comercialização de lâmpadas, para transporte e destinação à reciclagem. Apesar do acordo setorial, a Feam busca assinatura de um termo de compromisso junto ao setor para ampliar as metas para Minas gerais, visando atendimento de maior gama de municípios (FEAM, 2020f) e a ampliação do sistema no que se refere ao recebimento de lâmpadas de origem não domiciliar, considerando o previsto no acordo setorial nacional.			27 PC	59 PC		74 PC	Pouco mais de 24 toneladas coletadas no estado em 2019.
Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens	O SLR de embalagens de agrotóxico (Sistema Campo Limpo) gerenciado pelo inPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias), instituição criada por fabricantes de defensivos agrícolas, baseia-se na coleta de embalagens de agrotóxico em centrais e postos de recebimento do sistema, onde produtores rurais entregam os materiais. Também ocorrem eventuais coletas itinerantes. Segundo informações do InPEV, das embalagens de agrotóxico recolhidas, 94% é destinada à reciclagem e 6% à incineração.					60 PC (apenas parte deles fixos) em 58 municípios		3921,39 toneladas de embalagens de agrotóxico em 2019
Óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC)	A logística reversa de OLUC foi estabelecida com base na Resolução CONAMA nº 362/2005. O sistema baseia-se na coleta do oluc em pontos geradores por transportadores registrados e autorizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP para envio do óleo ao rerrefino, forma de destinação em que serão retirados os contaminantes do óleo lubrificante usado ou contaminado, permitindo a recuperação da máxima quantidade possível de óleo lubrificante básico. O sistema não possui pontos de entrega voluntária nem entidade gestora. Os estabelecimentos geradores incluem desde indústrias, concessionárias, postos de combustíveis e super trocas até oficinas mecânicas e agrícolas. Além disponibilizar as empresas registradas para coletar oluc, a ANP também disponibiliza a relação das empresas autorizadas a exercer a atividade de rerrefino. Conforme informações da Associação Ambiental para a Coleta, Gestão e Rerrefino do Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado (Ambioluc), a média de volume coletado de oluc em Minas Gerais em relação ao volume potencial a ser coletado demonstra eficiência de 68%, que é inferior à média nacional.		620	644	658	648	588	49.713.932 litros de oluc em 2019

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

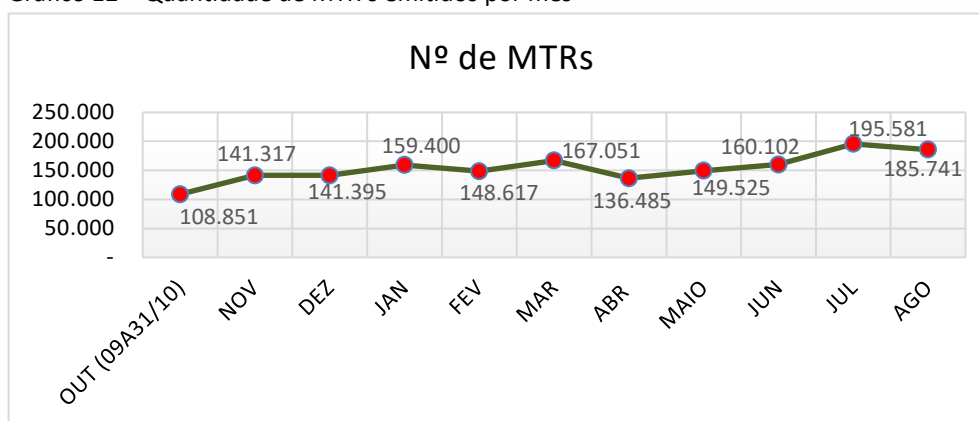


## 6.5 Situação da implantação do Sistema MTR-MG e dados sobre movimentação de resíduos em Minas Gerais com base no sistema

Como abordado anteriormente, o sistema MTR-MG tem como objetivo promover o controle do fluxo de resíduos sólidos e de rejeitos no Estado. É, portanto, um instrumento de gestão e de fiscalização, que permite o controle do fluxo de resíduos sólidos e de rejeitos, desde a geração até a destinação final, estabelecendo procedimentos para o controle de sua movimentação. A rastreabilidade dos resíduos gerados e/ou recebidos no sistema se dá com base na emissão de três documentos: Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), Certificado de Destinação Final (CDF) e Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR). O MTR, que é documento principal, contém informações sobre o resíduo a ser encaminhado para a destinação, o gerador, o transportador e o destinador. A identificação do resíduo é feita informando tipo de resíduo, quantidade, classe e formas de acondicionamento e destinação.

Até agosto de 2020, o sistema tem aproximadamente 68.823 usuários cadastrados e 1.726.672 MTRs emitidos. A evolução da emissão de MTRs ocorreu a partir de outubro de 2019, quando o sistema tornou-se obrigatório (GRÁFICO 12).

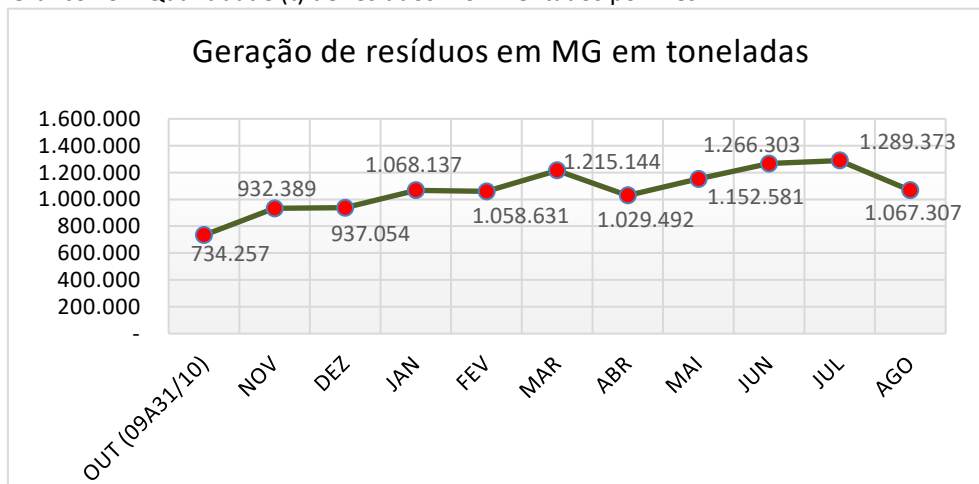
Gráfico 12 – Quantidade de MTR's emitidos por mês



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Foram movimentados de 09 de abril de 2019, quando o sistema foi lançado, até 31 de agosto de 2020, 11 750 666 58 t de resíduos. Houve evolução na quantidade de resíduos movimentados mensalmente, de outubro de 2019, quando o sistema tornou-se obrigatório, a agosto de 2020 (GRÁFICO 13).

Gráfico 13 – Quantidade (t) de resíduos movimentados por mês



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A partir dos relatórios gerados pelo sistema MTR é, possível também verificar a quantidades dos resíduos mais gerados (TABELA 2):

Tabela 2 – Resíduos mais gerados no estado de Minas Gerais no período compreendido entre abril de 2019 e agosto de 2020

POSIÇÃO	RESÍDUO	QUANTIDADE (t)
1	100201 - Escória e outros desperdícios da fabricação do ferro e do aço	1.552.011,74
2	*100299 - Outros resíduos não anteriormente especificados	1.034.814,56
3	160117 - Sucatas metálicas ferrosas	668.768,22
4	020202 - Resíduos de tecidos animais e orgânico de processo (sebo, soro, ossos, sangue, etc.)	591.814,94
5	190703 - Lixiviados ou líquidos percolados de aterros não abrangidos em 19 07 02 (*)	486.100,68
6	100208 - Resíduos sólidos do tratamento de gases não abrangidos em 10 02 07 (*)	435.548,07
7	Resíduos da construção civil Classe A - Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, conforme Resolução CONAMA 307/2002. Contempla os resíduos códigos 17 01 01, 17 01 02, 17 01 03, 17 01 07, 17 03 02, 17 05 04, 17 05 06, 17 05 08, 17 06 04 e 17 09 04 conforme IBAMA 13/2012	427.481,06
8	030308 - Resíduos de triagem de papel e papelão destinado a reciclagem	367.332,64
9	060503 - Lodos de tratamento local de efluentes não abrangidos em 06 05 02 (*)	298.982,76
10	010104 - Estéril	251.269,96

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

\*Destaque para o resíduo Outros que está sendo muito utilizado para classificar, o que não é o ideal, e ainda, não há relatórios no sistema que contenha a informação inserida no campo Identificação Interna do resíduo.

Outra informação importante é que dos 853 Municípios mineiros, 816 possuem empreendimentos cadastrados no sistema MTR-MG. A Feam encaminhou no mês de maio de 2020, ofício circular às 853 prefeituras mineiras, com orientações sobre o Sistema MTR-MG, salientando sobre a obrigatoriedade do cadastro na plataforma. A situação da adesão das prefeituras ao sistema em setembro de 2020 (TABELA 3).

Tabela 3 – Levantamento da adesão das prefeituras mineiras ao Sistema MTR (Setembro de 2020)

Existência de cadastro entre as 853 Prefeituras		Nº de unidades cadastradas	
Não possui cadastro	173	Nenhuma unidade (sem cadastro)	173
Possui cadastro	680	Apenas 1 unidade cadastrada	323
		2 a 10 unidades cadastradas	263
		Mais de 10 unidades cadastradas	94

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Feam já realizou mais de 70 treinamentos sobre o sistema MTR no estado, para diferentes públicos-alvo. Nos últimos meses, o enfoque tem sido no treinamento de prefeituras, visando orientá-las não só a procederem ao cadastro como usuários do sistema, seja como geradoras, transportadoras ou destinadoras de resíduos, mas também como fiscais, somando esforços com a equipe técnica estadual para a promoção de um gerenciamento de resíduos cada vez mais eficiente.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESAFIOS

Os principais desafios do saneamento em Minas Gerais envolvem a melhor gestão dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos urbanos, além da eficiência na gestão dos resíduos industriais, especiais e da mineração.

A situação do **abastecimento de água** em Minas Gerais possui diversos desafios que se ampliam com investimentos pouco expressivos na ampliação dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, o que contribui para uma degradação crescente da qualidade da água dos corpos hídricos, que já sofrem sobremaneira com as pressões exercidas pelo aumento da população e o conseqüente aumento da demanda por água, pela urbanização, pelo desmatamento, pela mineração e altos níveis de poluição. Além disso, há o advento das mudanças climáticas, que contribuem para o aumento de eventos extremos e de conflitos pelo uso da água.

No que se refere à universalização desse serviço, os maiores desafios estão no atendimento às populações de cidades pequenas, às dispersas em áreas rurais e aquelas concentradas em áreas de ocupação irregulares, na redução da desigualdade de acesso e da exclusão social, no atendimento às regiões com menor disponibilidade hídrica e/ou demandas pela água superiores à disponibilidade hídrica.

A ampliação dos investimentos financeiros em saneamento é um dos grandes desafios para Minas, fundamental para que seja possível garantir o suprimento de água potável a toda a população mineira em quantidade e qualidade adequadas. As mudanças no marco legal do saneamento trazidas pela Lei Federal nº 14.026/2020 tem como um de seus propósitos a atração de investimentos privados para o setor, dada a dificuldade do setor público em fazer investimentos em face à crise financeira em que se encontra a União e o Estado de Minas Gerais. A nova lei favorece, por exemplo, a concorrência entre empresas públicas e privadas ao abolir, dentre outras medidas, os chamados "contratos de programa", pelos quais os municípios delegavam à companhia estadual a execução do serviço sem necessidade de licitação. Pela nova lei, a licitação será obrigatória e as estatais terão de competir com empresas privadas.

A promulgação da nova lei trouxe também novos desafios para o setor, como: o cumprimento das metas estabelecidas; a adaptação das Companhias Estaduais, como a Copasa-MG, que operam na lógica do subsídio cruzado a um contexto de concorrência com empresas privadas; a necessidade do fortalecimento da regulação e do controle social para a aplicação de tarifas adequadas e uma regulamentação e fiscalização efetiva da prestação dos serviços, sem interferências políticas e imune à captura pelas empresas; a observância das agências reguladoras às normas de referência editadas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, que poderá também mediar e arbitrar conflitos entre o poder concedente, o prestador de serviços e a agência reguladora.

No que concerne aos problemas que se apresentam na interface entre saneamento e recursos hídricos - como o controle de perdas, a gestão da demanda, a melhoria da eficiência de **coleta e de tratamento de esgotos domésticos**, a implementação de sistemas de reuso de água, a minimização do lançamento de resíduos sólidos em cursos d'água, o controle da contaminação da água subterrânea – torna-se essencial uma maior integração da gestão dos recursos hídricos e do saneamento, além de uma melhoria na gestão das bacias hidrográficas. Estes temas reforçam também o imperativo da integração das dimensões de quantidade e de qualidade de água na gestão de recursos hídricos tanto quanto nas ações de saneamento (NASCIMENTO; HELLER, 2005).

De acordo com a The Nature Conservancy, a segurança relacionada aos recursos hídricos começa com a garantia da gestão adequada da bacia hidrográfica, pois mesmo com manejo e investimentos inteligentes, existem as limitações ambientais relativas às reservas de água. É necessário, portanto, investir na educação ambiental e inverter o ciclo vicioso da ineficiência e do uso displicente e indiscriminado da água. Para solucionar o problema do déficit hídrico e da qualidade da água, será fundamental promover o equilíbrio da gestão da demanda com a gestão da oferta. O aumento da disponibilidade da água será possível apenas com uma combinação de soluções de engenharia e infraestrutura cinza com soluções em infraestrutura verde, também conhecidas como soluções baseadas na natureza, que englobam, por exemplo, a proteção, conservação e restauração da saúde dos sistemas aquáticos criando resiliência e a consequente promoção dos usos múltiplos (TRATA BRASIL, 2020).

Para o enfrentamento dos desafios apresentados, é crucial que os atores envolvidos assumam o acesso ao saneamento como um direito humano e social, um elemento inegociável do estado de bem-estar social, em que a ausência de acesso à água e ao esgotamento sanitário corresponde à supressão do status de cidadão/ã a seus integrantes (HELLER, 2018, p. 141). É fundamental também contribuir para a geração de uma nova cultura da água, inspirando a sociedade a proteger e investir em soluções hídricas, transformar a maneira como as pessoas, governos e empresas utilizam e conservam os recursos naturais, incentivando a criação e a implementação de políticas públicas e incentivos econômicos voltados para a conservação e restauração ambiental e para o saneamento, a governança e a segurança hídrica e climática (TRATA BRASIL, 2020).

Conscientes da complexidade dos desafios é fundamental ainda compreender que a gestão de perdas envolve a promoção de desenvolvimento urbano e melhoria do ambiente construído, incluindo a **drenagem urbana**, o que traz à tona a necessidade de políticas públicas integradas e articulação de todos os eixos do saneamento para a totalidade do ambiente urbano.

O manejo das águas pluviais urbanas também é um dos componentes do direito ao saneamento básico, definidos na Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e também no novo Marco Legal do Saneamento. Dentre as obrigações, tem-se “(...) a disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado”. Tais serviços são constituídos de atividades de infraestrutura e instalações operacionais, transporte, detenção ou retenção das águas pluviais para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas drenadas, contemplando a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

Nesse contexto e considerando o cenário exposto na etapa de diagnóstico da situação da drenagem de águas pluviais no estado de Minas Gerais, verifica-se uma diversidade de desafios e metas a cumprir. Vislumbrando um atendimento básico às leis supracitadas, os municípios do estado precisam investir fortemente na oferta deste serviço em qualidade satisfatória, a começar por trabalhos de limpeza, manutenção e fiscalização, que apresentaram baixos índices no estado.

É possível inferir que a drenagem já incorpora estruturas de detenção ou retenção para o controle de cheias e por isso é de suma importância que haja maior investimento no sentido de incorporar um maior número de medidas estruturais como soluções de drenagem, a exemplo de trincheiras de infiltração, telhados armazenadores, pavimentos permeáveis, dentre outros, mas também soluções de cunho não estrutural, como Planos Diretores de Drenagem, Sistemas de Alerta, Mapeamento de áreas de risco de inundação, dentre outros.

Complementarmente, para que se possa pensar em um maior investimento neste eixo fundamental do saneamento, é importante mencionar a viabilidade de arrecadação assegurada pelo Novo Marco Legal, a saber:

“os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário (...)” (BRASIL, 2010).

Dessa forma, considerando a situação de déficit financeiro associado à drenagem da maior parte dos municípios mineiros, a cobrança pelo serviço pode ser um importante caminho, desde que a contrapartida seja a prestação de um serviço eficiente oferecida à população.

É de suma importância associar todos os desafios citados com o cumprimento não apenas das metas estabelecidas pelas Leis e o Marco do Saneamento, mas também pelo Plano Nacional de Segurança Hídrica, uma vez que a eficiência dos serviços de drenagem pode contribuir com todas as 4 dimensões definidas para garantir a segurança hídrica.

Da mesma forma, quando se trata da gestão integrada e ambientalmente adequada dos **resíduos sólidos urbanos** é importante frisar que não há solução única e global, sendo que a mais acertada é aquela que atende aos princípios e objetivos previstos pelos Planos Estadual e Nacional de Resíduos Sólidos (PERS e PNRS), a capacidade financeira e operacional do município, considerando sempre os critérios técnicos, econômicos, ambientais, sociais e culturais.

A solução para a gestão adequada dos resíduos envolve diretamente cada cidadão, através da mudança de hábitos diários como a redução da geração dos resíduos e separação dos mesmos na fonte geradora. Aliado a mudança de comportamento, o entendimento das diferentes alternativas de rotas tecnológicas, por exemplo, permite ao gestor a definição da estratégia mais adequada à realidade municipal, garantindo maior sustentabilidade técnica, econômica e ambiental para o sistema como um todo.

Um dos fatores que inviabilizam a implantação e manutenção dessas rotas tecnológicas e de unidades de disposição final ambientalmente adequadas é a ausência de cobrança municipal pela gestão de resíduos sólidos. No entanto, o novo marco do saneamento também prevê a instituição de instrumento de cobrança pelos municípios para gestão de RSU em prazo determinado.

Outro fator importante é a faixa populacional dos municípios que ainda possuem disposição final de RSU irregular - 85,6% possuem até 20 mil habitantes, o que, devido aos custos, dificulta a implantação de unidades de disposição final ambientalmente adequadas. Neste sentido, o consorciamento é uma das melhores alternativas de integração, proporcionando ganho de escala e reduzindo custos unitários de implantação e operação de empreendimentos de disposição final de RSU. Assim, o Estado, através da Semad, tem atuado no apoio técnico aos gestores municipais para operação adequada e regularização ambiental das unidades de tratamento e disposição final de RSU.

O desafio para a universalização da gestão ambientalmente adequada dos RSU passa, portanto, pela maior participação e valorização do tema pelas administrações locais; pela busca e disponibilização de fontes técnicas e financeiras para apoiar as iniciativas locais e regionais, não só para a implantação mas também para a manutenção dos sistemas dessa natureza.

É necessário, portanto, buscar instrumentos para ampliar a conscientização e mobilização da população, entidades e governos para apoiar a operacionalização dos RSU na linha dos princípios estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos de não geração, da reutilização, da reciclagem, do tratamento, da destinação final ambientalmente adequada e da valorização dos resíduos sólidos, além da disposição ambientalmente correta dos rejeitos, nessa ordem de prioridade.

Quanto à gestão dos **resíduos especiais, industriais e da mineração**, os dados e informações apresentados ainda se impõem como grandes desafios em seu aprimoramento, destacando-se a necessidade de elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos, que configuraria a concretização do planejamento e criação de diretrizes, metas e ações para a implantação desta política (PERS e PNRS). Outro grande desafio é a articulação para o fomento à ampliação do parque industrial da reciclagem e da atuação integrada junto às Prefeituras, tanto no que se refere à orientação técnica quanto na fiscalização.

Há necessidade de implementação de políticas públicas que incentivem a reutilização e reciclagem de resíduos, de modo a promover a economia circular, bem como a elaboração e o aprimoramento de instrumentos normativos estaduais que estabeleçam critérios técnicos detalhados para importantes formas de destinação de resíduos industriais e especiais.

No que se refere à logística reversa, é preciso formalizar novos termos de compromisso para implantação de mais sistemas em Minas Gerais, além do acompanhamento, fiscalização e aprimoramento dos sistemas já implantados à nível nacional e estadual.

No que tange ao Sistema MTR-MG, os desafios são a integração do Sistema MTR-MG ao sistema de manifesto de transporte de resíduos em implantação pelo Governo Federal e o seu aprimoramento, com a criação de novas ferramentas que permitam a melhoria da rastreabilidade dos resíduos e efluentes e, assim, da capacidade de fiscalização do fluxo de resíduos no estado pelos órgãos públicos competentes.

Todos esses dados reforçam a necessidade de intervenções e políticas públicas voltadas ao saneamento em seu conceito mais amplo, sendo fundamental um arranjo institucional moderno e profuso, de tal forma que reúna todos os atores sociais que compõem esse processo em um propósito integrador e consciente, já que toda e qualquer atuação para a identificação, apoio e gestão correta dos resíduos depende de todos.

Esse arranjo deve proporcionar as condições e o ambiente favoráveis para uma ação eficaz do poder público na implementação das ações recomendadas nas políticas públicas, mas que contribuem definitivamente aos componentes da segurança hídrica, voltadas à ampliação da oferta de água e/ou prevenção dos efeitos de eventos hidrológicos críticos. Esses mesmos atores são fundamentais, inclusive, no equacionamento das possíveis fontes de financiamento, sendo essencial o engajamento dos agentes governamentais na garantia da disponibilidade desses recursos.

Por fim, é de suma importância associar todos os desafios citados com o cumprimento não apenas das metas estabelecidas pela legislação vigente na Política de Saneamento, mas também pelo Plano Nacional de Segurança Hídrica, contribuindo com as quatro dimensões definidas para garantir a segurança hídrica, num cenário em que a infraestrutura de saneamento esteja planejada, dimensionada, implantada e gerida adequadamente, e assim, vencer o desafio maior que é a sua universalização.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à zona de convergência do atlântico sul. **Revista GEONOMOS**, Belo Horizonte, v. 6, n.2, p. 17-22, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). 2020. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>. Acesso em: 06 out. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **ODS 6 no Brasil**: Visão da ANA sobre os indicadores. Brasília: ANA, 2019. 94 p. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/publicacoes/ods6/ods6.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos Hídricos**: desafios para a gestão. Brasília: ANA, 2010.

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

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). Disponível em: <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: 21 set. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (Brasil). **Coletores e refinadores autorizados pela ANP**. Disponível em: <https://app.anp.gov.br/anp-cpl-web/public/simp/consulta-empresas-autorizadas/consulta.xhtml;jsessionid=8OTPe47Ia+J5YsNLA9jWDrwM.hc-web-02:server-app-02>. Acesso em: 21 set. 2020.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – ARSAE/MG. **Cartilha sobre Racionamento**. Belo Horizonte, 2017. 10 p. Disponível em: [www.arsae.mg.gov.br](http://www.arsae.mg.gov.br). Acesso em 24 ago. 2020.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE/MG . **Resolução ARSAE-MG nº 68, de 28 de maio de 2015**. Estabelece as diretrizes gerais para a adoção de medidas de racionamento do abastecimento público de água potável e o conteúdo mínimo do Plano de Racionamento, a serem observados pelos prestadores de serviços regulados. Disponível em: [www.arsae.mg.gov.br](http://www.arsae.mg.gov.br). Acesso em: 24 ago. 2020.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE/MG. **Resolução ARSAE-MG nº 83, de 25 de maio de 2016**. Altera a Resolução ARSAE-MG nº 68, de 28 de maio de 2015 e, dá outras providências. Disponível em: [www.arsae.mg.gov.br](http://www.arsae.mg.gov.br). Acesso em: 24 ago. 2020.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE/MG. **Resolução ARSAE-MG nº 97, de 04 de julho de 2017**. Acresce parágrafo ao artigo 3º da Resolução ARSAE-MG nº 68, de 28 de maio de 2015. Disponível em: [www.arsae.mg.gov.br](http://www.arsae.mg.gov.br). Acesso em: 24 ago. 2020.

ALVES, E. M. **Medidas não-estruturais na prevenção de enchentes em bacias urbanas: cenários para a bacia do Gregório, São Carlos –SP.** 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648/1986. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112/2004. **Resíduos da construção civil e volumosos...** Rio de Janeiro: ABNT, 2004. (modelo)

ATLAS de desenvolvimento urbano no Brasil (AtlasBR). 2010. Disponível em: <https://atlasbrasil.org.br/consulta>. Acesso em: 17 nov. 2020.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. 2. ed. Porto Alegre: **ABRH**, 2011. 318 p.

BARROS, A. B. ; DIAS, A. L. S. ; BETIM, L. S. ; SILVA, K. F. Análise da destinação final e máreas receptoras de resíduos da construção civil e volumosos no estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO ABES-FENASAN, 2017, São Paulo. [**Anais eletrônicos**] ... São Paulo: ABES, 2017. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/2018/RESIDUOS/Artigo\\_-\\_AN%C3%81LISE\\_DA\\_DESTINA%C3%87%C3%83O\\_FINAL\\_EM\\_%C3%81REAS\\_RECEPTORAS\\_DE\\_RCCV\\_EM\\_MINAS\\_GERAIS.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2018/RESIDUOS/Artigo_-_AN%C3%81LISE_DA_DESTINA%C3%87%C3%83O_FINAL_EM_%C3%81REAS_RECEPTORAS_DE_RCCV_EM_MINAS_GERAIS.pdf). Acesso em: 09 set. 2020.

BARROS, A. B.; BETIM, L. S.; SILVA, K. F. Diagnóstico da destinação final em áreas receptoras de resíduos da construção civil e volumosos no estado de Minas Gerais. In: RIBEIRO, J. C. J. (Org.). **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: um panorama em Minas Gerais.** Rio de Janeiro: LumenJuris, 2019.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 25 ago. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 08 set. 2020.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico. Disponível em: [www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br). Acesso em: 09 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Logística Reversa.** 2020. Disponível em: <https://sinir.gov.br/logistica-reversa>. Acesso em: 13 set. 2020.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).** Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br>. Acesso em: 08 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 out. 2017. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html). Acesso em: 28 ago.2020.



BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)**. Brasília,DF: SNSA, 2014.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **3º Diagnóstico de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas 2018**. 2018a Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais/diagnostico-do-servico-de-aguas-pluviais-2018>. Acesso em: 25 ago. 2020.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e Esgotos 2018**: tabela resumo de informações e indicadores por estado. Disponível em: [http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Planilhas\\_AE2018.zip](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Planilhas_AE2018.zip). Acesso em: 25 ago. 2020.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento. **SNIS**: série histórica. Brasília: SNS, 2019.

CHICAGO CLIMATE ACTION PLAN (CCAP). Our City, our future. Disponível em: <chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfmadadm/https://www.chicago.gov/content/dam/city/progs/env/CCAP/CCAP.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS (COPASA). **Relações com investidores**: comunicado ao mercado. 2015. Disponível em: <http://www.mzweb.com.br/copasa>. Acesso em: 19 abr. 2018.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004**. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Revogada pela Deliberação Normativa nº217 em 08/12/2017. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37095>. Acesso em: 11 set. 2020.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa COPAM nº 171, de 22 de dezembro de 2011**. Estabelece diretrizes para sistemas de tratamento e disposição final adequada dos resíduos de serviços de saúde no Estado de Minas Gerais, altera o anexo da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004, e dá outras providências. 2011. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=20095>. Acesso em: 09 set. 2020.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa Copam nº 188, de 30 de outubro de 2013**. Estabelece diretrizes gerais e prazos para publicação dos editais de chamamento público de propostas de modelagem de sistemas de logística reversa no Estado de Minas Gerais. 2013. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=31295>. Acesso em: 08 set. 2020

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 jul. 2002. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008030504.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf). Acesso em: 08 set. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA nº 362 de 23 de junho de 2005**. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>. Acesso em: 21 set. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº 401, de 04 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 nov. 2008. p. 108. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>. Acesso em: 13 set. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA nº 416 de 20 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>. Acesso em: 18 set. 2020.

DRUMMOND, P. D. P. **Estudo da influência da reservação de águas pluviais em lotes no município de Belo Horizonte, MG**: avaliação hidráulica e hidrológica. 2012. 204 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Embalagens plásticas de óleos lubrificantes**. 2020. Disponível em: <http://www.feam.br/component/content/article/15/1486-embalagens-plasticas-de-oleos-lubrificantes>. Acesso em: 13 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Gestão municipal de resíduos de serviços de saúde**. 2020. Disponível em: <http://www.feam.br/component/content/article/15/1976--gestao-municipal-de-residuos-de-servicos-de-saude>. Acesso em: 09 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Gestão municipal de resíduos da construção civil**. 2020. Disponível em: <http://www.feam.br/component/content/article/15/1980--gestao-municipal-de-residuos-da-construcao-civil>. Acesso em: 09 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Inventário de resíduos sólidos industriais**. 2008. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/arquivos/INVENTARIO/inventarioindustrial2009/inventario\\_estadual\\_residuos\\_solidos\\_industriais.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/INVENTARIO/inventarioindustrial2009/inventario_estadual_residuos_solidos_industriais.pdf). Acesso em: 18 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Inventário de resíduos sólidos industriais e minerários ano base 2009**. 2010. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/arquivos/INVENTARIO/inventarioindustrial2009/inventario\\_estadual\\_residuos\\_solidos\\_industriais.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/INVENTARIO/inventarioindustrial2009/inventario_estadual_residuos_solidos_industriais.pdf). Acesso em: 18 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Lâmpadas**. 2020. Disponível em: <http://www.feam.br/component/content/article/15/1487-lampadas>. Acesso em: 13 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Logística reversa**. 2020. Disponível em: <http://www.feam.br/residuos-solidos/logisica-reversa>. Acesso em: 09 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Minas Trata Esgoto**: plano de ações estratégicas para redução do lançamento de carga poluidora nas bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: FEAM, 2016. 245 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Panorama da destinação dos resíduos de serviços de saúde no Estado de Minas Gerais com base nas declarações da gestão dos resíduos de serviços de saúde (ano base 2013)**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2016. 104 p. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/2016/RESIDUOS/RSS/Panorama\\_RSS\\_2013\\_versao\\_publicacao.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2016/RESIDUOS/RSS/Panorama_RSS_2013_versao_publicacao.pdf). Acesso em: 09 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Panorama da destinação dos resíduos de serviços de saúde no Estado de Minas Gerais com base nas declarações da gestão dos resíduos de serviços de saúde (ano base 2014)**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2018. 97 p. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/2018/RSS/6-Panorama\\_RSS\\_2014\\_versao\\_publicacao\\_final.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2018/RSS/6-Panorama_RSS_2014_versao_publicacao_final.pdf). Acesso em: 09 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Pilhas e baterias**. 2020. Disponível em: <http://www.feam.br/component/content/article/15/1482-pilhas-e-baterias>. Acesso em: 13 set. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Programa Minas sem Lixões 2019**. Disponível em: <http://www.feam.br/biblioteca/minas-sem-lixoes>. Acesso em: 18 set. 2020.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL). **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb). Acesso em: 02 set. 2020.

GARCIAS, J. I. B. **Monitoramento hidrológico e modelagem da drenagem urbana da Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela**. 2005. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

GERSONIUS, B. Can resilience support integrated approaches to urban drainage management? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, 11., 2008. Edinburgh. Scotland, UK, 2008.

HELLER, L. PÁDUA, V. L. de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010a. v.1.

HELLER, L. (Org.). **Saneamento como política pública: um olhar a partir dos desafios do SUS**. Rio de Janeiro: Centro de estudos estratégicos da FIOCRUZ, 2018.

HELLER, L. **Saneamento no Brasil: outro mundo é possível e desejável**. In: Heller, L. (Org.). Saneamento como política pública: um olhar a partir dos desafios do SUS. Rio de Janeiro: Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz, 2018. Disponível em: [https://cee.fiocruz.br/sites/default/files/2\\_Leo%20Heller%20et%20al\\_saneamento.pdf](https://cee.fiocruz.br/sites/default/files/2_Leo%20Heller%20et%20al_saneamento.pdf). Acesso em: 16 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico do IBGE - 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>. Acesso em: 27 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa nacional de saneamento básico: Minas Gerais – 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/pesquisa/30/30051>. Acesso em: 27 ago. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS (IGAM). **Relatório Anual Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais – 2014-2017**. Belo Horizonte, 2018. 135p. Disponível em: <http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/2764>. Acesso em 24 ago. 2020.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. **Envios para destino ambientalmente correto**: Minas Gerais. 2020. Disponível em: <https://www.joguelimpo.org.br/ambientais/reciclagensporcentral.php>. Acesso em: 13 set. 2020.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. Ofício n° 057/2020. Rio de Janeiro: Instituto Jogue Limpo, 08 jun. 2020. Assunto: **Resposta à solicitação de informações sobre o sistema de logística reversa e sobre seus registros no sistema MTR/MG – Embalagens de óleo lubrificante – Ofício FEAM/GERES n°14/2020**.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. **Relatórios do Jogue Limpo**: Minas Gerais. 2020. Disponível em: <https://www.joguelimpo.org.br/institucional/relatorios.php>. Acesso em: 13 set. 2020.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. **Sumário das atividades do sistema de logística reversa de embalagens plásticas de óleo lubrificantes usadas até 31/Dez/2019**: Estado de Minas Gerais. 2020. Disponível em: <https://joguelimpo.org.br/arquivos/relatorios/MG/2019/1%20-%20Anexo%201%20-%20Detalhamento%20do%20Sistema%20no%20Estado%20-%20MG%20-%202019.pdf>. Acesso em: 13 set. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS – INPEV. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/index>. Acesso em: 21 set. 2020

KARAMOUZ, M.; ZAHRAIE, B. Non-structural means of lood control for protection of Esfaran Metropolitan area in Iran. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON NON-STRUCTURAL FLOOD CONTROL IN URBAN AREAS. 1998, São Paulo. [**Trabalho apresentado**]... São Paulo: University of São Paulo, 1998.

MATOS, C. A. S; BETIM, L. S.; DIAS, A. L. S. Diagnóstico da destinação final de resíduos de serviços de saúde em municípios com aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem regularizados no estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO ABES-FENASAN, 2017, São Paulo. [**Anais eletrônicos**] ... São Paulo: ABES, 2017. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/2018/rss/iii-225\\_diagn%c3%93stico\\_da\\_destina%c3%87%c3%83o\\_de\\_rss\\_em\\_munic%c3%8dprios\\_com\\_aterros\\_sanit%c3%81rios\\_e\\_usinas\\_de\\_triagem\\_e\\_compostagem\\_regularizados\\_em\\_mg1.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2018/rss/iii-225_diagn%c3%93stico_da_destina%c3%87%c3%83o_de_rss_em_munic%c3%8dprios_com_aterros_sanit%c3%81rios_e_usinas_de_triagem_e_compostagem_regularizados_em_mg1.pdf). acesso em: 09 set. 2020.

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.

MINAS GERAIS. Decreto n° 45.181, de 25 de setembro de 2009. Regulamenta a Lei n° 18.031, de 12 de janeiro de 2009, e dá outras providências. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 26 set. 2009. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=11011>. Acesso em: 08 set. 2020.

MINAS GERAIS. Decreto n° 47.760, de 20 de novembro de 2019. Contém o Estatuto da Fundação Estadual do Meio Ambiente e dá outra providência. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 21 nov. 2019. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50100>. Acesso em: 08 set. 2020.

MINAS GERAIS. Decreto nº 47.787, de 13 de dezembro de 2019. Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 14 dez. 2019. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50263>. Acesso em: 13 set. 2020.

MINAS GERAIS. Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 13 jan. 2009. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>. Acesso em: 08 set. 2020.

MIRANDA, E. C.; KOIDE, S. Indicadores de perdas de água: o que, de fato, eles indicam? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville/SC. [Anais] ... 2003. Joinville: ABES, 2003. p. 1-32.

NASCIMENTO, N. de O.; HELLER, L. **Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1. p. 36-48, mar. 2005. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522005000100005&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522005000100005&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 16 nov. 2020.

NUNES, A. A. **Tendências em eventos extremos de precipitação na região metropolitana de Belo Horizonte: detecção, impactos e a adaptabilidade**. 2018. 191 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD; INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA - IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil de 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 05 set. 2020.

RECICLANIP. Disponível em: <http://www.reciclanip.org.br/>. Acesso em: 18 set. 2020.

ROSA, D. W. B. **Resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica urbana à implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana-Bacia do Córrego do Leitão**, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2017. 218 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

TRATA BRASIL. **Saiba mais sobre o futuro da segurança hídrica**. Trata Brasil, São Paulo, 17 set. 2020. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2020/09/17/sabia-mais-sobre-o-futuro-da-seguranca-hidrica-do-pais/>. Acesso em: 16 nov. 2020.

TUCCI, C. E. M. Aspectos institucionais do controle das inundações urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M. (Org.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2001. v. 2, p. 405-419.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. Grupo de Resíduos Sólidos. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Japão e Estados Unidos**. (Projeto GRS/FADE/UFPE/BNDES). 2014. Disponível em: <http://protegeer.gov.br/images/documents/50/7.%20BNDES,%202014.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

UN-WATER. **Annual Report 2018**. Disponível em: [chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/https://www.unwater.org/app/uploads/2019/07/Annual\\_report\\_2018\\_v12\\_web\\_July2019.pdf](chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbfmadadm/https://www.unwater.org/app/uploads/2019/07/Annual_report_2018_v12_web_July2019.pdf). Acesso em: 10 set. 2020.

UNITED NATIONS GENERAL ASSEMBLY (AG). Resolução 64/292. AG Index: A/RES/64/292, 3 agosto 2010. Disponível em: [https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/64/292](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292). Acesso em: 31 ago. 2020.

# ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E SEGURANÇA HÍDRICA

Alecir Antônio Maciel Moreira<sup>1</sup>

Ana Maria Silva Lima<sup>2</sup>

Leandro Carmo Guimarães<sup>3</sup>

Paula Hanna Valdujo<sup>4</sup>

Thamiris Lopes Chaves<sup>5</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Qualquer tentativa de proteção e conservação das águas, para fins de garantir a almejada segurança hídrica, passa obrigatoriamente pela compreensão de sua natureza e dos seus movimentos. Durante o ciclo hidrológico a água muda constantemente de estado físico, ora sólido, ora líquido ou gasoso, muda de posição, mobilizada para os altos níveis atmosféricos, armazenada temporariamente em lençóis e aquíferos ou se deposita em oceanos e rios, cumprindo o papel de solvente de materiais, transportando e redistribuindo energia.

Em seu percurso, as águas alimentam as formas de vida, fluem pela atmosfera, compõem aquíferos, escoam em rios, formam e modificam os solos e as paisagens num percurso dinâmico, conforme exposto por Tricart (1977). Em cada parte do seu percurso a água permanece um tempo diferente, de ciclos rápidos, como na atmosfera, até ciclos milenares como nos aquíferos ou nas profundezas dos oceanos. Cada um desses ciclos ocorre numa determinada esfera do planeta. Algumas esferas têm seu papel menos evidentes, tal como como a biosfera mas outras, representam o próprio depósito das águas.

Nessa dinâmica de interação – água e ambiente, a diversidade biológica e os benefícios de ordem ecológica, econômica, social e científica por ela proporcionados encontram-se criticamente degradados ou ameaçados pelo uso desordenado, ineficiente ou predatório do solo e dos recursos hídricos em Minas Gerais. A reversão desse quadro exige uma gestão territorial que integre conservação da biodiversidade, manutenção e incremento da oferta de bens e serviços ecossistêmicos e atendimento às necessidades humanas de suporte e desenvolvimento.

### **Sobre a Biosfera - compreensão das cascatas tróficas:**

Processo ecológico que tem início no topo das cadeias alimentares e se propaga em direção à sua base. A presença de predadores de topo de cadeia exerce um importante papel no controle de populações de consumidores primários, que por sua vez, impactam de forma menor vigorosa os seres fotossintetizantes que, por seu turno, regulam a velocidade da água e realimentam a atmosfera com vapor - tal como pode ser observado no documentário “lobos mudam os rios em Yellowstone” narrado pelo britânico George Monbiot (2014). O papel da flora parece mais evidente afinal no país da floresta Amazônica, pois ela alimenta a atmosfera que escoar a umidade através dos chamados “rios voadores”.

<sup>1</sup> Geógrafo. Doutor em Geografia. Professor do Dpto. de Geografia da PucMinas.

<sup>2</sup> Geógrafa. Gestora Ambiental da Semad em exercício no IEF.

<sup>3</sup> Biólogo. Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre pela UFMG. Gerente de Conservação e Restauração da Fauna Aquática e de Pesca do IEF.

<sup>4</sup> Bióloga. Mestre em Ecologia pela UnB. Doutora em Ecologia pela USP. Pesquisadora da WWF Brasil.

<sup>5</sup> Geógrafa. Mestranda em Geografia e Análise Ambiental pela UFMG. Analista Ambiental do IEF.

Dada a ampla extensão territorial do estado, a complexidade de suas paisagens e a riqueza de sua biodiversidade, bem como os limites impostos a sua conservação por seus custos e pelas atividades econômicas que com ela competem por espaço, não há passos mais críticos para garantir a alocação de recursos escassos às áreas de maior relevância e chance de sucesso de conservação, de modo se maximizar a margem de retorno em qualidade ambiental do que a priorização de áreas e o desenho e implantação de políticas adequadas a elas.

Reconhecendo esse fato, uma série de instrumentos legais vigentes determina ao Estado a identificação e gestão especial de áreas prioritárias para a conservação e restauração da biodiversidade e dos bens e serviços ecossistêmicos em Minas Gerais.

**DN COPAM nº 55/2002 e 217/2017:** uso do documento “Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua Conservação” na definição de novas Unidades de Conservação (UC) e no licenciamento ambiental - enquadramento de empreendimentos e valoração da compensação de impactos ambientais negativos;

**Lei nº 20.922/2013** - dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade em Minas Gerais e prevê a atualização das áreas prioritárias e a priorização de áreas para a compensação de Reserva Legal;

**Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)** - tratado internacional que prevê ações de conservação in situ. Ex: “desenvolver diretrizes para a seleção, estabelecimento e administração de áreas protegidas ou áreas onde medidas especiais precisem ser tomadas para conservar a diversidade biológica” e “procurar proporcionar as condições necessárias para compatibilizar as utilizações atuais com a conservação da diversidade biológica e a utilização sustentável de seus componentes”

Fonte: BRASIL (2017)

A revisão e a atualização das ferramentas de planejamento da gestão ambiental territorial em uso pelo estado seriam, portanto, urgentes, considerando-se as mudanças na paisagem, o uso da terra e dos recursos hídricos, bem como pela geração de novos dados ecológicos e socioeconômicos, avanços nas áreas de geoprocessamento, modelagem matemática e priorização de áreas acumulados nos últimos 15 anos.

Para suprir essa lacuna, o Instituto Estadual de Florestas (IEF) desenvolveu o Projeto Áreas Prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos de Minas Gerais, que produziu novos produtos de gestão capazes de direcionar e aperfeiçoar a atuação dos órgãos do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema). Ao concentrar as ações nas áreas priorizadas, a expectativa é que haja maior efetividade e melhor retorno em qualidade ambiental por recurso investido.

## **2 PROJETO ÁREAS PRIORITÁRIAS: ESTRATÉGIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE MINAS GERAIS**

Idealizado e desenvolvido pelo IEF ao longo de cinco anos, o Projeto Áreas Prioritárias foi cofinanciado pelo IEF e pelo banco estatal de desenvolvimento alemão *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW) através do Convênio do Projeto Mata Atlântica – Fase II (Promata II). Sua construção envolveu o esforço colaborativo entre o IEF e o Consórcio Áreas Prioritárias, integrado pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF-Brasil), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Fundação Biodiversitas, bem como os demais órgãos do Sisema - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam).

O Projeto integra ainda o Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais - Programa Somos Todos Água, coordenado pelo Igam, e que será abordado posteriormente, compondo seu eixo temático relativo à conservação e restauração da biodiversidade e dos bens e serviços ecossistêmicos relacionados à água, incluindo recarga de aquíferos subterrâneos e oferta hídrica, conservação de mananciais de abastecimento público altamente demandados, infraestrutura verde e recursos pesqueiros.

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). Apesar de desenvolvido inicialmente para orientar a criação de novas unidades de conservação, graças a sua flexibilidade e robustez metodológica, o PSC tornou-se uma abordagem prestigiada para planejamento territorial ambiental, já empregada pela União, outros estados e países para a promoção de paisagens biodiversas, sustentáveis e produtivas.

#### **Planejamento Sistemático da Conservação – PSC**

Emprega compilação maciça de dados espaciais, geoprocessamento, modelagem matemática, regras lógicas de decisão automatizada e ampla participação da comunidade científica, sociedade civil, usuários econômicos dos recursos naturais e órgãos de governo na seleção de áreas prioritárias. Suas etapas e metas são claras e seus critérios de seleção de áreas objetivos. Utiliza parâmetros analíticos quantitativos e registra as análises e decisões tomadas. Esse conjunto de mecanismos confere transparência, objetividade e legitimidade ao processo e permite identificar a utilidade de cada área selecionada para os objetivos do plano como um todo, bem como sua revisão e aperfeiçoamento até a obtenção de um produto ótimo.

O Projeto Áreas Prioritárias, contudo, também desenhou mapas temáticos capazes de direcionar a implantação de diversas políticas setoriais de meio ambiente, incluindo revitalização de recursos hídricos, gestão pesqueira, restauração e incremento da conectividade de ecossistemas aquáticos e terrestres, adaptação aos efeitos da crise climática, promoção de práticas sustentáveis no uso dos recursos naturais, pesquisa e manejo de biodiversidade e educação, fiscalização e regularização ambientais. Além do conjunto de mapas, o Projeto Áreas Prioritárias inovou, ainda, pela elaboração de um plano de ação estratégico para o direcionamento dessas políticas na gestão das áreas prioritárias. Contemplou, portanto, necessidades transversais de planejamento espacial estratégico do Sisema como um todo.

O Projeto empregou as seguintes etapas:

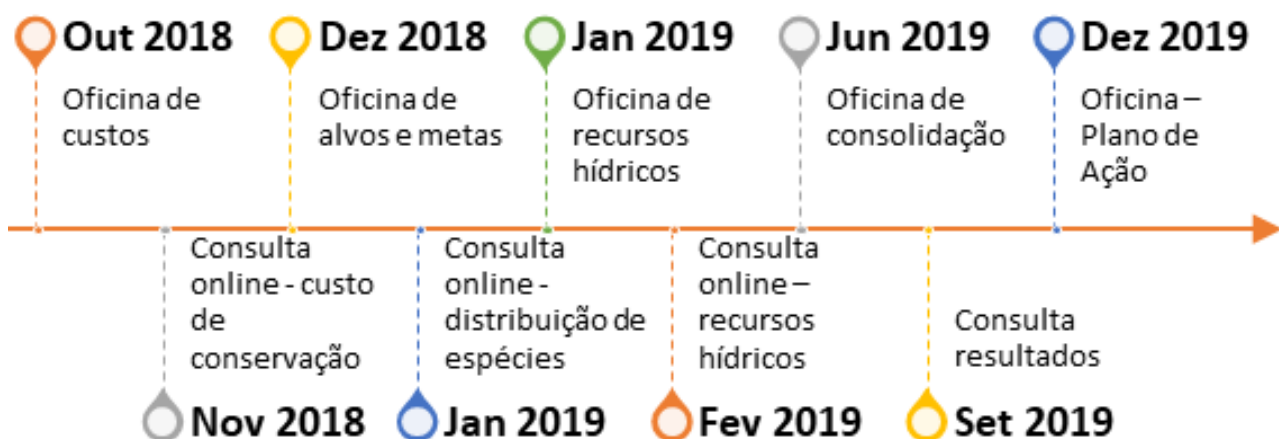
- (i) definição das unidades de planejamento (UP), que representam partições do território sob análise em unidades indivisíveis, que serão priorizadas ou não, conforme seus atributos (as UP tiveram aproximadamente 2300 hectares, resolução mais fina empregada no país até o momento num trabalho do tipo);
- (ii) seleção e mapeamento de alvos de conservação, representando os aspectos do ambiente que devem ser conservados, como espécies ameaçadas ou áreas de alto potencial para a recarga de aquíferos;
- (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 do solo e das águas, como as atividades econômicas;
- (vi) integração analítica das variáveis acima 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; (b) maximização das chances de sucesso da conservação e minimização de conflitos com atividades econômicas pela seleção do menor número de UP necessário e pela seleção de UP de menor custo – o principal software empregado, Marxan, permite a avaliação e revisão de milhares de cenários de priorização em busca da melhor solução, (Ball, Possingham e Watts, 2009; WWF, 2020);
- (viii) 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;
- (ix) desdobramento das áreas prioritárias finais em áreas prioritárias para as diferentes políticas setoriais mais adequadas a sua gestão, pela análise de seus alvos, custos, estrutura de paisagem e outros qualificadores relevantes;
- (x) Elaboração de Plano de Ação Estratégico (PAE) para as diferentes políticas setoriais nas áreas prioritárias.

Todas as etapas, incluindo o estabelecimento de pesos e critérios, foram construídas a partir de amplos processos consultivos - cada um envolvendo múltiplas rodadas de consulta e devolutiva - à comunidade científica, sociedade civil organizada, usuários econômicos dos recursos naturais e órgãos de governo, o que assegurou a robustez técnica e a legitimidade social dos produtos (FIGURA 1). Cada uma das variáveis foi levada em consideração, compondo camadas de informação. Sustentados por uma abordagem sistêmica e executados em um ambiente de SIG, com participação democrática, os mapas começaram a surgir. Eles compõem a linguagem da espacialização dos critérios.

Figura 1 – Resumo das etapas consultivas do Projeto Áreas Prioritárias



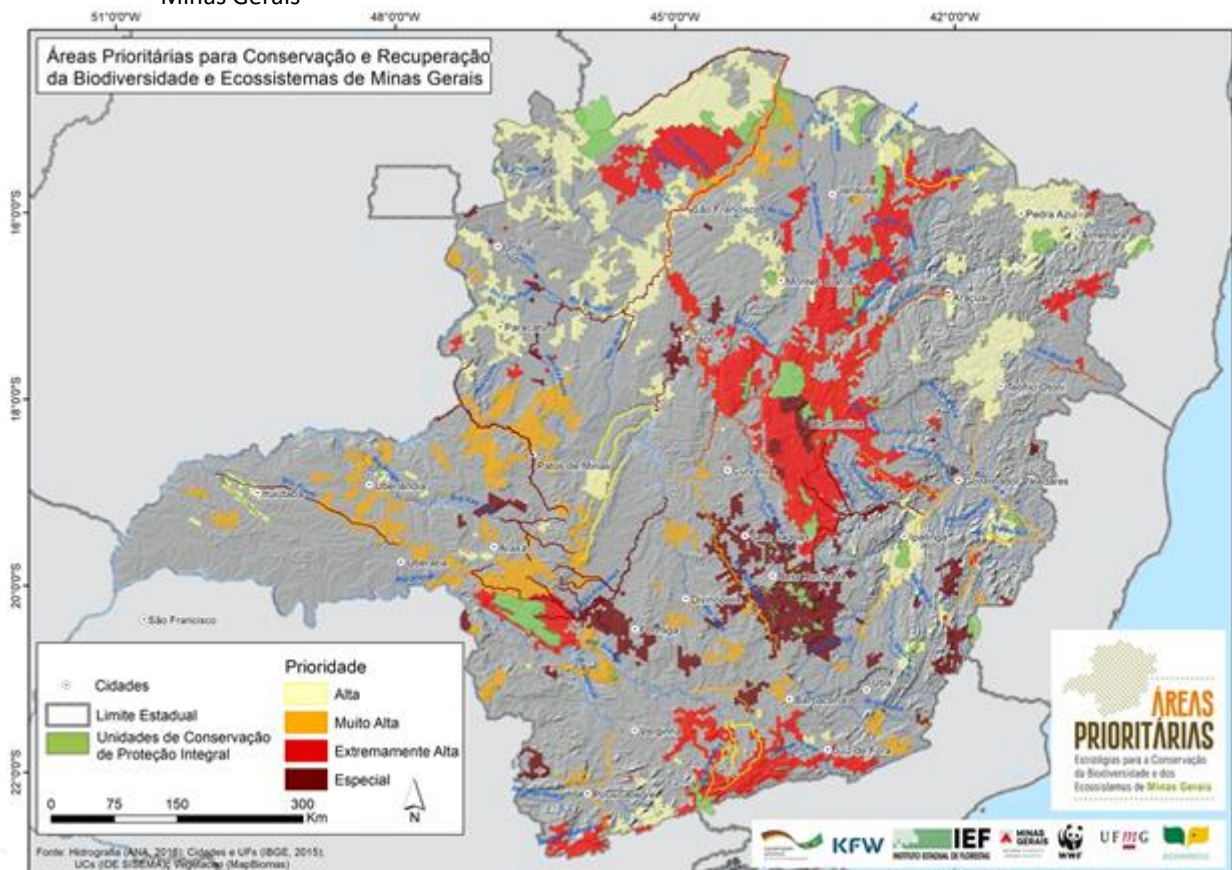
Fonte: WWF (2019)

### 3 PRODUTOS DO PROJETO ÁREAS PRIORITÁRIAS

Neste tópico serão apresentados os produtos do Projeto Áreas Prioritárias relacionados à política setorial “recursos hídricos”. Antes, entede-se oportuno apresentar o [resultado geral](#) da priorização de áreas, ranqueadas conforme seu grau de prioridade, variando entre alta, muito alta, extremamente alta e especial (MAPA 1).

*Será divulgada em breve no site do IEF*

Mapa 1 — Áreas prioritárias para conservação e restauração da biodiversidade e serviços ecossistêmicos em Minas Gerais



Fonte: WWF (2019)

#### 3.1 Produtos do Projeto Áreas Prioritárias – Política Setorial: recursos hídricos e seus usos múltiplos

Com foco na segurança hídrica, os trabalhos de identificação de áreas prioritárias para conservação de recursos hídricos, adotaram a seguinte estratégia:

- localizar as áreas mais favoráveis ao acúmulo de águas, em função de sua litologia, estrutura geológica e pedológica.
- localizar as áreas que melhor interagem com a atmosfera, instabilizando-a e promovendo o aporte da água para o solo e rochas. Nesse caso, as feições mais montanhosas do relevo são de grande valia, pois turbilhonam a circulação do ar e promovem a precipitação. Topos topográficos são importantes áreas de recarga;
- ponderar sobre as diferenças de disponibilidade hídrica do Estado, já que norte e sul recebem diferentes aportes de chuva. As considerações sobre chuva incluíram a ampla vulnerabilidade interanual do seu comportamento, especialmente no norte.
- localizar as áreas de melhor/maior cobertura vegetal. Posto que a vegetação reduz a velocidade de escoamento superficial, promove a percolação no solo e a alimentação de aquíferos e lençóis, e reduz o seu potencial erosivo;

- e) localizar as áreas de maior riqueza e diversidade da fauna;
- f) localizar as áreas utilizadas para captação e abastecimento de populações pois somente assim a acessibilidade ao maior número possível de pessoas seria garantida;
- g) ponderar as diferentes vulnerabilidades socioambientais à mudança do clima (FONSECA, 2017), o que retrata a ampla diversidade regional de Minas.

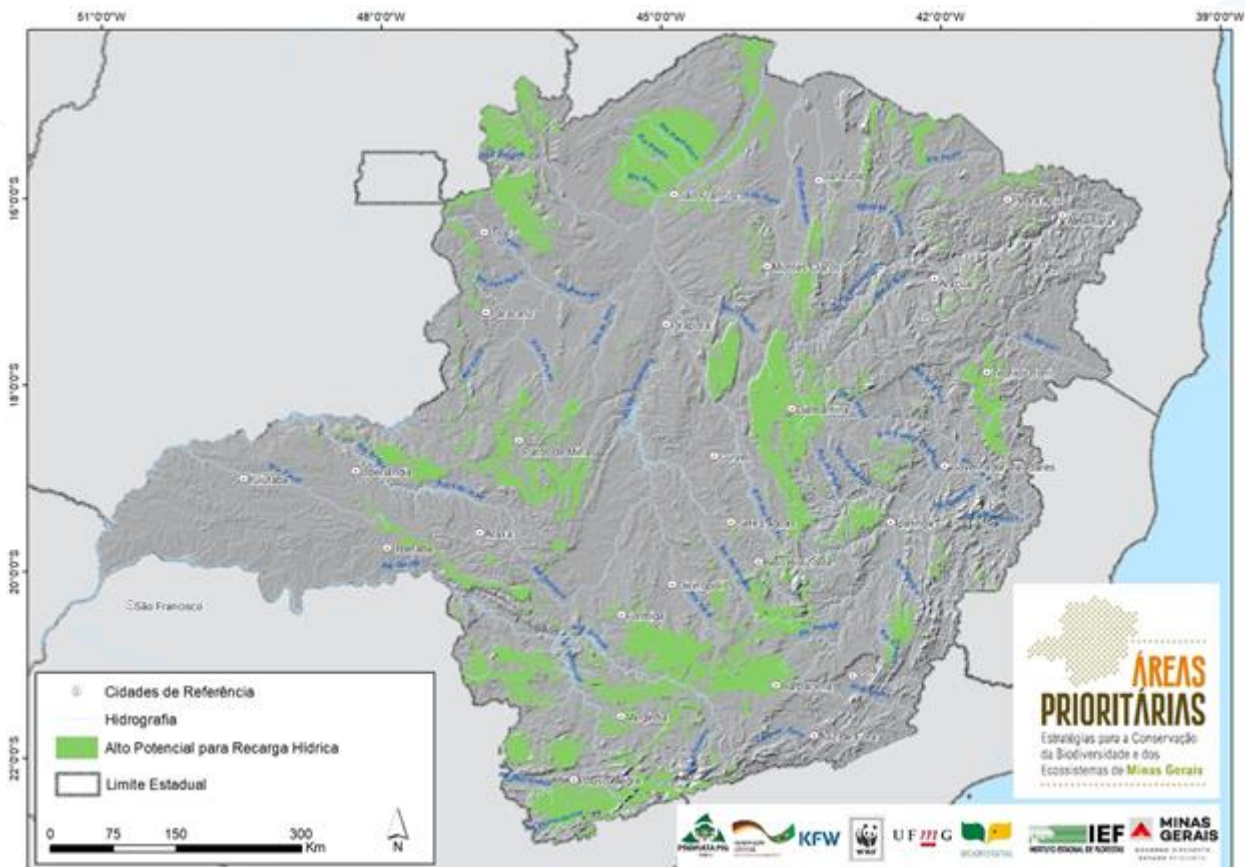
A seguir serão apresentados os principais produtos do projeto.

### 3.1.1 Áreas Prioritárias para Conservação e Revitalização da Oferta Hídrica

As áreas de recarga de reservatórios subterrâneos têm fundamental importância para a provisão, presente e futura, de água para todo os usos, incluindo conservação da biodiversidade, abastecimento humano e atividades econômicas, principalmente num cenário de expansão da demanda, degradação de recursos e aumento de conflitos por seu uso. Assim, áreas de maior potencial para recarga hídrica foram empregadas como alvo de conservação.

O potencial de uma área para recarga hídrica depende da altitude e do tipo de rocha, de modo que as áreas mais altas, de cabeceira, sobre rochas de alta porosidade ou alto grau de fraturamento são aquelas que oferecem maior contribuição. Assim, as áreas de maior potencial de contribuição para a recarga hídrica no estado foram individualmente mapeadas em cada uma das 36 UPGRHs do estado (MAPA 2) pelo seguinte processo: a) identificação das litologias altamente fraturadas e de alta porosidade; b) identificação de áreas entre 900 m e 1200 m e acima de 1200 m de altitude; c) cruzamento entre litologias e cotas altimétricas em cada UPGRH; e d) inclusão de Chapadões e Tabuleiros, que também contribuem significativamente para recarga hídrica, principalmente nas UPGRHs que não possuem rochas de alto fraturamento e alta porosidade.

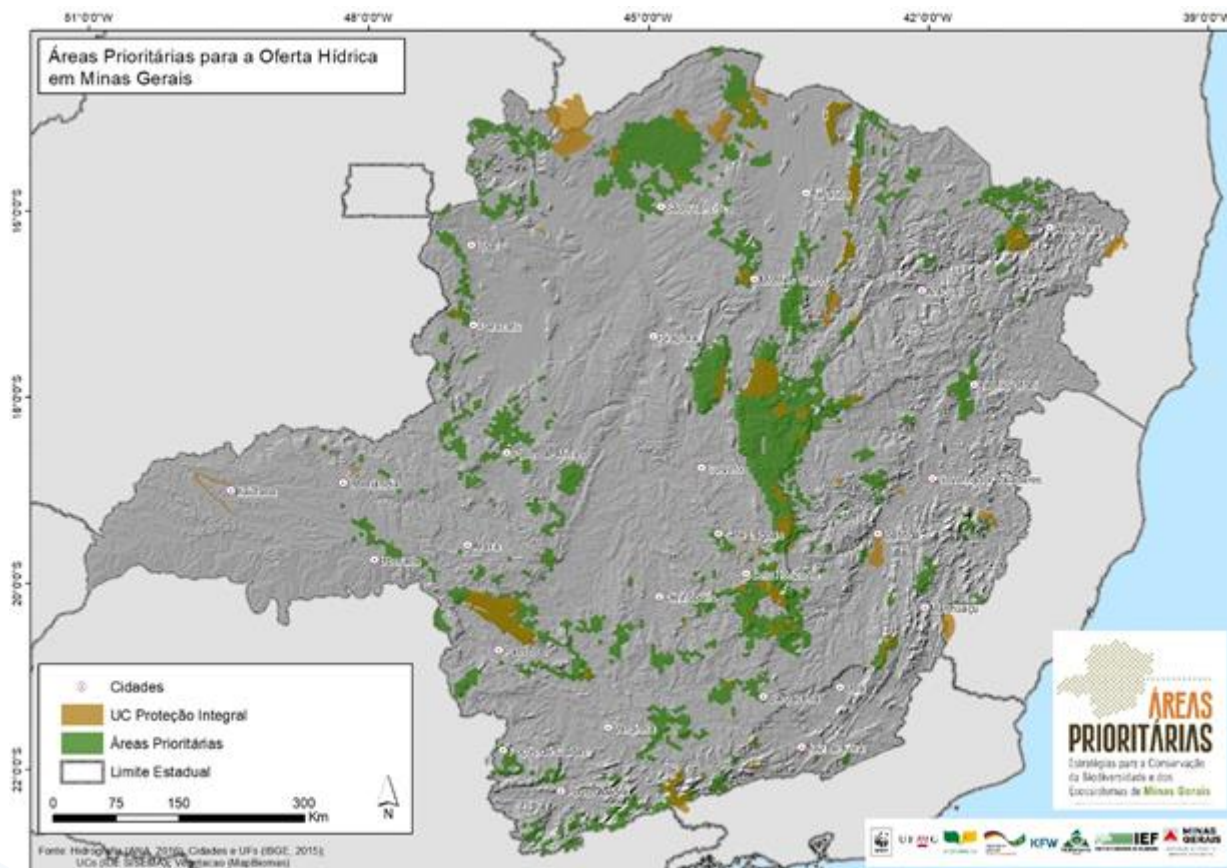
Mapa 2 — Áreas com alto potencial para recarga hídrica



Fonte: WWF (2019)

Tais áreas foram, então, inseridas na priorização como alvos individuais, o que garantiu a seleção de áreas com alto potencial de provisão de água em todas as UGRHs. Um mapa individualizando as áreas prioritárias selecionadas em função da recarga hídrica foi elaborado para orientar a conservação, restauração e boas práticas no manejo dessas áreas, com vistas ao reabastecimento de aquíferos subterrâneos durante as chuvas e à minimização do escoamento superficial e da exportação de sedimentos (MAPA 3).

Mapa 3 — Áreas prioritárias para conservação e revitalização da oferta hídrica em Minas Gerais



Fonte: WWF (2019)

Uma breve análise do mapa reflete, em larga margem, o importante papel das feições mais elevadas do relevo, das litologias e de outros condicionantes estruturais para a proteção dos recursos hídricos. Observa-se o importante papel desempenhado pela cadeia do Espinhaço, pelo conjunto serrano do Quadrilátero Ferrífero, do conjunto da Canastra e das serras do divisor de Minas-Goiás, das cristas da Mantiqueira.

Em todos os casos elas são elevações que constituem áreas de recarga para rios importantes de diversas bacias do estado. A exposição à circulação atmosférica provê turbilhonamento do ar, potencializando as chuvas nestas áreas mais elevadas. As chuvas se precipitam sobre litologias diversas, mais ou menos favoráveis à acumulação, e estruturas de falhas que possibilitam a formação de aquíferos porosos e fraturados.

Dentre as bacias hidrográficas geomorfológicas, todas as grandes encontram suas cabeceiras posicionadas nestas estruturas, sejam elas as do Rio Doce, São Francisco, Jequitinhonha, Grande, Paranaíba e Mucuri. Esses conjuntos planálticos e serranos exibem mais uma peculiaridade para a proteção.

Em função de sua declividade e das dificuldades técnicas inerentes à sua exploração estas áreas foram relativamente poupadas do desmatamento, contribuindo para que parte de sua cobertura vegetal fosse mantida em razoável estado de conservação. De outra feita, os mesmos conjuntos serranos exibem diferentes fitofisionomias como campos rupestres graníticos, quartzíticos e ferruginosos, além de gradientes de florestas estacionais a cerrados, o que acentua o seu valor para a conservação.

Outro conjunto de áreas importantes localiza-se na Bacia do Rio São Francisco, no Norte mineiro. Trata-se de áreas cársticas, com dinâmica hidrológica característica e suscetibilidades ambientais acentuadas. Sua importância estratégica reside no elevado potencial de armazenamento de água do aquífero cárstico em uma área bastante suscetível à variabilidade interanual das chuvas. Além disso, áreas limítrofes têm sofrido a expansão da agricultura e da silvicultura. Nesta área encontra-se a bacia do rio Pandeiros, compondo importante ecossistema alagado.

### 3.1.2 Áreas Prioritárias para Conservação e Revitalização de Mananciais

Mananciais de abastecimento público representam recurso hídrico crítico e prioritário, que exige gestão ambiental diferenciada, razão pela qual as regiões de drenagem a montante dos pontos de captação superficial para abastecimento público, que alimentam adensamentos urbanos com 200 mil habitantes ou mais, foram empregadas como alvos de conservação.

A seleção das áreas de drenagem como alvo, e não dos mananciais em si, se explica por sua influência preponderante sobre a qualidade e quantidade de água nos mananciais, em observância ao princípio da revitalização de bacias a partir da cabeceira e em direção à foz. O limiar de 200 mil habitantes foi empregado por representar alto grau de pressão sobre os mananciais e por maximizar a população beneficiada pelos esforços de conservação, que, inevitavelmente, precisam ser concentrados, dadas as limitações de recursos e extensão do território.

O mapeamento do alvo (MAPA 4) adotou metodologia semelhante ao estudo realizado no estado do Rio de Janeiro por Ikemoto e Napoleão (2018): (a) foram identificados os adensamentos populacionais com 200 mil habitantes a partir do Censo IBGE 2010 - a Região Metropolitana de Belo Horizonte foi considerada em sua integridade; (b) todas as captações de abastecimento público que alimentam esses adensamentos foram levantadas nas bases de dados do Igam ([CNARH 40](#) e [base de outorgas estaduais](#)) e Copasa/Copanor - os pontos de captação foram triados, corrigidos e espacializados pelas equipes do Igam e do Consórcio com base em portarias de outorga, processos administrativos de outorga, imagens de satélite e conhecimento de campo; (c) para cada ponto de captação foi delimitada uma região de manancial, definida como o conjunto de pixels à montante, utilizando-se a ferramenta "watersheds" do ArcGIS e a base de "direção de fluxo", derivada do Modelo Digital de Terreno do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission – Nasa).

Cadastro Nacional  
de Usuários de  
Recursos Hídricos

Cada região de drenagem foi inserida como alvo individual na priorização. Um mapa individualizando áreas prioritárias selecionadas em sua função foi elaborado para nortear a conservação, restauração, ou no mínimo, manejo adequado dessas áreas para minimização de processos erosivos e carreamento de sedimentos ou poluentes até os mananciais (MAPA 5).



De forma análoga ao observado na análise do mapa anterior, observa-se a importância dos conjuntos serranos. Porém, porções do Norte, Nordeste, Noroeste, Pontal do Triângulo e Sul do estado, encontram-se menos contempladas. A explicação reside nos critérios que as definiram. Nesse caso, a prioridade é a proteção de mananciais de áreas que possuem grandes adensamentos populacionais e importantes captações para seu abastecimento e atividade econômica.

O Norte de Minas, o vale do Jequitinhonha e o Noroeste constituem algumas das áreas de menor adensamento populacional do estado. Sua população encontra-se dispersa em centros urbanos de pequeno porte, salvo aqueles que desempenham papéis de polos sub-regionais. O mapa reflete, então, a proximidade dos maiores centros populacionais e os centros mais dinâmicos da economia mineira. As captações refletem, em alguma instância, os critérios que definiram as áreas prioritárias para conservação e oferta, já que constituem as melhores provedoras de água.

Não obstante, a pressão exercida sobre esses mananciais tem crescido. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a taxa de urbanização de Minas Gerais supera os 80% e juntamente com a expansão dos centros urbanos, diferentes usos do solo têm reduzido de forma contínua a cobertura vegetal nativa. Trata-se de um quadro que se repete em todo o estado. Nessa perspectiva, proteger e revitalizar constituem ações estratégicas da gestão do recurso hídrico e do território.

### **3.1.3 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade Aquática**

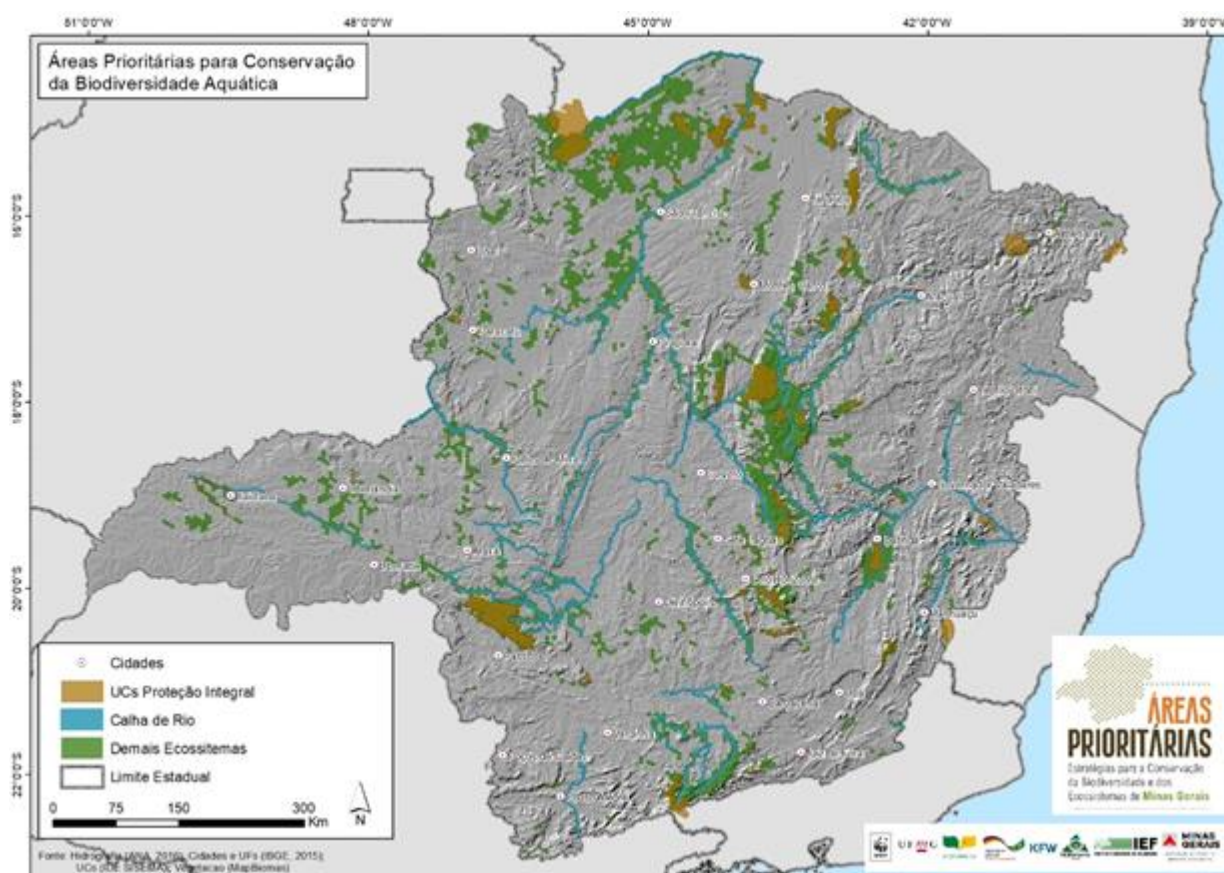
O mapeamento de distribuição de espécies aquáticas utilizou três métodos diferentes, conforme o hábito ecológico das espécies e as particularidades de configuração espacial de seus habitats: (a) peixes microendêmicos, cujo padrão espacial de distribuição se aproxima mais do de espécies terrestres (ocorrências em poças ou pequenas lagoas pontuais), tiveram sua distribuição inferida pelo uso de *buffers* de 2 km ao redor de seus pontos de registro; (b) para peixes de riachos, que habitam as malhas hídricas de regiões de cabeceiras, delimitaram-se as áreas de drenagem a montante de seus pontos de registro como áreas de distribuição, de modo a se incorporar, não só a malha hídrica, mas os ambientes terrestres que a influenciam sobremaneira e devem ser tratados como alvos para sua conservação; (c) para peixes de calha, cujas distribuições são lineares, ramificadas e, frequentemente, extensas, e cujas áreas de cabeceira são amplas demais para a incorporação ao modelo, tomaram-se como áreas de distribuição os trechos de rios em que havia pontos de registro das espécies-alvos e todos os demais trechos não barrados conectados a eles.

Empregaram-se, ainda, como alvos de biodiversidade aquática, classes de ecossistemas que representam seus habitats e recursos e servem como *proxy* de sua distribuição espacial, dado que o conhecimento direto da ocorrência de espécies é sabidamente incompleto. Para tanto, planícies fluviolacustres, lagoas marginais, veredas e o pantanal do rio Pandeiros foram usados como alvos.

Complementarmente, trechos de rios críticos para a manutenção da biodiversidade e processos ecológicos como a piracema foram indicados pelo painel de especialistas em ictiofauna do Projeto e manualmente inseridos durante o refinamento da solução de áreas prioritárias.

O Mapa 6 sintetiza as áreas priorizadas em função da conservação e restauração da biodiversidade aquática.

Mapa 6 — Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade aquática em Minas Gerais



Fonte: WWF (2019)

Destaca-se que o mapa direciona as políticas de conservação e restauração de habitats aquáticos e ambientes terrestres que os influenciam, bem como o ordenamento da pesca, a pesquisa e conservação de espécies aquáticas e a manutenção e incremento da conectividade dos trechos lóticos (política de rios livres). Como se vê, há grande sinergia com as áreas priorizadas em função de áreas de recarga hídrica, o que enfatiza o valor multifuncional das áreas de cabeceira.

### 3.1.4. Conectividade aquática e rios livres

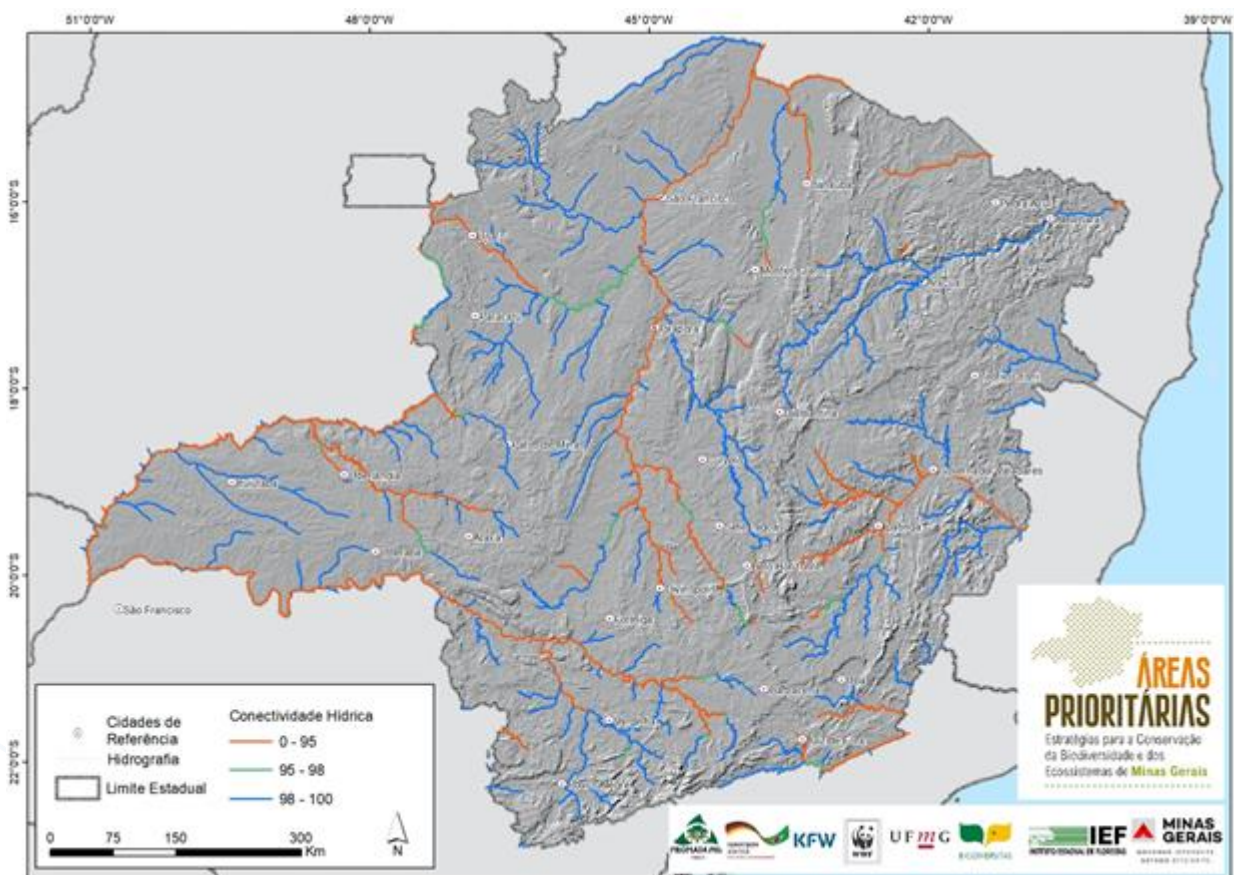
O grau de fragmentação dos rios do estado e a identificação de trechos (relativamente) livres de barreiras à dispersão da ictiofauna criticamente necessários à conservação da biodiversidade também foram abordados no trabalho.

No plano diagnóstico, a conectividade dos rios de Minas Gerais foi mapeada com base em metodologia proposta por Grill *et al.* (2019) em estudo global, que pode ser utilizada em diversas escalas, de acordo com as necessidades. A análise produz diferentes índices, como grau de fragmentação do rio (DOF) em cada trecho (ou seja, a extensão que está isolada a montante dos disruptores de conectividade), grau de regulação (DOR) de cada trecho (ou seja, o impacto dos usos que são feitos a montante na vazão do rio, em comparação à vazão natural) e grau de sedimentação (SED) de cada trecho. Os índices específicos são combinados em um índice sintético (CSI) que descreve o status de conservação de cada trecho de rio.



O fator que mais impacta na perda de conectividade hídrica é a existência de barramentos de Usinas Hidrelétricas (UHE) ou Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), contudo, outros usos dos rios e do território próximo também levam à perda de conectividade, especialmente atividades que aumentam a exportação de sedimentos, que geram efluentes domésticos ou industriais, ou que resultam na modificação física dos canais. Considerando-se rios de ordem 3, 4 e 5 no estado, 11.573 Km são considerados livres, 912 Km têm boa conectividade e 6.157 km têm baixa conectividade. A localização dos rios nos diferentes graus de conectividade estão ilustrados no Mapa 7.

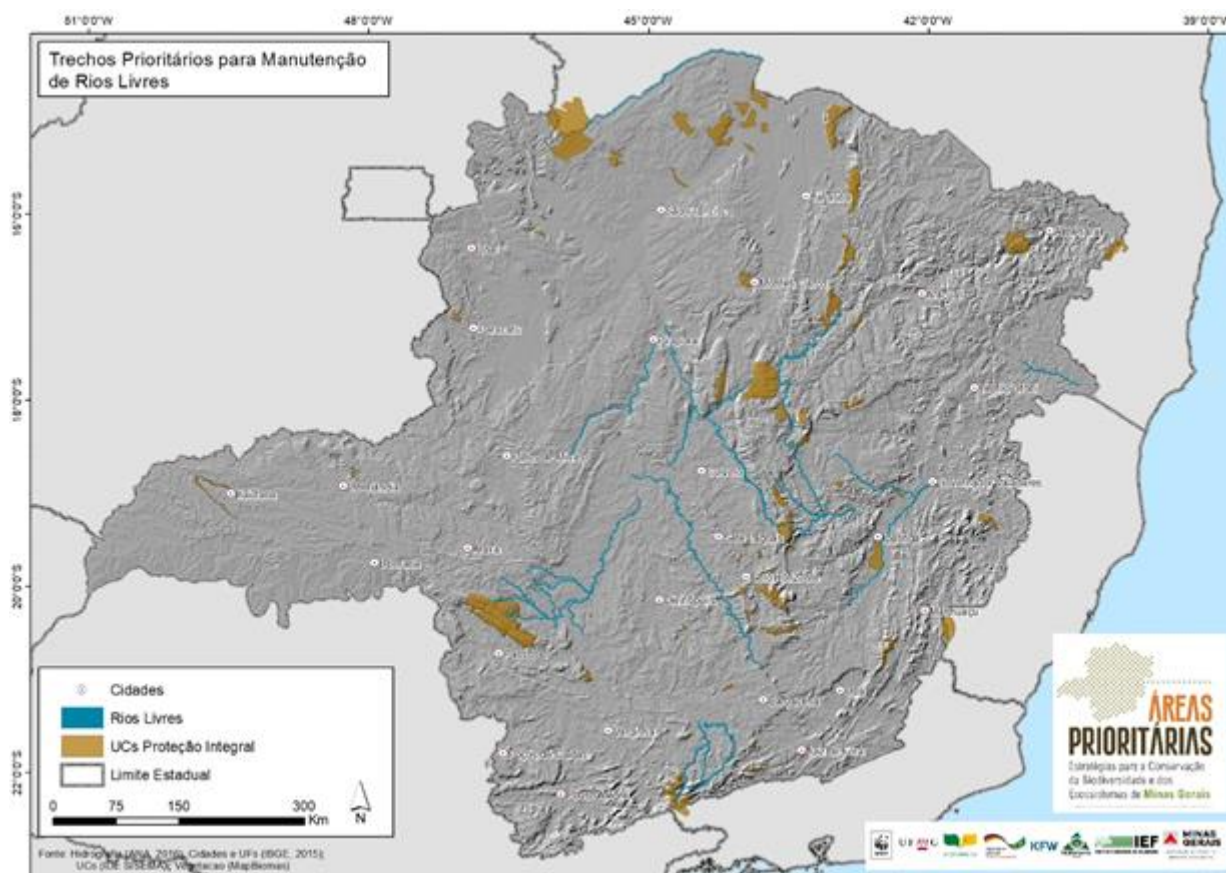
Mapa 7 — Índice de conectividade hídrica. Rios em azul são considerados livres, em verde, baixa fragmentação e em vermelho, alta fragmentação.



Fonte: WWF (2019)

No plano da priorização, elaborou-se mapa indicando trechos de rios prioritários para a manutenção e incremento da conectividade de habitat de ictiofauna e para a instituição de uma política de rios livres em Minas Gerais. Eles foram indicados pelo painel de especialistas em ictiofauna do Projeto por configurarem áreas críticas para: a) manutenção de fenômenos migratórios reprodutivos e recrutamento de novos indivíduos; b) manutenção da área de vida das espécies lóticis; c) manutenção de processos ecológicos raros ou ameaçados como os pulsos de inundação natural; d) manutenção do fluxo gênico e conservação das espécies, sobretudo ameaçadas de extinção; e (e) reposição dos estoques pesqueiros. Cabe notar que, no contexto de fragmentação de habitats aquáticos e regularização de sua vazão em Minas Gerais, os trechos priorizados são os últimos remanescentes livres significativos no estado, funcionando, portanto, como refúgios para essas espécies e processos ecológicos (MAPA 8).

Mapa 8 — Trechos prioritários para manutenção de rios livres



Fonte: WWF (2019)

### 3.1.5 Áreas Prioritárias para a Restauração

Para a orientação de políticas de restauração de ecossistemas aquáticos e terrestres, desenhou-se uma árvore de decisões que identificou o subconjunto das Áreas Prioritárias em que a restauração é mais necessária e alcançará os melhores resultados ecológicos para a biodiversidade e os recursos hídricos. Para tanto, os seguintes critérios foram empregados: (a) UP com 30 a 50% de vegetação natural, selecionadas em 80% ou mais das iterações de priorização de áreas) e pelo menos 5 alvos registrados; (b) UP com 50% ou menos de vegetação natural com os seguintes alvos: mananciais de abastecimento público, áreas de alto potencial para recarga hídrica, espécies-alvo de peixes de riacho, espécies-alvo de peixes microendêmicos, sítio BAZE ou mais de 30% das APP degradadas e carga potencial de exportação de sedimentos acima de mil toneladas por ano.

*Aliança Brasileira para Extinção Zero. – Portaria n 287, de 12 de junho de 2018.*

Os limiares de cobertura natural se explicam, vez que a estrutura da paisagem influencia significativamente as chances de sucesso dos esforços de restauração de áreas. Abaixo de 30% de cobertura, a escassez de fragmentos fonte para a colonização natural das áreas prejudica severamente a chuva de sementes, o recrutamento de novos indivíduos, a sucessão ecológica e a expansão e conexão dos fragmentos de vegetação natural. Já acima de 50% de cobertura natural, não há necessidade expressiva de restauração, pois a paisagem ainda se encontra íntegra, conectada e rica em espécies. Assim, o intervalo 30-50% de cobertura natural apresenta as melhores margens de retorno, por esforço de restauração para a diversidade biológica e a integridade da cobertura natural.

A alta insubstituibilidade e o número mínimo de alvos justificam-se por assegurar a concentração de esforços de restauração – sempre um processo custoso que dispõe de recursos limitados e, por vezes, conflituoso com interesses divergentes – nas UP de maior relevância ecológica.

Apesar das considerações acima sobre a estrutura da paisagem, alguns alvos especiais demandam esforço de restauração, mesmo quando a área se encontra antropizada além do limiar inferior de 30%. Nesses casos justifica-se o direcionamento de esforços de restauração pontuais e direcionados especificamente a sítios de menor extensão e altíssima relevância no interior das UP.

As áreas de drenagem de mananciais prioritários, as áreas de recarga hídrica e a distribuição da ictiofauna de riachos (frequentemente de distribuição restrita) convergem nas regiões de cabeceira (frequentemente centros de endemismos ou riqueza de espécies) e apresentam grandes sinergias entre si e relevância estratégica para a conservação de espécies e dos recursos hídricos.

Espécies-alvo de peixes microendêmicos são um grupo de importância ecológica absoluta (100% insubstituíveis) por sua distribuição extremamente restrita e susceptibilidade única à extinção – são visados pelo tráfico de biodiversidade e ocorrem em pequenas poças ou lagoas, em relevos tipicamente acessíveis (exploração econômica fácil), que, se suprimidas ou degradadas, podem resultar facilmente em perdas populacionais catastróficas ou extinção imediata de espécies inteiras. Similarmente, sítios BAZE são locais oficialmente reconhecidos como os últimos refúgios de espécies ameaçadas de extinção, ou seja, áreas totalmente insubstituíveis.

As áreas com menos de 30% de APP remanescentes e que exportam mais de uma tonelada de sedimento ao ano respondem expressivamente pelo assoreamento dos rios de Minas Gerais, prejudicando severamente a biodiversidade aquática e os recursos hídricos. Em geral, demandam apenas a restauração de APP ripárias, que representam áreas menores, cuja recomposição já é obrigatória, o que ajuda a reduzir seus custos de implantação.

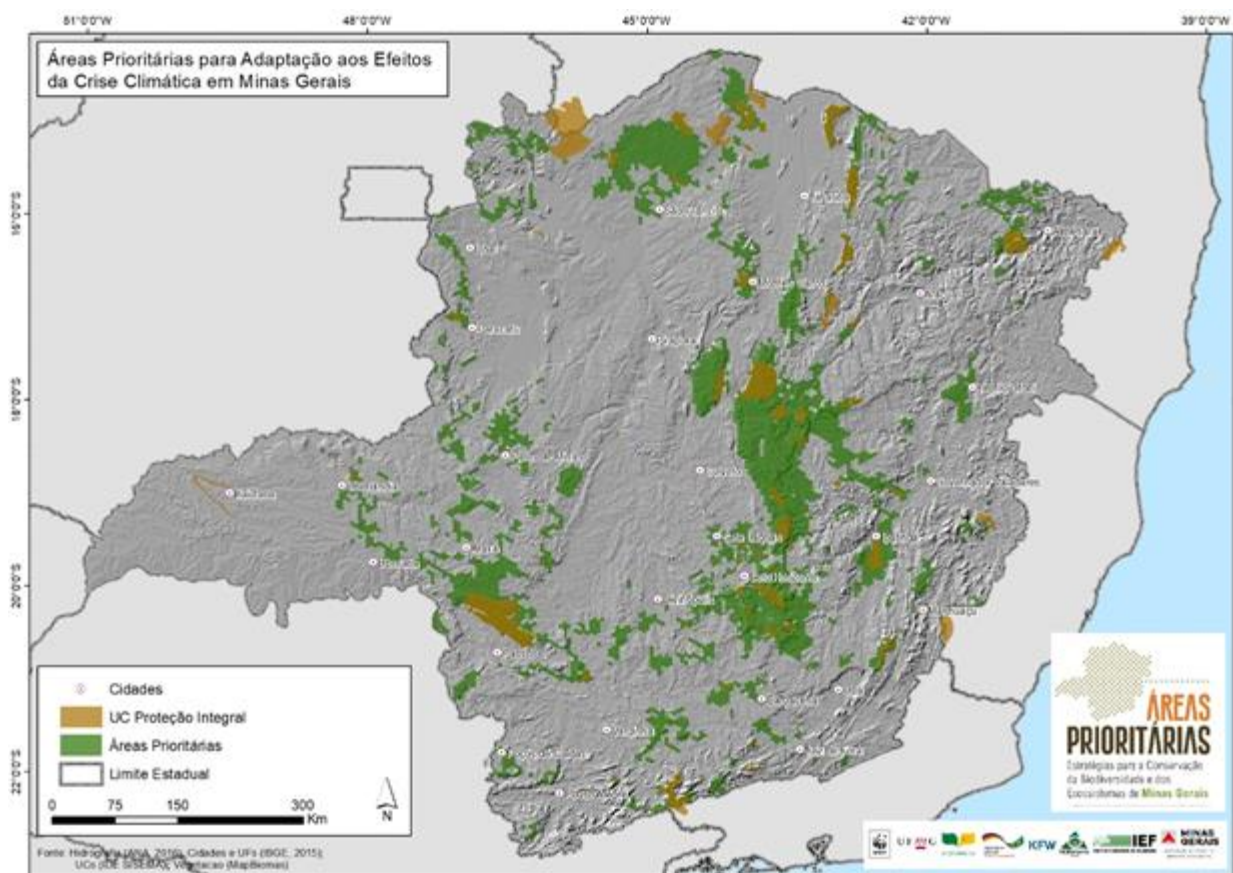
Em geral, a persistência desses alvos demanda apenas a restauração de APP ripárias, recomposição ou ampliação e conexão de habitats específicos e de distribuição muito restrita, o que ajuda a reduzir seus custos.

Complementarmente, trechos de rios prioritários (e faixas ripárias de 200 m) de grande relevância para a biodiversidade aquática ou estoques pesqueiros e alto grau de degradação foram individualmente selecionados e delimitados pelo painel de especialistas em ictiofauna do Consórcio e pelo IEF.

No Mapa 9, é possível observar as áreas prioritárias em que a restauração é mais necessária e alcançará os melhores resultados ecológicos para a biodiversidade e os recursos hídricos, com o exposto anteriormente.



Mapa 10 — Áreas prioritárias para adaptação aos efeitos da crise climática em Minas Gerais



Fonte: WWF (2019)

A necessidade de construção dessa estratégia de forma participativa e representativa levou à elaboração do Plano de Ação Estratégico (PAE). O PAE partiu dos resultados da priorização de áreas, cujos mapas orientativos de diferentes políticas setoriais a cargo dos órgãos ambientais de Minas Gerais foram trabalhados nos seguintes eixos temáticos, usados como fio condutor da sua elaboração: (a) Recuperação e Restauração de Ecossistemas; (b) Promoção de Práticas Sustentáveis e Corredores Ecológicos; (c) Áreas Protegidas; (d) Pesquisa e Projetos de Conservação da Biodiversidade; (e) Biodiversidade Aquática; (f) Recursos Hídricos; (g) Fiscalização Ambiental; e (h) Educação Ambiental.

### Teoria da Mudança

Método de desenho participativo de projetos empregado na construção do PAE que, a partir da identificação de uma situação-problema, define uma mudança almejada na realidade e traça um conjunto de estratégias para seu alcance, observando, sempre, a relação de causalidade entre as ações propostas e a mudança esperada. Aplicada esta Teoria, a compreensão das pressões ambientais e deficiências de gestão das Áreas Prioritárias sob o prisma de diferentes políticas setoriais foi facilitada, sendo possível planejar intervenções para a reversão desse quadro, avaliar as chances de sucesso e impactos dessas intervenções, considerando sua dificuldade e a relação causal entre elas e seus resultados de curto, médio e longo prazo. Além disso, foi possível identificar oportunidades, parcerias e sinergias para sua implantação.

Para cada eixo de ação foram definidos os seguintes elementos:

- (i) contexto: pressões ambientais e deficiências de gestão que incidem sobre as áreas prioritárias;
- (ii) mudança esperada: meta de reversão total ou parcial no horizonte de cinco anos;
- (iii) estratégias: linhas de atuação para alcance da mudança esperada, representam conjuntos de ações temática e logicamente encadeadas (planos) - limitadas a três ou quatro conforme o eixo temático;
- (iv) ações táticas: desdobramentos táticos das estratégias, representam as intervenções propriamente ditas e resultam em produtos aferidos por indicadores de eficácia - limitadas a três por ações por estratégia;
- (v) resultados (por ação): representam os impactos almejados no alcance da mudança esperada causados por cada ação; são aferidos por indicadores de efetividade;
- (vi) colaboradores (por ação): instituições da sociedade que podem colaborar com a execução das ações;
- (vii) oportunidades (por ação): oportunidades para implantação e formas de se tirar melhor proveito delas.

Em síntese, a construção deste Plano convocou governos, sociedade civil, usuários econômicos dos recursos naturais e comunidade científica a construir conjuntamente uma gestão comprometida das Áreas Prioritárias, fazendo jus a sua complexa rede de paisagens, riquezas, oportunidades e desafios.

#### **4. DISCUSSÃO**

Dentre os fatores que determinam a segurança hídrica, a manutenção das funções ecossistêmicas que produzem água doce em quantidade e qualidade suficientes aos usos presentes e futuros configura um fator crítico. O comprometimento dessas funções, intimamente relacionadas à persistência da biodiversidade, principalmente quando se considera a necessidade de manutenção da vazão ecológica no âmbito da segurança hídrica, representa tal gargalo ao sucesso da gestão dos recursos hídricos que requer atenção prioritária. Assim, os produtos do Projeto Áreas Prioritárias buscam orientar o planejamento espacial de políticas relativas à infraestrutura verde, biodiversidade aquática e gestão dos estoques pesqueiros, aproveitando as sinergias entre políticas de conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade.

##### **4.1 Conservação e restauração de infraestrutura verde crítica para recursos hídricos**

A identificação de áreas prioritárias para a recarga hídrica, permite a concentração de esforços na conservação ou restauração da cobertura natural e na promoção das melhores práticas de manejo da cobertura do solo, capazes de melhorar a infiltração e minimizar as perdas por escoamento superficial. Áreas de cobertura natural íntegra e de pastagens bem manejadas apresentam ótimas taxas de infiltração de água e recarga de aquífero. Campos em regiões de cabeceira são ainda altamente biodiversos, abrigando centros de riqueza e endemismo e manchas de ecossistemas relictuais. Uma combinação de políticas visando a promoção de um mosaico de usos do solo, integrando manchas de habitat natural e de usos alternativos que favoreçam a recarga dos aquíferos têm alto potencial na promoção da segurança hídrica e conservação das espécies conciliadas ao desenvolvimento econômico.

A integridade da cobertura natural do solo reduz, ainda, sua exportação de sedimentos expressivamente. Em particular, áreas de cobertura natural bem conservadas tipicamente apresentam os menores níveis de erosão dentre as coberturas do solo. Similarmente, florestas ripárias íntegras representam os melhores *buffers* para a retenção e filtragem de sedimentos e contaminantes, incluindo excesso de nutrientes e resíduos de pesticidas empregados na agricultura e carregados por escoamento superficial aos corpos d'água. Previnem, portanto, eventos de contaminação das águas, eutrofização, mortandades de peixes, assoreamento e colapso de habitat, bem como suas consequências negativas para o abastecimento público e de atividades econômicas, a navegação e a pesca.

A conservação e restauração da cobertura natural tendem, ainda, a ser significativamente mais baratas do que os custos de desassoreamento, reconformação geomorfológica, despoluição e tratamento de água. Representam, portanto, ações preventivas de alto valor estratégico e ótimo custo-benefício, sobretudo em faixas ripárias e áreas de drenagem que afetam bens ambientais mais críticos, como as regiões a montante de mananciais de abastecimento público ou áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade aquática.

#### **4.2 Gestão de áreas críticas para biodiversidade e estoques pesqueiros e sinergias com a gestão de recursos hídricos**

Embora representem menos de 1% da superfície terrestre, ecossistemas aquáticos apresentam altíssima biodiversidade, comparados a outros ecossistemas, concentrando, por exemplo, 25% das espécies de vertebrados. Também são fundamentais à persistência da biodiversidade terrestre, condicionando a oferta de habitat a comunidades ripárias, tipicamente e altamente biodiversas, fornecendo, ainda, recursos essenciais à grande parte da fauna terrestre (dessedentação e forrageio), que por sua vez desempenha papel crítico na persistência da flora terrestre como um todo. O ecótono composto por ecossistemas dulcícolas e ripários concentra, portanto, porção desproporcionalmente alta da biodiversidade continental, configurando ecossistema chave para sua conservação. De fato, estudos recentes demonstram que a [biota dulcícola configura o melhor grupo guarda-chuva](#), pois sua conservação assegura a conservação da biodiversidade terrestre, mas a recíproca não é verdadeira (LEAL et al., 2020).

Conjunto total de organismos vivos de água doce.

A biota aquática continental fornece ainda bens e serviços ecossistêmicos altamente relevantes. A ciclagem de nutrientes contribui largamente para a auto-depuração da água, fundamental para a manutenção de todos os usos múltiplos e é mais barata do que sua despoluição artificial. O fornecimento de estoques pesqueiros sustenta a cadeia da pesca de água doce. Em Minas Gerais, a pesca comercial e de subsistência permitem a sobrevivência física e cultural das populações tradicionais associadas a elas e representam fonte proteica significativa para consumidores finais e populações ribeirinhas. A pesca comercial, embora menos expressiva que a marinha, movimenta economia relevante para milhares de famílias, muitas das quais não dispõem de alternativa de renda. Já a pesca recreativa apresenta imenso potencial ecoturístico altamente lucrativo ainda subaproveitado no estado.

Além dessas sinergias que se manifestam mais expressivamente nos ambientes de calha, como já discutido, anteriormente, as regiões de cabeceira desempenham papel multifuncional estratégico para proteção de mananciais, recarga hídrica e conservação de ictiofauna de distribuição restrita.

Evidentemente a persistência de toda essa biodiversidade e bens ou serviços por ela fornecidos depende sobremaneira da quantidade e qualidade da água disponível.

Aqui, novamente, o papel da infraestrutura verde se destaca na manutenção da qualidade dos ambientes aquáticos, pois a largura e integridade das faixas de vegetação ripária influenciam pesadamente a riqueza e biomassa da ictiofauna nos trechos que protegem através de uma série de efeitos sobre a qualidade da água enquanto habitat (DALA-CORTE et al., 2020).

Similarmente relevante, é a manutenção de trechos livres suficientes à manutenção das espécies lólicas e às migrações reprodutivas, política que exige equilibrar as demandas conflitantes pelos usos da água tanto para a conservação da biodiversidade e estoques pesqueiros quanto para a geração de energia elétrica.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados do Projeto Áreas Prioritárias, percebe-se uma complexa teia de processos ecológicos, que se influenciam reciprocamente, e condicionam a oferta hídrica para seus mais diversos usos. Os produtos identificaram exatamente as áreas que oferecem as melhores margens de retorno e sinergias entre esses processos para que o investimento na revitalização das funções ecossistêmicas que afetam um dos usos múltiplos cascadeie para todos os demais, otimizando os ganhos dos esforços na garantia da segurança hídrica no estado.

## REFERÊNCIAS

BALL, Ian R.; POSSINGHAM, H. P.; WATTS, M. **Marxan and relatives**: software for spatial conservation prioritisation. In: MOILANEN, A., WILSON, K. A.; POSSINGHAM, H. P. (Ed). *Spatial conservation prioritisation: quantitative methods and computational tools*. New York: Oxford University Press, 2009, p. 185-195, 2009 apud WORLD WIDE FUND FOR NATURE - WWF. **Planejamento Sistemático para a Conservação**. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/programa\\_ciencias/textos\\_15012018/psc\\_15012018](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/programa_ciencias/textos_15012018/psc_15012018) Acesso em: 5 ago. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre Diversidade Biológica**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/convencao-sobre-diversidade-biologica>. Acesso em: 18 nov. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade** – EPANB: 2016-2020. Brasília: MMA, 2017. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/world/br/br-nbsap-v3-pt.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

DALA-CORTE et al., **Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the neotropical region**. *Journal of Applied Ecology*, London, p. 1–12, jul. 2020. DOI: 10.1111/1365-2664.13657

DRUMMOND, G. M. (Org) et al. **Biodiversidade em Minas Gerais**: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte : Fundação Biodiversitas, 2005. 222p.

FONSECA, A. F. Q. **Vulnerabilidade socioambiental e de saúde da população dos municípios mineiros e os impactos das mudanças climáticas**. 2017. 244 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Centro de Pesquisas René Rachou, Fiocruz, Belo Horizonte, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Planejamento Sistemático da Conservação**. Brasília: Ibama, 2010.



LEAL C. G. et al., **Integrated terrestrial-freshwater planning doubles conservation of tropical aquatic species**. Science, Washington, DC, v. 370, p. 117-121, 2020. DOI: 10.1126/science.aba7580

LOYOLA, R. D.; LEWINSOHN, T. M. Diferentes abordagens para a seleção de prioridades de conservação em um contexto macrogeográfico. **Revista Megadiversidade Conservação Internacional**, Belo Horizonte, v. 5, dez. 2009. Disponível em: [https://web.conservation.org/global/brasil/publicacoes/Documents/Megadiversidade\\_desaafios\\_cientificos.pdf](https://web.conservation.org/global/brasil/publicacoes/Documents/Megadiversidade_desaafios_cientificos.pdf) Acesso em: 5 ago. 2020

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. **Systematic Conservation Planning**. Nature, United Kingdom, v. 405, p. 243-253, 2000. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/35012251>. Acesso em: 5 ago. 2020.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE - WWF. **Projeto Áreas Prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e dos Ecossistemas de Minas Gerais**. Brasília, 2019. Relatório de Acompanhamento Etapas 1 a 4 Não Publicado.

A photograph of a waterfall cascading down a rocky, moss-covered cliff. The water is white and frothy as it falls. The surrounding landscape is rugged and green. There are white decorative wavy lines in the top-left and bottom-right corners of the image.

# PARTE IV SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS

# PROGRAMA ESTRATÉGICO DE SEGURANÇA HÍDRICA E REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MINAS GERAIS - SOMOS TODOS ÁGUA

Andréia Rodrigues Frois<sup>1</sup>  
Fernanda Nunes Magalhães<sup>2</sup>  
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes<sup>3</sup>  
Heitor Soares Moreira<sup>4</sup>  
Lilian Márcia Rodrigues de Resende<sup>5</sup>  
Marília Carvalho de Melo<sup>6</sup>  
Nádia Antônia Pinheiro Santos<sup>7</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

O Programa Somos Todos Água foi concebido, em 2019, pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), órgão gestor de recursos hídricos, em um contexto em que o estado tem enfrentado problemas ambientais crescentes e complexos - crise hídrica (2014-2018), rompimento da barragem de Fundão em Mariana (2015) e do Córrego do Feijão em Brumadinho (2019), além de conflitos pelo uso da água - tornando-se premente o desenvolvimento de ações que tenham a água como foco principal de planejamento e gestão do território. Tais ações devem auxiliar na regulação da oferta e da demanda e na gestão de risco a eventos extremos, mas sobretudo, ser indutor do processo de revitalização das bacias hidrográficas em Minas Gerais.

### Antecedentes...

- **Criação do grupo de acompanhamento da situação hídrica, em 2017**, no âmbito do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), com quatro linhas de ação, a saber: governança, enfrentamento do período crítico, segurança hídrica, eficiência e sustentabilidade. Na esfera da governança, iniciaram-se as discussões sobre a elaboração de um projeto de revitalização das bacias hidrográficas de Minas Gerais.
- **Estruturação de um projeto estratégico voltado a segurança hídrica do Estado, em 2018**, com a coordenação geral da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e condução técnica do Igam, em parceria com o Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam). O processo de planejamento e execução direcionou para ampliação do seu escopo inicial, em função de natureza multidisciplinar da gestão hídrica e do caráter integrador da água nas agendas ambiental, social e econômica, resultando no *Programa Somos Todos Água* (FIGURA 1).

Resolução  
Conjunta  
SEMAD/FEAM/IE  
F/IGAM nº 2548

1 Tecnóloga em Gestão Ambiental. Especialista em Geoprocessamento. Analista Ambiental do Igam.

2 Administradora de Empresas. Especialista em Gestão Pública. Analista Ambiental no Igam.

3 Geógrafo. Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Gestor Ambiental no Igam.

4 Engenheiro Ambiental. Mestre em Tecnologia e Inovações Ambientais. Analista Ambiental do Igam.

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

6 Engenheira Civil. Doutora em Recursos Hídricos. Secretária de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Governo de Minas Gerais.

7 Geógrafa. Mestre em Geografia e Análise Ambiental. Gestora Ambiental no Igam.

Figura 1 – Processo de construção do Programa Somos Todos Água



Fonte: adaptado de Igam (2019)

O Programa Somos Todos Água foi lançado na Semana da Água de 2019 e, na sequência, selecionado como um projeto estratégico do Governo de Minas 2020-2023, tendo como objetivo ampliar a segurança hídrica no estado, a partir da promoção de ações integradas e permanentes. Está em conexão com o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), que busca, igualmente, a conservação, recuperação, manejo e uso sustentável dos recursos naturais em situação de vulnerabilidade a partir de ações integradas entre estados e o governo federal. Nesse sentido, tais programas tornaram-se elos de diálogos entre as duas esferas governamentais, que buscam a conjugação de esforços em prol da melhoria hidroambiental.

#### DIRETRIZES DO PROGRAMA

- ✓ Definição de áreas prioritárias, bacias hidrográficas, para a conservação ou revitalização de bacias no Estado de Minas Gerais;
- ✓ Articulação de políticas públicas no âmbito dos órgãos de Estado, no sentido de otimizar esforços e maximizar resultados;
- ✓ Planejamento integrado com o estabelecimento de metas de curto, médio e longo prazo;
- ✓ Otimização do uso dos recursos financeiros; e
- ✓ Transparência das ações com a disponibilização e compartilhamento das informações à sociedade.

## 2 SEGURANÇA HÍDRICA NO CONTEXTO DO PROGRAMA

Segurança hídrica é um termo relativamente recente na gestão de recursos hídricos e, por esse motivo, é tratado de forma implícita nas Políticas Nacional e Estadual, respectivamente, estabelecidas nas Leis nº 9.433/97 e nº 13.199/99.

Em 2000, durante o [2º Fórum Mundial da Água \(FMA\)](#), uma [Declaração Ministerial](#) definiu segurança hídrica como a capacidade de garantir a proteção e a recuperação dos ecossistemas aquáticos, o acesso das populações a água potável, em quantidade e qualidade, para a vida saudável e produtiva, possibilitando o desenvolvimento sustentável e a diminuição dos riscos relacionados à água. O documento ainda destaca os desafios para essa segurança, sendo eles: atender às necessidades básicas das populações, garantir o suprimento de alimentos, proteger ecossistemas, compartilhar as águas, o gerenciamento de riscos, valorização e a governança da água.

Realizado em Haia – Holanda (2000), teve como objetivo discutir e propor soluções para problemas relacionados à água.

A Organização das Nações Unidas (2014) definiu a segurança hídrica como sendo a 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. O termo envolve quatro dimensões: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência, como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país.

O Plano Nacional de Segurança Hídrica (2019) adota essas dimensões em sua proposição conceitual, mas cabe ressaltar que as ações propostas estão focadas, sobretudo, na infraestrutura hídrica.

No âmbito do *Programa Somos Todos Água*, considera-se também que a infraestrutura hídrica é uma condição essencial para a garantia de água em algumas regiões, mas compreendendo os desafios hoje apresentados em Minas Gerais para o alcance da segurança hídrica, considerou-se igualmente necessário discutir os conceitos **revitalização de bacias** e **governança da água**.

A revitalização de bacias remete ao conjunto de ações ambientais integradas que visa a melhoria da disponibilidade de água, em quantidade e qualidade, para os usos múltiplos, conservação e recuperação dos ecossistemas aquáticos e a melhoria dos serviços ambientais (MACHADO, 2008). Enquanto a governança refere-se ao processo de interações, baseada na valorização de negociações, diálogos e trabalho em rede, cujas interações e relações entre os atores são essenciais para a tomada de decisão e obtenção dos resultados almejados (TROPP, 2007). A revitalização de bacias somada a boa governança da água possibilita, então, alcançar a segurança hídrica de um território. Por conseguinte, a abrangência conceitual da segurança hídrica cria um elo fundamental, principalmente, entre as gestões hídrica e a ambiental, por meio das diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/1981, correlacionando diferentes instrumentos e agendas governamentais.

## 3 O PROGRAMA SOMOS TODOS ÁGUA

Quarto estado brasileiro em extensão territorial - 586.528 km<sup>2</sup>, Minas Gerais tem posição estratégica no cenário nacional por abrigar em seu território dezessete bacias hidrográficas de rios de domínio da União, com nascentes e tributários responsáveis por contribuir para o abastecimento de importantes regiões de outros Estados, como por exemplo, São Paulo, Espírito Santos e Rio de Janeiro (IGAM, 2018). Essa relevância no contexto hídrico nacional soma responsabilidades ao poder público, que tem a incumbência de resguardar os usos múltiplos da água nesses territórios.

Seguindo este propósito, o *Programa Somos Todos Água* objetiva garantir a segurança hídrica do Estado, com ações de revitalização de bacias visando a:

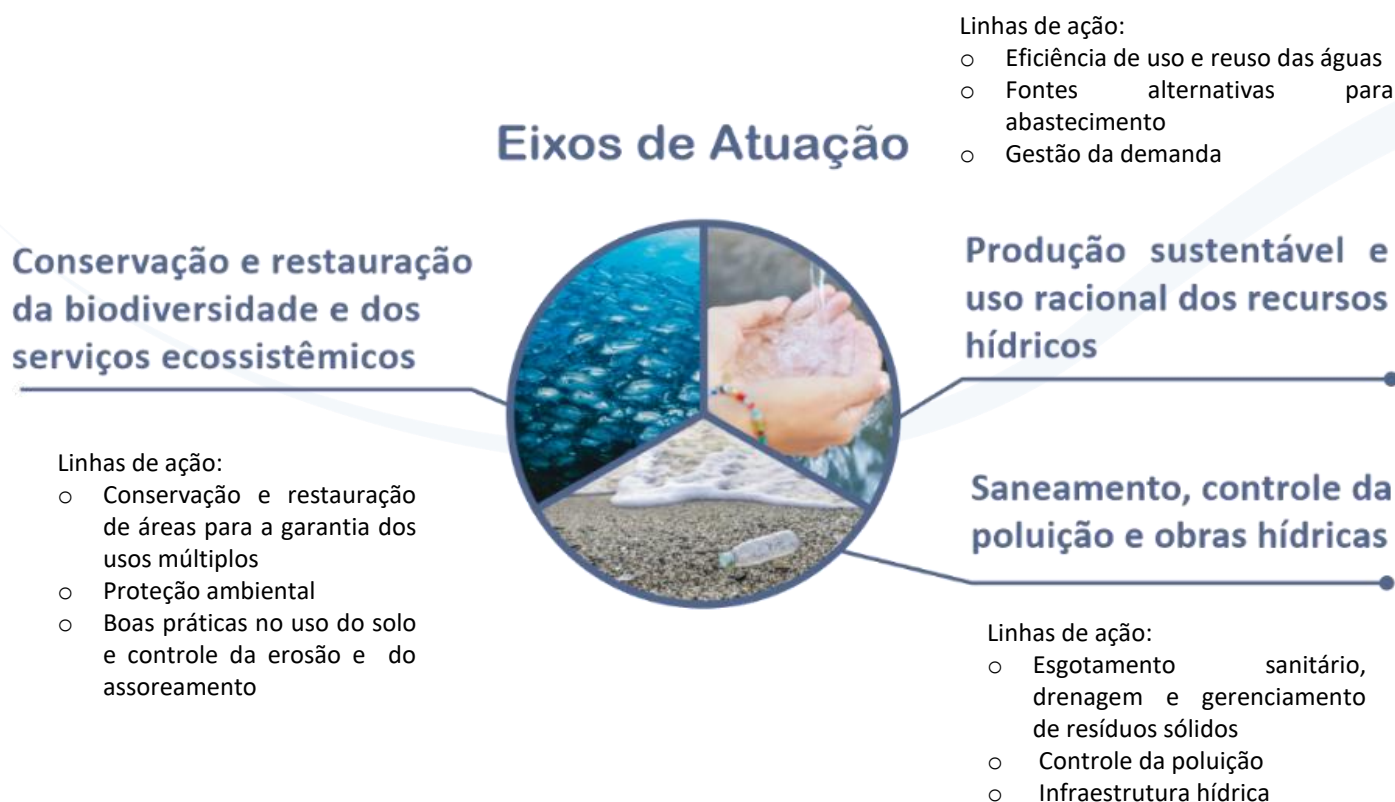
- conservação e recuperação da cobertura vegetal e da biodiversidade;
- controle da poluição e manutenção da quantidade e qualidade da água;
- uso racional dos bens e serviços ecossistêmicos e garantia de sua provisão, principalmente daqueles associados à água.

A área de atuação do Programa é o território mineiro. E, para maior efetividade das ações, serão definidas áreas prioritárias que apresentem maior relevância, capacidade de resposta, benefícios à sociedade e o aproveitamento dos investimentos realizados para alcance dos objetivos propostos (IGAM, 2020).

### 3.1 Eixo de atuação

Idealizado sob a ótica da segurança hídrica e considerando as especificidades do Estado, a definição dos eixos de atuação do Programa buscou manter relação direta com as quatro dimensões do PNSH: Humana, Econômica, Ecológica e de Resiliência (FIGURA 2).

Figura 2 – Eixos de atuação do Programa Somos Todos Água



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

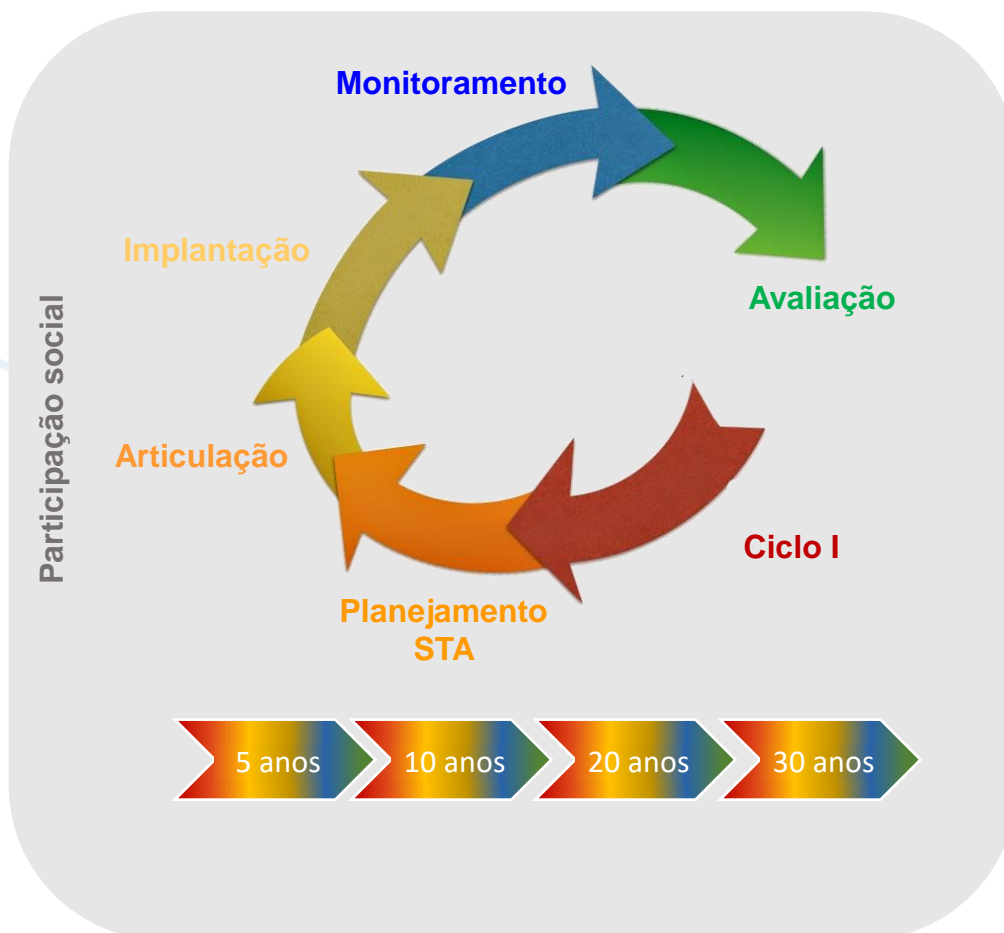
### 3.2 Arranjo Institucional do Programa Somos Todos Água

O Programa *Somos Todos Água* tem como premissa a integração de projetos, planos e ações de diferentes instituições públicas e privadas criando um modelo de gestão transversal, intersetorial e sistêmico. Baseia-se na construção de um portfólio de projetos e ações estratégicas, negociadas nos três níveis federativos, com a complementariedade das intervenções e a implementação coordenada destas em áreas prioritárias, previamente definidas, considerando o grau de vulnerabilidade para a segurança hídrica.

Nesse contexto, arranjos institucionais são essenciais para a eficácia de políticas públicas, em especial aquelas voltadas à preservação e governança dos recursos hídricos. Esse arranjo deve ser moderno, assertivo e agregador dos diversos atores, públicos e privados, de forma a garantir a continuidade das ações. Também deve ser aprimorado continuamente, corrigindo imperfeições e ajustando sua arquitetura de articulação estratégica sempre que necessário, viabilizando o cumprimento dos objetivos e resultados efetivos para a sociedade, como uma política de estado tem que ser.

Tratando-se de um processo complexo e com múltiplas variáveis, com horizonte temporal de 30 anos, a estrutura do Programa se dará em ciclos de implementação, com revisões periódicas de aperfeiçoamento, tanto das metas como dos processos, da mesma forma em que se dará a busca por recursos financeiros para sua execução. Esse arranjo poderá garantir a continuidade do Programa a longo prazo (FIGURA 3).

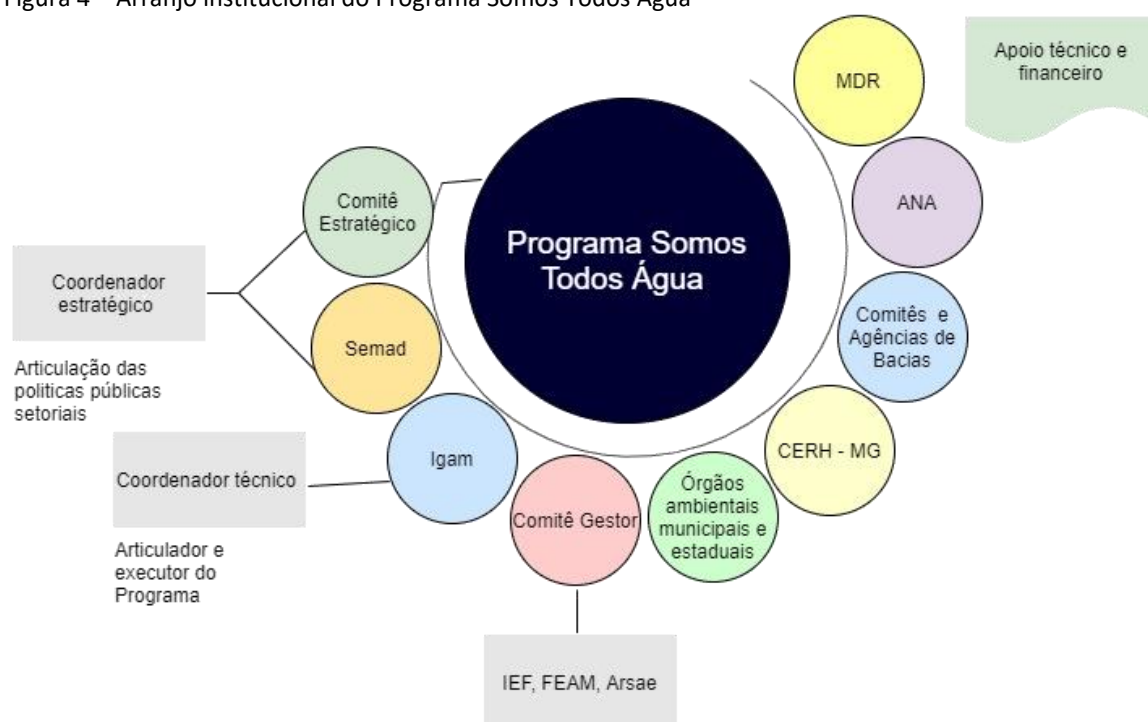
Figura 3 – Ciclos de implementação do Programa Somos Todos Água



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

Na Figura 4, buscou-se apresentar a complexidade e a dimensão do programa, associada ao envolvimento dos atores necessários à sua execução, considerando os seus três eixos de atuação.

Figura 4 – Arranjo institucional do Programa Somos Todos Água



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

Nesse arranjo, a Semad tem o papel de coordenação Geral, e o Igam, a coordenação técnica. O IEF, Feam e a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (Arsae), parceria e apoio na definição de estratégias e execução do programa em suas respectivas áreas. Os demais entes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH) têm papel fundamental, devendo contribuir ao longo de todo processo. Detaca-se, ainda, o MDR que integra esse arranjo como um importante parceiro técnico.

Cabe pontuar que a centralização da implementação do Programa no Igam possibilita as condições e o ambiente para uma ação eficaz do poder público na implementação das intervenções recomendadas nos componentes do Programa Somos Todos Água, voltadas à ampliação da oferta hídrica ou prevenção dos efeitos de eventos hidrológicos críticos, em articulação com os demais atores necessários, sejam eles públicos ou privados. Compete ao órgão a função de interlocução e negociação nesse processo, mediando conflitos e prevenindo a captura por interesses específicos, que o faz através do Comitê Gestor.

### 3.2.1 Gestão estratégica do Somos Todos Água

A gestão estratégica do Programa estará a cargo de um grupo interinstitucional definido como o Comitê Estratégico, que contará com as mais altas esferas do poder executivo estadual num compromisso comum dos participantes no estabelecimento de mecanismos de articulação e cooperação de modo sinérgico. Seu objetivo é a implantação de políticas públicas de integração permanente entre a população local e o poder público, tendo como premissa a otimização dos recursos financeiros e a tomada de decisão eficiente com a finalidade de proteção dos recursos naturais, o uso racional e o desenvolvimento sustentável do Estado.



Embora ainda em processo de institucionalização, esse Comitê já atua de forma integrada, com a participação da Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão (Seplag), Secretaria de Estado de Governo (Segov) e Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa). Em sua institucionalização, outras secretarias serão integradas.

Essa gestão conta ainda com o **Comitê Gestor** (CG), instituído por meio da Resolução Conjunta SEMAD/IEF/FEAM/IGAM/ARSAE nº 2.848/2019, considerando o papel e a expertise de cada instituição componente e os eixos de atuação do programa. Para indicação dos atores necessários à sua condução, coube ao Igam a definição daqueles que auxiliem nas questões ligadas à política estadual de recursos hídricos, o controle, monitoramento e regulação dos seus usos, ao IEF aqueles ligados ao desenvolvimento das políticas florestais, recursos naturais renováveis e biodiversidade, à Feam os associados às mudanças climáticas, energias renováveis, qualidade do ar, solo e de efluentes líquidos e de resíduos sólidos e, por fim, a cargo da Semad e Arsaes aqueles ligados ao saneamento. Essa estrutura será ampliada durante toda a execução dos trabalhos.

## COMPETÊNCIAS DOS COMITÊS

### ESTRATÉGICO\*

- I) Propor, orientar e aprovar o planejamento do Programa consoante as políticas de recursos hídricos;
- II) Acompanhar as atividades desenvolvidas no âmbito do Programa;
- III) Articulação político-gerencial com as demais instâncias de governo;
- IV) Indicar alterações ou alternativas estruturais na sua condução;
- V) Articular e providenciar recursos financeiros para execução do Programa.

### GESTOR

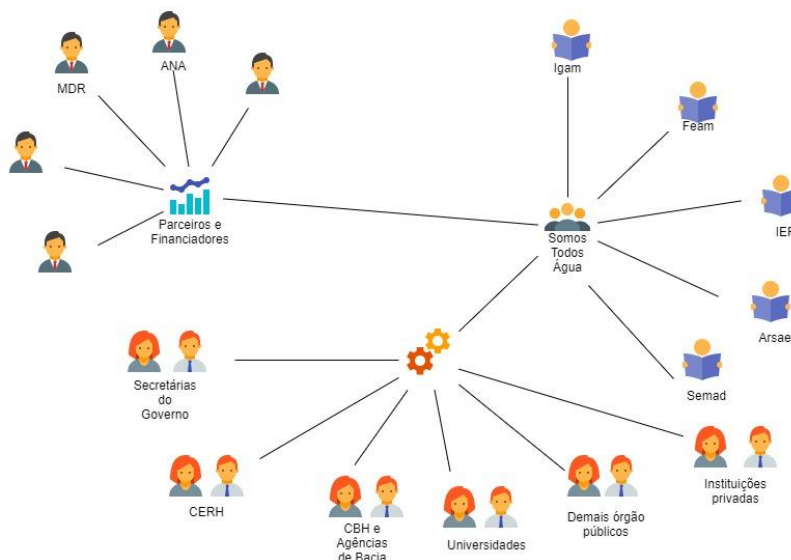
- I) Desenvolvimento de ações integradas e permanentes nas bacias prioritárias com vistas à segurança hídrica;
- II) Promover a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos nas bacias prioritárias, principalmente aqueles relacionados aos usos múltiplos da água;
- III) Incrementar e resguardar a regularidade da oferta de água;
- IV) Restaurar os processos ecológicos e áreas degradadas;
- V) Incentivar a ampliação e incremento da rede de tratamento de esgoto, por meio de ações de regulação;
- VI) Estabelecer ações para promoção do uso racional de recursos hídricos e fomento ao reuso e aproveitamento de água de chuva.

\* Em processo de formalização.

### 3.3 Conectividade dos projetos

Questão central na concepção do Programa, a conectividade de projetos, planos e ações de diferentes instituições públicas e privadas é vista como a melhor forma de garantir a segurança hídrica do estado, com a divisão de tarefas, responsabilidades e formalização de uma rede de parcerias. É essa conectividade de projetos e organização em rede, que garantirá a continuidade do Programa ultrapassando governos, tornando-se uma Política de Estado (FIGURA 5).

Figura 5 – Rede de conexões do Programa Somos Todos Água



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

### 3.4 Projeto Estratégico do Governo de Minas Gerais

No âmbito do Projeto Estratégico de Governo, o *Somos Todos Água* é composto por duas metas:

- 1) Plano Mineiro de Segurança Hídrica – planejamento, com a possibilidade de financiamento pelo MDR; e
- 2) Projeto de revitalização da bacia hidrográfica do rio Paraopeba – primeiro projeto associado, com possibilidade de financiamento pela Vale S/A como compensação pelos danos do rompimento da barragem.

Outro projeto associado, em negociação com o MDR, é o Projeto de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Viamão, conectado ao Programa Nacional de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Figura 6 – Projetos Associados ao Programa Somos Todos Água



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

### 3.4.1 Plano Mineiro de Segurança Hídrica

Organizado nos três eixos do *Programa Somos Todos Água*, o Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH) está em fase de contratação. O PMSH consiste em uma ferramenta de planejamento de estado com intervenções estratégicas que permitirá à Administração Pública a integração de ações setoriais com a finalidade da gestão eficiente dos recursos hídricos, promovendo a segurança hídrica e, por consequência, o desenvolvimento econômico e social das diversas regiões do estado.

As principais etapas do PMSH são:

Figura 7 – Etapas de desenvolvimento do PMSH



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

O diagnóstico da situação de segurança hídrica em Minas Gerais avaliará a infraestrutura hídrica atual e de saneamento básico, as condições de oferta e demanda pelos recursos hídricos, os fatores que exercem pressão sobre a disponibilidade qualitativa da água, a vulnerabilidade à eventos extremos (cheias e secas) e de conservação, recuperação, manejo e uso sustentável dos recursos naturais. Essas informações são essenciais na identificação de áreas prioritárias e na proposição de um planejamento de curto, médio e longo prazo, possibilitando a programação de investimentos públicos em infraestrutura hídrica e em ações de revitalização de bacias.

A seleção das áreas prioritárias para segurança hídrica considerará os critérios técnicos definidos no livro *Gestão de Bacias Hidrográficas: Critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização* (IGAM, 2018):

1. População beneficiada
2. Índice de desenvolvimento humano
3. Áreas com baixo grau de preservação da cobertura vegetal
4. Área de cabeceira da bacia hidrográfica
5. Relevância da biodiversidade dos ecossistemas aquáticos
6. Áreas de pastagens degradadas
7. Susceptibilidade à erosão
8. Áreas com potencial para recarga de aquíferos
9. Mananciais estratégicos para o abastecimento público
10. Alta demanda de água superficial
11. Alta demanda de água subterrânea



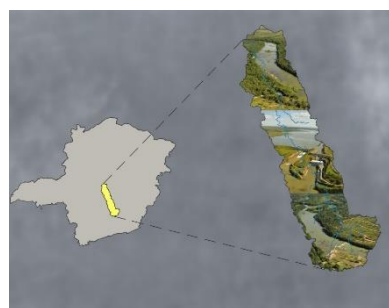
Essas definições deverão considerar aquelas já propostas nos Planos Diretores de Bacias, que em sua construção coletiva estabelecem soluções para os problemas de forma regionalizada. No portfólio, essas ações serão detalhadas dando um caráter mais executivo, com a entrega, inclusive, de termos de referência para contratação imediata.

Se por um lado o Programa Somos Todos Água, por meio do PMSH, aproveitará as ações já definidas nos Planos, por outro ele possibilitará, por meio do seu arranjo institucional robusto e sua capacidade de conexão em rede entre instituições, a implementação dessas ações impulsionando o aumento no Índice do IPA.

Além disso, espera-se com a implementação do PMSH haja a otimização de investimentos financeiros no território e a tomada de decisões eficientes para a boa gestão, conservação e recuperação dos recursos naturais.

### 3.4.2 Projeto Piloto Paraopeba

O rompimento na Barragem 1 da mina Córrego do Feijão, da Companhia Vale S.A, no município de Brumadinho, na região metropolitana de Belo Horizonte, provocou um dos mais graves desastres em barragens de mineração no mundo. Foram lançados aproximadamente 13 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos de mineração na Bacia do Rio Paraopeba, no trecho que vai do município de Brumadinho até o reservatório de Três Marias, causando grandes impactos ambientais e sociais.



Neste contexto, objetivando a recuperação socioambiental foi concebido o Projeto de Revitalização da Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba, cujo recursos financeiros serão provenientes de medida compensatória da Companhia Vale S.A, com uma articulação conjunta entre Semad, IEF e Igam. O projeto é organizado nos eixos de atuação do Programa Somos Todos Água e no Quadro 1 é apresentado o seu escopo.

Quadro 1 – Escopo do Projeto de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba

EIXO	OBJETIVO	AÇÕES	EXECUÇÃO	RESPONSÁVEL
Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos	Desenvolver ações para a melhoria da qualidade ambiental da bacia do rio Paraopeba.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperação de áreas de pastagem degradada e estradas vicinais;</li> <li>Mitigação dos processos contaminantes de água subterrânea nos poços; e</li> <li>Promoção de ações visando o saneamento básico rural, reuso e aproveitamento de água de chuva.</li> </ul>	2020 - 2025	Igam
Saneamento, controle da poluição e Obras Hídricas	Universalizar o saneamento básico nos municípios diretamente impactados da Bacia do Rio Paraopeba, com intervenções que promovam distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implantação do sistema de esgotamento sanitário (rede coletora, tratamento e disposição adequada);</li> <li>Instalação, recuperação e ampliação do sistema de abastecimento de água (adequação do manancial, adução, elevatórias, tratamento e rede de distribuição).</li> </ul>	2021 - 2022	Semad
Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos	Realizar ações relacionadas à proteção e recuperação ambiental no estado de Minas Gerais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regularização Ambiental;</li> <li>Recuperação de áreas de recarga hídrica.</li> </ul>	2020 - 2025	IEF

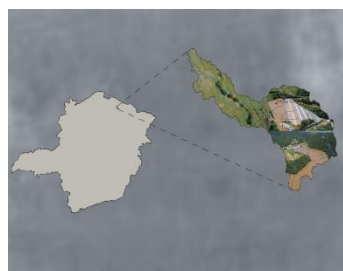
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Esses projetos têm como metas a melhoria dos indicadores de tratamento e distribuição de água potável, coleta e tratamento de esgoto doméstico, além de melhorar o Índice de Qualidade da Água – IQA no trecho atingido, deixando-o com conceito bom ou excelente.

Espera-se com o projeto piloto melhorar a qualidade da água do rio Paraopeba, permitindo os mais diversos usos e assim, proporcionar segurança hídrica para os usufrutuários dos recursos da bacia.

### 3.4.3 Projeto de Revitalização na Bacia Hidrográfica do Rio Viamão

A Bacia Hidrográfica do Rio Viamão, tributário do Rio São Francisco, totaliza 81,05 km<sup>2</sup> de área de drenagem, localizada no norte do estado de Minas Gerais e abarca o município de Mato Verde, com uma população estimada em 12.500 habitantes. O município está inserido no polígono das secas, semiárido mineiro, e é considerado de clima quente e seco. A economia é essencialmente agrícola, prevalecendo o minifúndio rural como unidade produtiva. A maioria são pequenos produtores que possuem áreas entre 1 (um) a 50 (cinquenta) hectares.



Sofrendo com as intervenções humanas ao longo dos anos, os impactos na cobertura vegetal original, especialmente no papel que ela exerce na proteção do solo contra os efeitos erosivos, foi um dos primeiros fatores responsáveis pelo processo de degradação das terras. Este fato pode comprometer a qualidade da água do rio Viamão, intensificar a diminuição da quantidade de água no período de estiagem e interferir na produtividade da terra.

Neste sentido, o Projeto de Revitalização na Bacia Hidrográfica do Rio Viamão objetiva atuar nas áreas degradadas e estratégicas para conservação ambiental da bacia. De modo geral, contempla ações estruturantes (obras de infraestrutura) e não-estruturantes (infraestrutura verde e medidas de gestão) organizadas nos eixos de atuação do *Somos Todos Água* (QUADRO 2).

Quadro 2 – Escopo do Projeto de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Viamão

EIXO	OBJETIVO	AÇÕES
Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos	Promover manejo adequado do solo para mitigar processos erosivos e aumento da taxa de infiltração, dentre outros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de Sistema de minibacias (barraginhas para contenção de água de chuva);</li> </ul>
Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos	Promover a conservação da biodiversidade e a disponibilidade de bens e serviços relacionados à água. Incluem-se aqui a melhoria da infiltração e da recarga hídrica e o controle da erosão e do assoreamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperação e conservação de Área de Preservação Permanente Ripária;</li> <li>• Recuperação de pastagens degradadas.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Espera-se com a execução do projeto beneficiar a população urbana e rural de Mato Verde por meio da proteção e recuperação de áreas estratégicas para preservação das coleções hídricas e conservação do solo, considerando as melhores práticas ambientais. Nos aspectos sociais pretende-se ainda sensibilizar a comunidade para manutenção e continuidade das boas práticas adotadas.

### 3.5 Fontes de financiamento

Uma das possibilidades para viabilizar a implementação das ações do Programa Somos Todos Água é o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais ([Fhidro](#)).

Mais informações  
sobre o Fhidro  
<http://www.igam.mg.gov.br/fhidro>

Soma-se, ainda, os orçamentos próprios e fundos de financiamento específicos de cada secretaria que tem interface com o Programa. Pode-se unir a esse esforço coletivo, em caso de concordância dos comitês de bacias hidrográficas, os recursos financeiros provenientes da cobrança pelo uso da água, inclusive já praticados nas Bacias dos rios Doce, Paraíba do Sul, Piracicaba e Jaguari e das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) dos rios Araguari (PN2), Pará (SF2) e Velhas (SF5).

O próximo passo é, portanto, mapear as fontes de recursos disponíveis e promover um ambiente de aliança para a implementação do Programa, especialmente, a execução do portfólio de projetos executivos proposto no PMSH.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É indiscutível a importância do *Programa Somos Todos Água* para o alcance da segurança hídrica no estado de Minas Gerais. Ao mesmo tempo, sua complexidade representa um grande desafio para o poder público e demais atores envolvidos. Essa compreensão é fundamental para reduzir as lacunas existentes e consolidar o Programa como uma política de Estado. As perspectivas futuras para os recursos hídricos requerem políticas públicas sólidas, com atribuições claras, avaliação periódica, compartilhamento das responsabilidades, mas sobretudo resultados.

E é exatamente para que isso aconteça que o *Somos Todos Água* possui desde a sua concepção uma matriz institucional formal constantemente discutida e atualizada, seguida da identificação e ampliação da rede de atores que compõem esse processo, de forma a se garantir a participação social em todas as suas etapas.

Ainda assim, para que o programa possa ser efetivamente adotado como instrumento integrador para a segurança hídrica é imprescindível estruturar mecanismos de monitoramento sistemático de sua implementação e de desempenho. Essa estrutura será responsável por garantir um fluxo permanente de intercâmbio entre as várias instâncias e setores envolvidos nas ações, em diferentes esferas de governança, para o seu devido acompanhamento, avaliação e realização das atualizações que se fizerem necessárias.

É essencial ainda a identificação das fontes de financiamento, de diferentes setores e por eixos de atuação do programa, capazes de garantir a disponibilidade orçamentária necessária para a execução das ações.

Sendo assim, à luz dos desafios que permeiam a gestão das águas, o Programa Somos Todos Água significa o fortalecimento da gestão descentralizada, participativa e integrada na consolidação de uma governança hídrica eficaz, efetiva e transparente.

## REFERÊNCIAS:

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

BRASIL. Casa Civil. Lei n.º 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente**. 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%206.938%2C%20DE%2031%20DE%20AGOSTO%20DE%201981&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional,Lei%2C%20com%20fundamento%20no%20art.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%206.938%2C%20DE%2031%20DE%20AGOSTO%20DE%201981&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional,Lei%2C%20com%20fundamento%20no%20art.) Acesso em: 4 ago. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei n. 9.433: **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72 p. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 4 ago. 2020.

DECLARATION of the Hague on water security in the 21 st century. *In*: WORLD WATER FORUM, 2., 2000, Hague. Marsellha: World Water Council, 2000. Disponível em: [https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/World\\_Water\\_Forum\\_02/The\\_Hague\\_Declaration.pdf](https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/World_Water_Forum_02/The_Hague_Declaration.pdf). Acesso em: 4 ago. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Estratégias para segurança hídrica em Minas Gerais**: Relatório Final. Belo Horizonte: Igam, 2016. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/2361>. Acesso em: 4 ago. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH**: Resumo Executivo. Belo Horizonte: Igam, 2011, 139 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **1º Relatório de monitoramento da governança da gestão das águas de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Igam, 2020. 102 p. Disponível em: <http://www.comites.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/511-relatorio-de-monitoramento-da-governanca-da-gestao-das-aguas-de-minas-gerais-2019>. Acesso em: 4 nov. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Programa Somos Todos Água**: marco zero. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/sem-categoria/336-somos-todos-aguas>. Acesso em: 4 ago. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Relatório anual de gestão e situação dos recursos hídricos de Minas Gerais - 2014/2017**. Belo Horizonte: IGAM, 2018. 135 p. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/2764>. Acesso em: 5 nov. 2019.

MACHADO, A. T da M. A construção de um programa de revitalização na bacia do Rio São Francisco. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63, p. 195-210, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a13.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2020.

MELO, M. C. de. (Coord.). **Gestão e situação das águas de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2019. 160 p. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3206>. Acesso em: 4 nov. 2020.



MINAS GERAIS. Lei Estadual n. 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências, **Diário Oficial de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 30 jan. 1999.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável *et al.* Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM Nº 2.548, de 06 de Novembro de 2017. Institui no âmbito do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, o Grupo de Acompanhamento da Situação Hídrica. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 7 nov. 2017.

ONU. **The road to dignity by 2020: ending poverty, transforming all lives and protecting the planet.** ONU, 2014. Disponível em: [http://www.un.org/desabilities/documents/reports/SG\\_Synthesis\\_Report\\_Road\\_to\\_Dignity\\_vy\\_2030.pdf](http://www.un.org/desabilities/documents/reports/SG_Synthesis_Report_Road_to_Dignity_vy_2030.pdf).

WORLD WIDE FUND FOR NATURE - WWF. **Projeto Áreas Prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e dos Ecossistemas de Minas Gerais.** Brasília, 2019. Relatório de Acompanhamento Etapas 1 a 4 Não Publicado.

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. 2019. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49863>. Acesso em: 4 nov. 2020.

TROPP, H. **Water governance: trends and needs for new capacity development.** *Water Policy*, v. 9, p. 19–30, 2007.

# PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA COMO SUBSÍDIO PARA A ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Allan de Oliveira Mota<sup>1</sup>  
Gustavo Luiz Godoi de Faria Fernandes<sup>2</sup>  
Maria de Lourdes Amaral Nascimento<sup>3</sup>  
Nádia Antônia Pinheiro Santos<sup>4</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento e o planejamento territorial voltados a assegurar água em quantidade e qualidade para os diversos usos da sociedade é realizado por meio do instrumento de gestão Plano Diretor de Recursos Hídricos.

Previsto nas Políticas Federal e Estadual de Recursos Hídricos, respectivamente, Leis nº 9.433/97 e 13.199/99, os Planos de Recursos Hídricos (PRH) são subdivididos em quatro níveis de planejamento: Nacional, Estaduais, de bacia hidrográfica de rios federais e de rios estaduais (FIGURA 1). Esses instrumentos devem ser elaborados e implementados a luz do conceito de complementariedade de ações e da subsidiariedade. Enquanto os Planos Nacional e Estaduais especificam os aspectos estratégicos, diretrizes e os critérios macro para o gerenciamento de recursos hídricos, os planos de bacias hidrográficas buscam soluções locais com um viés executivo e operacional, envolvendo a comunidade da bacia hidrográficas no planejamento.

Figura 1 — Níveis de planejamento dos PRH



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

Segundo Silva e Cirilo (2011), um dos desafios da gestão dos recursos hídricos é articular a participação das três esferas de poder inseridas no âmbito da bacia hidrográfica, alinhando posicionamentos e superando possíveis divergências, resultados dos diversos interesses envolvidos. Esse alinhamento poderia contribuir, dentre outras questões, para o aumento no Índice de Implementação dos Planos de Ações (IPA), que será abordado mais detalhadamente a seguir.

1 Biólogo. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Analista Ambiental e Gerente de Planejamento de Recursos Hídricos do Igam.

2 Geógrafo. Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Gestor Ambiental no Igam.

3 Administradora. Mestre em Ciências Ambientais. Analista Ambiental e Gerente de Apoio aos Comitês de Bacias Hidrográficas e Articulação à Gestão Participativa do Igam.

4 Geógrafa. Mestre em Geografia e Análise Ambiental. Gestora Ambiental no Igam.

Na esfera de planejamento e disciplinamento territorial tem-se, ainda nessa equação, uma multiplicidade de planos de diversas políticas com interface com recursos hídricos, destacando-se os planos diretores municipais e setoriais, de saneamento básico e, recentemente, os de segurança hídrica. Este último, em discussão no cenário nacional, tem como objetivo definir programa de intervenções estratégicas e prover o acesso à água, em quantidade e qualidade, para o abastecimento humano, o equilíbrio dos ecossistemas e o desenvolvimento das atividades econômicas, bem como reduzir os riscos associados aos eventos hidrológicos críticos e aumentar a resiliência dos sistemas de abastecimento. No entanto, o desafio continua sendo unir harmonicamente todos esses instrumentos de diferentes agendas e garantir as suas implementações de forma coordenada.

A água tem um papel estratégico nesse contexto, por ser elemento integrador e indutor de desenvolvimento, compondo em diferentes níveis vários instrumentos de gestão de diferentes políticas.

Em 2010, foi [aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, o Plano Estadual de Recursos Hídricos \(PERH\)](#), com vistas a garantir esse importante papel estratégico em escalas mais abrangentes. O PERH possui horizonte de planejamento até 2018, com previsão de revisões periódicas a cada 4 anos. No entanto, transcorrido 10 anos da conclusão e aprovação do PERH nenhuma revisão foi realizada e, diante das alterações dos cenários que ocorreram nesta década, faz-se necessário a sua atualização.

*Deliberação  
CERH/MG, nº 260  
de 26 de  
novembro de  
2010*

Nesse contexto, deve-se considerar que a gestão de recursos hídricos evoluiu e que vários estudos foram ou estão sendo desenvolvidos, como é o caso do Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH). Sendo assim, busca-se aqui avaliar a interface existente entre esses dois planos de modo que o PMSH possa contribuir para a atualização do PERH.

## 2 PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

A Lei nº 13.199 de 1999, que estabelece a política Estadual de Recursos Hídricos, além de assegurar os dispositivos legais referentes à sua disponibilidade quali-quantitativa nos mais diversos usos e funções, traz ainda em seu escopo os princípios básicos e as diretrizes para o planejamento e o controle adequado da água em Minas Gerais, instrumento esse designado como o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) convergindo assim com os conceitos e ações para gestão. O PERH foi aprovado pelo Decreto nº 45.565, de 22 de Março de 2011, ato assinado pelo Governador do Estado.

### 2.1 Objetivo

O PERH tem como objetivo estabelecer princípios básicos e diretrizes para o planejamento e o controle adequado do uso da água no estado. No documento também busca-se propor aspectos estratégicos e a articulação entre as agendas setoriais. Assim, o PERH (IGAM, 2011) aponta ainda:

- a) intervenções estruturais que extrapolem a abrangência regional de planos de bacias e/ou que contemplem interesses estratégicos e estruturantes para o Estado de Minas Gerais;*
- b) o fortalecimento das instâncias e atores locais, tanto em termos institucionais quanto operacionais (quadros técnicos, capacidade executiva, instrumentos de gestão, equipamentos, informações e sistemas de apoio à tomada de decisões); e,*
- c) a estruturação de linhas de crédito – a fundo perdido ou reembolsáveis – que complementem fontes locais de investimento, evitando-se acomodações e transferências de responsabilidades.*

## 2.2 Conteúdo Mínimo

O conteúdo mínimo do PERH é definido nas políticas Nacional e Estadual de recursos hídricos. A primeira define em seu art. 7º que os Planos de Recursos Hídricos são aqueles de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação, tendo como conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;*
- II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;*
- III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;*
- IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;*
- V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;*
- (...)*
- VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;*
- IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;*
- X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.*

A segunda lei citada, no art. 10 e inciso 2º define o conteúdo mínimo do PERH como:

- I – a divisão hidrográfica do Estado, na qual se caracterizará cada bacia hidrográfica utilizada para o gerenciamento descentralizado e compartilhado dos recursos hídricos;*
- II – os objetivos a serem alcançados;*
- III – as diretrizes e os critérios para o gerenciamento de recursos hídricos;*
- IV – os programas de desenvolvimento institucional, tecnológico e gerencial, de valorização profissional e de comunicação social, no campo dos recursos hídricos.*

Segundo o Igam (2010), o Plano Estadual de Recursos Hídricos deve contemplar ainda:

- I. aspectos relacionados à inserção macrorregional de Minas Gerais;*
- II. a correspondente integração entre o gerenciamento dos recursos hídricos, políticas de desenvolvimento regional, a gestão ambiental e os planos e projetos de setores usuários; e, também,*
- III. a interação e complementaridade com os planos de bacias, previstos para as diferentes Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídrico – UPGRH's.*

Segundo a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 145, de 12 de dezembro de 2012, os Planos de Recursos Hídricos deverão ser constituídos pelas etapas de Diagnóstico (Art. 11), Prognóstico (Art. 12) e Plano de Ações (Art. 13), contemplando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e estabelecendo metas de curto, médio e longo prazos e ações para seu alcance, a partir dos dados secundários disponíveis, sem prejuízo da utilização de dados primários.

O Quadro 1 apresenta o conteúdo do PERH vigente organizado em colunas com os principais tópicos descritos nos Volumes I a IV.

Quadro 1 — Conteúdo do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais

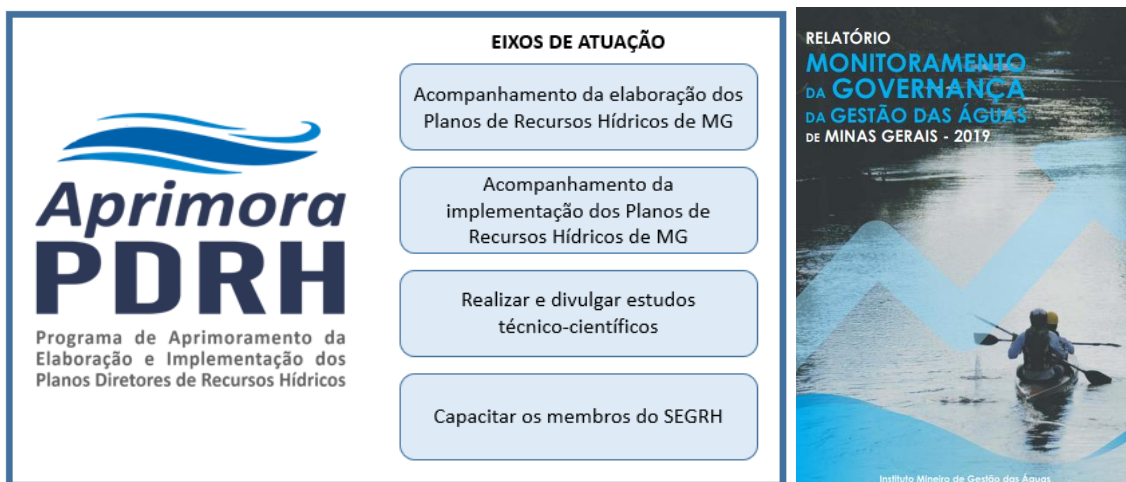
PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – PERH/MG		
DIAGNÓSTICO/PROGNÓSTICO	DIRETRIZES	PLANO DE AÇÃO
Divisão hidrográfica para gerenciamento dos recursos hídricos	Instrumentos de Gestão	Proposta de Programas, Projetos e Ações
Avaliação ambiental, socioeconômica e demográfica		
Avaliação da articulação com outros instrumentos de gestão: PNRH, PMDI e ZEE-MG	SEGRH	Comunicação Social
Avaliação das relações setoriais com a agenda de recursos hídricos		
Balanço Hídrico	Objetivos a serem alcançados	
Cenários Futuros		

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### 2.3 Implementação do PERH

A avaliação da implementação do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais foi realizada por meio de indicadores, matrizes de análise e do Índice de Implementação dos Planos de Ações (IPA). O método é utilizado em um dos eixos do Programa de Aprimoramento da Elaboração e Implementação dos Planos Diretores de Recursos Hídricos – APRIMORA PDRH do Igam, para mensurar o grau de implementação das ações previstas nos planos e compor a *Dimensão 3 – Instrumentos de Gestão* do Relatório de Monitoramento da Governança da Gestão das Águas (FIGURA 2).

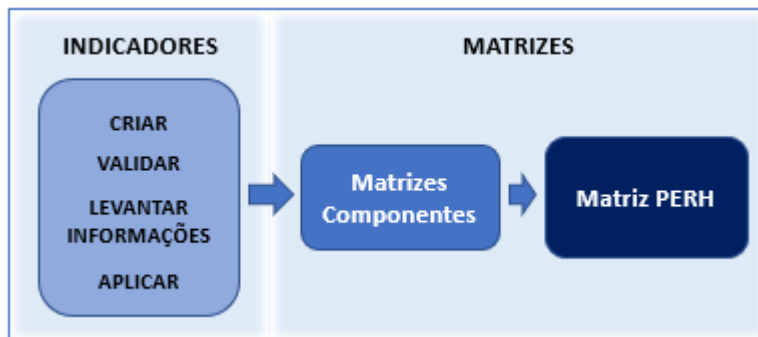
Figura 2 — Eixos do Programa APRIMORA PDRH e Relatório de Monitoramento da Governança da Gestão das Águas



Fonte: IGAM (2020)

A Figura 3 exemplifica o processo de avaliação da implementação do PERH: Iniciando com a construção, validação e aplicação dos indicadores de implementação e posteriormente inserindo os resultados nas matrizes de componentes e matriz final (PERH).

Figura 3 — Processo de avaliação da implementação do PERH



Fonte: Elaborada pelos autores (2020)

A Figura 4 apresenta as matrizes dos 4 componentes do PERH que foram elaboradas a partir dos resultados alcançados por meio da aplicação dos indicadores:

- 1 – Governabilidade sobre o Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- 2 – Governança e Representatividade do SEGRH/MG;
- 3 – Ações e Intervenções Estruturais Estratégicas; e
- 4 – Avaliações, Atualização Periódica e Gerenciamento Executivo.

Figura 4 — Matrizes dos quatro componentes do PERH/MG

COMPONENTE 1	Programa 1.1					Programa 1.2			Prog. 1.3		Programa 1.4			P 1.5	Total Alcançado	Total Esperado	Percentual do Esperado (%)	Total Ótimo	Percentual do Ótimo (%)
	Subbp 1.1.a	Subbp 1.1.b	Subbp 1.1.c	Subbp 1.1.d	Subbp 1.1.e	Subbp 1.2.a	Subbp 1.2.b	Subbp 1.2.c	Subbp 1.3.a	Subbp 1.3.b	Subbp 1.4.a	Subbp 1.4.b	Subbp 1.4.c						
Valor Alcançado	1	0,25	1	0	1	0	0	0,75	0,75	0	1	1	0	0	6,75	12	56,25	12	56,25
Valor Esperado	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	SITUAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO				
Percentual do Esperado (%)	100	25	100	0	100	0	0	75	75	0	100	100	0	0	■ EM DIA ■ ATRASADA EM 25% ■ ATRASADA EM 50% ■ ATRASADA EM 75 OU 100%				
Total Ótimo	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1					
Percentual do Ótimo (%)	100	25	100	0	100	0	0	75	75	0	100	100	0	0					

COMPONENTE 2	Programa 2.1			Programa 2.2		Total Alcançado	Total Esperado	Percentual do Esperado (%)	Total Ótimo	Percentual do Ótimo (%)
	Subprograma 2.1.a	Subprograma 2.1.b	Subprograma 2.1.c	Subprograma 2.2.a						
Valor Alcançado	0	0	1	0,50	1,5	4	37,5	4	37,5	
Valor Esperado	1	1	1	1	SITUAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO					
Percentual do Esperado (%)	0	0	100	75	■ EM DIA ■ ATRASADA EM 25% ■ ATRASADA EM 50% ■ ATRASADA EM 75 OU 100%					
Total Ótimo	1	1	1	1						
Percentual do Ótimo (%)	0	0	100	75						

COMPONENTE 3	Programa 3.1			Programa 3.2	Programa 3.3	Total Alcançado	Total Esperado	Percentual do Esperado (%)	Total Ótimo	Percentual do Ótimo (%)
	Subprog 3.1.a	Subprog 3.1.b	Subprog 3.1.c	Subprog 3.2.a	Subprog 3.3.a					
Valor Alcançado	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0
Valor Esperado	1	1	1	1	1	SITUAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO				
Percentual do Esperado (%)	0	0	0	0	0	■ EM DIA ■ ATRASADA EM 25% ■ ATRASADA EM 50% ■ ATRASADA EM 75 OU 100%				
Total Ótimo	1	1	1	1	1					
Percentual do Ótimo (%)	0	0	0	0	0					

COMPONENTE 4	Programa 4.1		Programa 4.2		Programa 4.3		Total Alcançado	Total Esperado	Percentual do Esperado (%)	Total Ótimo	Percentual do Ótimo (%)
	Subp. 4.1.a	Subp. 4.1.b	Subp. 4.2.a	Subp. 4.2.b	Subp. 4.3.a	Subp. 4.3.b					
Valor Alcançado	0	0	0	0	0	0,75	0,75	6	12,5	6	12,5
Valor Esperado	1	1	1	1	1	1	SITUAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO				
Percentual do Esperado (%)	0	0	0	0	0	75	■ EM DIA ■ ATRASADA EM 25% ■ ATRASADA EM 50% ■ ATRASADA EM 75 OU 100%				
Total Ótimo	1	1	1	1	1	1					
Percentual do Ótimo (%)	0	0	0	0	0	75					

Fonte: Adaptado de MOTA (2018)

Após a construção dessas matrizes foi possível preencher a matriz do PERH, conforme apresentado na Tabela 1, e identificar que de todas as ações previstas para serem executadas durante o horizonte de planejamento (2011 a 2018), apenas 33,33% foi executado até o momento. Este valor se enquadra na faixa de 26% a 50% do Índice de Implementação dos Planos de Ações, revelando uma condição RUIM de implementação do PERH/MG para o período avaliado.

O Componente 1 recebeu a melhor nota de implementação (56,25%), sendo que se avaliado individualmente alcançaria a faixa RAZOÁVEL do IPA (51% a 70%). Este componente, que possui o maior número de subprogramas do plano, trata basicamente de ações voltadas aos instrumentos de gestão (fortalecimento e subsídios) e obteve boas notas em relação a outorga, cobrança e cadastro, mas deixou de pontuar quando avaliados itens do enquadramento e do sistema de informações. O PMSH poderá contribuir com as ações de elaboração de balanço hídrico e estudo de padrões de uso e perfis dos usuários.

O Componente 2 possui a segunda melhor nota (37,5%) e apenas 4 subprogramas, sendo dois deles ainda não iniciados. Apesar dos avanços no subprograma de planejamento institucional estratégico do Igam, as demais ações carecem de revisão e adequação a atual realidade.

Os Componentes 4 e 3 ficaram abaixo de 25% de implementação, com 12,5% e 0%, respectivamente, enquadrando-os na condição PÉSSIMA (0 a 25%) do IPA. O Componente 4 pontuou em apenas um dos seis subprogramas, graças aos avanços na estruturação do Programa Estadual de Capacitação do SEGRH, As demais ações voltadas ao acompanhamento da implementação e revisões periódicas do PERH não pontuaram.

Tabela 1 — Matriz do Índice de Implementação dos Planos de Ações do PERH/MG

PERH	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4	Total Alcançado	Total Esperado	Percentual do Esperado (%)	Total Ótimo	Percentual do Ótimo (%)
Valor Alcançado	6,75	1,5	0	0,75	9	27	33,33	27	33,33
Valor Esperado	12	4	5	6	<b>ÍNDICE DE IMPLEMENTAÇÃO DOS PLANOS DE AÇÕES - IPA</b> <input type="checkbox"/> ÓTIMA (91 a 100%) <input type="checkbox"/> BOA (71 a 90%) <input type="checkbox"/> RAZOÁVEL (51 a 70%) <input checked="" type="checkbox"/> RUIM (26 a 50%) <input type="checkbox"/> PÉSSIMA (0 a 25%)				
Percentual do Esperado (%)	56,25	37,5	0	12,5					
Total Ótimo	12	4	5	6					
Percentual do Ótimo (%)	56,25	37,5	0	12,5					

Fonte: Adaptado de MOTA (2018)

Já o Componente 3 não pontuou em nenhum dos seus subprogramas que previam a elaboração de programas de ações para determinados tipos de usos:

- Programa de Gestão de Recursos Hídricos em Áreas Urbano-Industriais (PGRH-URBI);
- Programa de Manejo e Conservação de Solos e Águas em Microbacias da Zona Rural (PMCSA-RURAL);
- Programa para a Otimização do Uso da Água em Irrigação (POA-IRRIGAR);
- Programa de Melhoria na Eficiência do Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais – ProÁgua Eficiente;
- Programa de Grandes Obras e Intervenções em Infraestrutura Hídrica.

No entanto, as ações mais beneficiadas pela definição de prioridades e de projetos executivos no Plano Mineiro de Segurança Hídrica fazem parte dos programas do Componente 3, já que possuem maior relação entre si.

A análise da execução do Plano Estadual de Recursos Hídricos evidencia a necessidade de atualização deste instrumento de gestão, visto que existem informações ultrapassadas e ações desvinculadas da atual situação econômica e das pressões hídricas existentes nas diversas regiões do estado.

### 3 PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA

O Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH) será uma ferramenta de planejamento que permitirá à Administração Pública a integração de agendas setoriais com o objetivo de promover o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos por meio da revitalização de bacias hidrográficas e de ações para a segurança hídrica, conferindo sustentabilidade ao desenvolvimento econômico e social das diversas regiões do estado. Em desenvolvimento pelo Igam, no âmbito [Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais – Somos Todos Água](#) integrará a etapa de planejamento.

*Projeto  
Prioritária do  
Governo de  
Minas Gerais  
2020-2023, II*

Trata-se, portanto, de uma resposta do Estado à crise hídrica, que nos últimos anos, afetou o abastecimento público e o desenvolvimento de atividades em que a água é o principal insumo produtivo. A dificuldade do sistema em lidar com os eventos extremos, seja de máximas ou mínimas, reforçou a necessidade de uma estratégia de enfrentamento dessas situações em curto, médio e longo prazos com ações emergenciais e, sobretudo, preventivas (IGAM, 2019).

É nessa perspectiva que o PMSH foi estruturado nos três eixos de atuação do referido Programa, apresentando alinhamento ao Plano Nacional de Segurança Hídrica (2020), que define quatro dimensões para o planejamento das ações: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência (FIGURA 5). O horizonte de planejamento do PMSH é 30 anos com cenários intermediários de 10 e 20, compreendendo a definição de ações estruturantes e não estruturantes.



Figura 5 — Correlação entre os eixos de atuação do Programa e as dimensões do PNSH



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

O PMSH tem como objetivo ampliar a segurança hídrica no estado, a partir da promoção de ações integradas e permanentes, com a finalidade de conservação e recuperação da cobertura vegetal e da biodiversidade, manutenção da quantidade e qualidade da água, controle da poluição, uso racional dos bens e serviços ecossistêmicos e garantia de sua provisão, principalmente daqueles associados à água. E como objetivos específicos:

- Subsidiar a gestão de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais;
- Definir áreas prioritárias para atuação do Estado com vistas à segurança hídrica, hierarquizando-as e estabelecendo a urgência para a implementação das ações;
- Propor Banco de Projetos por bacias prioritárias com a definição de atividades estruturantes (obras de infraestrutura) e não-estruturantes (infraestrutura verde e medidas de gestão);
- Propor Plano de Comunicação, mobilização e Educação Ambiental visando a difusão de informações e conhecimentos no contexto da implementação do PMSH.

### 3.1 Conteúdo Mínimo

O conteúdo do PMSH, apresentado no Quadro 2, foi definido por equipe multidisciplinar do Sisema e é composto por:

- Diagnóstico/Prognóstico – estruturado por estudos e levantamentos sobre a segurança hídrica do Estado;
- Áreas prioritárias – conjunto de mapas temáticos que permitiram definir as áreas prioritárias para a segurança hídrica;
- Banco de projetos – contendo as ações por eixo de atuação, assim como o arranjo necessário para sua implementação e os indicadores de monitoramento; e

- Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental – contendo as estratégias para envolvimento da sociedade, conferindo grau de pertencimento no processo de elaboração do PMSH e do Programa Somos Todos Água.

Quadro 2 — Conteúdo do Plano Mineiro de Segurança Hídrica

PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA - PMSH		
Estudos e levantamentos	Elaboração	Resultados esperados
Oferta de água	Definição das áreas prioritárias	<b>Mapa das áreas prioritárias para a segurança hídrica</b>
Demanda de água		
Qualidade de Água	Ações estruturantes e não estruturantes	<b>Plano de Ação por área prioritária - Projetos executivos</b>
Eventos extremos e suas implicações		
Segurança de Barragem		
Conservação e restauração da cobertura vegetal	Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental	<b>Arranjo institucional para implementação</b>
Saneamento básico		
Inventário de ações estruturantes e não estruturantes		
		<b>Indicadores de monitoramento</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

O PMSH foi estruturado para preencher lacunas de informações, articular agendas setoriais e otimizar o uso de recursos financeiros públicos, apresentando estratégias de implementação em rede por meio de parcerias. Respeitando essa premissa, em todas as etapas será considerado o conjunto de informações disponíveis no Estado de Minas Gerais, destacando-se aqui, pela interface com a gestão de recursos hídricos, os Planos Nacionais de Recursos Hídricos (PNRH) e de Segurança Hídrica elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), Planos Estaduais de Recursos Hídricos – PERH/MG (IGAM, 2010) e de Saneamento (PESB) - em elaboração, Planos Diretores de Bacias Hidrográficas, Planos Municipais de Saneamento Básico e os Enquadramentos dos Corpos de Água. Além desses instrumentos, serão observados o Planejamento Sistemático da Conservação e da Restauração da Biodiversidade e dos Serviços ecossistêmicos dos Biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica em Minas Gerais (2020), as diretrizes propostas no documento Estratégias para a Segurança Hídrica em Minas Gerais (IGAM, 2016) e os Relatórios de Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais, Monitoramento da Governança da Gestão das Águas e aqueles associados ao Progestão e ao Aprimora PDRH.

A seguir serão detalhados as etapas do PMSH.

### 3.2 Diagnóstico da situação de segurança hídrica no estado de Minas

O diagnóstico será composto por um conjunto de estudos e levantamento que permitirá avaliar a situação atual e futura da segurança hídrica, com base na avaliação da oferta e demanda, na qualidade e quantidade da água, na vulnerabilidade à eventos extremos (cheias e secas), no saneamento básico, bem como no estado de preservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Essas informações serão a base para a seleção das áreas prioritárias de atuação do estado e na definição de um plano de ação executivo.

Partindo-se do pressuposto que o Estado de Minas Gerais possui inúmeros instrumentos para a gestão do território e dos recursos hídricos, o objetivo do diagnóstico é promover a atualização dessas informações quando pertinente, gerar novos conteúdos em casos de lacunas, e estabelecer as inter-relações entre eles, criando um arcabouço que permita propor ações executivas de intervenções estruturantes e não estruturantes, nos três eixos de atuação do Programa Somos Todos Água.

### 3.3. Áreas prioritárias para a segurança hídrica no estado de Minas Gerais

Áreas prioritárias para a revitalização e segurança hídrica são aquelas regiões definidas como estratégicas para a realização de ações de conservação, recuperação e revitalização dos ecossistemas, que garantam a oferta de água em quantidade e qualidade.

Compreendo que um Estado com as dimensões de Minas Gerais, aproximadamente 586.528 km<sup>2</sup>, é inviável atuar em todo o território ao mesmo tempo, sendo necessário a utilização de métodos para definição de regiões para a atuação planejada. Busca-se, dessa forma, a convergência de ações do poder público, evitando sobreposições e otimizando, assim, os recursos financeiros.

A seleção das áreas prioritárias para atuação do estado, será por meio da análise espacial e com a aplicação de critérios técnicos. Será confeccionada uma coleção de mapas temáticos, nos três eixos do Programa, que sobrepostos, resultará no mapa de áreas prioritárias para a segurança hídrica.

#### CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

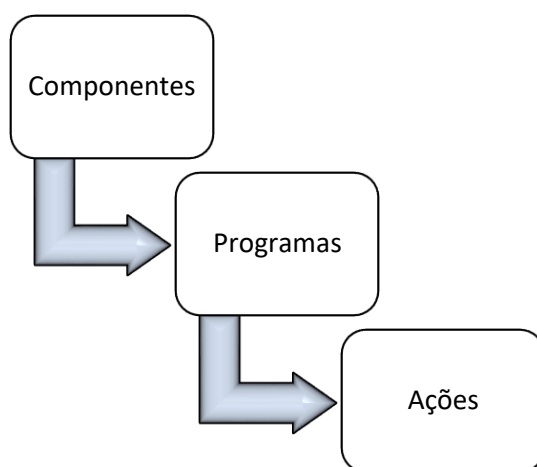
Como detalhado no capítulo anterior, os critérios para priorização de áreas para revitalização foram estabelecidos em uma perspectiva coletiva com envolvimento de diversos atores do sistema de gerenciamento de recursos hídricos e a academia, os critérios de priorização de áreas para revitalização de bacias hidrográficas buscar dar objetividade ao processo de seleção das regiões, possibilitando identificar àquelas mais sensíveis nas diversas vertentes relacionadas aos recursos hídricos. O trabalho está registrado na publicação 'Gestão de Bacias Hidrográficas: Critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização', disponível no Portal Infohidro, do Igam (IGAM, 2018).



### 3.4 Banco de Projetos

O PMSH terá um Banco de Projetos Executivos, que será estruturado considerando estratégias de ação para melhoria da segurança hídrica em cada área prioritária. Para cada uma delas haverá a respectiva proposição de medidas de gestão executiva com metas de curto, médio e longo prazo, e para aquelas de maior ordem hierárquica (1 a 4), a elaboração de Termos de Referência ou Projetos Executivos.

As ações propostas no banco serão elaboradas para as áreas prioritárias e serem organizadas em três níveis:



Para cada um dos níveis serão apresentados objetivo e a justificativa, apontando explicitamente qual problema identificado deverá ser minimizado ou evitado por meio da execução do componente, constando ainda as atividades/fluxo de implementação, as diretrizes para a execução da ação, o cronograma de execução, os custos estimados, os indicadores de implementação e de impacto e as metas. Para cada ação deve ser definida uma meta vinculada ao seu objetivo principal, com determinação de prazo para realização. No caso de metas de longo prazo, alvos intermediários serão definidos também.

Ele terá ainda como alicerce o arranjo institucional necessário à sua implementação, assim como mecanismos de gestão, considerando a urgência, os custos, os requisitos técnicos, financeiros e institucionais, os benefícios, a probabilidade de sucesso, as margens de retorno, as sinergias e oportunidades criadas.

### 3.5 Comunicação Social, mobilização e educação ambiental

O PMSH tem como uma de suas metas a proposição de ações de comunicação social, mobilização e educação ambiental. Estratégico para o sucesso da implementação do Plano, busca-se criar um ambiente de articulação, integração e participação permanente, por meio de ações capazes de sensibilizar e conscientizar todos os atores envolvidos para a necessidade de mudanças, seja de valores, comportamentos e atitudes com relação ao uso dos recursos hídricos em Minas Gerais.

#### 4 PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA COMO SUBSÍDIO PARA A ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

A gestão de recursos hídricos é complexa e dinâmica, característica que impulsiona o órgão gestor das águas e o poder público a buscar continuamente soluções modernas e adaptadas a complexidade da conjuntura atual. Estes desafios têm fortalecido, no âmbito nacional e estadual, o debate sobre a revitalização de bacias, a segurança hídrica e seus pilares estratégicos e, deixando clara a necessidade de integração das ações nos três níveis do poder federativo e entre os setores públicos e privados.

Tem-se dado maior ênfase a execução das ações propriamente ditas, considerando que a fase de planejamento, composta por estudos e levantamentos encontra-se razoavelmente avançada, faltando aprofundar assuntos específicos que apresentam ainda lacunas de conhecimento, como é o caso das águas subterrâneas.

Isto posto, é nessa perspectiva que será avaliado como o PMSH, focado em ações executivas por meio da criação de banco de projetos, pode contribuir para a atualização do PERH-MG. Essa avaliação irá considerar também todo o arcabouço técnico conceitual e executivo produzido pelo órgão gestor. Destaca-se que nessa abordagem pretende-se apontar um caminho que, para ser efetivado, deve ser amplamente discutido nos diversos espaços, com a participação de diferentes segmentos da sociedade. Nesse sentido, o CERH-MG e os Comitês de Bacias Hidrográficas terão papel protagonista nesse diálogo.

A fim de nortear a exposição, a Figura 6 traz a correlação dos conteúdos do PERH e PMSH. E como mencionado, para complementar o conteúdo necessário para o PERH, foi avaliada a possibilidade de utilização de outros documentos: Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais, Monitoramento da Governança da Gestão das Águas, Progestão e o Aprimora PDRH.

Figura 6 — Correlação entre os conteúdos do PERH e PMSA



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

## 5 PARTICIPAÇÃO SOCIAL/DESCENTRALIZAÇÃO

O PMSH foi estruturado tendo como premissa que o estado já possui um amplo diagnóstico socioambiental, sendo necessária a atualização de conteúdos centrais, como por exemplo o estudo de oferta e demanda, e o aprofundamento daqueles que ainda carecem de aprimoramento, como o levantamento sobre as principais fontes pontuais e difusas de poluição das águas.

Ele pode contribuir para a atualização do Diagnóstico e Prognóstico, com a identificação de áreas prioritárias – definidas com critérios técnicos fundamentados nas características de cada região, e com a proposição de um Plano de Ação executivo - com a criação de um banco de projetos focados em ações locais correlacionando instrumentos como o PSC e o Plano Estadual de Saneamento básico – esse último em elaboração. Ademais, o documento estabelecerá objetivos, ações e metas com responsabilidades claras, exigindo uma atuação voltada à resultados. Sistemas de monitoramento fundamentados em indicadores também serão definidos para compor esse documento, possibilitando o acompanhamento da implementação dessa agenda executiva pelo órgão gestor e pelo CERH-MG.

Conforme explicitado, o PMSH não contemplará todo o conteúdo necessário para a atualização do PERH, conforme exigido pela legislação vigente. É nesse aspecto que outros documentos produzidos na instituição poderão contribuir nessa construção.

O Relatório de Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais, por exemplo, tem apresentado, anualmente, o status e as reflexões sobre os instrumentos de gestão, com dados atualizados, apontando avanços e desafios para a implementação da política de recursos hídricos. A edição comemorativa dos 20 anos da lei mineira das águas (2019) destaca-se como referência por consolidar o histórico e resultados da gestão.

Esse modelo tem sido adotado na atualização do Plano Nacional de Recursos Hídricos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) com a publicação de cadernos especiais no âmbito do Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (BRASIL, 2020).

No tocante ao funcionamento do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, o documento Monitoramento da Governança das Águas também traz uma leitura sobre as vulnerabilidades e oportunidades que vislumbram caminhos para o aprimoramento.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a avaliação da implementação do Plano Estadual de Recursos Hídricos e a proposta de elaboração do Plano Mineiro de Segurança Hídrica, os estudos preliminares da primeira fase e as prioridades e projetos executivos com base nos seus eixos de atuação - segunda fase, atendem parte das ações do Componentes 1 - Governabilidade sobre o Gerenciamento de Recursos Hídricos, ainda não executadas e os programas do Componente 3 - Ações e Intervenções Estruturais Estratégicas do PERH, respectivamente. Portanto, a utilização do PMSH como subsídio para atualização do PERH é viável e estratégico tanto para otimizar recursos técnicos e financeiros quanto para reforçar a integração de esforços na implementação de todas as ações, contribuindo para a segurança hídrica no Estado de Minas Gerais.

Por fim, para que isso ocorra é essencial que essa ferramenta - PMSH - seja amplamente discutida com a sociedade, que deve participar em todas as etapas de sua construção. Isso será fundamental para estabelecer um pacto pelas águas no Estado, unindo diversos atores estratégicos da gestão de recursos hídricos, definindo atribuições, pertencimento e, conseqüentemente, responsabilidades.

## REFERÊNCIAS

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.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 30 jan. 1999.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH**: Resumo Executivo. Belo Horizonte: Igam, 2011, 139 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **1º Relatório de monitoramento da governança da gestão das águas de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Igam, 2020. 102 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização das Bacias Hidrográficas de Minas Gerais – Somos Todos Água**. 2019. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/sem-categoria/336-somos-todos-aguas>. Acesso em: 18 nov. 2020.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 45.565, de 22 de março de 2011**. Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH-MG. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=16494>. Acesso em: 18 nov. 2020.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa CERH-MG nº 260, de 26 de novembro de 2010**. Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/legimg/DeliberacoesCERH/Deliberacao-CERH%20260.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

MOTA, A. O. **Proposição metodológica para avaliação da implementação de planos diretores de recursos hídricos**. 2018. 223 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). **Resolução do CNRH nº 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: [http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2013/12/Resolucao\\_cnrh\\_145\\_revisao\\_17-.pdf](http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2013/12/Resolucao_cnrh_145_revisao_17-.pdf). Acesso em: 06 out. 2020.

SILVA, S. R. da; CIRILO, J. A. O planejamento de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco. **REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, vol. 8, n. 1, p. 47-64, jan./jun. 2011.



**MINAS  
GERAIS**

GOVERNO  
DIFERENTE.  
ESTADO  
EFICIENTE.