

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO
Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho

Gabriela Saville de Souza Soares

DO RISCO DE ESCASSEZ HÍDRICA NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE –
MINAS GERAIS

Belo Horizonte

2021

Gabriela Saville de Souza Soares

DO RISCO DE ESCASSEZ HÍDRICA NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE -
MINAS GERAIS

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Administração Pública da Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho da Fundação João Pinheiro, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental.

Orientador: Raquel de Mattos Viana

Belo Horizonte
2021

S676r

Soares, Gabriela Saville de Souza.

Do risco de escassez hídrica no município de Belo Horizonte – Minas Gerais [manuscrito] / Gabriela Saville de Souza Soares. – 2021.

[12], 127 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração Pública) – Fundação João Pinheiro, Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, 2021.

Orientadora: Raquel de Mattos Viana

Bibliografia: f. 111-139

1. Recursos hídricos – Belo Horizonte (MG). 2. Escassez hídrica – Belo Horizonte (MG). 3. Abastecimento de água – Belo Horizonte (MG). 4. Planejamento metropolitano – Belo Horizonte (MG) I. Viana, Raquel de Mattos. II. Título.

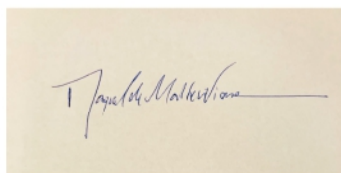
CDU 556(815.11)

Gabriela Saville de Souza Soares

DO RISCO DE ESCASSEZ HÍDRICA EM BELO HORIZONTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Administração Pública da Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, da Fundação João Pinheiro, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Administração Pública.

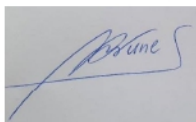
Aprovada na Banca Examinadora



Profa. Raquel de Mattos Viana (Orientadora) – Fundação João Pinheiro



Prof. Renato Somberg Pfeffer (Avaliador) – Fundação João Pinheiro /
Fundação João Pinheiro



Prof. Marcos Antônio Nunes – Fundação João Pinheiro / Fundação João
Pinheiro

Belo Horizonte, 06 de dezembro de 2021

RESUMO

A escassez hídrica é um desastre e o risco, um produto social. Portanto, ambos são passíveis de gestão. A partir dessa perspectiva, este estudo busca analisar os fatores do risco de desastre de escassez hídrica em Belo Horizonte com base nos conceitos de gestão de riscos e desastres. Para isso, faz-se um breve apanhado da governança das áreas de recursos hídricos, meio ambiente, saneamento e defesa civil, com foco nas competências estaduais na gestão dessas políticas. Os resultados apontam que o risco local é composto de ameaças, vulnerabilidades e exposição fortemente influenciadas pelo padrão das atividades econômicas e do histórico de urbanização descoordenada. As principais ameaças podem ser divididas em grupos originários da atividade minerária e da concepção metropolitana da infraestrutura construída. Dentre as vulnerabilidades destacam-se a exposição dos principais sistemas de captação a desastres, a perda de resiliência de mananciais que abastecem a Região Metropolitana de Belo Horizonte, a ligação incompleta entre os sistemas produtores, a falta de aprovação do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH. Em relação à exposição, entende-se que abrange pessoas, infraestrutura, residências e outros ativos sociais tangíveis em toda a extensão metropolitana. São abordadas transversal e complementarmente questões sobre transparência e gestão do conhecimento. As expectativas são de crescimento da pauta em importância no Estado de Minas Gerais, dado o desenvolvimento de instrumentos correlatos de planejamento governamental em 2021.

Palavras-chave: gestão de riscos de desastre, escassez hídrica, Município de Belo Horizonte

ABSTRACT

Water scarcity is a disaster and risk is a social product. Therefore, both are subject to management. From this perspective, this study aims to analyze the disaster risk of water shortage in Belo Horizonte based on the concepts of risk and disaster management. To this end, it makes a brief overview of water governance, as well as environmental, sanitation and civil defense governance, focusing on the role of state government in the management of these policies. The results show that the local risk is composed of threats, vulnerabilities and exposure strongly influenced by economic activities and uncoordinated urbanization. The main threats can be divided into groups originated from mining activities and from metropolitan gray infrastructure design. The vulnerabilities involve, principally, the exposure of the main water supply systems to disasters, the decreasing resilience of water resources that supply the Metropolitan Region of Belo Horizonte, the incomplete water supply and distribution systems connection, and the lack of approval of the Integrated Development Master Plan of RMBH. Regarding exposure, this study describes how it includes people, infrastructure, housing and other social tangible assets throughout the metropolitan area. Government transparency and knowledge management issues are addressed transversally and in a complementary way. The expectations are for the agenda to grow in importance in the State of Minas Gerais, given the development of correlated instruments of government planning in 2021.

Palavras-chave: disaster risk management, water scarcity, Belo Horizonte Cit

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|------------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 | Objetivos..... | 14 |
| 1.1.1 | Objetivo Geral..... | 14 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos..... | 14 |
| 2 | METODOLOGIA..... | 15 |
| 3 | DOS CONCEITOS..... | 17 |
| 3.1 | Teorias do risco..... | 17 |
| 3.2 | Ciências do desastre..... | 20 |
| 3.2.1 | Gestão de riscos de desastre..... | 23 |
| 3.3 | Governança das águas..... | 27 |
| 3.4 | A escassez hídrica como desastre..... | 34 |
| 4 | DO CONTEXTO..... | 42 |
| 4.1 | Da legislação..... | 42 |
| 4.1.1 | Evolução histórica..... | 43 |
| 4.1.2 | Diretrizes pós-Constituição de 1988..... | 46 |
| 4.2 | Das instituições..... | 55 |
| 4.2.1 | Planejamento metropolitano..... | 56 |
| 4.2.2 | Regulação do sistema de abastecimento de água..... | 60 |
| 4.2.3 | Coordenação do sistema estadual de proteção e defesa civil..... | 62 |
| 4.2.4 | Prestação do serviço de abastecimento de água..... | 64 |
| 4.2.5 | Normatização da política estadual de recursos hídricos..... | 66 |
| 4.2.6 | Gestão estadual de recursos hídricos..... | 66 |
| 4.2.7 | Planejamento de bacia hidrográfica..... | 70 |
| 4.2.8 | Fiscalização ambiental e do uso de recursos hídricos..... | 72 |
| 4.2.9 | Nível municipal..... | 72 |
| 4.3 | Aspectos gerais do território estudado..... | 73 |
| 4.3.1 | Da operação do sistema de abastecimento de água..... | 76 |
| 5 | DO RISCO DE DESASTRE DE ESCASSEZ..... | 81 |
| 5.1 | Das ameaças..... | 81 |
| 5.2 | Das vulnerabilidades..... | 96 |
| 5.3 | Da exposição..... | 104 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 105 |
| 6.1 | Questões futuras..... | 107 |
| 6.2 | Limitações do estudo..... | 108 |
| 6.3 | Recomendações..... | 109 |
| | REFERÊNCIAS..... | 111 |

1 INTRODUÇÃO

Quase dois terços da população mundial está sujeita à escassez hídrica, que pode gerar cerca de 700 milhões de refugiados até 2030 (UNICEF, 2021?). No Brasil, a situação hidroenergética de 2021 é a pior dos últimos 91 anos (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021). Em âmbito estadual, o déficit hídrico impulsionado pela seca é uma constante histórica no norte semiárido mineiro e uma das principais causas do esvaziamento demográfico da região, dado pela emigração de quase 300 mil pessoas entre 2000 e 2010 (FONSECA E SANTOS, 2020). Na região metropolitana de Belo Horizonte, uma face da alteração do regime hidrológico registrada durante os séculos XX e XXI (PBH, 2016), do adensamento e da expansão urbana mal ordenados e da governança precária dos recursos hídricos é o aumento do risco de desabastecimento de água observado em centros urbanos, intermediado pela queda da qualidade e do acesso à água (REDE NOSSA SÃO PAULO, 2018).

A degradação dos recursos hídricos e seus progressivos impactos ambientais e socioeconômicos demandam estudos para maior compreensão dos fenômenos envolvidos e a busca de estratégias de adaptação. A premissa desta pesquisa é que a escassez hídrica é um desastre e pode, portanto, ser gerida pelo ciclo de gestão de riscos e desastres. Dessa forma, este trabalho se propôs a estudar os fatores que, em Belo Horizonte, compõem esse risco, assim como a capacidade de resposta ao respectivo desastre. É importante ressaltar que não se buscou mensurar o risco ou a capacidade de resposta, mas descrevê-los e/ou analisá-los.

A estrutura deste trabalho divide-se em seis capítulos. O primeiro deles corresponde à introdução. O segundo capítulo descreve a metodologia adotada na pesquisa. O capítulo seguinte trata dos principais conceitos abordados no trabalho. O quarto capítulo apresenta o território estudado, as normas e instituições relacionadas ao tema, nacionalmente e em Minas Gerais. No quinto capítulo, tem-se a exploração do contexto de segurança hídrica e gestão de risco e desastres em Belo Horizonte. O sexto e último capítulo traz as considerações finais a respeito do tema, inclusive as limitações do trabalho.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os fatores de risco de escassez hídrica em Belo Horizonte e a capacidade municipal de resposta a esse desastre.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar a escassez hídrica como desastre.
- Caracterizar os componentes do risco de desastre de escassez hídrica em Belo Horizonte.
- Avaliar a disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas que abastecem Belo Horizonte.
- Identificar os instrumentos de resposta do governo local ao desastre de escassez hídrica em Belo Horizonte.

2 METODOLOGIA

Para analisar os fatores de risco de escassez hídrica em Belo Horizonte e a capacidade municipal de resposta a esse desastre, o desenvolvimento deste trabalho se deu em quatro etapas: revisão bibliográfica, levantamento de dados secundários, entrevistas e análise dos resultados.

O referencial teórico revisitou conceitos ligados à teoria do risco, à ciência dos desastres, à gestão de recursos hídricos, ao planejamento urbano e à interface entre essas áreas. Nessa etapa, a fundamentação centrou-se em confirmar a admissibilidade e angariar elementos para caracterizar a premissa do trabalho: a de que a escassez hídrica é um desastre.

Destaca-se a contribuição de organismos ligados à Organização das Nações Unidas (ONU) na forma de produtores de conhecimento, dentre os quais se pode citar o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR), no caso de desastres, e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), sobre a gestão de recursos hídricos. Por esse motivo, a discussão ao longo do trabalho baseia-se nos conceitos relativos à gestão de riscos e desastres conforme definição pelo UNDRR, exceto ressalva em contrário.

A coleta de dados secundários incluiu, não de forma exaustiva, acordos internacionais, normas e planos ligados ao uso da água e à gestão de riscos e desastres. Também foram reunidas estatísticas, mapas e informações produzidas por instituições públicas e privadas a respeito da sociedade, economia e meio ambiente com foco em Belo Horizonte e bacias hidrográficas de interesse, a fim de caracterizar os componentes da vulnerabilidade do município à escassez de água e verificar a disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas e reservatórios que o abastecem.

Um total de sete entrevistas foram realizadas em novembro de 2021 com representantes de seis instituições das esferas estadual e municipal ligadas à gestão do risco de desastres relacionados à água. No total, 10 gestores e técnicos da Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (ARMBH), da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (Arsae-MG), da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (Cedec), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e da Subsecretaria Municipal de Proteção e

Defesa Civil de Belo Horizonte (Supdec) esclareceram questões relativas à governança hídrica, às iniciativas e recursos disponíveis para atender às diferentes fases de atuação em riscos e desastres.

Por fim, os dados e as informações obtidos foram comparados e discutidos a partir da literatura. Na análise, ao se tratar de casos particulares, salientaram-se as informações relativas aos componentes do risco de desastre na bacia do Rio das Velhas, devido a sua contribuição majoritária para o abastecimento de água de Belo Horizonte.

3 DOS CONCEITOS

O objetivo deste capítulo é explicitar os conceitos adotados neste estudo. Os conceitos fundamentais para a discussão são: risco; desastre; risco de desastre; escassez hídrica; e desastre de escassez hídrica. São conceitos relevantes: ameaça; vulnerabilidade; exposição; segurança hídrica; e plano de contingência. Os demais conceitos apresentados, assim como sua contextualização, são elementos complementares para subsidiar a análise dos componentes do risco de desastre de escassez hídrica em Belo Horizonte que será desenvolvida nos capítulos seguintes.

3.1 Teorias do risco

Comum a diversas áreas do saber, o termo "risco" possui múltiplas definições na literatura. Gondim (2007) explora hipóteses etimológicas desde o século XIV e afirma que a origem da palavra é incerta. Em sua análise, a construção do termo através dos séculos teria refletido a desmitificação das expectativas sobre o vindouro, a racionalização que sustentou a transição do fatalismo ao desejo de controlar o imprevisível. Para Dagnino (2007), risco é um conceito que congrega o tipo de ameaça, o potencial de exposição, a probabilidade de ocorrência, a magnitude dos impactos e as características da população exposta. O autor reconhece, nas inúmeras interpretações do conceito, um elo semântico: a incerteza.

No século XXI, segundo Lourenço e Amaro (2018), teria havido uma tendência à convergência de significados derivada da atuação de organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas. A situação, no entanto, ainda seria a da ocorrência de diferentes graus de amplitude no emprego do conceito, que variam da generalidade subjetiva à especificidade quantitativa.

O que as três propostas tratam em comum é a sujeição humana ao futuro desconhecido, o qual se tem expectativas de controlar. Entender o risco seria, então, uma forma de fragmentar a realidade em projeções a fim de antecipar a próxima realidade provável e assim precaver adversidades. Nesse sentido, Giddens (1991) diferencia "risco" e "perigo". Sob a perspectiva do autor, o perigo seria a ameaça aos resultados pretendidos, enquanto o risco envolveria a margem de segurança das alternativas, ou melhor, a minimização do perigo. Nas ações individuais e sociais, se por um lado o risco estaria associado a um cálculo comparativo de retorno com diferentes níveis de aceitabilidade, o perigo teria puramente o caráter de empecilho

às intenções. O autor propõe que a distinção dos dois conceitos adviria da consciência de que a maior parte das casualidades que afetam o contexto humano são produto desse mesmo contexto.

Na construção epistemológica sobre o incógnito, a origem dos riscos é objeto recorrente de investigação. Segundo Beck (2011), a busca pela redução das incertezas oferecidas pelos fenômenos da natureza através da tecnologia acarretaria o surgimento de incertezas desconhecidas. Logo, a produção de riquezas e a de riscos seriam indissociáveis. Os efeitos colaterais do progresso, de acordo com o autor, materializariam-se em degradação ambiental e na suscetibilidade de sistemas a falhas com potencial para afetar agentes relacionados ou não com o processo produtivo. Dessa forma, o risco produzido seria compartilhado por todos, porquanto o efeito da intervenção da ação humana sobre o ambiente teria excedido seu entorno imediato, expandindo-se além-fronteiras. A distribuição da riqueza produzida tornaria, então, as parcelas sociais que não a detêm mais sujeitas a consequências negativas dos riscos produzidos, assim como à produção de novos. Simplificadamente, a distribuição do risco seria equitativa, mas a da riqueza não, e o peso da assimetria recairia sobre os que detêm menos recursos.

A respeito da divisão social dos subprodutos do progresso material, Giddens (1991) argumenta que a globalização do risco produzido pela industrialização estaria representada no aumento da frequência e intensidade de eventos adversos, assim como na institucionalização de mecanismos geradores de riscos.

A difusão social do risco indissociada da evolução dos processos de interferência antrópica sobre o meio é um ponto comum crucial nas teorias de Beck e Giddens. Ambos evidenciam os limites dos produtores ou avaliadores especializados em prever a real extensão do risco produzido. O questionamento é visto em Giddens (1991, p.112), quando o autor afirma que “nenhum sistema perito pode ser inteiramente perito em termos das consequências da adoção de princípios peritos”. Também pode ser visto em Beck (2011, p.35), na afirmação de que “a pretensão de racionalidade das ciências de determinar objetivamente o teor de risco do risco” consiste em “um castelo de cartas especulativo”. Em consenso com os autores sobre a subjetividade na mensuração do risco, Moreira (2017, p.3) observa que “mesmo que decisões acerca da definição de riscos sejam tomadas com base em evidências científicas, ainda assim estas não são isentas de julgamentos sociais quando se aplicam tais critérios objetivos”.

Alexandre (2000, p.167) defende que a principal diferença entre as obras de Giddens e Beck reside na identificação da origem e proposição de soluções. Em sua análise, Alexandre conclui que Giddens teria significado a “sociedade de produção de riscos” sem, no entanto, apontar soluções. Beck, em contraste, teria extrapolado a caracterização do progresso tecnológico como culpado pela multiplicação dos riscos e sugerido a revisão de necessidades e responsabilidades sociais sobre sua produção (ALEXANDRE, 2000).

Ainda no que se refere à postura da sociedade em relação ao risco produzido, tem-se que as reações e significados atribuídos variam entre comunidades e indivíduos, porque, assim como o próprio risco, a percepção do risco é uma construção social (UFSC, 2012; SLOVIC, 2010). Giddens (1991, p.100) atribui a percepção do risco ao sistema de crenças do meio social e afirma que “onde o risco é conhecido como sendo risco, ele é vivenciado de modo diferente do que em circunstâncias em que predominam noções de fortuna”. Moreira (2017, p.3), por sua vez, interpreta as percepções de risco como reflexo da disparidade de poder e defende que “diferentes percepções de risco encobrem diferenças na distribuição social de riscos e na exposição ao risco”.

Existem variáveis além do grau de racionalização e da pertença a determinado estrato social que influenciam na percepção do risco, como identificou Slovic (2010). Fatores psicológicos, sociais, políticos e culturais teriam grande peso na forma em que um indivíduo ou grupo percebe o risco. O autor descreve três mecanismos desencadeadores na amplificação social do risco, conceito segundo o qual aos impactos de desastres extrapolariam os atingidos e gerariam efeitos sociais em massa: a ocorrência de um grande desastre, a interpretação de um desastre como representante da magnitude do risco e a ação de grupos de interesse influentes para incluir o assunto na agenda política.

Marandola Júnior e Ojima (2012) chamam atenção para a construção de discursos em torno do risco, capazes de manipular a interpretação sobre as definições de segurança e insegurança. Segundo os autores, tais narrativas seriam, por vezes, reducionistas e utilizadas para justificar diferentes interesses em conflito sobre o espaço urbano. Alexander (2021) aprofunda-se nessa discussão e defende que, no processo de identificação dos riscos, até mesmo o que é considerado como evidência para o estabelecimento de critérios estaria na zona de influência de vieses de visão de mundo, corrupção, preconceitos e outras formas de interpretação parciais que

minam o caráter idealmente objetivo da análise na gestão. Por esse mesmo motivo, para Slovic (2010), definir o risco seria um exercício de poder.

No embate de forças em torno do tema, o domínio do tempo de progressão de cada fator do risco pode tomar um caráter determinante de prioridades. Para Lourenço e Amaro (2018), o que separa o risco da crise é a plena manifestação da ameaça. Enquanto a ameaça for uma possibilidade não materializada, um potencial, a crise não se manifestará, porquanto a condição necessária para seu início não terá sido cumprida. O limiar entre o “risco” e a “crise”, a que esses autores denominam “perigo”, indicaria a iminência do desastre. O perigo, na interpretação desses autores, revestiria o risco de urgência.

Segundo Marandola (apud Olivato, 2013), a adoção dos termos risco ou perigo "no discurso acadêmico e político se refere à ênfase que se direciona as ações preventiva pré-evento (risco), e o processo de produção e distribuição dos eventos (perigo)". O conceito trabalhado por Lourenço e Amaro (2018) não se enquadra à proposta estrita de Giddens (1991), tampouco à interpretação desta pesquisa, mas retrata a disputa dos termos relacionados ao risco na literatura, muitas vezes em zonas semânticas fronteiriças.

Com base nas ideias discutidas pela literatura, entende-se que o risco é inerente à sociedade. Da mesma forma, aspectos socioculturais delineiam o modo como um indivíduo ou sociedade interpreta e convive com os riscos de seus meios. Nas sociedades em que toma a forma de elemento mágico ou sobrenatural, o risco se reveste de caráter de inevitabilidade, relaciona-se ao destino. Quando é racionalizado como produto da atividade social, torna-se passível de análise e de gestão, ou seja, sujeito a intervenções que reduzam o nível de incerteza perante a insciência do futuro. É nessa última perspectiva que se desenvolve a análise do presente estudo.

3.2 Ciências do desastre

Os avanços tecnológicos do século XIX possibilitaram não só as discussões sobre risco (UFSC, 2012), mas também a compreensão sobre aspectos físicos envolvidos na ocorrência de desastres. Mesmo assim, o tema alcançou relevância acadêmica somente após a Segunda Guerra Mundial, com os estudos sobre comportamento humano em situações de desastre e o estabelecimento dos estudos sociais na área (RODRÍGUEZ; QUARANTELLI; BOIN, 2007). A partir de então, a ciência do desastre consolidou-se como área transdisciplinar de estudos

quantitativos e qualitativos de riscos, de desastres, de sua tipologia e de seu ciclo de gestão (ELSEVIER, 2017).

A evolução da literatura da área deu origem a diversas interpretações dos conceitos relacionados a desastres, contudo, as instituições ligadas à Organização das Nações Unidas - ONU - destacam-se como referência no desenvolvimento de pesquisas sobre o tema (UFSC, 2021). Por esse motivo, para o presente estudo, adotam-se predominantemente as definições do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres - UNDRR, que afirma que:

Desastre é uma séria perturbação na dinâmica de funcionamento de uma comunidade ou sociedade em qualquer escala devido à concretização de uma ameaça e sua interação com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade levando a perdas e impactos em uma ou mais das seguintes categorias: humana, material, econômica e ambiental (UNDRR, 2021, tradução própria).

O conceito é amplo, pois a "séria perturbação" a que se refere o conceito do UNDRR pode-se manifestar das maneiras mais diversas possíveis. A pluralidade de formas de manifestação levou a inúmeras tentativas de categorização dos desastres, ainda objeto de grande discussão (MAINI et al, 2017).

Na literatura anterior a 2005, era comum os desastres serem divididos em três categorias em relação à origem da ameaça: naturais; antropogênicos, também chamados antrópicos ou humanos; e mistos. De acordo com essa classificação, os desastres naturais correspondiam aos derivados da materialização de uma ameaça ambiental. Nessa categoria enquadravam-se ocorrências como movimentação de massa, erupções vulcânicas e tsunamis. Por sua vez, os desastres antropogênicos seriam os derivados de ameaças desencadeadas pela intervenção antrópica sobre o ambiente natural de forma a provocar o desequilíbrio do sistema. Classificavam-se nessa divisão acidentes nucleares, rompimentos de barragens e contaminação de rios. Por fim, os desastres em que a ação ou omissão humana amplificava os impactos negativos potenciais da ameaça natural ou quando a ameaça se concretizava em conjunto com variáveis ambientais adversas derivadas da ação humana eram considerados como mistos (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2002). Até a substituição da Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos essa era também a classificação que vigorava no Brasil (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2007).

Em 2005, o Marco de Hyogo, referência internacional na gestão de riscos e desastres, reduziu a duas as categorias de classificação dos desastres: naturais e tecnológicos, de acordo com a origem da ameaça (UNDRR, 2015). Porém, poucos anos depois, até mesmo essa diferenciação está sob discussão.

Sob a perspectiva da produção social do risco ou construção social do risco, discutida no item 3.1, o desastre só ocorre na interação entre um componente humano e fatores ambientais, pertençam esses ao ambiente natural ou construído (WEISÆTH et al, 2002; UFSC, 2021). Desta forma, esse tipo de classificação tem caído em desuso, enquanto o uso do termo “desastres”, sem qualificadores do gênero, é cada vez mais disseminado (UFSC, 2021).

Uma segunda maneira de categorizar os desastres é dada por sua proporção. O UNDRR admite apenas duas opções: desastres de pequena ou grande escala, a ser determinada em função da capacidade de resposta local. Segundo essa classificação, o desastre é considerado de pequena escala se afeta uma comunidade e mobiliza recursos alheios a ela. Já a grande escala é caracterizada pela necessidade de mobilização de recursos a nível nacional na resposta ao evento (UNDRR, 2021).

No Brasil, a Instrução Normativa MDR 36, de 4 de dezembro de 2020, admite um nível intermediário e divide os desastres em intensidades de I a III de acordo com o número e extensão dos danos sofridos. Essa divisão tem caráter prático, pois influencia no tipo e volume de recurso a ser recebido pela localidade afetada para resposta e recuperação (BRASIL, 2020c).

Uma terceira classificação diz respeito ao modo de início dos desastres, que podem ser classificados em súbitos ou lentos. Desastres súbitos representam uma perturbação abrupta da normalidade. Como nos casos de inundações, ciclones ou explosões, o início desse tipo de desastre é, em geral, bem delimitado. Por sua vez, os desastres lentos evoluem gradualmente ao longo de um intervalo temporal maior, sendo difícil divisar o início exato da ruptura do funcionamento da sociedade ou comunidade. Nessa categoria se enquadram a desertificação e o aumento do nível do mar, entre outros exemplos (UNDRR, 2021).

Em geral, os desastres súbitos alcançam maior cobertura midiática e, com isso, mobilizam mais recursos nas ações de resposta (TOMINAGA et al, 2009). Por sua vez, os desastres de início lento contribuem para grande parte das perdas totais decorrentes de desastres, afetando comunidades, famílias e empresas de porte pequeno e médio (UNDRR, 2015).

O entendimento científico vigente, recepcionado na PNPDEC, é o de que, para qualquer tipo de desastre, a atuação do sistema de proteção e defesa civil deve se orientar no sentido de evitá-lo e/ou diminuir seus impactos. Para tanto, é necessário que o foco da estratégia governamental esteja na gestão de riscos de desastres.

3.2.1 Gestão de riscos de desastre

O risco de desastre é interpretado como o potencial da interação entre uma ameaça e condições de vulnerabilidade e exposição de um ambiente em determinado espaço de tempo (UNDRR, 2021). Uma série de fatores naturais e antropogênicos amplifica a vivência que os grupamentos humanos têm dos riscos de desastres. Dentre esses fatores incluem-se o crescimento demográfico, a intensificação da atividade econômica e alterações abruptas nos ambientes físicos naturais e processos biológicos, especialmente por intervenção humana.

Dos componentes do risco, a ameaça (ou perigo) é definida como o “fenômeno, processo ou atividade humana que tem o potencial de causar mortes, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos materiais, perturbações sociais e econômicas ou degradação ambiental em um determinado local ” (UNDRR, 2021, tradução própria).

As ameaças podem ser divididas em cinco categorias derivadas de duas origens, de acordo com o Marco de Sendai (UNDRR, 2015). A origem natural envolve as ameaças biológicas, geológicas e hidrometeorológicas, enquanto as ameaças tecnológicas e de degradação ambiental são consideradas de origem humana.

Ameaças biológicas têm, em geral, a ação de organismos vivos como patógenos, vetores de patógenos ou produtores de toxinas. Nessa categoria, para citar alguns dos exemplos, se encontram as ameaças representadas por vírus, bactérias, parasitas, plantas venenosas ou mosquitos vetores, como o *Aedes aegypti*, que tem relevância sanitária e econômica no Brasil por transmitir patógenos causadores de dengue, zika, chikungunya e febre amarela urbana (UNDRR, 2021; OPAS, 2021; FIOCRUZ, [2013?]) .

Dentre as ameaças geológicas, podem-se citar a atividade vulcânica e o tsunami, que é desencadeado por dinâmicas geofísicas, mas pode chegar à costa provocando desastres relacionados à água. Neste rol também constam os movimentos de massa, em que se incluem deslizamentos de solo e quedas, tombamentos e rolamentos de rochas, particularmente propensos a ocorrer nas

idades brasileiras durante o período chuvoso, em que há encharcamento do solo. (UNDRR, 2021; MEC, 2017).

Por sua vez, são tipificadas como hidrometeorológicas as ameaças que envolvem o ciclo hidrológico e interações climáticas. São exemplos: seca, estiagens, vendavais, ciclones, chuvas intensas, inundações, enchentes. Esses são os desastres mais recorrentes no Brasil, correspondendo a 99% dos desastres registrados entre 2003 e 2019 (UFSC, 2021).

No campo das ameaças tecnológicas, têm-se as derivadas diretamente da atividade industrial, infraestrutura, tecnologia e outras iniciativas com grande potencial de impacto. Podem ser representadas por acidentes industriais, vazamentos químicos e acidentes nucleares.

Por último, está a degradação ambiental, categoria altamente discutível, pois o conceito de degradação parece perpassar em maior ou menor grau todos os demais tipos de ameaça. Assim como acontecia com os desastres chamados “mistos”, a UNDRR (2021) adverte que várias ameaças são socioambientais, incluindo a degradação ambiental e as mudanças climáticas.

O segundo componente do risco de desastre é a vulnerabilidade, definida pelo UNDRR (2021) como o conjunto de “condições determinadas por fatores ou processos materiais, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo uma comunidade, ativos ou sistemas ao impacto de ameaças”. Em outras palavras, são as características tornam o possuidor suscetível a danos decorrentes de eventos adversos.

Outro componente mencionado do risco de desastre, a vulnerabilidade é um aspecto intrínseco ao portador. Representa um conjunto de condições sociais, econômicas ou ambientais que aumentam a suscetibilidade do indivíduo, comunidade, sociedade, bens ou sistemas ao impacto da ocorrência de uma ameaça (UNDRR, 2021). Embora sejam atributos específicos, existem fatores globalmente difundidos de vulnerabilidade, dentre os quais se pode citar a alta densidade demográfica, a pobreza, edificações precárias, degradação ambiental, uso e ocupação inadequada do solo; planejamento urbano inexistente ou insuficiente, a ausência de planos de redução de riscos; ausência de mapeamentos de risco e de Planos Municipais de Redução de Riscos; segregação espacial (UFSC, 2012)

Enquanto a vulnerabilidade é uma característica corrente do que ou quem a porta, ou seja, a ameaça é um conceito implicitamente latente. Como potencial, a

ameaça compõe o risco combinada à vulnerabilidade. Entretanto, é a manifestação da ameaça sobre elementos expostos em condições vulneráveis em dado espaço geográfico e temporal que caracteriza o desastre.

Por fim, a exposição é, segundo o UNDRR (2021), “a condição das pessoas, infraestrutura, residências, capacidade de produção instalada e outros ativos tangíveis posicionados em áreas sujeitas a alguma ameaça”. Esse parâmetro pode ser medido tanto pelo número de pessoas ou bens expostos na área de interesse.

Os progressivos prejuízos causados pela ocorrência de eventos adversos sobre sistemas sociais e econômicos levaram à pauta a sistematização da gestão de riscos e desastres. Com isso, em 2005, foi adotado o Marco de Ação de Hyogo para redução de risco e aumento da resiliência através da preparação, produção e reprodução de conhecimento a fim de promover a capacidade de gestão de risco de desastres nos níveis locais e nacionais (UNDRR, 2005).

O Marco de Ação de Sendai foi aprovado em 2015 com o intuito de implementar estratégias concisas, assim como avaliar e rever a implementação do Marco de Ação de Hyogo para o período pós-2015. O novo instrumento admitiu a necessidade de reforçar o monitoramento e avaliação de ações para a efetividade da redução de riscos de desastres. Em outro ponto relevante, Sendai também reconheceu a assimetria de condições que países em diferentes estágios de desenvolvimento têm para o enfrentamento de desastres e, portanto, a relevância de se assistir países pobres e vulneráveis para a redução total de perdas derivadas de desastres (UNDRR, 2015).

Antes da última grande referência internacional, os esforços brasileiros para racionalização da gestão de riscos e desastres ganharam um marco nacional. A Lei Federal 12.608/2012 estabelece que a atuação dos órgãos de proteção e defesa civil deve se dar de forma articulada, sistêmica, participativa e planejada. As ações organizam-se integram um ciclo de atuação ou ciclo de gestão de riscos e desastres (BRASIL, 2012);

A primeira fase do ciclo de gestão de riscos e desastres - ou ciclo de atuação da defesa civil -, a prevenção, abriga medidas que buscam evitar a produção e instalação do risco e representa o ideal de alcançar um estado onde o impacto da materialização da ameaça seria nulo. Por outro lado, tomando como premissa que a ameaça está instalada e o risco já existe, as ações de mitigação buscam diminuir ou minimizar os impactos do possível evento adverso. As ações mitigatórias são

especificamente relevantes frente a ameaças naturais, que não podem ser eliminadas (UNDRR, 2021). Essas duas primeiras fases do ciclo de gestão do risco têm objetivos muito similares e uma mesma medida pode apresentar natureza preventiva ou mitigatória, de tal maneira que frequentemente as duas primeiras fases do ciclo são agrupadas.

Na fase de preparação, instituições e indivíduos constroem capacidade de enfrentamento ao desastre. Atividades típicas dessa etapa são a elaboração de plano de contingência, promoção de treinamentos, o fortalecimento do sistema de saúde para emergências e outras medidas que capacitem os sistemas para efetivo enfrentamento à crise (UNDRR, 2021; AITSI-SELM I et al, 2015). Essa é também a última fase da gestão de riscos.

Frente a ocorrência do evento adverso nas condições delimitadas pelo conceito de desastre, inicia-se a segunda parte do ciclo, a gestão do desastre. Na fase de resposta, o foco é em atender necessidades imediatas, através de ações emergenciais de socorro, assistência e restabelecimento de serviços essenciais (UNDRR, 2021; BRASIL, 2012). Na fase de restabelecimento, inovação do Decreto 10.593/2020 em relação à PNPDEC, as ações visam restaurar as condições de segurança e habitação da população (BRASIL, 2020b). Por fim, na fase de recuperação, as medidas visam restabelecer a funcionalidade esperada do sistema afetado pelo desastre de uma forma sustentável e, preferencialmente, mais resiliente do que a forma anterior (UNDRR, 2021).

A classificação das ameaças e o sequenciamento das fases do ciclo de gestão de riscos e desastres são uma simplificação da realidade que possibilita o estudo e planejamento dos fenômenos. Em geral, eventos adversos podem ocorrer simultaneamente ou desencadear uns aos outros. Com isso, uma mesma ação pode atender a diferentes fases do ciclo de gestão a depender do risco ou desastre que está sendo analisado no contexto.

Comparativamente, o risco de desastres é apenas uma das facetas dos riscos gerais a que a sociedade e seus subsistemas estão sujeitos, de forma que sua governança não pode ser separada da dos outros tipos de risco (UNDP, 2015). A gestão de risco e desastres está diretamente ligada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 - ODS 11 - que pretende tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. O risco nunca é nulo se há

elemento exposto (PREVENTION WEB, 2021). Portanto, o objetivo da gestão do risco de desastre é mitigá-lo ao máximo dentro de uma escala de esforço ótimo.

3.3 Governança das águas

O conceito de governança foi repetidamente definido na literatura. Para autores como Rogers e Hall (2003), o termo é político e trata da eficiência na alocação de recursos e na regulação por valores, normas e leis. Por outro lado, Stoker (1998) trabalha a governança como a criação de um cenário ordenado em que as relações entre o público e privado se tornam próximas e integradas, de forma a privilegiar a ação coletiva. Já do conceito de governança pública organizacional definido pelo Tribunal de Contas da União - TCU - (2020), pode-se extrair que a governança é a aplicação de estratégias que permitem direcionamento da atuação das instituições “de modo a aumentar as chances de entrega de bons resultados aos cidadãos, em termos de serviços e de políticas públicas”.

Comum entre os autores, porém, é a preocupação em diferenciar governança e governo ou governança e gestão. Na abordagem funcionalista do TCU (2020), a governança é a função que estabelece as diretrizes, enquanto a realização cabe à gestão. Para Roberts e Hall (2003), a governança é mais ampla que o governo e envolve redes de influência incorporadas nas relações entre governo, sociedade e mercado. Por sua vez, a Jacobson et al (2013, p.3) sustenta que a governança promove as condições onde a gestão acontece. Em todas as definições, a governança aparece como um contêiner do governo, um domínio superior que o envolve e determina as condições em que deve se desenrolar.

Especificamente aplicado à água, o conceito de governança é definido como o conjunto de sistemas políticos, sociais, econômicos e administrativos, de diferentes níveis, destinados a desenvolver e gerir recursos hídricos e fornecer serviços de abastecimento (GWP, 2002, apud Rogers e Hall, 2003). Portanto, envolve estabelecer as diretrizes para um intrincado arranjo de demandas e instâncias de resposta a interesses diversos e, por vezes, conflitantes.

Em âmbito mais restrito, a gestão da água busca proteger e trabalhar a água como um recurso natural, garantir a oferta de serviços e, conseqüentemente, água para atender a múltiplos usos. Gerir a água como recurso natural significa focar especialmente no equilíbrio do ciclo hidrológico, em sua função ecossistêmica e em sua reservação. Primordialmente, balancear oferta e demanda hídrica trata de

equilibrar interesses diversos ao volume e qualidade de água disponível (UN-WATER, 2012).

Prover um ambiente de deliberação equitativo é papel governamental. Na governança das águas, assim como em outras áreas, as demandas individuais ou associadas, de pessoas físicas e jurídicas dos setores público e privado, aglutinam-se em frentes de interesse que se fazem representar no ciclo de políticas públicas desde a formação da agenda até a fase de implementação.

Outro ponto a ser levado em conta é que as divisões territoriais, administrativas e as bacias hidrográficas poucas vezes coincidem, o que dificulta o fluxo decisório e de planejamento. De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE -, a descentralização, que permite que as políticas se adaptem às características locais, frequentemente cria novas questões relacionadas à capacidade para prestação de serviços públicos (OCDE, 2015). Por isso, é necessário que os arranjos propostos sejam responsivos às novas necessidades impostas pelo amadurecimento dos debates.

A necessidade de sistematizar o atendimento às demandas por água sem enrijecer os sistemas de gestão inspira diversas revisões nos arquétipos de governança que surgem globalmente. Em 2015, através da Declaração de Daegu, a OCDE definiu três áreas em que a capacidade governamental deve se desenvolver para garantir a implementação efetiva de políticas públicas sustentáveis de gestão da água.

A primeira área é a eficácia, em que os governos devem aprimorar a divisão de competências, a gestão por bacias hidrográficas, a coordenação intersetorial e a capacitação das autoridades responsáveis pela gestão das águas. A segunda é a eficiência, onde devem ser desenvolvidos a gestão do conhecimento, o financiamento, a regulação e a inovação no setor. A última das três áreas se refere à confiabilidade e compromisso, o que inclui a construção de práticas em integridade e transparência, a participação equilibrada das partes interessadas nos diversos usos da água, comprometimento dos atores envolvidos e o processo eficaz de monitoramento e avaliação das políticas públicas (OCDE, 2015).

Resultados encontrados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO - (2020) coincidem com as condutas que a OCDE definiu como princípios. Em experiência conduzida no Chile, a FAO concluiu que a solução para os conflitos locais em torno da água incluía aprimorar a confiança entre

atores, a eficiência e a capacidade institucionais, a regulação, o planejamento de uso e ocupação do solo e a geração de informações confiáveis. Esses fatores são repetidamente encontrados em estudos sobre o tema, o que leva a crer que os empecilhos à plena implementação das políticas de recursos hídricos estejam não na fundamentação, mas na fase de materialização dos princípios teóricos. Desse modo, os foros onde se dão as deliberações tornam-se matéria de interesse a ser analisada.

No Brasil, a representação institucional da governança das águas está a cargo do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH -, que se divide nos âmbitos nacional e estadual. O Sistema foi estabelecido pela Lei Federal 9.433/1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos, PNRH ou, ainda, Lei das Águas.

Em âmbito federal, a responsabilidade pela formulação da política se divide entre as instâncias colegiadas e a administração direta. Constituem as instâncias colegiadas o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH - e os comitês de bacias hidrográficas. De acordo com a Lei Federal 9.433/1997, artigo 35, incisos V e VI, compete ao CNRH estabelecer diretrizes para a implementação da política nacional de recursos hídricos, inclusive mediante a proposição de alteração nas normas legais. A instância reúne representantes do governo federal, dos conselhos estaduais, dos usuários e de organizações civis ligadas aos recursos hídricos, porém a presidência do Conselho é necessariamente ocupada pelo Ministro de Estado do Desenvolvimento Regional - MDR - conforme previsto no artigo 36, inciso I (BRASIL, 1997).

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são responsáveis, dentre outros pontos, por aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia e acompanhar sua execução. Atuam também como primeira instância administrativa no caso de conflitos relacionados aos recursos hídricos. O recurso das decisões dos Comitês cabe à decisão do CNRH ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, segundo sua esfera de competência, conforme previsto no art. 38 da PNRH (BRASIL, 1997).

Cada uma das instâncias colegiadas é auxiliada por uma secretaria executiva. No caso dos Comitês, é de responsabilidade das Agências de Água: elaborar os Planos de Recursos Hídricos; cobrar pelo uso de recursos hídricos, mediante delegação do outorgante; gerir os valores arrecadados; propor o enquadramento dos corpos de água e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos

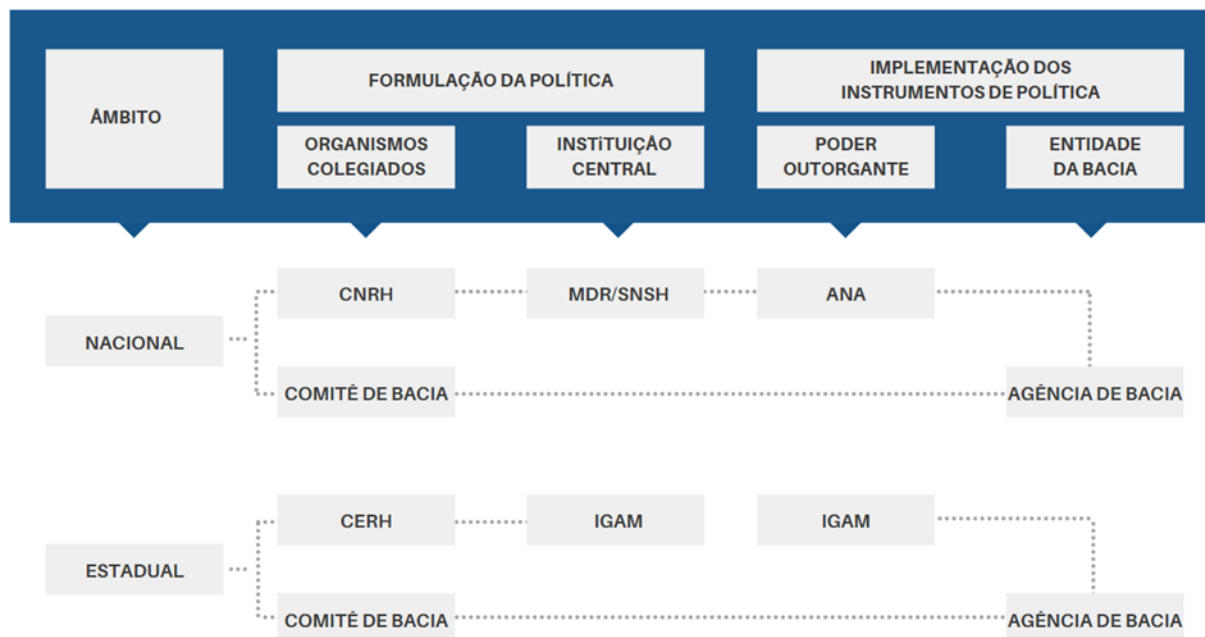
Hídricos em sua área de atuação, além de realizar atividades administrativo-financeiras pelo Comitê (BRASIL, 1997).

O papel de órgão central do SINGREH era desempenhado pelo Ministério do Meio Ambiente, cenário que mudou com a publicação da Lei Federal 13.844, de 2019. A partir de então, a administração direta federal passou a ser representada no SINGREH pelo MDR, que preside e secretaria o CNRH, bem como formula o Plano Nacional de Recursos Hídricos em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (BRASIL, 1997; BRASIL, 2019a; ANA, 2021a). Os impactos dessa mudança ainda não estão claros nem mesmo para as organizações civis envolvidas para o setor, suscitando diversas dúvidas sobre os avanços na PNRH desde de seu estabelecimento e a manutenção das competências do SINGREH. (FIGUEIREDO, 2019; MDR, 2021).

A ANA é a agência reguladora de águas e o poder outorgante do SINGREH. Tem a prerrogativa de planejar e promover medidas em caso de escassez hídrica, assim como fiscalizar os usos dos recursos hídricos da União (BRASIL, 2000). A Controladoria-Geral da União - CGU - (2020) observou que a Agência estende sua atuação com uma postura proativa na resolução de conflitos, em especial os derivados de eventos hidrológicos extremos. De acordo com o PNRH essa competência pertence ao CNRH, mas a ANA age preventivamente, evitando que cheguem às instâncias colegiadas para deliberação.

Em âmbito estadual, o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos basicamente replica a estrutura do nível federal com seus respectivos atores, mudança na distribuição de competências e representações proporcionais. A caracterização de instituições do SEGREH - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - de Minas Gerais se dará ao longo do capítulo 4. Por ora, a Figura 1 representa a matriz institucional da gestão de recursos hídricos nas esferas federal e estadual.

Figura 1. Matriz e funcionamento do SINGREH com atores de Minas Gerais



Fonte: Adaptado de ANA (2019a)

Além de estabelecer mecanismos para a governança, a Política Nacional de Recursos Hídricos distribui responsabilidades entre os atores sobre ferramentas de efetiva gestão. Para isso, a PNRH estabelece como instrumentos em seu artigo 5º: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

O plano de recursos hídricos é o instrumento que norteia a implementação da política de recursos hídricos na bacia de referência. Essa espécie de plano diretor contém o diagnóstico e o prognóstico da disponibilidade e da demanda hídrica, assim como metas, ações, prioridades, critérios, diretrizes e propostas para a exploração sustentável da água. De acordo com o artigo 45, inciso XI, da Lei Estadual 13.199/1999, a competência para elaboração deste instrumento para os recursos sob dominialidade de Minas Gerais é da agência de bacia (MINAS GERAIS, 1999a).

O enquadramento dos corpos de água em classes visa atender os usos múltiplos da água, preservando-as na melhor condição possível para o uso preponderante na bacia. A análise para enquadramento se baseia nas condições atuais do corpo d'água (diagnóstico), no uso futuro pretendido (metas ideais), no uso

futuro ajustado pelas condições de recuperação (metas reais ou ajustadas) (ANA, [2019b]).

Figura 2. Classes de enquadramento de recursos hídricos

| USOS DAS ÁGUAS DOCES | | ESPECIAL | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas |  | Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral | | | | |
| Proteção das comunidades aquáticas |  | | Classe mandatória em Terras Indígenas | | | |
| Recreação de contato primário |  | | | | | |
| Aquicultura |  | | | | | |
| Abastecimento para consumo humano |  | Após desinfecção | Após tratamento simplificado | Após tratamento convencional | Após tratamento convencional ou avançado | |
| Recreação de contato secundário |  | | | | | |
| Pesca |  | | | | | |
| Irrigação |  | | Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película | Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer, | Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras | |
| Dessedentação de animais |  | | | | | |
| Navegação |  | | | | | |
| Harmonia paisagística |  | | | | | |

Fonte: ANA ([2019b])

A dominialidade das águas é definida constitucionalmente. Portanto, o inciso I do artigo 1º da Lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997) reitera a Constituição de 1988, artigos 20 e 26 (BRASIL, 1988), ao afirmar que a água é um bem de domínio público. Ambas as normas fundamentam o instrumento da outorga, instrumento legal autorizativo materializado por ato administrativo publicado em diário oficial, que garante ao interessado o direito de uso de recursos hídricos de determinado ponto em prazo pré-estabelecido. O modo de implementação desse instrumento como uma origem de vulnerabilidade será abordado no capítulo 5, tópico 5.2.

São duas as categorias de uso outorgáveis: consuntivos e não consuntivos. Os usos consuntivos são os que consomem água, retirando-a do manancial e diminuindo a disponibilidade hídrica a jusante. Enquadram-se nesse tipo as outorgas destinadas ao abastecimento humano urbano e rural; à dessedentação de animais; à irrigação; ao consumo industrial; e à mineração. Os usos não consuntivos são os que não demandam retirada de água do manancial e podem ser representados pela

pesca, navegação, geração de energia, turismo e recreação e pela própria preservação ambiental (ANA, 2019a).

A própria Lei traz exceções para a necessidade de outorga. São os chamados usos insignificantes descritos no artigo 12, § 1º, incisos I a III, que envolvem a movimentação de pequenos volumes de água ou efluentes. Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa CERH - MG nº 09, de 16 de junho de 2004, define o volume considerado insignificante para cada região do Estado de acordo com a disponibilidade hídrica local (CERH-MG, 2004; BRASIL, 1997).

A cobrança pelo uso de recursos hídricos também é de responsabilidade da agência da bacia, desde que delegada pelo outorgante - o Instituto Mineiro de Gestão das Águas, no caso mineiro. Resumidamente, o instrumento tem como objetivo a captação de recursos para viabilizar os usos múltiplos dos recursos hídricos de forma sustentável e a educação ambiental do usuário por método financeiro. Nessa última hipótese, o pagamento seria uma forma de demonstração do valor econômico da água defendido na PNRH, art. 1º, inciso II. Os recursos arrecadados são revertidos para investimentos na própria bacia, atendendo às determinações da PNRH, art. 22, e da Política Estadual de Recursos Hídricos, art. 28 (MINAS GERAIS, 1999).

Os benefícios pretendidos pela Lei não foram suficientes para motivar a adoção irrestrita da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Em dados de março de 2021, o Sistema Estadual de Meio Ambiente - SISEMA - apurou que o instrumento era aplicado em apenas 12 das 36 bacias hidrográficas mineiras (SISEMA, 2021). Para sanar o subaproveitamento da fonte de recurso, o Decreto Estadual 47.860, art. 3º, instituiu a cobrança obrigatória em todo o território, determinação a que os comitês de bacia que ainda não implementaram o instrumento terão até dois anos para se adaptar, conforme art. 27 (MINAS GERAIS, 2021).

O quinto dos instrumentos da PNRH, embora listado no artigo 5º, inciso V, foi vetado na própria Lei por não encontrar respaldo constitucional. O texto do artigo 24, que previa compensação a municípios com áreas inundadas por reservatórios ou com restrições de uso de solo, foi inteiramente suprimido e o dispositivo continua sem validade até que as razões do veto sejam superadas (CABRAL, 2015).

Por fim, o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos previsto no artigo 5º, inciso VI, da PNRH é um instrumento materializado na forma de um portal online homônimo de acesso aberto e gratuito. O SNIRH, na sigla como é conhecido, reúne estatísticas e dados sobre a gestão e condições dos recursos hídricos

nacionais. Em âmbito estadual, a ferramenta análoga mais próxima é o portal InfoHidro sustentado pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente - SISEMA, que agrega informações técnicas, bibliografia e notícias relacionadas ao tema água.

Em 2020, a CGU analisou a governança que envolve a PNRH avaliando o SINGREH nos eixos de coordenação e integração entre os entes, sistemas de informações e planejamento nacional. Como resultado, a auditoria encontrou falhas em todos eles. No eixo de coordenação e integração, a deliberação sobre pautas complexas foi considerada insuficiente, assim como a gestão do estoque de resoluções emitidas pelo Conselho. Também foram detectadas insuficiências na transparência e a “falta de definição de temas estratégicos”. Em relação às informações, o Tribunal encontrou questões que prejudicam a qualidade das informações recebidas pela ANA oriundas dos sistemas estaduais. Por fim, no eixo planejamento, detectou-se que o monitoramento do Plano Nacional de Recursos Hídricos não estava sendo realizado e que, conseqüentemente, o CNRH não estava acompanhando sua execução e cumprimento de metas (CGU, 2020).

Os resultados reforçam a afirmação da Global Water Partnership (2000), que define a crise hídrica como uma crise de governança. Assim, desenvolver a capacidade de coordenação interinstitucional faz-se uma das mais prementes necessidades para o desenvolvimento de uma abordagem integrada a respeito dos impactos trazidos pela diminuição da qualidade e da quantidade de água nos sistemas humanos.

3.4 A escassez hídrica como desastre

A segurança hídrica pode ser entendida como a garantia do acesso a água em quantidade e qualidade suficiente para suprir múltiplos usos de forma sustentável (UN WATER, 2013). Globalmente, os níveis de segurança hídrica são críticos. Em 2020, cerca de 2,3 bilhões de pessoas ou 26% da população mundial sem acesso a água em quantidade e qualidade básicas necessárias. Desde 2000, o número de pessoas sem acesso à água devidamente tratada vivendo em cidades quase dobrou (UN WATER, 2021a).

Esse cenário sustenta a necessidade do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6.4 definido na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, ao mesmo tempo que o torna pouco provável:

Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água (ONU, 2015).

Por definição, a escassez hídrica é a indisponibilidade de água em qualidade e quantidade suficiente para atender às múltiplas demandas de uso. Essa falta pode ser causada por uma ausência física do recurso no ambiente natural em forma utilizável, pela incapacidade do sistema construído em garantir o abastecimento por questões operacionais ou mesmo pela ausência de um sistema de abastecimento (UN WATER, 2021b; MARTIN-CARRASCO et al, 2013).

Da mesma forma, entende-se disponibilidade hídrica, como a “quantidade de água disponível em um ponto do corpo d’água definida a partir das características hidrológicas do curso d’água” (ANA, 2015). A ideia de “forma utilizável” que perpassa as definições relacionadas ao consumo de água é fundamental para a análise crítica proposta e retoma o conceito de enquadramento dos recursos hídricos discutido no item 3.3. De acordo com ela, a escassez hídrica não se refere à absoluta ausência de água no ambiente e sim à insuficiência e indisponibilidade do recurso nas formas que atendam às demandas por seu uso.

Para Thomas (2021), a escassez hídrica é uma situação de reduzida disponibilidade de água e difere da crise hídrica. Segundo afirma, se a reduzida disponibilidade do recurso é suficiente para atender às múltiplas demandas, não há crise hídrica, pois não há impacto sobre os usos. Logo, a crise hídrica é caracterizada no caso de a escassez acarretar desabastecimento. Por essa definição, entende-se que o marco inicial da fase crítica, de acordo com o definido por Thomas, seria a ocorrência do desastre cujo risco o presente trabalho analisa.

Conforme conceitos discutidos no tópico 3.2, para ser caracterizada como desastre a escassez hídrica deve ser desencadeada pela materialização de uma ameaça em determinado local e período sobre elementos expostos e vulneráveis, de forma a perturbar a comunidade ou sociedade se traduzindo em impactos e perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais. Dessa forma, torna-se necessário avaliar como cada um dos componentes do risco de desastres se caracterizaria em relação à escassez.

A exposição coloca-se como componente cujo valor é binário: as pessoas e ativos podem estar ou não expostos a depender se estão ou não em áreas sujeitas a esse desastre. He et al (2021) estimaram que, em 2016, um terço da população urbana mundial estava exposta à escassez hídrica.

Embora sejam atributos específicos, existem fatores globalmente difundidos de vulnerabilidade. A alta concentração populacional, a urbanização desordenada e a pobreza são conhecidas condições que prejudicam a capacidade de enfrentamento a qualquer desastre. Em relação ao desastre de escassez hídrica, somam-se o uso ineficiente da água, a alta dependência de forma não sustentável de captação e a exposição de recursos hídricos e sistemas de abastecimento a eventos adversos.

No que concerne às ameaças, a escassez hídrica pode ser desencadeada por eventos hidrometeorológicos (COMISSÃO EUROPEIA, s.d), degradação ambiental e comprometimento da capacidade de abastecimento (UN WATER, 2021b).

Os eventos hidrometeorológicos são a combinação de eventos climatológicos, meteorológicos e hidrológicos e constituem a maior parte dos desastres (UNDRR, 2005, p.3). Nessa classificação enquadram-se a seca e a estiagem, que cabe diferenciar.

A estiagem é o “fenômeno natural que ocorre quando há um período de tempo sem a ocorrência de chuvas”, enquanto a seca pode ser definida como um “evento hidrológico crítico onde a quantidade de água disponível diminui consideravelmente” (ANA, 2015). Percebe-se que a seca pode ocorrer em casos de longos períodos de estiagem. O conceito varia grandemente na literatura e varia de acordo com o objetivo da análise (CAMPOS, 1994). No uso comum, os termos são frequentemente utilizados como sinônimos.

A tipologia usada para classificar as subcategorias de seca é igualmente variada (WILHITE e GLANTZ, 1985). Campos (1994) classifica a seca como climatológica, edáfica e hidrológica. Em sua análise, a seca climatológica é a que ocorre por déficit de precipitação devido a dinâmicas atmosféricas. A seca edáfica é a deficiência da umidade no solo, mais especificamente no sistema radicular das plantas, que resulta em perdas na agricultura. Já a hidrológica seria a baixa disponibilidade de água superficiais, subterrâneas ou reservadas para atender as demandas presentes em determinado espaço geográfico. Percebe-se que as duas últimas definições são voltadas às consequências da falta de chuvas. Campos (1994)

também lembra que alguns autores fazem uso da categoria “seca social” pelos efeitos socioeconômicos acarretados.

Sobre a última categoria, Anazawa (2018) enfatiza a necessidade de se diferenciar um fenômeno natural de um desastre. Segundo a autora, o desastre só ocorre com a interação do fenômeno com o componente humano. Não há risco sem elemento exposto à materialização da ameaça (UNDRR, 2021; PREVENTION WEB, 2021). Extrapolando-se do conceito, que toda seca seria uma “seca social” do ponto de vista da gestão de riscos e desastres, visto que o déficit pluviométrico, as perdas na agricultura e a indisponibilidade de água para usos múltiplos são parâmetros avaliados do ponto de vista antropocêntrico.

A degradação ambiental envolve uma miríade de ameaças que afetam a quantidade e a qualidade da água disponível. Essa categoria pode ser subdividida nas ameaças de poluição, sobre-exploração, destruição física dos recursos de suporte ao ciclo hidrológico. Dentre as fontes de poluição estão a atividade industrial, o despejo de esgoto nos cursos d'água, a contaminação de águas superficiais e subterrâneas por defensivos agrícolas (MORAES e JORDÃO, 2002) e elementos químicos disponibilizados pela mineração (PATACA et al, 2005).

A sobre-exploração é caracterizada pela captação excessiva de água de mananciais superficiais ou subterrâneos acima da capacidade de recarga hídrica do sistema. No caso de sobre-exploração de águas superficiais, algumas das consequências podem ser a perda de capacidade de depuração do curso d'água, influenciada pela vazão (SALLA et al, 2013; BASANE, 2015) e prejuízo às funções ecológicas dos cursos superficiais - suporte à vida aquática, migração, reprodução - (FIGUEIREDO et al, 2020), além de prejuízos aos demais usos da água. No caso de sobre-exploração de águas subterrâneas podem somar-se o rebaixamento do nível freático, que pode levar ao desaparecimento de nascentes (CONEGUNDES, 2018, p. 17) e dificuldades de abastecimento, e subsidência do solo, possível causa de desastre por colapso de estruturas na superfície (ABAS, 2021).

Quanto à destruição física dos recursos de suporte ao ciclo hidrológico, tem-se a extinção, desestruturação parcial de elementos funcionais que suportam a circulação e transformação da água em seu ciclo. Nessa categoria de degradação ambiental encaixam-se o desmatamento, exacerbação do assoreamento, modificação de leitos de rios, destruição de áreas alagadas e a destruição física de aquíferos.

A remoção da cobertura vegetal dificulta a infiltração de água no solo - e consequente recarga de aquíferos - e a sustentação da forma das margens dos rios, sendo uma das possíveis causas de outro tipo de destruição física de recursos, a exacerbação do assoreamento (TUNDISI e TUNDISI, 2010).

A erosão é um processo que também ocorre sem interferência humana no sistema natural (MAIA, 2006). O problema da exacerbação do processo causado pelo desmatamento (SIGEP, 2014), ocupação e exploração de margens de rios (MIRANDA et al, 2013; SMITH et al, 2019) é a ruptura do ponto de equilíbrio do sistema, que prejudica sua capacidade de adaptação gradativa.

Dessa forma, o assoreamento do ambiente pode, entre diversos outros efeitos, notadamente levar a prejuízo em condições de navegabilidade (SILVA et al, 2019), e à diminuição acelerada da vida útil de reservatórios. Cumulativamente, uma das consequências do próprio barramento de água é a intensificação do processo erosivo das margens a jusante - e consequente assoreamento do curso d'água - por conta do desequilíbrio na carga de sedimentos de seus efluentes (MAIA, 2006).

A modificação de leitos de rios, por sua vez, à parte de levar à abrupta interrupção de diversos processos ecológicos, altera também o ciclo hidrológico com destaque à velocidade e a taxa de infiltração da água no solo. Com frequência, a velocidade com que a água deixa a bacia é acelerada pela impermeabilização e retificação do leito, o que acaba interferindo no balanço hídrico como um todo (CARVALHO e SILVA, 2006; PARANÁ, 2014).

A importância hidrológica de áreas alagadas consiste no balanceamento da água subterrânea, na contribuição para a disponibilização atmosférica de vapor e regulação de vazões (BULLOCK e ACREMAN, 2003; TUNDISI e TUNDISI, 2010). Essas áreas são sistematicamente drenadas para desenvolvimento de atividades econômicas, dentre as quais se destaca a agricultura, e expansão urbana (TUNDISI e TUNDISI, 2010).

Por sua vez, a destruição física de aquíferos é uma das formas mais graves de degradação. A Associação Brasileira de Águas Subterrâneas define aquíferos como formações geológicas com características cujas propriedades permitem o armazenamento e circulação de grandes volumes de água. A zona de recarga é a área que permite a entrada de água no aquífero, a extensão onde ocorre seu reabastecimento. Já as áreas naturais de descarga são as nascentes, diretamente afetadas por alterações prejudiciais no aquífero (ABAS, 2021). A destruição física

dessas estruturas pode ser considerada irreversível, dado o tempo geológico necessário para sua formação.

Retomando a ideia de que a água deve estar disponível em quantidade e qualidade para atender a seus múltiplos usos, o comprometimento da capacidade de distribuição de água não está ligado à escassez de recurso no ambiente nem a sua extensiva degradação, mas está diretamente ligado à capacidade de entregar água ao usuário final, o que prejudica a função de garantir o recurso para atender a usos. Sob esse ponto de vista, o comprometimento da rede pode ser físico ou operacional.

O comprometimento físico da rede de distribuição de água pode ser causado por eventos de grande impacto ou obsolescência. Dentre os eventos de grande impacto que podem comprometer a integridade da rede ou sua capacidade de distribuir água estão ataques de guerra (ICRC, 2009) e terremotos (EPA, 2018). A partir desse tipo de evento é possível que a escassez hídrica tenha início súbito em oposição à gradualidade conferida pelas outras espécies de ameaça, desde que as formas convencionais de abastecimento e disponibilização da água existentes colapsem abruptamente e em extensão considerável devido à materialização de uma ameaça.

A obsolescência se refere à deterioração de ativos da rede de abastecimento de água pelo tempo ou qualquer outro fator de desgaste da estrutura. A idade avançada da infraestrutura gera interrupções e vazamentos, o que acaba afetando a eficiência do sistema (MORAIS et al, 2010) e, por consequência, a disponibilidade hídrica.

O comprometimento operacional pode se caracterizar por abastecimento insuficiente ou intermitente e contaminação da água dentro da própria rede de distribuição, inviabilizando seu uso, ou sabotagem. Nos dois primeiros casos, a origem do mau desempenho pode estar na gestão insatisfatória dos recursos, que não prevê a adequação da infraestrutura à demanda hídrica (UNICEF, 2020 ou 2021).

Uma ameaça operacional de surgimento recente cujo potencial não foi completamente desvendado é a sabotagem aos sistemas dos prestadores de serviço através de ciberataques (CLARK, 2016). Segundo estima a Scadafence, empresa de tecnologia especializada em cibersegurança, a subnotificação desse tipo de incidente pode ser alta para preservar a “reputação dos prestadores de serviço, a confiança dos consumidores e os lucros” (BEN-MEIR, 2021).

Assim, como foi demonstrado na descrição de ameaças, vulnerabilidades e exposição, a escassez hídrica atinge os sistemas humanos através da materialização de diversos fenômenos e sobre elementos os mais variados. Por isso, os estudos da ciência de desastres frequentemente exploram as características de um tipo de desastre ou evento particular.

A escassez hídrica que atingiu a região sudeste do Brasil de 2014 a 2015 também estimulou a produção científica voltada especificamente para o fenômeno. Melo et al (2020) diagnosticaram a capacidade de resposta do estado de Minas Gerais ao desastre à época:

(...) é importante ressaltar a ausência de uma base de dados de monitoramento hidrológico com informações sistematizadas e a falta de dispositivos que garantissem o controle efetivo da vazão outorgada aos usuários de água, além de um universo desconhecido de usuários, que usam águas dos rios e reservatórios de maneira irregular. Por outro, tornou-se evidente a fragilidade institucional – orçamento e quadro de pessoal reduzidos no órgão gestor das águas do estado, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas –, somado à ausência de instrumentos de regulação que garantissem regras claras para lidar com esta situação de escassez. Observou-se, da mesma forma, a vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água para enfrentar a condição de redução de disponibilidade de água nos mananciais e sequer um plano de contingência para estabelecer ações emergenciais para evitar o desabastecimento (MELO et al, 2020).

Pelas pontuações dos autores, nota-se que a capacidade do governo de gerir os recursos hídricos estava aquém da pressão instituída pela demanda, de forma que as formas não sustentáveis de exploração da água interagindo com a falta de controle sobre as formas de exploração e condições climáticas desfavoráveis culminaram em um cenário de escassez.

A partir desses exemplos, percebe-se que a escassez hídrica se dá pela interação entre um evento adverso, materializado em determinado espaço e por determinado período, e fatores expostos e vulneráveis de um sistema humano, acarretando perdas e/ou impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais. Diante de todos os motivos expostos, admite-se neste estudo que a escassez hídrica pode ser interpretada como desastre e, conseqüentemente, pode ser gerida pelas ferramentas de riscos e desastres discutidas no item 3.2.1.

Em seu trabalho sobre a escassez hídrica em São Paulo, desenrolada no mesmo período extremo que Melo et al (2020) descrevem, Soriano et al (2016) corroboram o entendimento ao afirmar que:

Por causa da expressiva quantidade de pessoas afetadas - diretamente, pela intermitência no abastecimento das residências e indiretamente, pelo aumento nos preços de insumos cuja produção ou fabricação depende da disponibilidade de água - a escassez hídrica pode configurar um desastre.

Dado que diversos fenômenos, processos e fatores podem configurar ameaças, vulnerabilidades e elementos expostos (aos quais se somam as pessoas) e que há registro na literatura sustentando a premissa do presente estudo, entende-se como sustentada a escassez hídrica como desastre. Com base nisso, faz-se necessário analisar os componentes do risco na área geográfica de interesse a partir de dados recentes, assim como a capacidade estatal para geri-lo.

4 DO CONTEXTO

A demanda por água multiplicou-se diversas vezes nos últimos 100 anos impulsionada pelo desenvolvimento econômico e crescimento populacional global. Ao mesmo tempo, alterações no regime hidrológico têm causado irregularidades na disponibilidade hídrica, notadamente, em meio urbano. A ocorrência de eventos climáticos extremos leva a bruscas variações no volume sazonal de água disponível e, conseqüentemente, são observadas implicações na saúde humana, segurança alimentar e nutricional, produção de energia, equilíbrio de ecossistemas e produção industrial, entre outros (UN-WATER, 2020).

No contexto de riscos trazidos por um ambiente mutável, o governo concentra as ferramentas para construir estratégias coesas de adaptação e construção de resiliência. Com o fim de retratar alguns desses instrumentos, este capítulo caracterizará o contexto normativo, institucional e territorial em que a gestão de riscos e desastre de escassez hídrica se desenrola, inclusive sua interface com as áreas de gestão de recursos hídricos, gestão ambiental e gestão do saneamento.

4.1 Da legislação

O processo de incremento da legislação ambiental no Brasil republicano começou na década de 1930. A Política Nacional de Recursos Hídricos, cujos instrumentos foram apresentados no item 3.3, surge apenas no fim do século XX, após décadas de amadurecimento do aparato normativo relativo à gestão das águas.

As iniciativas nacionais em proteção e defesa civil são tão recentes quanto. O tema já era tratado de forma dispersa na legislação brasileira durante o século passado como maneira de gerenciar riscos inerentes a fenômenos climáticos conhecidos e à atividade econômica. Contudo, o estabelecimento de diretrizes nacionais na área só aconteceu no século XXI e, em 2021, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil ainda não completou sua primeira década de existência.

O objetivo deste tópico é demonstrar a evolução do aparato normativo brasileiro e estadual relacionado ao meio ambiente, águas e gestão de riscos e desastres. As normas dessas áreas são apresentadas de forma conjunta devido à relação quase simbiótica entre a ocorrência de desastres hidrometeorológicos e o interesse do legislador na conservação de recursos ambientais e mitigação de riscos. Optou-se por abordar instrumentos legais expedidos ou formulados pela União e pelo

Estado, entes que detêm a dominialidade dos recursos hídricos. Outras normas relacionadas ao tema sob aspectos diversos ou normas infralegais de maior destaque na temática são citadas ao longo de todo o trabalho.

4.1.1 Evolução histórica

Em 1934, o enfrentamento à seca tornou-se matéria constitucional. Em seu artigo 5º, inciso XV, a Constituição definiu como competência privativa da União organizar a defesa permanente contra os efeitos da seca nos Estados do Norte - nomenclatura que se estendia a estados da região Nordeste à época (BRASIL, 1934).

O mesmo texto lançou as bases para o planejamento sistemático da resposta à seca no Brasil ao lhe conferir o caráter de continuidade, bem como prever um plano de ação e destinação orçamentária específica para investimento:

Art. 177. A defesa contra os efeitos das seccas nos Estados do norte obedecerá a um plano systematico e será permanente, ficando a cargo da União, que dispenderá, com as obras e os serviços de assistencia, quantia nunca inferior a quatro por cento da sua receita tributaria sem applicação especial (POLETTI, 2012).

A Carta de 1934 também inovou ao incorporar os primórdios da gestão integrada de recursos hídricos, definindo as águas como recursos sobre os quais caberia à União legislar (art. 5º, inciso XIX, alínea j) ao mesmo tempo em que admitiu legislação estadual supletiva ou complementar sobre o tema (art. 5º, §3º) (BRASIL, 1934). Essa determinação foi mantida pela Constituição seguinte, de 1937, em seu artigo 16, inciso XIV, e artigo 18, alínea a (BRASIL, 1937).

O Decreto 24.643 estabeleceu o Código de Águas (SENADO, 2003), em 10 de julho de 1934, impulsionado pelo nacional-desenvolvimentismo vigente (ESPOSITO NETO, 2015). Sua publicação se deu apenas em 23 de julho, dias após a promulgação da Constituição do mesmo ano. Fruto de articulação política iniciada em 1906 para adequação da lei à necessidade de exploração de recursos naturais para atividades econômicas, o instrumento visava conciliar as múltiplas demandas pela água - em especial, regulamentar seu uso para geração de energia hidrelétrica. O Código foi a primeira norma a tratar da compatibilização dos usos múltiplos da água, com atenção ao uso industrial (FGV, s.d).

O propósito do Código em dirimir conflitos começou pela diferenciação, hoje extinta, de categorias de propriedade das águas, que, segundo o dispositivo,

poderiam ser públicas, comuns (de uso compartilhado) ou particulares (arts. 1º a 8º). A partir dessa fundamentação, a norma definiu diretrizes para atividades com demanda hídrica: navegação e portos, pesca e aquicultura, irrigação e geração de energia (SENADO, 2003).

Outro objetivo do Código de Águas de 1934, interpretado através de seu artigo 53, era assegurar subsídios para abundância e qualidade das águas após a exploração, assim como a manutenção de seu curso, de maneira a viabilizar outros usos. Para tanto, o Decreto instituiu, nos artigos 62 e 63, a necessidade de concessão ou autorização para a derivação de águas a serem emitidas pela União, estados ou municípios, de acordo com o domínio ou uso dos recursos hídricos, regulamentando o artigo 119 da Constituição do mesmo ano (SENADO, 2003).

Esses instrumentos são considerados precursores da outorga e licenciamento previstos na Lei 9.433/1997 (CETESB, 2021a) e já estavam atrelados a penalidades por violação de seus termos. Para os casos de descumprimento das condições acordadas na concessão ou autorização, por exemplo, o Decreto 24.643/1934 incluiu a previsão de multa a ser aplicada pelo Serviço de Águas do Departamento Nacional de Produção Mineral e cobrada judicialmente com a assistência do Ministério Público (arts 189 e 190) (SENADO, 2003).

Dois anos após a promulgação da Carta de 1934, a Lei 175, de 7 de janeiro de 1936, regulamentou o artigo constitucional 177 e delimitou a área de interesse do planejamento às secas ao que corresponde a parte do atual semiárido brasileiro. A Lei previa financiamento para captação e adução de água, construção de barragens, perfuração de poços, piscicultura, bem como para coleta e organização de dados e informações geológicas, hidrológicas, climáticas e relativas às obras executadas (BRASIL, 1936).

Na Constituição de 1946, artigo 5º, inciso XIII, a organização da defesa permanente contra os efeitos da seca manteve-se como competência da União, embora perdesse o caráter privativo previsto na Constituição de 1934. O mesmo inciso foi responsável por ampliar a miríade de desastres demandante de resposta do nível federal de governo, dado ter incluído as endemias rurais e as inundações no rol de suas competências (BRASIL, 1946).

Por sua vez, o artigo 198 da Carta de 1946 (BRASIL, 1946) dispunha sobre recursos para socorro aos atingidos pelo desastre, incluindo provisões para a recuperação da atividade econômica na área atingida através de empréstimos para a

agricultores e industriais. Tal previsão representou um sinal evidente da evolução da atenção do constituinte em direção ao que se entende hoje como recuperação, a segunda etapa do ciclo de desastres (UFSC, 2021).

Em 1967, a disposição que listava, entre as competências da União, organizar defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente às secas e inundações, foi incorporada à nova Constituição (BRASIL, 1967a). Não houve, contudo, nesse texto, menção específica a previsões orçamentárias ou a ações de recuperação (BRASIL, 1967a).

No mesmo ano, a Lei 5.318 estabeleceu a Política Nacional de Saneamento e definiu o conjunto institucional responsável por exercer as atividades de planejamento, coordenação e controle formado por representantes das três esferas de governo, setor privado e entidades de classes (BRASIL, 1967b). A concepção de saneamento pela Lei era mais ampla que a atual e, além de abastecimento, esgotamento, drenagem e resíduos, incluía também controle de modificações artificiais das massas de água e de inundações e de erosões entre suas competências, abarcando sob as mesmas diretrizes a gestão de recursos hídricos, saneamento e de riscos e desastres.

A década de 1970 foi muito significativa para as discussões internacionais a respeito da temática ambiental. Dela data a Declaração de Estocolmo, discutida na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano e na qual o Brasil teve efetivas contribuições (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1972). À época, a "tendência global de regulação ambiental" (OLIVEIRA, 2018) levou à reforma do aparato normativo ambiental brasileiro (STJ, 2010). Surgiram normas como o Decreto-Lei 1.413/1975 (BRASIL, 1975), sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais; e o Decreto Federal 79.367 (BRASIL, 1977), que determina que todos os entes federados adotem os padrões de potabilidade da água a serem estabelecidos através de portaria do Ministério da Saúde; ambos ainda em vigor.

Em 1981, foi publicada a Lei Federal 6.938 (BRASIL, 1981), que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente, buscando, entre outros objetivos, racionalizar "o uso do solo, do subsolo, da água e do ar" (art. 2º, II). A principal inovação dessa Lei foi posicionar "o meio ambiente como objeto específico de proteção" (STJ, 2010). Entre outras contribuições, destaca-se a definição de instrumentos da política ambiental constante no artigo 9º, especialmente nos incisos III e IV, respectivamente

referentes à avaliação de impactos ambientais e ao licenciamento e a revisão de atividades poluidoras.

4.1.2 Diretrizes pós-Constituição de 1988

Embora não tenha sido revogado, o Código das Águas teve diversos pontos superados pela legislação posterior. Oliveira (2018) detalha o cenário político que favoreceu o surgimento e a revisão das leis ambientais na década de 1980 sob a perspectiva do setor de geração de energia elétrica:

Em um relatório de 1989, o Comitê de Gestão de Empresas do Setor Elétrico (COGE) da Eletrobrás avaliou a introdução de variáveis ambientais dentro dos planos de desenvolvimento para o setor elétrico. Ele apontou três fatores externos para a introdução de questões ambientais nos planos de desenvolvimento do setor elétrico. O primeiro foi a pressão da sociedade organizada em movimentos de atingidos ou ambientais. O segundo, foram as leis ambientais emergentes aprovadas pelo governo e o último, foi a pressão das organizações internacionais que financiavam os projetos (OLIVEIRA, 2018).

A Constituição da República promulgada em 1988 recepcionou em vários pontos a evolução histórica relativa à gestão dos recursos ambientais, das águas, do abastecimento, de riscos, e de desastres. Para dividir a competência jurídico-administrativa, há dispositivos constitucionais em que se trata das águas e recursos naturais como bens da União (art. 20) ou dos Estados (art. 26), como objeto da competência de legislar da União (art. 22) e dos Estados (art. 24) e como objeto de proteção e monitoramento de todos os entes federados (art. 23) (BRASIL, 1988).

Já para atender o aspecto socioeconômico do tema, a Constituição trata do investimento da União para redução de desigualdade no acesso à água (art. 43) e da exploração dos recursos hídricos na atividade econômica (arts. 176 e 187). Ao mesmo tempo, prevê que aos municípios compete o ordenamento territorial, gestão do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano (art. 30). Finalmente, trata do direito indígena aos recursos hídricos e ambientais (art. 231) e do direito humano ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225) (BRASIL, 1988).

O conteúdo do art. 225, §º1, inciso III (BRASIL, 1988), se revelaria estratégico para a proteção de mananciais, biodiversidade e recursos ambientais diversos, no que Benjamin (2008) considera a constitucionalização de uma visão ambiental holística. Estava prevista a criação de "espaços territoriais e seus

componentes a serem especialmente protegidos" pelo poder público, que viria a subsidiar a Lei 9.985/2000 (BRASIL, 2000). Argumentam Varella e Leuzinger (2008) que o dispositivo constitucional representou a intenção do constituinte em induzir a transição da prática, vigente até o fim da década de 1970, de proteger espécies e recursos do meio físico a partir de critérios técnicos para a de subsidiar a criação de espaços protegidos com base em critérios científicos de definição de sistemas ecologicamente funcionais com integridade paisagística.

É, ainda, no artigo 21, lista das competências da União, que se tem um dos maiores exemplos da intenção integradora da gestão dos recursos hídricos e da gestão de riscos e desastres trazidos pelo texto constitucional:

Art. 21. Compete à União:

[...] XVIII - planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações;

XIX - instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso;

XX - instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos [...] (BRASIL, 1988)

Percebe-se, nos incisos XVIII e XIX do artigo 21 da Constituição (BRASIL, 1988), uma herança da legislação concebida em 1934. A perenidade dos eventos extremos descritos no texto constitucional fez apenas iterar o gênero de desastre que historicamente produziam os maiores impactos no país.

No fim da década, a Lei 7.754/1989 (BRASIL, 1989) estabeleceu o reflorestamento, a vedação ao desmatamento e a aplicação de multas aos infratores como medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios. Apesar de pouco específico a respeito da área a ser protegida, da velocidade pretendida para as ações de reflorestamento, dentre outras negligências, o dispositivo só seria revogado pelo Código Florestal instituído pela Lei 12651, de 2012 (BRASIL, 2012c).

Em 1991, a Política Agrícola (BRASIL, 1991) afirmou a necessidade do uso racional da água nas práticas agrícolas baseado em estudos apoiados pelo Poder Público (art. 84, IV) . No artigo 23, a mesma lei afirmou a responsabilidade de empresas que exploram economicamente águas represadas e de concessionárias de energia elétrica sobre alterações ambientais por elas provocadas, prevendo sua obrigação de recuperar o meio ambiente na área de abrangência de suas respectivas

bacias hidrográficas. Ressalta-se a relevância da previsão de todo um capítulo à proteção do meio ambiente e à conservação dos recursos naturais nessa lei (arts. 19 a 26), dado o fato de o setor agrícola ser responsável por cerca de 70% do consumo de água no país (ANA, 2021d).

Minas Gerais capilarizou as novas diretrizes de proteção às águas em 1992. Neste ano, aprovou-se a Lei Estadual 10.793 para proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado, que restringiu a instalação de empreendimentos com alta demanda de água ou grande capacidade poluidora a montante do ponto de captação nas bacias de águas doces destinadas ao abastecimento humano, à preservação do equilíbrio de comunidades aquáticas, a atividades recreativas que exigem contato direto com a água, à aquicultura para alimentação e à irrigação de produtos consumíveis in natura. (MINAS GERAIS, 1992; CONAMA, 1986; COPAM, 1986).

A Política Estadual de Saneamento Básico foi publicada em 1994. O parágrafo único do artigo 10 da Lei Estadual 11.720 instituiu o Plano Estadual de Saneamento Básico - PESB - como instrumento hábil para orientar a aplicação dos recursos financeiros do Estado em saneamento básico (MINAS GERAIS, 1994). Apesar da dependência explícita entre o orçamento e o PESB estabelecida pela Lei, a primeira versão do plano ainda está em elaboração pelo Estado, em novembro de 2021.

Apesar de a Carta de 1988 representar um amadurecimento do legislador constituinte em relação a questões da relação homem-meio ambiente, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi publicada quase uma década depois, através da Lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997), para regulamentar o disposto no texto constitucional e instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os princípios da garantia da disponibilidade hídrica para o futuro, gestão de risco de desastre, transparência, gestão descentralizada e social-participativa, planejamento e exploração integrados dos recursos ambientais perpassam todo o texto.

A Lei 9433/1997 estabelece que a água é um bem público, sendo recurso natural limitado dotado de valor econômico. Devem ser priorizados os múltiplos usos da água, porém, o artigo 1º, inciso III, afirma a precedência do abastecimento humano e dessedentação animal sobre todos os demais usos em caso de escassez hídrica. Ainda de acordo com a PNRH, a gestão descentralizada dos recursos hídricos deve ter a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento (BRASIL, 1997).

Poucos meses após a publicação da PNRH, a legislação mineira expressou sua preocupação com a sustentabilidade da exploração de recursos hídricos. A Lei Estadual 12.503/1997 (MINAS GERAIS, 1997) determinou o investimento anual de 0,5% da receita operacional de concessionárias de serviços de abastecimento de água e de geração de energia elétrica na preservação da bacia hidrográfica que exploram. Em 2017, a Lei Estadual 22.262 (MINAS GERAIS, 2017) alterou a redação do artigo 3º da norma anterior e estabeleceu que o descumprimento da previsão de aplicação de recursos acarretaria sujeição às penalidades previstas na legislação ambiental e de recursos hídricos. A determinação subsidiou a instituição do programa de recuperação de mananciais descrito no item 4.

Na seara de atribuição de responsabilidades, em 1998, foi publicada a Lei Federal 9.605 (BRASIL, 1998), que estabelece sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. O artigo 33 dessa lei definiu pena de um a três anos e/ou multa para a poluição de recursos hídricos que culminar em mortandade da fauna aquática. Além disso, o artigo 53 prevê incremento de um sexto a um terço da pena de todos os crimes contra a flora (arts.38 a 52) que resultarem em diminuição de águas naturais, erosão do solo ou modificação do regime climático.

Pouco depois, Minas Gerais passou a contar com a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999 (MINAS GERAIS, 1999a), que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH. Para promover a “defesa contra eventos hidrológicos críticos que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública ou provoquem prejuízos econômicos e sociais”, a norma garantiu a aplicação de recursos estaduais (artigo 4º, inciso VI) e a cobrança pelo uso de recursos hídricos (artigo 24, parágrafo único, inciso IV). Os recursos oriundos da cobrança, de acordo com o artigo 28, devem financiar estudos, projetos, ações de monitoramento e intervenções na bacia hidrográfica em que forem gerados.

Outra função da PERH foi estabelecer o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SEGRH/MG, formado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas, pelos comitês de bacia hidrográfica, pelas agências de bacias hidrográficas e pelos órgãos e entidades dos poderes estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de

recursos hídricos. Esses últimos, no entanto, não são especificados no corpo da lei (MINAS GERAIS, 1999).

A PERH foi primeiramente regulamentada pelo Decreto Estadual 41.578, de 08 de março de 2001 (MINAS GERAIS, 2001), que, seguido por diversos outros, tratou das competências dos órgãos do SEGRH/MG e da vinculação dos recursos da cobrança pelo uso de recursos hídricos quando de sua inclusão na Lei Orçamentária Anual.

O ano 2000 foi prolífico em termos de legislação ambiental. Nele, foi publicada a Lei Federal 9.966/2000 (BRASIL, 2000a), regulamentada pelo Decreto 4.136/2002 (BRASIL, 2002), que foca em sanções e ações de resposta à poluição de águas causada pelo trânsito de óleo e outras substâncias perigosas levadas por embarcações. Esse ainda foi o ano de criação da Agência Nacional de Águas, nome à época, através da Lei Federal 9.984/2000 (BRASIL, 2000b), extremamente modificada pela Lei 14.026/2020 (BRASIL, 2020a) e regulamentada pelo Decreto 3.692/2000 (BRASIL, 2000c), já revogado.

Também publicada em 2000, a Lei Federal 9.985 (BRASIL, 2000d) regulamentou parte do artigo 225 da Constituição relativa à proteção de processos ecológicos e biodiversidade (§ 1º, incisos I, II, III e VII) e instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Fundamental para a produção de água por garantir a viabilidade de processos hidrológicos desenvolvidos no interior de áreas protegidas, a norma tem grande relevância para o financiamento da preservação de recursos hídricos. Nos artigos 47 e 48, regulamentados pelo Decreto 4.340/2002 (BRASIL, 2002), a lei prevê a obrigação financeira do órgão ou empresa, público ou privado, responsável pelo abastecimento de água, que faça uso de recursos hídricos, ou pela geração e distribuição de energia elétrica beneficiário da proteção proporcionada por uma unidade de conservação, de contribuir para a proteção e implementação da unidade.

Em 2001, foi aprovada a Lei Federal 10.257, regulamentando o capítulo constitucional sobre política urbana. O Estatuto da Cidade, como o texto também é conhecido, instituiu a rede para abastecimento de água potável como infraestrutura básica para o parcelamento do solo urbano (2º, §6º, III), assim como a reserva de faixa marginal não edificante ao longo de cursos d'água e em torno de massas d'água (4º, III) (BRASIL, 2001).

Instituída pela Lei Complementar Federal 14 de 1973, a Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH teve sua gestão prevista pelas Leis Complementares estaduais 88 e 89, de 12 de janeiro de 2006, antecipando-se à regulamentação federal sobre o mesmo tema. A Lei Complementar 89 prevê no artigo 8º, incisos III e IV, alínea a, que a atuação integrada dos órgãos de gestão da RMBH abrangerá as funções relacionadas com a defesa civil e saneamento básico, incluindo a integração dos sistemas de abastecimento, competências que serão retomadas no item 4.2.1, estrutura da gestão prevista pela Lei pode ser vista na Figura 3 (MINAS GERAIS, 2006)

Figura 3. Governança metropolitana da RMBH



Fonte: ARAGÃO, (2018)

Marco regulatório federal, a Lei 11.445 de 2007 estabeleceu regras e “introduziu um conjunto de novos instrumentos de gestão, como a regulação e o planejamento” com a finalidade de aumentar a eficiência e universalizar a operação dos serviços de saneamento. Para tanto, a Lei exigiu que os serviços de saneamento fossem submetidos à ação de uma agência fiscalizadora em todos os municípios ou grupo de municípios concedentes (BRASIL, 2007). A regulação do setor de saneamento foi especialmente relevante, considerada interferência direta da captação de água, lançamento de efluentes e políticas de reúso na disponibilidade hídrica. O Decreto Federal 7.217, de 21 de junho de 2010, regulamentou a Lei 11.445/2007 reconhecendo a vulnerabilidade da população de baixa renda no acesso à água e

dedicando um artigo para tratar do tema (BRASIL, 2010). Dessa forma, determinou, no artigo 68, que a União apoiasse a população rural e urbana em áreas de baixa densidade populacional com técnicas de captação e armazenamento de água para consumo e produção de alimentos.

A separação entre recursos hídricos e saneamento básico é um ponto que o legislador fez questão de explicitar no artigo 18 do Decreto 7.217/2010. A interdependência de ambos foi reconhecida no parágrafo único que dispõe que os serviços públicos de saneamento devem explorar os recursos hídricos de forma sustentável (BRASIL, 2010).

A publicação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) em 2012, definida pela Lei 12.608 (BRASIL, 2012a), surgiu como uma reação aos desastres relacionados às chuvas no início da mesma década. Em Alagoas, cerca de 181 mil pessoas foram afetadas por alagamentos e deslizamentos que levaram 29 pessoas à morte no Estado em junho de 2010. Em janeiro de 2011, a movimentação de massa marcou o que ficou conhecido como tragédia da região Serrana do Rio de Janeiro (UFSC, 2021).

A PNPDEC definiu as fases de atuação do sistema de proteção e defesa civil na gestão de riscos e desastres: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação (art. 3º). Destaca-se a intenção do legislador de integrar a política de recursos hídricos com a de proteção e defesa civil, ao determinar, no artigo 4º, inciso IV, que a bacia hidrográfica seja adotada como unidade de análise das ações para desastres relacionados a corpos d'água (BRASIL, 2012a). A PNPDEC tem um viés fortemente preventivo em consonância com o que é preconizado no Marco de Sendai, publicado apenas em 2015.

O Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres foi aprovado em seguida, ainda em 2012. Nele foram estabelecidos quatro eixos de atuação governamental: mapeamento das áreas de risco; monitoramento de risco e alerta; resposta a desastres e reparação; e prevenção de desastres, através de obras estruturantes. O último ponto teve grande destaque em relação aos demais, sendo o destino de mais de 80% dos recursos orçamentários previstos no Plano (BRASIL, 2012b).

Paralelamente, a área ambiental ganhou um novo marco também em 2012. Uma das questões mais relevantes da Lei 12.561/2012 (BRASIL, 2012c), conhecida

como Código Florestal, foi a reiteração de áreas não edificáveis nas margens dos cursos d'água, já tratada no Estatuto da Cidade.

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura [...] (BRASIL, 2012c).

O ponto é controverso, especialmente no que diz respeito às áreas urbanas já edificadas, onde esses limites não foram respeitados. A fim de sanar as divergências, tramita no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 2510, de 2019, que altera o Código Florestal e define a regulamentação da faixa marginal de recursos hídricos como competência dos municípios em caso de ocupação já consolidada. Os trechos não edificados até a data a ser definida pela Lei continuariam sujeitos ao Código Florestal. O PL foi aprovado pelo Senado e remetido em 21 de outubro de 2021 à Câmara dos Deputados, onde aguarda apreciação. (BRASIL, 2019b; BRASIL, 2019c).

Ainda em relação às questões urbanísticas, o Estatuto da Metrópole, definido pela Lei Federal 13.089/2015, trata da mitigação de riscos quando dispõe, em seu artigo 12, inciso V, que o plano de desenvolvimento urbano integrado de região metropolitana ou de aglomeração urbana através da delimitação das áreas com restrições à urbanização visando à proteção do patrimônio ambiental. O instrumento tem como função conter as diretrizes para ordenar as funções e políticas públicas e o uso do território metropolitano de forma coesa. Segundo o art. 10, as regiões metropolitanas e as aglomerações urbanas deverão contar com plano aprovado mediante lei estadual (BRASIL, 2015), o que não ocorre na RMBH, conforme discussão no item 5.2.

Em análise da implementação do Estatuto da Metrópole na RMBH, Aragão (2018, p.31) conclui que “a norma não trouxe inovações em relação ao que a legislação estadual já previa, a não ser quanto à exigibilidade de se aprovar o plano metropolitano como Lei Complementar”. Apesar de ter a vantagem de quase uma década em relação ao nível federal no que se refere à normatização, o Plano Diretor

de Desenvolvimento Integrado ainda seria restrito a diretrizes relativas ao uso do solo e a princípios de planejamento e gestão, julga a autora no mesmo trabalho,

Na busca pela compatibilização dos múltiplos usos da água na PNRH, a postura de cobrança pelas externalidades negativas da exploração econômica de recursos naturais encontrou reforço no Decreto Estadual nº 47.383/2018 (MINAS GERAIS, 2018). O decreto é a versão vigente da série de normas para licenciamento ambiental, tipificação de infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e determinação de procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades publicadas em Minas Gerais desde a Lei 7.772, de 8 de setembro de 1980, que dispõe sobre a proteção conservação e melhoria do meio ambiente. O decreto prevê tanto a adoção de medidas cautelares, emergenciais, quanto a suspensão ou redução de atividades em caso de grave e iminente risco para vidas humanas, para o meio ambiente, recursos hídricos ou para os recursos econômicos do Estado.

Em 2020, a Lei Federal 14.026 (BRASIL, 2020a), trouxe várias alterações à Lei 11.445, de 2007, e ao contexto geral de saneamento no país, entre elas ampliar a competência da ANA, que passa, a partir de então, a editar normas de referência para o setor, deixando o nome de Agência Nacional de Águas para se tornar Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. O marco regulatório também determina o estabelecimento de metas nos contratos de concessão do saneamento com verificação periódica e medidas sancionatórias às concessionárias em caso de descumprimento dos termos de concessão.

Em dezembro de 2020, foi publicado o Decreto Federal 10.593 (BRASIL, 2020b), regulamentando a Lei 12.608/2012 e dispondo sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil e sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres. Logo, o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil evidenciou-se como a forma de operação articulada na gestão de riscos e desastres prevista na PNPDEC.

Do artigo 10º da Lei 12.608/2012, que determina a composição do SINPDEC por órgãos e entidades da administração pública federal, estadual e do Distrito Federal, municipal e pelas entidades públicas e privadas de atuação significativa na área, o Decreto estabeleceu o órgão central do Sistema. Assim, a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério do Desenvolvimento

Regional foi imbuída da função de coordenar o SINPDEC, sem prevalência hierárquica sobre os demais integrantes do Sistema, independente da esfera a que pertencem (BRASIL, 2020b).

As competências da ANA foram definidas pelo Decreto 10.639, de 1º de março de 2021, no Anexo (BRASIL, 2021). Entre suas diversas atribuições, pode-se identificar a herança das previsões legais sobre eventos de escassez, revestido em caráter de integração e descentralização das ações:

Art. 2º A atuação da ANA obedecerá aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e será desenvolvida em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cabendo-lhe:

[...]

IX - planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios;

[...] (BRASIL, 2021)

Percebe-se que agora o legislador não trata as medidas de prevenção e resposta à escassez hídrica como iniciativa da União, como disposto na Constituição de 1934, mas sim prevê a atuação federal em conjunto e apoio aos entes subnacionais.

A partir de sua compilação histórica, percebe-se que as leis nacionais e mineiras se desenvolveram no sentido da concepção sistêmica de políticas públicas de gestão ambiental, de riscos e desastres, de recursos hídricos e de saneamento básico ao longo do último século. A abordagem integrativa materializa-se na projeção legal do meio natural como sistema, na evolução do caráter responsivo para o preventivo no enfrentamento de eventos extremos e na preocupação em coordenar órgãos e entidades em instâncias de sentido comum de discussão e deliberação sobre questões públicas transdisciplinares.

4.2 Das instituições

Paralelamente ao desenvolvimento legal, a configuração institucional nacional e mineira sofreu alterações para atender às diversas demandas públicas relacionadas à água. O abrupto movimento de urbanização desenrolado iniciado no

século XX, com o aumento de 328% na população urbana brasileira entre 1950 e 1980 (OJIMA, 2006), pressionou não só o equilíbrio ambiental nas cidades, mas a capacidade estatal de lidar com os riscos potencializados pela presença de grandes contingentes populacionais concentrados em áreas nem sempre propícias à ocupação.

Devido aos baixos índices pluviométricos no período seco de 2021, o governador criou o Grupo Estratégico de Resposta à Seca com representantes do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Igam -, Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - Cedec -, Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig -, Companhia de Saneamento de Minas Gerais - Copasa -, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - Emater-MG -, Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais - Idene -, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Semad - e Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Seapa (MINAS GERAIS, 2021e).

O grupo foi organizado por mera decisão administrativa, ao contrário do que ocorreu em 2016 e 2019, através dos decretos com numeração especial nº 655 e 497, respectivamente. A composição do grupo convocado reflete a preocupação com os impactos da escassez no abastecimento de água, de energia e na agricultura.

As estratégias formuladas pelo grupo consideram cinco eixos de atuação: “potencializar a capacidade de resposta; fomentar a participação dos municípios; ampliar as atividades de gestão e acompanhamento; a capacidade logística e de obras; e a comunicação social e difusão das informações” (AGÊNCIA MINAS, 2021). De acordo com o entrevistado da CEDEC, o grupo produziu durante os meses de reunião, diversas notas técnicas e processos de monitoramento das ações integradas e institucionais.

Neste tópico, pretende-se demonstrar brevemente a configuração institucional para atender às crescentes demandas sociais motivadas pela urbanização, desenvolvimento econômico e modificações do meio natural. Aborda-se brevemente o histórico organizacional de instituições mineiras para delinear a composição estadual do sistema de gestão do risco de escassez hídrica na RMBH.

4.2.1 Planejamento metropolitano

A Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte - ARMBH - é uma autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico

de Minas Gerais - SEDE. A entidade tem caráter técnico executivo para fins de planejamento metropolitano. A criação da entidade pela lei complementar estadual 107 data de 2009 (MINAS GERAIS, 2009), quando a gestão metropolitana já tinha suas bases lançadas principalmente pelas LCEs 88 e 89, de 2006 (MINAS GERAIS, 2006a; 2006b).

Antes da Constituição de 1988, municípios não possuíam status de entes federativos e a autonomia municipal não existia. Nesse cenário, o governo estadual instituiu a Superintendência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte – Plambel, autarquia estadual de caráter voltada à gestão metropolitana. Quando da caracterização dos municípios como entes federativos, surgiram questões inéditas de gestão, incluindo a de que algumas políticas públicas de responsabilidade do município ultrapassam sua jurisdição e demandam governança intermunicipal. Assim, a extinção do Plambel em 1996 criou um vácuo de coordenação metropolitana (UFMG, 2017a).

Em 2006, a LCE 88 atribuiu, em seu artigo 7º, a gestão metropolitana à Assembleia Metropolitana; ao Conselho Deliberativo de Desenvolvimento Metropolitano; e à Agência de Desenvolvimento Metropolitano, como visto no item 4.1.2 (MINAS GERAIS, 2006a). As funções públicas de interesse comum que cabem às três instâncias administrar, dispostas na LCE 89 do mesmo ano, artigo 8º, são doze: transporte intermunicipal; sistema viário metropolitano; defesa contra sinistro e a defesa civil; saneamento básico; uso do solo metropolitano; aproveitamento dos recursos hídricos; distribuição de gás canalizado; cartografia e informações básicas; preservação e proteção do meio ambiente e no combate à poluição; habitação; saúde; e desenvolvimento socioeconômico (MINAS GERAIS, 2006b). Todas as funções estão diretamente relacionadas ou têm algum impacto, mesmo que indireto, na gestão de recursos hídricos e de riscos e desastres na RMBH.

Em 13 de setembro de 2021, foi publicado o Edital de Licitação Concorrência 01/2021, sobre a contratação de consultoria para elaboração do Plano de Segurança Hídrica da RMBH, seleção ainda em andamento. O Plano deverá contemplar diagnósticos sobre a situação hídrica, mapeamento das áreas prioritárias para segurança hídrica, banco de projetos e plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental (ARMBH, 2021). O termo de referência, anexo I do edital, detalha o produto esperado da consultoria a ser contratada:

O PSH-RMBH deverá contemplar ações estruturantes (obras de infraestrutura) e não-estruturantes (infraestrutura verde e medidas de gestão) organizadas em quatro eixos de atuação em sintonia com o Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais – Somos Todos Água.: (1) Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionados à água; (2) Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos; (3) Saneamento, controle da poluição e obras hídricas; (4) Garantia da quantidade e qualidade do abastecimento da RMBH (ARMBH, 2021).

O termo de referência para a concorrência foi elaborado em conjunto com o IGAM, responsável por acompanhar a execução do plano. A formação de comitês interinstitucionais em instâncias com e sem a participação da sociedade civil visa garantir a coesão das ações estatais desde o planejamento, em instrumentos como o Plano Estadual de Saneamento Básico, o Plano Mineiro de Segurança Hídrica e o próprio Plano Metropolitano de Segurança Hídrica. A Agência participa dos comitês de bacia dos rios das Velhas e Paraopeba e do Comitê Gestor Pró-Brumadinho, ambientes de decisão sobre diretrizes relacionadas à gestão dos recursos hídricos.

Ainda se tratando de planejamento, o instrumento de gestão que estabelece as diretrizes para integrar funções públicas de interesse comum entre si e aos projetos estruturantes é o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH - PDDI-RMBH, atribuição exclusiva da agência. Por sua vez, o macrozoneamento é uma parte do PDDI que determina o uso e ocupação do solo de forma a distribuir as atividades pelo território de acordo com os interesses comuns. O objeto é referência para dirimir diversos conflitos de interesse, como o que envolve o adensamento na Bacia de Várzea das Flores, que será discutido no item 5.1 (UFMG, 2017b; BRASIL, 2015).

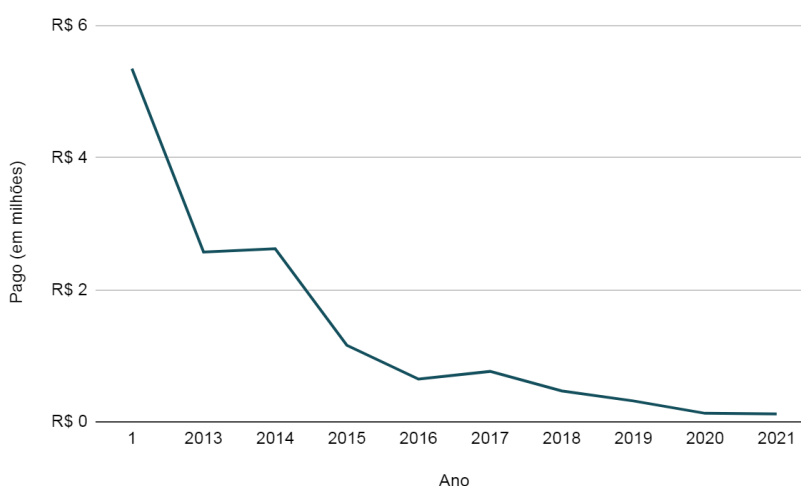
Por sinal, a política de uso do solo metropolitano é a única que a ARMBH de fato executa. Em todas as demais seu papel é de articulação e suporte. A Agência tem poder de polícia administrativa, que a LCE 107/2009, art. 4º, inciso XVI, enfatiza para assuntos de regulação urbana metropolitana. Assim, faz parte das competências da ARMBH fiscalizar empreendimentos e parcelamento do solo, além de aplicar sanções (MINAS GERAIS, 2009).

O entrevistado da ARMBH, contudo, avalia que a capacidade institucional da Agência está muito aquém do que a legislação requer. Segundo explica, a autarquia funciona hoje com apenas duas das quatro diretorias previstas em lei:

Diretoria de Planejamento Metropolitano, Articulação e Intersetorialidade e a de Diretoria de Regulação Metropolitana. As diretorias de Informação, Pesquisa e Apoio Técnico e Inovação e Logística tiveram suas funções parcialmente absorvidas pelas demais. A Agência tem caráter técnico, mas não possui uma carreira própria, valendo-se de servidores efetivos de outros órgãos para desempenhar suas atividades.

Quanto ao orçamento, o entrevistado observou que as parcelas de contribuição para o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano, que serve para financiar os projetos, vêm caindo ao longo dos anos. Seu argumento é corroborado por dados de valores pagos extraídos do Portal da Transparência de Minas Gerais, que mostram um decréscimo acentuado de R\$ 5.349.834,86 em 2012 a R\$ 119.303,82 em 2021, até o dia 22 de novembro.

Gráfico 1. Despesas pagas pelo Fundo de Desenvolvimento Metropolitano de 2012 a 2021



Fonte: Portal da Transparência de Minas Gerais (2021)

Nota: valores até 22/11/2021

O cerne da atuação da Agência é a compatibilização de interesses municipais e metropolitanos a fim de promover o desenvolvimento da RMBH. Para isso, a ARMBH busca promover a integração de planos, programas e projetos da RMBH através de estudos técnicos, normas e diretrizes. Dessa forma, cabe deduzir que a atuação da ARMBH se dá predominantemente nas fases de gestão do risco de desastre. Embora esteja, por suas competências, fortemente ligada às fases de prevenção e mitigação do risco de escassez hídrica quando do planejamento metropolitano e do exercício de polícia, a Agência pode se firmar como um agente articulador dos Executivos metropolitanos na fase de resposta ao desastre,

fornecendo recursos políticos fundamentais à integração dos atores. Essa atuação não só pode colaborar para agilizar a atuação das demais instituições em caso de desastre, como também pode ser fundamental para reconstruir melhor processos e estruturas na fase de recuperação.

4.2.2 Regulação do sistema de abastecimento de água

A Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - ARSAE-MG - é uma autarquia estadual criada em 2009, pela Lei Estadual 18.309. Criada em decorrência das necessidades de regulação impostas pela Lei Federal 11.445/2007, a Agência tem como atribuição normatizar e fiscalizar os serviços de água e de esgoto prestados pela COPASA, pela COPANOR (Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais) e pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabira (BRASIL, 2007). Além disso, é responsável por calcular a revisão e o reajuste tarifário dos serviços, mediar conflitos entre prestadores e prefeituras e atender o usuário, através de ouvidoria.

Em seus poucos anos de existência, a ARSAE-MG alcançou o posto de referência no Brasil na regulação de serviços de água e esgoto, tendo sua atuação reconhecida em premiações de práticas de excelência em gestão. Um deles, o II Prêmio FGV Direito, em 2019, reconheceu o Projeto Sunshine da ARSAE-MG entre as melhores práticas em regulação do país (MINAS GERAIS, 2019). O ProSun, como é conhecido, é uma espécie de regulação por exposição, onde os indicadores do Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS são evidenciados de forma didática em um mapa interativo ou detalhados em uma tabela, permitindo a comparação da qualidade dos serviços em diferentes municípios. A ideia do Programa é estimular melhorias na prestação de serviço através do controle social subsidiado pela disponibilização de informações de qualidade (ARSAE-MG, 2019; ABAR, 2018).

A regulação exercida pela ARSAE-MG se estende em várias outras frentes. Do ponto de vista da gestão de risco de escassez hídrica, a ARSAE age em quatro principais matérias regulatórias: incentivo ao controle de perdas, progressividade tarifária, racionamento de água e orçamento para a proteção e preservação ambiental.

Para transformar o controle e redução de perdas de iniciativa pontual em pauta prioritária, a ARSAE estabeleceu um esforço de institucionalização da temática junto à COPASA. O processo iniciou-se por pautar a melhoria da aferição do volume

perdido entre a estação de tratamento de água e o micromedidor, ou melhor, o hidrômetro do usuário. Em seguida, foram estabelecidas metas progressivas para a redução de perdas em termos percentuais (ARSAE, 2017b) e, logo, em termos de litros/ligação/dia. Por fim, de acordo com o entrevistado da entidade, a ARSAE tem buscado estimular a prestadora no sentido do alcance do nível econômico de perdas (NEP), valor mínimo econômico em que os custos da água se equiparam aos de controle de perdas, isto é, o nível ótimo de perdas no serviço.

No que tange à atuação tarifária, a ARSAE regula, fiscaliza e aprova diferentes faixas de valores de acordo com a categoria do usuário: residencial, comercial, industrial e pública (COPASA, 2021a). Os valores são progressivos de acordo com o volume consumido de forma a desestimular o consumo de grandes volumes de água. Os usuários socioeconomicamente vulneráveis têm direito à tarifa social, que permite o acesso a serviços de saneamento básico por valores reduzidos a fim de mitigar disparidades socioeconômicas.

A iminência ou estado de escassez hídrica é objeto das Resoluções 68/2015 e 131/2019, sendo que a primeira dispõe diretamente sobre o racionamento de água e seu planejamento. Apesar de expedir norma sobre o tema, a ARSAE deixou, por opção tática, de fiscalizar em campo a execução do plano de racionamento, ressalvadas poucas exceções. Em vez disso, orienta os municípios em situação de escassez hídrica através de uma cartilha que esmiúça as medidas a serem tomadas para enfrentamento à crise (ARSAE, 2015; ARSAE, 2017a). Por sua vez, a Resolução ARSAE 131/2019 determina a elaboração de plano de emergência e contingência pela concessionária, que preveja ações para mitigação de risco ou de enfrentamento à escassez hídrica (ARSAE, 2019).

Por fim, a iniciativa regulatória da ARSAE estende-se para além da operação da infraestrutura construída pela concessionária. Baseada na Lei Estadual 12.503, de 30 de maio de 1997 (MINAS GERAIS, 1997a), a ARSAE determinou em 2017, através de revisão tarifária, que a Copasa investisse anualmente 0,5% do valor total da receita operacional apurada no exercício anterior em ações de proteção ambiental, garantindo recursos contínuos para o Programa Pró-Mananciais (ARSAE, 2017c). Essa previsão orçamentária garantiu R\$ 12,9 milhões para o Programa apenas no ano de 2020 (COPASA, 2021b). Ao examinar as iniciativas da ARSAE, percebe-se que sua atuação é predominantemente de indutora de boas práticas na

prestação de serviços de saneamento e, portanto, preventiva em relação à escassez hídrica como desastre.

4.2.3 Coordenação do sistema estadual de proteção e defesa civil

A Coordenadoria Estadual de Defesa Civil foi criada em 1972, mas vinculada ao Gabinete Militar do Governador apenas em 1977 através da Lei Estadual 7.157/1977 (MINAS GERAIS, 1977). Entre suas atribuições estão coordenar o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil e prestar auxílio aos municípios, nas ações de resposta aos desastres (MINAS GERAIS, 2014). Na prática, a Coordenadoria participa de todas as fases da gestão de riscos e desastres, mas destaca-se na coordenação das ações de resposta à escassez hídrica em Minas Gerais.

Como órgão central do Sistema, as atribuições da SEDEC são relativamente breves já que sua função mais relevante é garantir a harmonia no emprego de recursos de outros órgãos e entidades para proteção e defesa civil. Com menos de 50 servidores, a CEDEC possui uma estrutura enxuta e seu orçamento anual não alcança R\$ 3 milhões (Tabela 1). Excepcionalmente, está prevista a adição de quase R\$ 15 milhões ao orçamento do Gabinete Militar do Governador para a construção de cisternas, medida das fases de prevenção e mitigação do risco de escassez hídrica. É o que determina a Lei Estadual 23.830, de 28 de julho de 2021 (MINAS GERAIS, 2021b), que autoriza a abertura de crédito suplementar ao orçamento fiscal do Estado, com recursos recebidos em decorrência do termo judicial de reparação de impactos socioeconômicos e socioambientais causados pelo desastre de Brumadinho. Espera-se que tais recursos sejam aplicados não na RMBH, mas nas áreas que têm tendência histórica para eventos de seca e estiagem, na porção norte do Estado.

Tabela 1. Recursos previstos para Proteção e Defesa Civil em Minas Gerais 2021

| Eixo | Valor previsto |
|------------------------------|------------------------|
| Gestão do risco de desastres | R\$ 433.693,00 |
| Gestão dos desastres | R\$ 2.551.758,28 |
| Total | R\$ 2.985.451,2 |

Fonte: MINAS GERAIS (2021c)

No que se refere às ações de preparação para o desastre, destaca-se a oferta de cursos de capacitação operacional a agentes municipais pela CEDEC. Os conteúdos majoritariamente versam sobre obtenção de recursos na gestão de desastres. Entre as matérias abordadas está a solicitação de ajuda humanitária estadual através do Sistema de Defesa Civil - SDC - e o uso do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID.

Por meio do SDC, operado pela CEDEC, municípios que estejam com decreto de emergência ou de calamidade pública vigente podem solicitar o fornecimento de água potável. De acordo com a Coordenadoria, a adoção do sistema, que existe desde 2019, diminuiu o tempo de atendimento aos municípios em mais de 30 dias. Já o S2ID é mantido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, à qual a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil é ligada. O sistema permite ao município solicitar recursos do governo federal para ações de resposta e de recuperação, registrar e solicitar reconhecimento de desastre, bem como desenvolver planos de contingência. Os municípios que possuem maior capacidade de gestão de riscos e desastres realizam os procedimentos por conta própria, enquanto os demais podem contar com o governo estadual como intermediário nas operações.

Ainda segundo o entrevistado da CEDEC, a licitação de serviços e materiais para socorro e assistência às vítimas fazem parte da preparação da própria Coordenadoria. Recursos compensatórios derivados do Acordo Judicial firmado com a Vale S.A. viabilizaram o maior investimento em proteção e defesa civil pelo governo estadual na história de Minas Gerais. A distribuição, iniciada em outubro de 2021, totalizará 497 kits distribuídos, sendo 479 destinados às coordenadorias municipais e 18 às Regionais de Proteção e Defesa Civil - REDEC. Cada kit inclui uma caminhonete 4x4, notebook, cinco coletes refletivos e uma trena digital e tem valor total de R\$ 163,4 mil (MINAS GERAIS, 2021d; 2021f).

Os municípios também recebem treinamento quanto a parâmetros básicos de preenchimento de notas fiscais referentes à prestação do serviço de abastecimento por veículos-pipa, que é pago pela CEDEC. Essa forma de distribuição de água é exclusivamente sistematizada pela Coordenadoria, que contrata os veículos através de licitação e remunera a Copasa pela água fornecida em valores calculados a partir da tarifa social - mesma faixa tarifária em que se enquadram consumidores com baixa renda, conforme tratado no item 4.2.2 (CEDEC, 2020-21). Além disso, a CEDEC conta com duas plantas móveis potabilizadoras de água, com capacidade para tratar 3 mil

litros por hora. A execução das ações estruturadas pelo nível estadual é viabilizada com o apoio operacional dos governos municipais.

Na fase de resposta, além de coordenar as outras instituições envolvidas nas ações, a CEDEC também atua na assistência humanitária às vítimas de desastres na forma prevista na Resolução 3, de 25 de agosto de 2016 (MINAS GERAIS, 2016). Em relação à recuperação, a atuação depende muito das propriedades do desastre. A escassez hídrica causada por secas e estiagens, modalidade que prevalece no Estado, tem a particularidade de não destruir a infraestrutura cinza de forma que o restabelecimento das atividades interrompidas pelo desastre se dá uma vez que a ameaça cessa.

Outra função que a CEDEC desempenha é contribuir em projetos técnicos coordenados por outros órgãos nas diversas fases do ciclo de gestão de riscos e desastres. Um exemplo é a participação no Programa Água Doce, coordenado pela SEMAD e financiado pelo governo federal, que implanta sistemas de dessalinização de água em locais no semiárido mineiro com pouca oferta do recurso (MINAS GERAIS, 2020b).

De acordo com o entrevistado da CEDEC, o deslocamento das equipes por todo o estado viabiliza a coleta de dados e informações que contribuem com projetos de outros órgãos e entidades, sejam ações de recuperação de nascentes, na melhoria de mapeamento de áreas remotas ou na identificação de locais que demandam alguma ação do Estado. Fica evidente que a Coordenadoria possui ampla experiência na gestão de eventos relacionados à escassez hídrica, embora concentrada na porção norte do estado, no semiárido mineiro.

4.2.4 Prestação do serviço de abastecimento de água

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) é uma sociedade de economia mista, de capital aberto, controlada pelo Estado de Minas Gerais, regulamentada pela Lei Federal 6.404/1976, pela Lei Federal 13.303/2016 e pela Lei Estadual 6.084/1973. Dentre suas atividades estão o planejamento, execução e exploração de serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos através de concessão (COPASA, 2021b; COPASA, 2021c).

A Companhia é a principal prestadora de serviço de seu setor em Minas Gerais, detendo 640 concessões para abastecimento de água e 310 referentes a esgotamento sanitário em 2020. O lucro líquido da empresa no mesmo exercício foi

de 816,5 milhões. Os dados operacionais da empresa no 3º trimestre de 2021 evidenciam quase 12 milhões de pessoas atendidas, se considerado apenas o abastecimento de água (COPASA, 2021c).

Tabela 2. Dados operacionais da Copasa no 3º trimestre de 2021

| Parâmetro operacional | Água | Esgoto |
|---------------------------------------|-------------|---------------|
| Ligações (1.000 unidades) | 4.464 | 2.996 |
| Economias (1.000 unidades) | 5.399 | 3.817 |
| População Atendida (1.000 habitantes) | 11.599 | 8.306 |
| Volume Distribuído (1.000 m³) | 265.770 | - |
| Volume Medido (1.000 m³) | 152.943 | 104.885 |
| Volume Tratado (1.000 m³) | - | 82.625 |
| Extensão de Rede (km) | 60.012 | 30.624 |
| Índice de Hidrometração (%) | 99,9 | - |
| Índice de Perdas ¹ (%) | 40,3 | - |

Fonte: COPASA (2021c), adaptado

Nota: Economias de água e esgoto: imóveis ou partes independentes de imóveis que utilizam os serviços públicos de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário. Ligações de água e esgoto: conexões do ramal do imóvel ou empreendimento à rede pública de distribuição de água ou de coleta de esgoto. Uma ligação pode atender uma ou mais economias, no caso de prédios (ARSAE, 2021a)

Em relação à segurança hídrica, a empresa tem iniciativas de “proteção, preservação e recuperação de microbacias hidrográficas e áreas de zonas de recarga de aquíferos” em bacias em que desenvolve suas atividades. Em cada uma das áreas são formados Coletivos Locais de Meio Ambiente (COLMEIA) com voluntários locais interessados em participar do projeto (COPASA, 2021b). Somente no ano passado mais de 16 mil mudas foram plantadas. Segundo o entrevistado representante da Companhia, desde 2017 foram cerca de R\$ 4 milhões investidos para recuperação de nascentes na Bacia do Velhas em parceria com o CBH Velhas. Nos municípios não operados pela Companhia - Rio Acima, Itabirito, Ouro Preto - a Copasa optou por trabalhar junto a comitês de bacia locais para promover os investimentos.

Cumprindo quesitos de transparência, a COPASA disponibiliza diariamente a atualização do nível dos reservatórios da RMBH e da vazão do rio das Velhas. A operação metropolitana do sistema público integrado de abastecimento de água pela

Companhia é tratada no item 4.3.1 e as medidas que a companhia adota para a gestão do risco e desastres estão melhor detalhadas no capítulo 5.

4.2.5 Normatização da política estadual de recursos hídricos

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG - é a instância colegiada, consultiva, deliberativa e normativa central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, formada por representantes do Estado, municípios, dos usuários de recursos hídricos e da sociedade civil. Foi criado em 28 de abril de 1987 pelo Decreto Estadual 26.961 (MINAS GERAIS, 1987) para compatibilizar os instrumentos de planejamento e gestão de recursos hídricos às múltiplas demandas por recursos hídricos.

A partir de 18 de junho de 2021, o Conselho passou a ser regido pelo Decreto nº 48.209 (MINAS GERAIS, 2021g). O tema é centro de polêmica, intermediada pela ALMG. Isso porque o CERH-MG passou a se subordinar administrativamente à SEMAD, que o presidirá por força do artigo 2º da norma. A SEMAD também passa a deter o poder de definir a pauta a partir de sugestão do IGAM. Representantes afirmam que a nova norma prejudica a participação da sociedade civil no CERH ao centrar o poder decisório no Estado (ALMG, 2021). Cabe ressaltar que qualquer avaliação a respeito da nova configuração do Conselho fica prejudicada na ausência de uma análise detida sobre o tema, que foge ao escopo desta pesquisa.

A respeito de suas funções, a deliberação é a principal forma de manifestação do CERH-MG. No que concerne à gestão de riscos e desastres, o destaque fica a cargo da Deliberação Normativa CERH-MG 49/2015 (CERH-MG, 2015), emitida em reação à crise hídrica dos anos de 2014 e 2015, segundo o representante entrevistado do IGAM. No tópico 5.2 aborda-se a aplicação da norma devido ao cenário hidrometeorológico do período seco de 2021.

4.2.6 Gestão estadual de recursos hídricos

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM - surgiu oficialmente com a alteração do nome do Departamento de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais dada pela Lei Estadual 12.584/1997 (MINAS GERAIS, 1997b). Este, por sua

vez, já havia derivado da reestruturação do Departamento de Águas e Energia do Estado de Minas Gerais ocorrida dez anos antes.

Entre as competências do IGAM está executar a política estadual de recursos hídricos, a do meio ambiente e diretrizes relativas à proteção das águas, além de propor e coordenar iniciativas que promovam o uso racional dos recursos hídricos com compatibilização dos interesses de múltiplos atores. As atribuições fazem do IGAM a entidade central do governo estadual no que se refere à gestão dos recursos hídricos de seu domínio, de forma que lhe cabe emitir e gerenciar outorgas e licenças para uso de recursos hídricos. O disposto no Decreto 47.866/2020, artigo 4º, inciso XI, que estabelece o regulamento do IGAM, detalha que também compete ao Instituto, entre outros, o monitoramento hidrometeorológico, hidrogeológico, sedimentométrico e de qualidade das águas, além de acompanhamento da operação dos sistemas de infraestrutura hídrica, ações relativas às barragens para reservação de água (MINAS GERAIS, 2020a).

Para cumprir a previsão de monitoramento das águas e do clima, desde 1997, o IGAM opera o Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais - SIMGE em parceria com a ANA, a CEMIG, a COPASA e o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. O SIMGE conjuga uso de dados e imagens produzidas por “satélite, modelos meteorológicos e climáticos (...) de órgãos nacionais e internacionais, sistemas de detecção de raios, dados observados por meio de Plataformas de Coleta de Dados automáticas e dados de radares meteorológicos” (IGAM, 2018).

A rede de monitoramento hidrometeorológico atualmente conta com estações telemétricas distribuídas por todas as bacias do estado, totalizando 673 pontos de coleta de dados em operação, que permitem a mensuração de 53 parâmetros “físico-químicos e bacteriológicos e hidrobiológicos da água” (ALMEIDA, 2021). Destes, um total de 560 pontos fazem parte da rede nacional, cujos dados são enviados semestralmente à ANA (ALMEIDA, 2021). O número faz de Minas Gerais o estado com a maior participação na rede nacional QualiÁgua de monitoramento em número de estações de monitoramento (IGAM, 2021d). Do total de pontos, 280 servem também ao monitoramento da vazão dos cursos d’água, permitindo que o IGAM acompanhe simultaneamente a qualidade e a quantidade da água. São 17 estações com monitoramento mensal no rio Paraopeba e 11 estações com monitoramento mensal no Rio das Velhas. Os resultados são publicados com diversas

frequências no site do IGAM e, além de subsidiar a gestão dos recursos hídricos e ambientais pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente - SISEMA, apoiam a operação dos órgãos de proteção e defesa civil em âmbito estadual e municipal frente a eventos extremos (IGAM, 2018).

Apesar de produzir sistematicamente dados a respeito de eventos extremos, o IGAM não tem plano de contingência desenvolvido para o desastre de escassez hídrica, como afirmou o representante entrevistado. O protagonismo da instituição é muito pautado no disposto na Deliberação Normativa CERH-MG N°49, de 25 de março de 2015. É através da declaração do IGAM de “situação crítica de escassez hídrica”, por meio de portaria específica, que órgãos e entidades são mobilizados no enfrentamento para evitar que a escassez hídrica se converta em crise hídrica. Quando da publicação da portaria de escassez hídrica, o IGAM oficia a Subsecretaria de Fiscalização da SEMAD para que se iniciem as ações de fiscalização e combate aos usos irregulares dos recursos hídricos. Simultaneamente, o governo formaliza uma campanha de comunicação com a finalidade de incentivar a redução de consumo e o uso consciente da água, que consiste em ações de divulgação a respeito do cenário hídrico. O Comitê de Bacia é entendido, na DN 49/2015, como parte participante e propositiva em todo o processo (CERH-MG, 2015),

Em avaliação da efetividade na disponibilização de informações relativas à segurança hídrica à sociedade, o entrevistado do Instituto considerou que o IGAM dá publicidade aos estados de vazão e armazenamento dos cursos d'água e reservatórios de interesse para o abastecimento, disponibiliza a relação de todas as outorgas de direitos de uso dos recursos hídricos vigentes no estado por meio da plataforma de Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IDE-Sisema -, assim como todas as portarias de declaração de situação crítica de escassez hídrica. Em termos gerais, o entrevistado considera que as atividades do IGAM são transparentes, mas pondera que a forma de apresentação dos dados poderia ser melhor trabalhada na forma de um portal “mais dinâmico”, “mais amigável”, que facilite o acesso às informações e seja integrado com que contenham ações do governo estadual relacionadas.

Quanto à capacidade institucional, o 2º Relatório de Monitoramento da Governança da Gestão das Águas de Minas Gerais - 2020 trouxe considerações com base na Deliberação Normativa CERH-MG 61, de 13 de dezembro de 2018 (CERH-MG, 2018). A norma definiu a forma do monitoramento da governança do Sistema

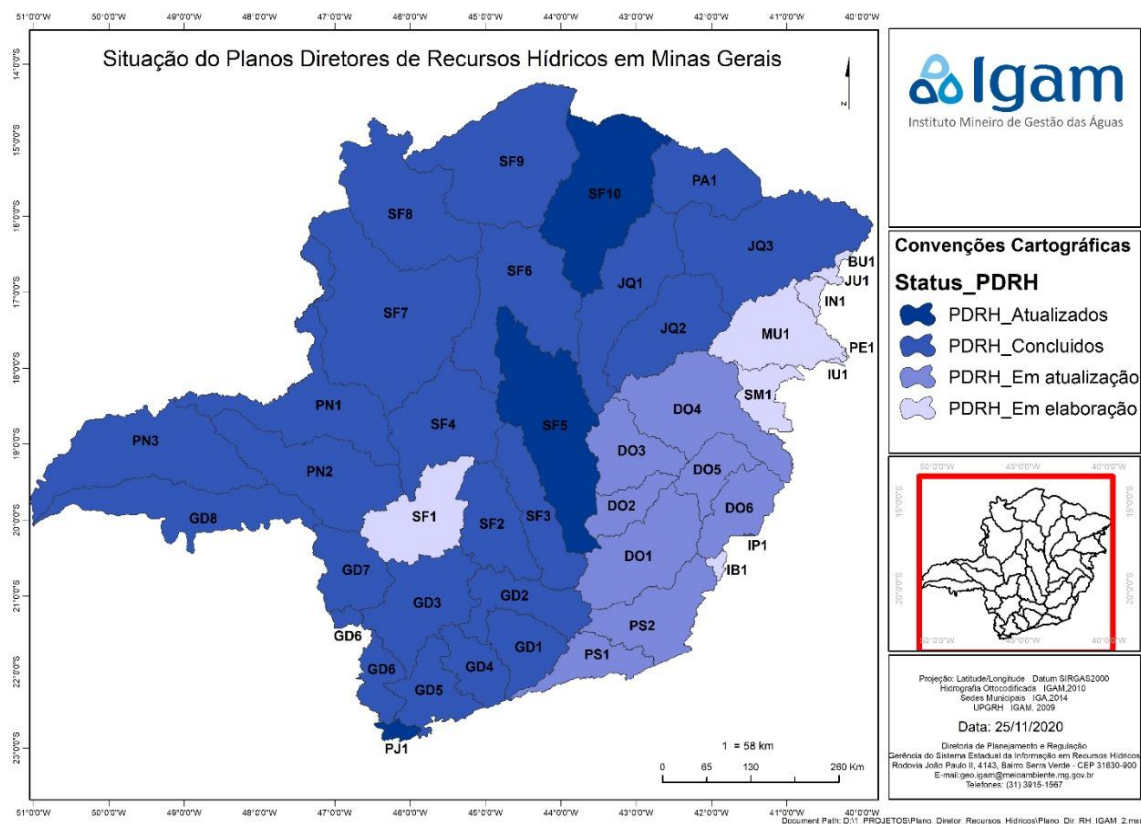
4.2.7 Planejamento de bacia hidrográfica

As bacias hidrográficas dos rios das Velhas e Paraopeba são territórios contíguos, que abrangem 99 municípios. Juntas, reúnem os mananciais que abastecem 100% da RMBH (AGÊNCIA PEIXE VIVO, 2016), o que as torna estratégicas para o Estado dos pontos de vista social, econômico e ambiental. Os comitês das duas bacias foram criados, respectivamente, pelos Decretos 39.692/1998 (MINAS GERAIS, 1998) e 40.398/1999 (MINAS GERAIS, 1999b), sendo que a atuação do primeiro foi tomada como exemplo para a caracterização neste tópico.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas é a instância colegiada deliberativa e normativa formada por representantes do poder público estadual e municipal, de usuários dos recursos hídricos e de entidades da sociedade civil ligadas aos recursos hídricos, sediados e atuantes na Bacia Hidrográfica. O CBH Rio das Velhas é responsável por propor o planejamento da bacia hidrográfica e deliberar sobre projetos de aproveitamento de recursos hídricos, de acordo com o Decreto Estadual 39.962/1998, artigo 2º, inciso I e II (MINAS GERAIS, 1998). Não menos importante é a função na comunicação social da política de recursos hídricos, em especial no cumprimento ao disposto no artigo IV, de promover o debate das questões relacionadas com recursos hídricos.

A última atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas foi em 2015. Um levantamento realizado pelo IGAM em 2020 destaca a atualização do plano da Bacia, representada pela região SF5 (Figura 4). O instrumento traz o enquadramento dos cursos d'água, aprovado pela Deliberação Normativa do Conselho de Política Ambiental Mineiro nº 20/1997 (COPAM, 1997).

Figura 4. Situação dos Planos Diretores de Recursos Hídricos em Minas Gerais



Fonte: Igam (2020)

O Comitê conta com o apoio técnico operacional da Agência Peixe Vivo na gestão de recursos hídricos do Rio das Velhas através do Contrato de Gestão 003/IGAM/2017. A Agência é responsável por aplicar o recurso arrecadado por meio da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia para investimentos na melhoria da quantidade e qualidade de água disponível na própria bacia. Tal objetivo é mensurado por uma série de metas e indicadores relacionados à proatividade, à capacidade de planejamento e execução e na qualidade da assistência da Agência ao CBH Velhas, que são descritos em plano de trabalho integrante do contrato de gestão (IGAM, 2017).

Embora um dos parâmetros constantes no referido plano exija da Agência a adoção de práticas de transparência e disponibilização de informações, o Parecer 001/2021 do Grupo de Acompanhamento do contrato de gestão da Agência informa atraso de 10 anos na análise da prestação de contas da Agência pelo IGAM. A Peixe Vivo argumenta que o atraso traz dificuldades ao gerenciamento administrativo-financeiro devido às prováveis dificuldades em corrigir possíveis falhas apontadas por

uma futura auditoria (CBH RIO DAS VELHAS, 2021c). O atraso pode ser um sintoma da dificuldade de processamento de informações pelo órgão gestor estadual sobre as ações desenvolvidas pelos comitês de bacia.

4.2.8 Fiscalização ambiental e do uso de recursos hídricos

No âmbito do SISEMA a competência pela fiscalização de recursos hídricos e ambientais é da Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMAD. Em 2012, a Secretaria firmou o convênio SEMAD/IEF/FEAM/IGAM/PMMG 1371.01.04.01012 para delegar à PMMG o poder de Polícia Administrativa de titularidade do SISEMA. O instrumento foi aperfeiçoado e novo convênio estabelecido sob o número SEMAD/FEAM/IEF/IGAM/PMMG 1371.01.04.01.17 (MINAS GERAIS, 2021h).

A Cláusula Segunda do Convênio prevê que a PMMG pode agir administrativamente em prol da proteção e preservação ambiental e aplicar sanções administrativas, mesmo em ações de fiscalização sem o acompanhamento do SISEMA. Em conjunto, a SEMAD e o Comando de Policiamento de Meio Ambiente - CPMAmb - elaboram o Plano Anual de Fiscalização - PAF - com as ações de controle e fiscalização ambiental a serem desenvolvidas, conforme previsto no artigo 21, inciso I, do Decreto 47.787/2019 (MINAS GERAIS, 2021h).

O ciclo de fiscalização consiste em quatro etapas. No primeiro momento, ocorre a elaboração do Diagnóstico Ambiental pela Subsecretaria de Fiscalização da SEMAD, onde são identificados fatores de pressão ambiental. Em seguida, coletam-se informações do SISEMA e de parceiros que são compartilhadas com os setores responsáveis pela execução. Em seguida, elabora-se o PAF. O instrumento é revestido de caráter compulsório, o que faz com que as ações determinadas nele tenham, necessariamente, que ser cumpridas. Por fim, na última fase, que é anual, ocorre o monitoramento das ações (MINAS GERAIS, 2021h).

4.2.9 Nível municipal

O Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil tem como órgão central a Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil - SUPDEC -, subordinada à Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura. Criada em 1979 pela Lei Municipal 3.135 (BELO HORIZONTE, 1979) como uma Coordenadoria, a Defesa Civil municipal tem ampla experiência em gestão de riscos e desastres relacionados a eventos desencadeados

por grandes volumes de chuva, tendo sido, em 2013, a primeira na América Latina a receber o prêmio Sasakawa, concedido pela ONU a iniciativas inovadoras para redução do risco de desastres (PBH, 2018b).

A experiência mais recente do órgão com a escassez hídrica remonta à crise de 2014-2015. Considerando o dever do Poder Público de ser exemplo de austeridade naquele contexto, o Decreto Municipal 15.887/2015 instituiu o Grupo Executivo para Uso Sustentável da Água - Geusa, sob a coordenação da então Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (BELO HORIZONTE, 2015). A iniciativa, motivada por recomendações do nível estadual, teve como objetivo estruturar ações e políticas para a redução de 30% no consumo de água.

Na opinião de um dos dois entrevistados do órgão, as ações desenvolvidas à época, apesar de exitosas, não se perenizaram em âmbito institucional. Mais que isso, a pauta sequer consta na agenda política municipal e não existe um plano municipal de contingência para a escassez hídrica em Belo Horizonte. Presume-se como justificativa para essa ausência a falta de histórico de eventos de escassez hídrica no município e a configuração do sistema metropolitano de abastecimento público de água e governança estadual dos recursos hídricos que abastecem a capital. Não há, portanto, previsão de mudança na abordagem da questão em um futuro próximo.

De forma geral, não foi identificado conflito na previsão legal de atribuições nem mesmo ruído na execução das atividades integradas em âmbito estadual. Representantes da ARMBH e IGAM afirmaram que os instrumentos de planejamento intersetoriais são discutidos de forma conjunta a fim de garantir a coesão entre eles. Todos os entrevistados afirmaram que os papéis de cada instituição são bem definidos.

4.3 Aspectos gerais do território estudado

Belo Horizonte concentra cerca de 2,5 milhões de pessoas, que correspondem a quase 12% da população do estado de Minas Gerais, segundo estimativas do IBGE (2021). Em 2018, a cidade foi responsável pela geração de aproximadamente 15% do Produto Interno Bruto do estado, concentrada nos setores de serviços e industrial (FJP, 2020).

A cerca de 900 m de altitude em relação ao nível do mar e dentro de uma área de clima tropical semiúmido, com coordenadas 19.91 S e 43.93 W, Belo

Horizonte possui o clima classificado como tropical de altitude e caracterizado por verões com temperaturas elevadas e maior precipitação e invernos com temperaturas mais baixas e com pouca chuva (INMET, 2021; ASSIS, 2012, GOOGLE, 2021). Em Belo Horizonte, assim como no restante da região tropical do país - com exceção do oeste amazônico -, frequentemente sopram ventos de E a NE oriundos da Alta Subtropical do Atlântico Sul (NIMER, 1989).

Tabela 3. Normais Climatológicas de Belo Horizonte 1981-2010

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Ano |
|-------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| Precipitação Acumulada (mm) | 329,1 | 181,4 | 198 | 74,7 | 28,1 | 9,7 | 7,9 | 14,8 | 55,5 | 104,7 | 239,8 | 358,9 | 1602,6 |
| Temperatura Máxima (°C) | 28,4 | 29 | 28,5 | 27,7 | 25,8 | 24,8 | 24,7 | 26,1 | 27,4 | 28,1 | 27,7 | 27,8 | 27,2 |
| Temperatura Mínima (°C) | 19,8 | 19,9 | 19,7 | 18,6 | 16,4 | 15 | 14,7 | 15,7 | 17,1 | 18,5 | 18,9 | 19,4 | 17,8 |
| Umidade Relativa do Ar (%) | 73 | 70 | 71,4 | 69,2 | 67,4 | 66,2 | 62,4 | 57,8 | 60,4 | 64,1 | 70,5 | 74 | 67,2 |
| Direção Predominante do Vento | E | E | E | E | E | E | E | E | E | E | NE | NE | - |

Fonte: INMET, 2021

Já que o clima não possui caráter fixo, os fenômenos climatológicos anuais estão sujeitos a alterações de intensidade. Dessa forma, os valores constantes da Tabela 3 podem ser interpretados como representações da variabilidade climática sazonal. As normais são uma simplificação que permite o estudo da dinâmica do clima, já que seria inviável trabalhar individualmente os dados meteorológicos, gerados em grande frequência e volume. Ressalta-se, porém, que, valores médios suavizam as curvas dos gráficos, ocultando-se valores extremos no resultado. Isto é, a pouca diferença entre os valores exibidos não necessariamente indica a ausência de grandes desvios em comparação com o esperado.

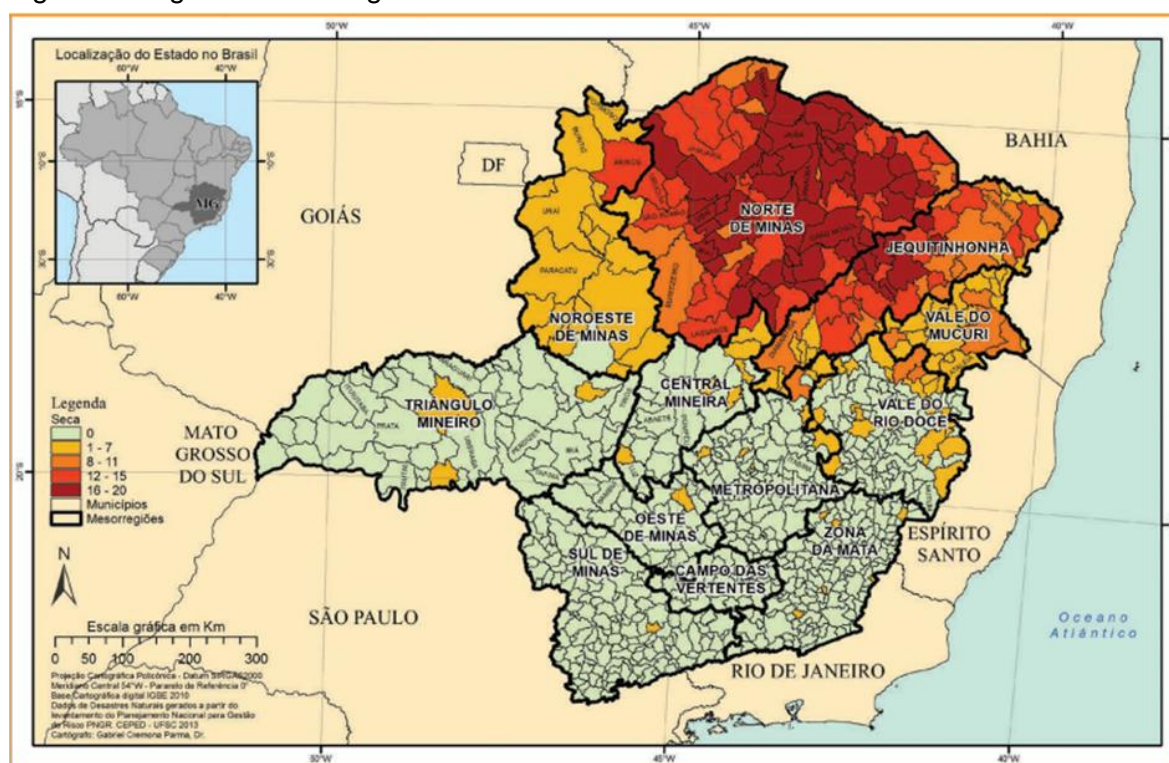
Estendendo-se por, aproximadamente, 331 km², a capital mineira está na transição entre os biomas Cerrado e a floresta estacional semidecidual da Mata Atlântica (IBGE, 2021; ASSIS, 2012). Estima-se que no território existam cerca de um milhão de árvores em parques e logradouros públicos (PBH, 2018a), que contribuem para uma taxa de arborização de vias urbanas de 82,7% em 2010 (IBGE, 2021).

O município de Belo Horizonte localiza-se entre o rio das Velhas, a leste, e o rio Paraopeba, a oeste. De acordo com o CBH Velhas, o território do município está totalmente inserido na região fisiográfica denominada Alto Rio das Velhas (CBH RIO

DAS VELHAS, 2021a), dentro da bacia do rio das Velhas. Há 1172 nascentes distribuídas pelo município, sendo 1006 perenes, 135 intermitentes e 31 efêmeras, segundo registros do Programa de Cadastro Único de Nascentes - Cadun-BH (PBH, 2019).

Eventos hidrometeorológicos ou tecnológicos que diminuem drasticamente a quantidade de água disponível não são comuns no município. Como pode ser observado na Figura 5 produzida pela UFSC, Belo Horizonte, localizada na mesorregião Metropolitana, não registrou estiagem ou seca entre os anos de 1991 e 2012.

Figura 5. Registros de estiagem e seca no Estado de Minas Gerais de 1991 a 2012



Fonte: UFSC (2013)

Em 2016, a Prefeitura de Belo Horizonte publicou um estudo sobre a vulnerabilidade do município às mudanças climáticas. O objeto da análise foi definido pela empresa executora junto às secretarias municipais, considerando ameaças historicamente relevantes para a cidade: inundações, movimentos de massa (deslizamentos), dengue e ondas de calor. A análise indicou a necessidade de integração entre o nível municipal e diferentes esferas de governo, empresas, terceiro setor e sociedade civil a fim de direcionar o desenvolvimento sustentável da cidade

em médio e longo prazo. A escassez hídrica, contudo, não foi selecionada como uma das ameaças de interesse do levantamento (PBH, 2016).

4.3.1 Da operação do sistema de abastecimento de água

A Região Metropolitana de Belo Horizonte é abastecida por sistemas produtores de água integrados entre si, poços artesianos e pequenos sistemas produtores independentes. Destes, somente os sistemas independentes não abastecem o município de Belo Horizonte. Isto é, a capital é abastecida pelo Sistema Rio das Velhas, Sistema Rio Manso, Sistema Serra Azul, Sistema Várzea das Flores, Sistema Morro Redondo, Sistema Ibirité, Sistema Catarina, Sistema Barreiro, além de poços artesianos. Os sistemas Rio Manso, Serra Azul e Várzea das Flores, juntos, formam o Sistema Integrado da Bacia do Paraopeba, segundo maior responsável pelo abastecimento de água na capital, atrás apenas do Sistema Rio das Velhas (PBH, 2020).

Todo o município de Belo Horizonte é atendido pela concessionária Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA - para os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O contrato de concessão se estende até 30 de abril de 2034 (PBH, 2020).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Belo Horizonte - PMSB-BH -, esse conjunto tem capacidade total de produção de 19.560 l/s e seria suficiente para garantir o abastecimento da Região Metropolitana por, pelo menos, mais vinte anos. Para tanto, seria necessária a ampliação dos sistemas adutores e produtores do Rio das Velhas e Rio Manso. O abastecimento de água da capital mineira demanda 37% da capacidade de produção da RMBH, 48% da produção média ou 7.237,19 l/s, a partir do sistema integrado e de poços artesianos, conforme a Tabela 4 (PBH, 2020).

Tabela 4. Capacidade dos Sistemas Produtores para RMBH e Belo Horizonte

| Sistema Produtor | Capacidade de Produção (L/s)* | Produção Média (L/s)** | Produção Destinada a BH ** | |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|--------------|
| | | | (L/s) | (%) |
| Sistema Rio das Velhas | 7.500 | 6.801,61 | 4.866,77 | 71,55 |
| Sistema Rio Manso | 5.800 | 4.400,50 | 1.311,53 | 29,80 |
| Sistema Serra Azul | 2.700 | 1.634,11 | 333,78 | 20,43 |
| Sistema Várzea das Flores | 1.400 | 1.060,94 | 174,59 | 16,46 |
| Sistema Morro Redondo | 750 | 369,92 | 341,04 | 92,19 |
| Sistema Ibitité | 390 | 233,56 | 68,13 | 29,17 |
| Sistema Catarina | 130 | 48,65 | 19,00 | 39,05 |
| Sistema Barreiro | 140 | 96,92 | 86,62 | 89,37 |
| Poços Artesianos | 750 | 418,82 | 35,73 | 8,53 |
| TOTAL | 19.560 | 15.065,02 | 7.237,19 | 48,04 |

Fonte: PBH (2020)

É importante ressaltar que os valores absolutos e percentuais podem variar de acordo com a fonte e a data dos dados, pois a produção de água está sujeita a alterações sazonais e operacionais. De acordo com a ANA (2021b), a demanda de água para abastecimento da RMBH foi de 16,6 m³/s (31% do total do estado) em 2020, aproximadamente 1,5m³/s a mais que o apontado na Tabela 4 extraída do PMSB-BH. Ainda segundo os dados, o volume destinado à capital é 7,8m³/s, ou 47% do total da RMBH. As diferenças talvez possam ser explicadas pela produção do Sistema Cercadinho, que não consta no PMSB-BH, mas sim no Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano, publicado em 18 de outubro de 2021 (ANA, 2021b), e pela variação da produção entre sistemas.

O sistema de abastecimento da RMBH é formado por reservatórios de distribuição, subadutoras e redes alimentadoras distribuídos por 133 Zonas de Abastecimento na RMBH, 11 das quais correspondem, pelo menos parcialmente, ao serviço prestado em Belo Horizonte. O Município ainda conta com parte dos 409.044 m³ da capacidade de reserva dos Sistemas Rio das Velhas, Paraopeba (Sistema Vargem das Flores, Serra Azul e Rio Manso), Ibitité e Morro Redondo, além de uma rede que se estende por 6.934.887 m, que abastece 100% de seu território (PBH, 2020).

O maior ponto de integração do sistema é uma adutora conhecida como "Linha Azul", que interliga o reservatório do Taquaril do Sistema Rio das Velhas e o reservatório R13 do Sistema Paraopeba, com capacidade de transferência de 2m³/s. O sentido de funcionamento da Linha Azul, que, na maior parte do tempo, é do reservatório Taquaril para o R13, pode ser invertido, permitindo que o sistema Paraopeba abasteça áreas costumeiramente atendidas pelo Velhas. A manobra implica, no entanto, em desabastecimento de parte das áreas atendidas pelo Sistema Paraopeba.

A capacidade produtiva do Sistema Rio Manso foi ampliada em dezembro de 2015, com a inauguração da captação no Rio Paraopeba a jusante da área urbana de Brumadinho (PBH, 2020, p.22). Menos de quatro anos depois, no entanto, essa captação foi interrompida pelo rompimento da barragem B1 da mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho, em 25 de janeiro de 2019 (PBH, 2020).

Tabela 5. Projeto Sunshine - Avaliação do Serviço prestado pela Copasa

População total: 2.512.070 hab. COPAS/Nº de economias com ligação ativa de água: 1.042.238.
População urbana: 2.512.070 hab. (100%) Nº de economias com ligação ativa de esgoto: 1.031.972.

| Dimensão | Indicador | Valor | Grupo | Referência | | |
|-----------------|--|-------|-------|--------------|----------------|----------------|
| | | | | Satisfatório | Moderado | Insatisfatório |
| Universalização | IN023: Índice de atendimento urbano de água (%) ^[1] | 95 | 1A | ≥ 97 e ≤ 100 | ≥ 91 e < 97 | ≥ 0 e < 91 |
| | IN024: Índice de atendimento urbano de esgoto (%) ^[1] | 93,89 | 2A | ≥ 92 e ≤ 100 | ≥ 80 e < 92 | ≥ 0 e < 80 |
| | AR018: Índice de tratamento de esgoto (%) | 100 | 1A | ≥ 63 | ≥ 14 e < 63 | < 14 |
| Qualidade | IN082: Extravasamentos de esgotos por extensão de rede (ext./km) | 6,08 | 2A | ≥ 0 e ≤ 0,87 | > 0,87 e ≤ 5,3 | > 5,3 |
| | IN084: Incidência de análises de coliformes totais fora do padrão ^[2] | 1,96 | 2B | ≤ 2,1 | < 3,9 e > 2,1 | ≥ 3,9 |
| | IN049: Índice de perdas na distribuição (%) ^[3] | 41,65 | 2B | ≥ 0 e ≤ 33 | > 33 e ≤ 41 | > 41 e ≤ 100 |
| Eficiência | IN009: Índice de hidrometração (%) | 99,99 | 1A | ≥ 99 e ≤ 100 | ≥ 95 e < 99 | ≥ 0 e < 95 |
| | IN011: Índice de macromedição (%) | 100 | 1A | ≥ 99 e ≤ 100 | ≥ 98 e < 99 | ≥ 0 e < 98 |

Notas:

[1] Os indicadores IN023 e IN024 não são avaliados em municípios cujos serviços são prestados por mais de um prestador.

[2] O indicador IN084 só é avaliado se for realizada a quantidade mínima de amostras previstas no plano de amostragem (IN085 ≥ 100%).

[3] O indicador IN049 só é avaliado se IN009 e IN011 forem, simultaneamente, iguais ou superiores a 90%.

Fonte: Adaptado de ARSAE (2021)

Em julho de 2019, o Termo de Compromisso firmado entre a Vale S/A e o Ministério Público de Minas Gerais para a reparação dos impactos do desastre minerário determinou a implantação de um novo ponto de captação a 12 km do original, a montante do ponto do rompimento (MPMG, 2019; PBH, 2020; NOLLI, 2021). O novo local fica fora da mancha de inundação das barragens da Vale e tem

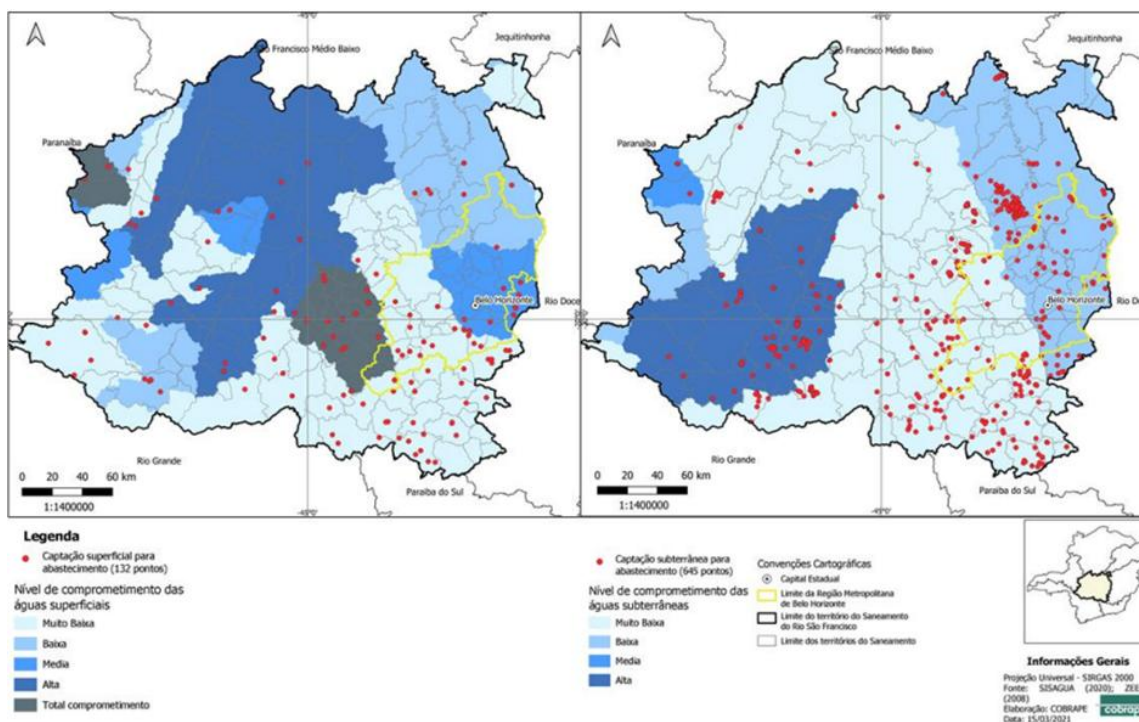
capacidade de produção de 5000 l/s, a mesma do ponto afetado pelo desastre (PBH, 2020).

A obra, orçada em R\$ 551,9 milhões, tinha inauguração prevista para 30 de setembro de 2020, mas a Vale solicitou a dilação do prazo ao MPMG. Os motivos apresentados foram as restrições trazidas pelas medidas sanitárias em resposta à pandemia da Covid-19, morosidade no processo de autorização judicial para acessar as áreas necessárias à implantação do projeto e o grande volume de chuvas na região de dezembro de 2019 a março de 2020 (ANA, 2021b; PBH, 2020; COPASAc, 2021; COPASA, 2020).

De acordo com a COPASA (2021c), ao longo do 3º trimestre de 2021, iniciou-se o bombeamento de 1.000 l/s até a ETA do Rio Manso, sem previsão de atingir a capacidade máxima prevista no acordo. Existe a expectativa de que a operação atinja os 5000 l/s até o fim do ano, mas nenhum prazo foi formalizado.

Na Figura 6 é possível verificar que as águas dos pontos de captação superficial no entorno imediato de Belo Horizonte têm um nível de comprometimento classificado como médio, enquanto as águas subterrâneas têm um nível considerado baixo.

Figura 6. Comprometimento das águas superficiais e subterrâneas em Minas Gerais

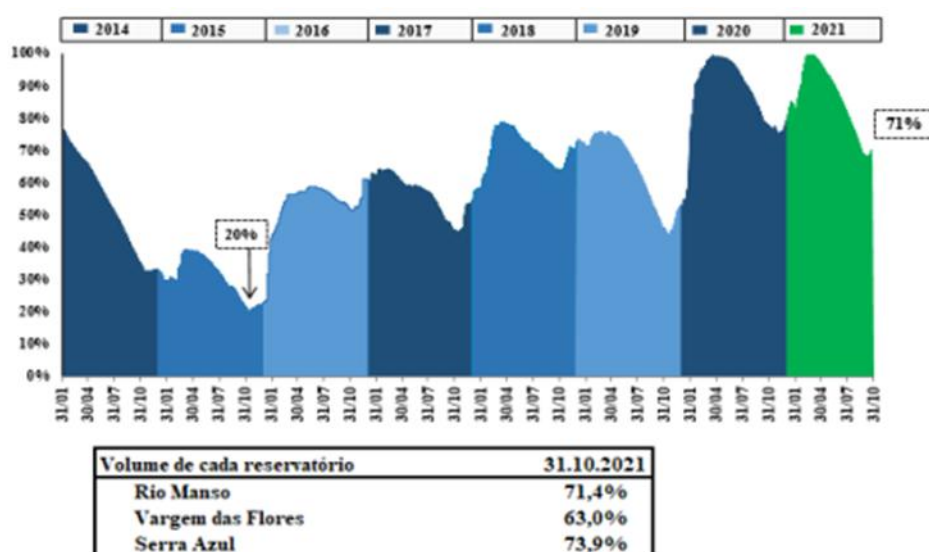


Fonte: COBRAPE (2021)

A população do município é quase toda atendida pelo sistema público de abastecimento de água, “com qualidade e quantidade satisfatórias”. Segundo a PBH, as áreas onde o abastecimento ainda é intermitente são residuais e as não atendidas pela rede correspondem a áreas invadidas (PBH, 2020).

Os dados de nível de alguns dos reservatórios que abastecem Belo Horizonte são disponibilizados online. A ANA disponibiliza os dados dos reservatórios do Sistema Paraopeba: Rio Manso, Serra Azul, Vargem das Flores. A Copasa disponibiliza, além desses, os dados do Sistema Rio das Velhas.

Gráfico 2 - Volume agregado dos reservatórios do Sistema Paraopeba



Fonte: COPASAc, 2021

Em 31 de outubro de 2021, o nível agregado do Sistema Paraopeba dos reservatórios pertencentes ao Sistema Paraopeba atingiu 71%, o que sustenta que, mesmo com a redução do volume captado derivada do desastre minerário de Brumadinho, o abastecimento da RMBH não estava sendo prejudicado. (COPASAc, 2021, p14).

5 DO RISCO DE DESASTRE DE ESCASSEZ HÍDRICA

O risco de desastre de escassez hídrica na Região Metropolitana de Belo Horizonte é composto de ameaças, vulnerabilidades e exposição fortemente influenciadas pelo padrão das atividades econômicas e do histórico de urbanização descoordenada. As principais ameaças, que têm diferentes magnitudes e probabilidades de realização, podem ser divididas em grupos originários da atividade minerária, da concepção da infraestrutura cinza metropolitana e de eventos climáticos extremos.

Dentre as vulnerabilidades destacam-se a exposição dos principais sistemas de captação a rejeitos minerários derivados de potencial rompimento de barragens, a perda de resiliência de mananciais que abastecem a região, a ligação incompleta entre os sistemas produtores, a falta de regulamentação legal do uso e ocupação do solo metropolitano e a concentração de conhecimento pela iniciativa privada.

Em relação à exposição, como já posto, a escassez hídrica tem a peculiaridade de pertencer a um tipo de desastre que não destrói a infraestrutura construída. Mesmo assim, entende-se que pessoas, infraestrutura, residências e outros ativos sociais em toda a extensão metropolitana estão expostos ao risco de escassez, incluindo estruturas de captação e distribuição de água, porquanto o desastre tem chance de vitimar ou inviabilizar as atividades sociais e econômicas desenvolvidas na RMBH.

Neste capítulo serão discutidos cada um dos componentes identificados do risco de escassez hídrica na RMBH. Serão abordadas as estratégias e intervenções realizadas pelas instituições envolvidas para a mitigação do risco e criação de resiliência.

5.1 Das ameaças

A atividade minerária é um dos pilares da economia mineira e ao mesmo tempo causadora de extensivos danos ambientais e sociais no estado. Em novembro de 2021, há duas barragens no nível 3 de alerta na Bacia do Rio das Velhas: B3/B4, da Mina Mar Azul, na região de Macacos; e Forquilha III, da Mina de Fábrica, em Ouro Preto (ANM, 2021; CBH RIO DAS VELHAS, 2021d). Esse é o nível máximo de

emergência que uma barragem pode alcançar e significa que a ruptura é iminente ou está ocorrendo (VALE, 2019).

Para as barragens Forquilha I e Forquilha II e Grupo, também da Mina de Fábrica, em Ouro Preto, foi emitido alerta de nível 2 (ANM, 2021). O segundo nível de alerta sinaliza que as intervenções para correção de anomalia que tenha resultado “na pontuação máxima quanto ao estado de conservação ou para qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura” que demande inspeções diárias foi classificada como “não controlada” ou “não extinta”, isto é, necessita de novas inspeções especiais e intervenções. (VALE, 2019).

Em ação mitigatória, a Vale implantou uma estrutura de contenção a jusante projetada para suportar o volume total de rejeitos em caso de rompimento simultâneo das barragens Forquilha I, II, III, IV e Grupo. A função da barreira é impedir que sejam atingidas áreas dos municípios de Itabirito, Raposos, Rio Acima, Nova Lima e Belo Horizonte, contidos na Zona de Segurança Secundária das barragens (Figura 7). A estrutura, localizada entre Ouro Preto e Itabirito, tem 95 metros de altura e 330 metros de comprimento e foi concluída em junho de 2021 (VALE, 2021a). Uma barreira semelhante, com 33 metros de altura e 221 metros de comprimento, já havia sido concluída no último trimestre de 2020 para contenção dos rejeitos da barragem B3/B4, como retratada na Figura 8 (VALE, 2021b).

Figura 7. Estrutura de contenção a jusante das barragens da Mina de Fábrica



Fonte: Vale (2021b)

Figura 8. Estrutura de contenção a jusante da barragem B3/B4



Fonte: Vale (2021b)

A construção das estruturas de contenção a jusante (*backup dams*) faz parte do plano de descaracterização de estruturas da Vale construídas pelo método de alteamento a montante. Na definição da própria Vale, descaracterizar significa “reintegrar funcionalmente a estrutura e seus conteúdos no meio ambiente, de modo que a estrutura não sirva mais ao seu propósito principal de atuar como contenção de rejeitos” (VALE, 2021c). Duarte (2008) afirma que o método de montante é o mais antigo, simples e econômico para construção de barragens, porém crítico em relação à segurança.

O plano é descaracterizar todas as 30 estruturas geotécnicas construídas pela técnica de alteamento a montante que a mineradora possui em todo o Brasil, incluindo barragens, diques e empilhamentos drenados. Como pode ser visto no cronograma básico representado na Figura 9, a descaracterização da barragem B3/B4 iniciou-se a partir da conclusão da construção da *backup dam*, ao contrário das barragens Grupo e Forquilha I, II e III. A descaracterização de Grupo tem duração prevista de um ano, enquanto a de todas as demais pode se estender para além de 2025. A barragem Forquilha IV não será eliminada por não ser uma estrutura a montante (VALE, 2021b; 2021c).

Figura 9. Cronograma de descaracterização de barragens de rejeitos minerários da Vale na Bacia do rio das Velhas



Fonte: Adaptado de Vale (2021c)

Os desastres de Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2019, geraram efeitos na operação não só da mineradora. A possibilidade de colapso do sistema de abastecimento metropolitano por conta do rompimento de barragens passou a integrar a pauta de riscos da Copasa desde então. Em diagnóstico do abastecimento metropolitano, a Companhia identificou que seria necessária uma ampliação de 34% na produção de água para garantir a resiliência dos sistemas produtores, além de investimentos na ampliação da capacidade de tratamento, transporte e transferência na infraestrutura atual (NOLLI, 2021).

Considerando o cenário hipotético de interrupção total da captação do rio das Velhas devido a rompimento de barragens de rejeitos, foram identificadas cinco intervenções estruturantes prioritárias para mitigação do risco de escassez hídrica:

- implantação de captação de água no Ribeirão Macaúbas, protegida de possíveis impactos dos empreendimentos minerários existentes, com capacidade de produção de 2,2m³/s, tratamento pela ETA Rio Manso e reservatório de regularização;
- ampliação do sistema Rio Manso, até a capacidade de 9m³/s;
- Construção de adutora de transferência entre os reservatórios R10, em Contagem, e R13, em Belo Horizonte, a fim de comportar o acréscimo de vazão produzido pelas obras anteriormente citadas - Linha Vermelha;
- implantação de captação de água no Ribeirão da Prata de 0,27m³/s, destinada a tratamento na ETA Bela Fama; e

De acordo com Fonseca (2008, p.18), o arsênio é um componente natural de minérios de chumbo, zinco, cobre e ouro e é "mobilizado em grandes quantidades pela mineração através de atividades como escavações, transporte de minério, fundição, refino e a disposição de rejeitos sólidos e efluentes". O autor, em diálogo com Chakraborti et al (2013), afirma que a mineração de ouro pode promover ou exacerbar a contaminação por arsênio em nível local.

A esse respeito Matschullat et al (2007) defendem que os elementos tóxicos usados no beneficiamento de minério podem acabar sendo carregados para as águas superficiais pelas chuvas, situação agravada pelo manejo inadequado de rejeitos. Pataca et al (2005) afirmam que o arsênio elementar não é tóxico, mas rapidamente convertido em produtos tóxicos quando metabolizado. Observam que, nos últimos três séculos, a exploração de minério no Quadrilátero Ferrífero pode ter disponibilizado mais de 390 mil toneladas de arsênio no ambiente.

As afirmações dos autores corroboram os alertas de Rodrigues (2021) sobre a "contaminação silenciosa" dos recursos hídricos na bacia do Rio das Velhas pelos efluentes líquidos das barragens de rejeitos, com elementos que incluem cromo, arsênio, zinco e manganês. Nem todos os contaminantes liberados alterariam os parâmetros de potabilidade medidos pela prestadora de serviço ou as características organolépticas da água, de forma que podem passar despercebidos pela metodologia convencional de análise de qualidade da água para abastecimento. O próprio IGAM ressalva que o Alto Rio das Velhas concentra fontes naturais de arsênio, além daquelas associadas ao beneficiamento de minério de ouro (IGAM, 2021).

Rodrigues (2021) defende que a liberação dessas substâncias pode ser ainda maior no período chuvoso devido ao volume de água que escoas das barragens, carreando substâncias tóxicas. A contaminação gradativa não diminuiria a oferta de água, mas o comprometimento gradativo de sua qualidade tem o potencial de limitar seus usos.

O extrativismo de minério ameaça também a integridade de aquíferos e zonas de recarga hídrica. Os recursos hídricos são explorados de forma intensiva na mineração, estando envolvidos nos processos de lavagem de minério, transporte de materiais, lavagem de equipamentos, desmonte hidráulico e em diversas formas de separação e tratamento do minério e ativos envolvidos na extração, beneficiamento e operações auxiliares (IBRAM, 2017; VALE, 2021d). Estimativas do IBRAM, de 2017, indicam que o volume outorgado para usos relacionados à mineração de ferro nas

bacias do rio das Velhas e Paraopeba podem, juntas, chegar a quase 45 milhões de m³.

Tabela 6. Estimativa de uso de água nos processos produtivos do setor de mineração

| TIPOLOGIA MINERAL | ESTADO | NOME DA BACIA HIDROGRÁFICA DE CAPTAÇÃO | VOLUME OUTORGADO POR BACIA HIDROGRÁFICA (M ³) | VOLUME DE ÁGUA NOVA UTILIZADA (M ³) / TONELADA (ROM) * | LANÇAMENTO DE EFLUENTES (M ³) / TONELADA (ROM) | TAXA DE RETORNO (M ³ / TONELADA (ROM) *** | REÚSO/ RECIRCULAÇÃO (%) ** |
|-------------------|--------|--|---|--|--|---|----------------------------|
| Ferro | | Rio das Velhas | 197.235 - 34.925.507 | | | | |
| Ferro | | Rio Paraopeba | 1.098.380 - 9.519.930 | | | | |

Fonte: Adaptado de IBRAM (2017)

Os volumes constantes na Tabela 6 são de um vulto considerável, mas os parâmetros não preenchidos também requerem discussão. Segundo a metodologia utilizada pelo IBRAM para elaboração da tabela, a água subterrânea bombeada e não utilizada nos processos não é contabilizada como “água nova utilizada”. A taxa de retorno, por sua vez, é calculada sobre o volume de água “devolvida ao corpo hídrico”, o que inclui a água de rebaixamento não utilizada e disponibilizada em corpo hídrico superficial (IBRAM, 2017).

O rebaixamento do nível de água subterrânea é um procedimento corriqueiro em obras civis e mineração. Nas últimas, o rebaixamento das águas pode chegar a centenas de metros para viabilizar a lavra a céu aberto ou subterrânea. O bombeamento e transferência de grandes volumes para a superfície tem o potencial de causar desaparecimento de nascentes e acelerar a velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica sem recarga compensatória correspondente (BERTACHINI e ALMEIDA, 2003; RODRIGUES, 2021).

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2021b) afirma que a extração de água em velocidade maior do que a capacidade de recarga pela chuva está ligada ao desenvolvimento de bombas hidráulicas de grande capacidade na última metade do século passado. A ABAS (2021) chama a atenção para esse tipo de exploração exaustiva dos aquíferos, que seria global e teria como consequência a diminuição da disponibilidade total de água subterrânea e superficial.

Por outro lado, a Vale argumenta que o procedimento de rebaixamento é temporário e reversível. A mineradora sustenta uma série de benefícios trazidos pela

prática aliada à extração de minério, entre eles o aumento da disponibilidade hídrica no território durante a operação da mina, a geração de recursos para o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais - Fhidro através do pagamento de outorga, a criação de alternativa futura de captação de água nas cavas exauridas em complemento às captações de abastecimento público, bem como a produção de conhecimento sobre características hidrogeológicas regionais e seus potenciais usos derivados (VALE, 2018).

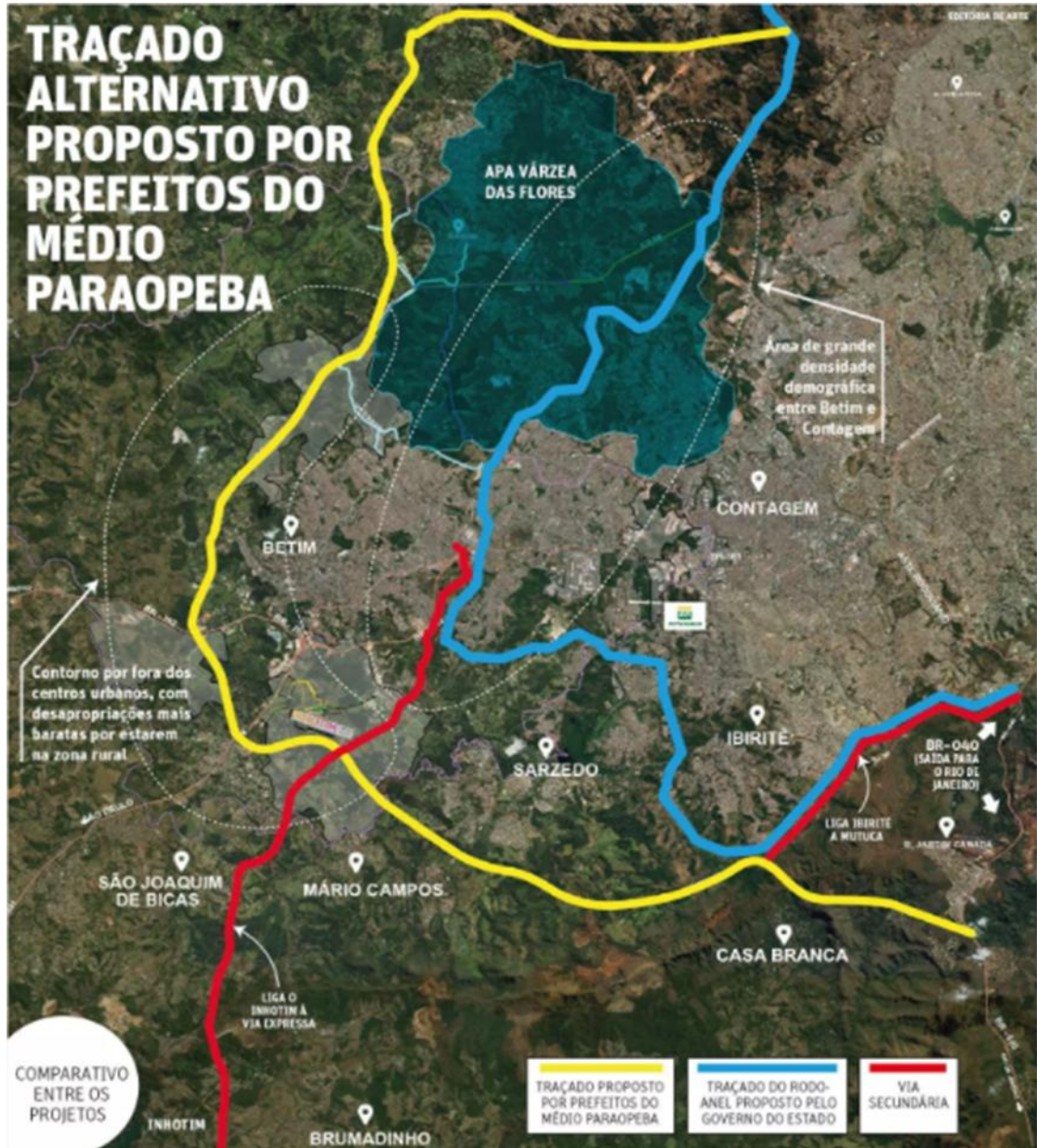
Mais uma ameaça ao reabastecimento dos aquíferos emerge da extração mineral nos pontos mais altos da bacia, importantes áreas de aporte hídrico, fundamentais para a infiltração de água no solo e reabastecimento dos aquíferos (MELO, 2007). Legalmente, os topos de morro são zonas de recarga hídrica definidas como Área de Preservação Permanente pelo artigo 4º, inciso IX do Código Florestal (BRASIL, 2012c). A zona de recarga é a área que permite a entrada de água no aquífero, a extensão onde ocorre seu reabastecimento (ABAS, s.d). No Quadrilátero Ferrífero, nessas áreas podem ser encontradas as formações Cauê, Gandarela, Moeda e Cercadinho, camadas geológicas que simultaneamente desempenham a função hidrogeológica de aquífero. A configuração hidrogeológica é uma peculiaridade da área, já que, em geral, os aquíferos profundos posicionam-se em fundos de vale e não em topos de morro como no Quadrilátero (RODRIGUES, 2021).

Dentre os aquíferos, a formação Cauê se destaca por deter 80% das reservas de água da região. Ainda segundo Rodrigues (2021), “a formação Cauê, que compõe o aquífero profundo mais importante do Quadrilátero Ferrífero, é também composta principalmente pelo minério de ferro”. Essa é uma característica de grande parte dos depósitos minerais, que são parte ou estão associadas a aquíferos (BERTACHINI e ALMEIDA, 2003). Isto é, a atividade minerária concorre com o abastecimento metropolitano não só pela captação e uso da água, mas pelas próprias formações geológicas de onde o recurso provém.

Grandes obras de expansão da infraestrutura cinza metropolitana também podem gerar conflitos envolvendo os recursos hídricos da região. Um exemplo é o anel viário, ou rodoanel, idealizado para diminuir o fluxo de veículo em trânsito em Belo Horizonte (WERNECK, 2021). A Figura 12 mostra que o trajeto original proposto pelo governo de Minas Gerais atravessaria a porção sudeste da Área de Proteção

Ambiental Vargem das Flores - APA Vargem das Flores. As intervenções do projeto atingiriam, ainda, a Serra da Calçada e o Parque do Rola-Moça (MANSUR, 2021).

Figura 12. Propostas de traçado para o anel viário metropolitano



Fonte: O TEMPO (2021)

Intervenções do porte de obras rodoviárias no interior de áreas de preservação ambiental são conhecidas por criar no ambiente o efeito de borda, que é o aumento da quantidade das margens no habitat dividido (FERRAZ, 2011). A fragmentação altera o microclima dessas áreas, acarretando alterações em seus níveis de luz, temperatura, umidade e velocidade do vento. O aumento do trânsito também expõe os locais a invasões, incêndios, criminalidade e poluição,

consequências que colaboram para a deterioração das áreas de conservação. No caso da APA Vargem das Flores, da Serra da Calçada e do Parque do Rola-Moça, as áreas seriam divididas por uma rodovia, o que agrega às alterações anteriormente citadas os riscos associados ao trânsito de fauna terrestre.

Após consulta pública, o trajeto da Alça Sul do rodanel foi alterado. O novo traçado excluiu o túnel previsto para a Serra da Calçada e reposicionou o túnel do Parque Estadual da Serra do Rola Moça para uma posição periférica, em área antropizada para evitar impactos no aquífero Cauê. (WERNECK, 2021). Alternativas do projeto seguem em discussão envolvendo o Executivo estadual, a Assembleia Legislativa de Minas Gerais, prefeituras da RMBH e entidades ambientalistas.

A expansão imobiliária agressiva é outra ameaça que pode levar à escassez hídrica na RMBH, conforme aponta Rodrigues (2021). A ocupação sobre aquíferos do Quadrilátero Ferrífero com exploração de águas subterrâneas é motivo para o alerta do especialista e de entidades com atuação na área ambiental, como o Projeto Manuelzão (2020).

Um projeto que retrata essa espécie de ameaça é o Centralidade Sul Lagoa dos Ingleses, empreendimento de 20km² planejado para abrigar 150 mil moradores até 2065. Seus limites coincidem com áreas de elevada relevância ecológica, que são as zonas de amortecimento do Monumento Natural Serra da Calçada, Parque Estadual do Rola Moça e Estação Ecológica de Fechos (PROJETO MANUELZÃO, 2020).

O empreendimento planeja extrair água do aquífero Cauê, no subsolo do Sinclinal Moeda. A demanda diária prevista em estudos hidrogeológicos apresentados pela empresa responsável no processo de licenciamento ambiental é de 22 milhões de litros de água. No entanto, com base no tipo de empreendimento a ser construído, especialistas estimam que a demanda pode ser até 75% maior (PROJETO MANUELZÃO, 2020).

Outro conflito de destaque a respeito do uso e ocupação do solo metropolitano envolve a ocupação da Bacia Hidrográfica de Várzea das Flores, localizada entre Contagem e Betim. Em sua última revisão, o Plano Diretor de Contagem, Lei Complementar nº 248/2018, previu a possibilidade de adensamento imobiliário na APA de Vargem das Flores. No plano, parte da área da bacia foi transformada de zona rural em zona de expansão urbana, permitindo loteamentos e

a construção de diversos perfis de empreendimentos (MPMG, 2020b; LORENTZ, 2021).

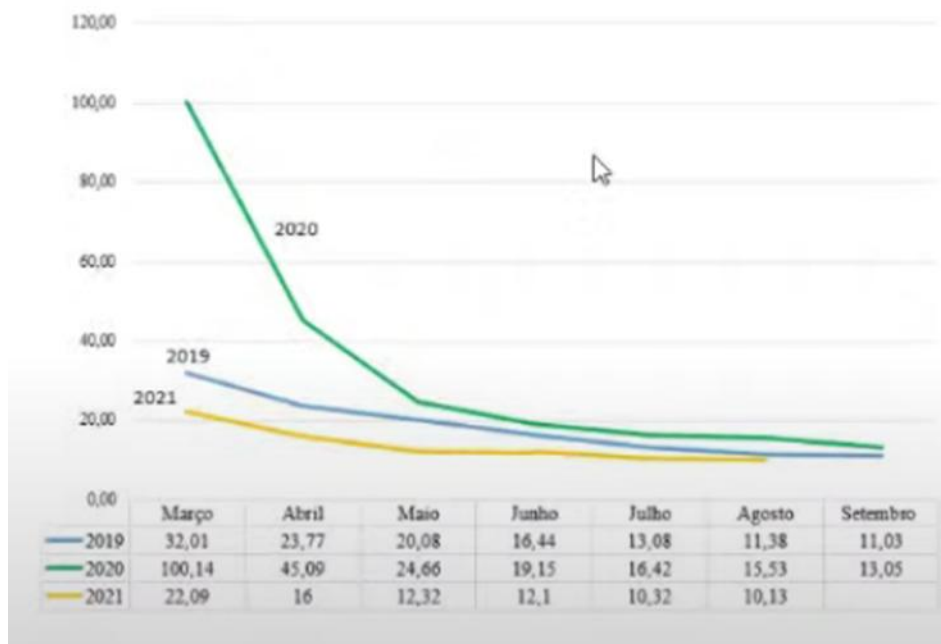
O estudo denominado “Avaliação da vida útil do Reservatório de Vargem das Flores”, encomendado pela Copasa em 2018, concluiu que o reservatório poderia perder seu espelho d’água em 23 anos caso a ocupação prevista no Plano Diretor de Contagem se materializasse. De acordo com o mesmo trabalho, a vida útil do reservatório seria de 33 anos caso o adensamento se mantivesse no ritmo apresentado à época do estudo, podendo se estender a até 71 anos caso fosse seguido o previsto no macrozoneamento metropolitano (CARVALHO, 2021, p.171; CBH RIO DAS VELHAS, 2019).

Em reação à ameaça à integridade da APA e ao equilíbrio das bacias de Várzea das Flores e Pampulha, o Ministério Público de Minas Gerais emitiu recomendações e ajuizou ações civis públicas para que o município fosse impedido de aprovar empreendimentos imobiliários na área. O entendimento apresentado pelo MPMG foi o de que o plano diretor havia alterado o macrozoneamento metropolitano ao transformar a área da bacia em área urbana, permitindo, na nova configuração urbanística, atividades com grande impacto ambiental e potencial poluidor em áreas de recarga hídrica (MPMG, 2021b; LORENTZ, 2021).

Após negociações, o Ministério Público de Minas Gerais e a Prefeitura de Contagem assinaram um acordo em 18 de novembro de 2021 para encerrar três ações judiciais a respeito do impasse e permitir a expansão urbana no município com impacto ambiental menor. A partir da homologação judicial do acordo, que ainda não aconteceu, Contagem deverá apresentar um novo projeto de Plano Diretor e Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo no prazo de um ano (LORENTZ, 2021; MPMG, 2021c).

Como pode ser visto no Gráfico 3, a variabilidade sazonal da vazão do Rio das Velhas é alta, o que se traduz em valores altos de vazão no período chuvoso e valores muito baixos no período seco. A depressão da vazão durante estiagens pode chegar a ameaçar não só o abastecimento da RMBH, mas outras funções do rio. Entre os possíveis efeitos, estão prejuízos no suporte a processos ecológicos e na capacidade de solubilização de efluentes a jusante, como descrito por Salla et al (2013) e Basane (2015) no estudo de outros cursos d’água.

Gráfico 3. Variação da vazão do Rio das Velhas nos no período seco de 2019 a 2021 (em m³/s)



Fonte: CONSTÂNCIO (2021)

Ainda a respeito da quantidade de água disponível, devem ser considerados os impactos decorrentes dos usos consuntivos não autorizados. A captação e consumo de água sem licença ou outorga altera o volume outorgável real sem que se altere o volume controlado pelos registros do órgão gestor. A recorrência da prática pode, então, colaborar para a sobre-exploração real do recurso, o que faz dela um fator a ser monitorado. Esse tipo de irregularidade é objeto de fiscalização desenvolvida pela SEMAD em parceria com a PMMG conforme tratado no item 4.2.8.

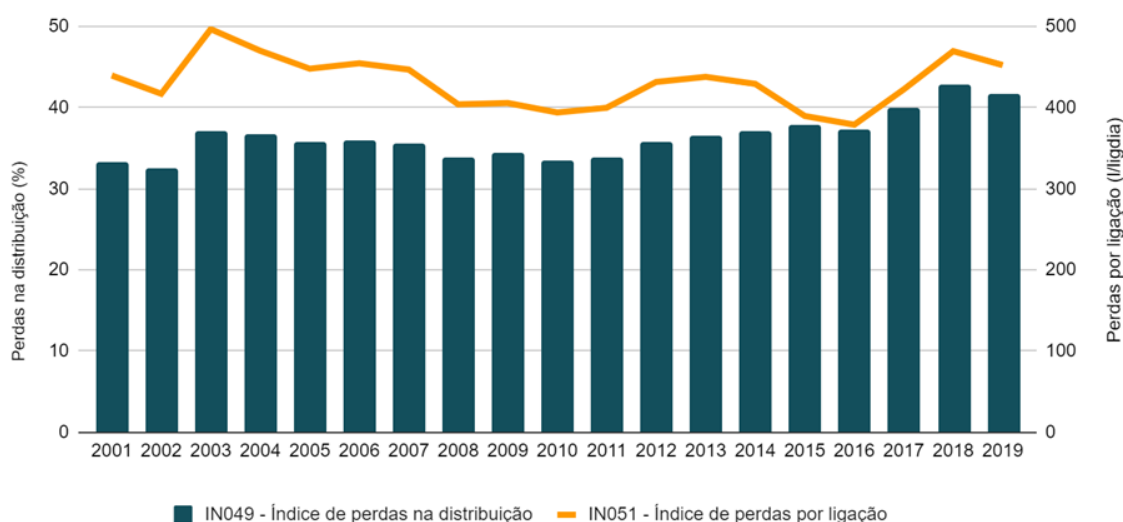
Quando a demanda de diversos usuários por água supera a vazão ou volume de recursos hídricos outorgáveis, ocorre a indisponibilidade hídrica. Ao constatar uma situação do gênero, o Igam declara a área como sendo de conflito por recursos hídricos e emite uma Declaração de Área de Conflito - DAC. Em 2020, não havia área de conflito registrada no território de competência da Superintendência Regional de Meio Ambiente - SUPRAM - Central Metropolitana, divisão operacional da SEMAD que monitora Belo Horizonte e outros 78 municípios (MINAS, 2021h).

Questões relativas à eficiência do sistema de distribuição também podem ser interpretadas como ameaças na análise do desastre de escassez hídrica uma vez que se referem à efetiva capacidade da rede de entregar a água ao usuário

consumidor. Sob essa ótica, o controle e redução de perdas no sistema público de abastecimento torna-se estratégia de interesse para a redução do risco de desastre.

O índice de perdas na distribuição de água tratada em Belo Horizonte tem se mantido historicamente acima de 30%, chegando próximo aos 39,86% em 2019, como pode ser visto no Gráfico 4, produzido a partir de dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2021a). O gráfico apresenta simultaneamente o índice de perdas na distribuição em proporção ao volume total de entrada no sistema, expressas em percentual, bem como racionalizado na forma de volume perdido ao dia por ligação ativa da concessionária. A última é a forma recomendada pela Associação Internacional da Água por refletir melhor a performance operacional da rede de abastecimento (ARSAE, 2015).

Gráfico 4. Índice de perdas de distribuição e por ligação da Copasa em Belo Horizonte

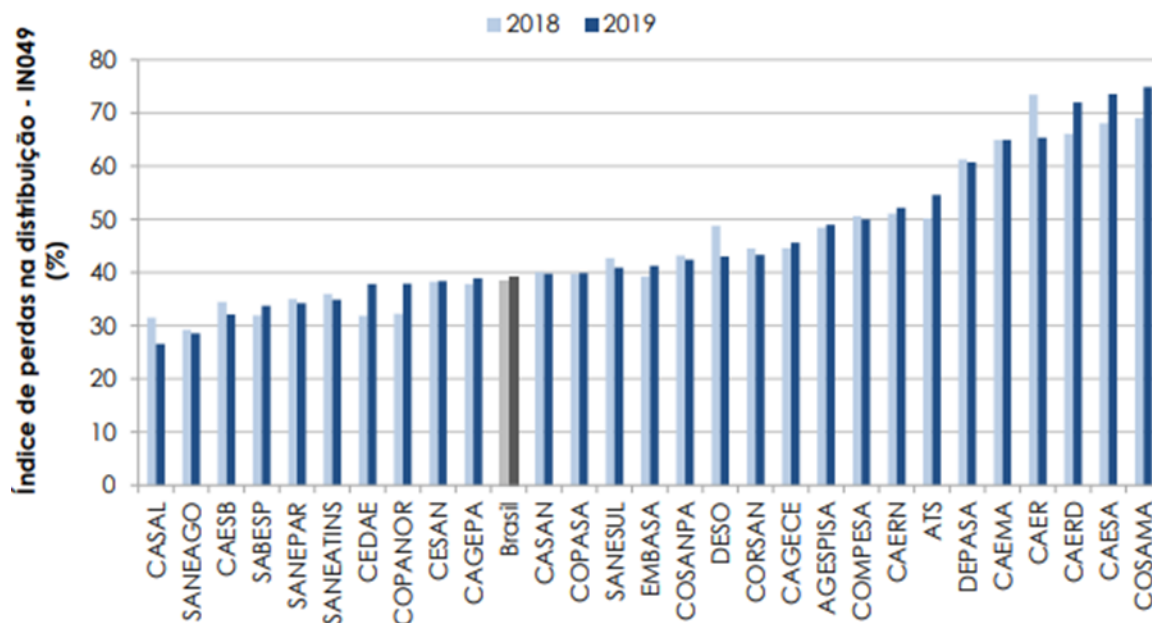


Fonte: Elaboração própria com dados do SNIS (2021a)

Pode-se perceber que as perdas enquanto razão do volume de entrada no sistema de abastecimento mantiveram-se na faixa entre 32,5%, em 2002, e o pico de 42,9%, em 2018. Medidas por litros por ligação ao dia, as perdas tiveram seu ponto mais alto em 2002 (496,9 litros/ligação/dia) e o valor mais baixo em 2016, com 379 litros/ligação/dia.

O patamar de desempenho da Copasa em perdas, quando medido em percentual da água produzida, é próximo da média brasileira, que, de acordo com dados publicados pelo SNIS, foi de 39,6% em 2019, como pode ser visto no Gráfico 5. (MDR, 2020).

Gráfico 5. Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do SNIS em 2018 e 2019, segundo prestador de serviços



Fonte: MDR (2020)

Embora não tenha sido encontrado na literatura nenhum estudo que mensurasse a colaboração da perda de água para o risco de escassez hídrica na RMBH, pode-se inferir que o volume perdido aumentaria a disponibilidade hídrica na bacia de origem caso deixasse de ser captado. Portanto, as perdas constituiriam um fator a mais de pressão sobre os recursos hídricos.

Entre as causas das perdas estão as fraudes, ligações clandestinas e alteração da medição, e a obsolescência dos ativos. Nessa última categoria se enquadram o desgaste de hidrômetros, que pode levar a erros na micromedição, e a deterioração de estruturas de distribuição, causa de vazamentos na rede (COPASA, 2021b, p.52).

A Copasa adota medidas para redução de perdas desde 1980 (PBH, 2020, p.27). O Programa de Redução de Perdas de Água, reestruturado pela Companhia em 2020, consolida todas as iniciativas, antes isoladas, em um combate sistemático às diversas causas das perdas. A Companhia tem investido na modernização do parque de hidrômetros, aprimoramento da macromedição, estudos, diagnósticos,

capacitação da equipe e em tecnologia. (COPASA, 2021b, p.52; ARSAE, 2017b, p.38).

No Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte 2020/2023, a Prefeitura de Belo Horizonte afirma que “a expectativa da Administração Municipal é de que a COPASA possa estabelecer, no médio prazo, um cronograma de atuação que inclua a definição de metas” (PBH, 2020). A atividade regulatória da ARSAE tem continuamente se desenvolvido para fortalecer esse processo, como apresentado no item 4.2.2.

5.2 Das vulnerabilidades

Minas Gerais foi cenário do maior desastre minerário do mundo até então, o rompimento da barragem de Fundão em Mariana, no ano de 2015. Contudo, foi o desastre ocorrido quatro anos depois, que evidenciou a necessidade de se trabalhar a segurança hídrica da RMBH. O rompimento da barragem B1 Vale, na mina Córrego do Feijão, em Brumadinho, causou a suspensão da operação de uma recém-inaugurada estrutura no Rio Paraopeba, inviabilizando a captação de 5000 l/s. O número representava cerca de 20% da capacidade da RMBH à época e a produção perdida teve de ser compensada pela captação no Rio das Velhas.

O episódio trouxe à tona a vulnerabilidade posta pela exposição de estruturas essenciais do sistema de abastecimento ao fluxo de rejeitos provenientes de um potencial rompimento de barragem. Esse é o caso da única captação do rio das Velhas, responsável por 65% da atual demanda de Belo Horizonte e parte do motivo para a construção das estruturas de contenção a jusante na bacia hidrográfica. Adicionalmente, a necessidade de se pensar o posicionamento seguro para a produção de água influenciou o projeto de implantação da captação, adutora e reservatório de regularização Ponte de Arame a montante do ponto de confluência do rio das Velhas com o rio Itabirito (NOLLI, 2021). Ambas as iniciativas são abordadas no tópico 5.1.

Não se confunda a exposição da captação ao desastre de rompimento de barragens como vulnerabilidade que compõe o risco de desastre de escassez hídrica com a exposição da captação ao próprio desastre de escassez hídrica, que será tratada no item 5.3. A primeira é um subconjunto analítico da última, já que a ameaça posta por barragens é apenas umas das possíveis causas do desastre de escassez

hídrica em Belo Horizonte. Cabe ressaltar que o encadeamento de eventos adversos é um cenário comum quando se trata de desastres.

A forma de captação no Rio das Velhas constitui outro ponto de vulnerabilidade. A operação é altamente vulnerável a variações pluviométricas negativas, pois se dá a fio d'água e na parte alta da bacia. Isto significa que cerca de metade do abastecimento da RMBH depende da disponibilidade de águas superficiais não represadas disponíveis em uma porção da bacia em que a contribuição dos afluentes ao volume de água total é menos expressiva em relação aos pontos ao longo da calha do rio, a jusante. De acordo com a ANA, (2021b), a situação se repete nos afluentes do Rio Paraopeba.

A terceira vulnerabilidade refere-se à exploração insustentável do rio das Velhas. Em Minas Gerais, a vazão outorgável corresponde a 30% da Q7,10. (IGAM, [20–]). Excepcionalmente, a outorga concedida à Copasa através da Portaria SEMAD 0219/2012 permite a captação de 70% da vazão do rio das Velhas com a manutenção de apenas 30% de vazão residual (ARSAE, 2013; CONSTÂNCIO, 2021).

Tabela 7. Dados da operação da COPASA no rio das Velhas

| Sistema Rio das Velhas | |
|---|------------------------|
| Percentual do volume distribuído em relação ao total da RMBH | 44% |
| Outorga de captação | 8,7 m ³ /s |
| Vazão média do Rio das Velhas nos últimos 15 dias anteriores a 31.10.2021 | 27,8 m ³ /s |
| Vazão média utilizada nos últimos 12 meses | 6,98 m ³ /s |

Fonte: COPASA (2021c)

Há diversos sinais da sobrecarga do rio das Velhas pela alta demanda de água. Em 2021, a vazão mínima atingiu valores abaixo da vazão de referência (Q7,10). O CBH Velhas sinalizou alerta em 28 de julho por conta das baixas vazões. No dia 31 de julho, foram registrados 9,5m³/s, menos que os 10,4m³/s, considerados o volume mínimo para a operação normal do abastecimento da RMBH (CBH RIO DAS VELHAS, 2021b).

O cenário culminou em declaração de situação crítica de escassez hídrica pelo IGAM de 1 de outubro a 1 de novembro de 2021 através da Portaria IGAM 76/2021 (IGAM, 2021a). A portaria foi válida para a RMBH e região Central do Estado, abrangendo a região entre as estações Ponte do Licínio Jusante e Honório Bicalho

Montante no Rio das Velhas (IGAM, 2021b). A fim de recuperar um nível seguro de vazão no rio das Velhas, a norma determinou que:

Art. 3º. Em razão do estabelecimento do Estado de Restrição de Uso na porção hidrográfica, conforme disposto no inciso II do artigo 10 da Deliberação Normativa CERH/MG nº 49/2015, ficam impostas a todas as captações de água as seguintes restrições de uso:

- I. Redução de 20% do volume diário outorgado para as captações de água para a finalidade de consumo humano, dessedentação animal ou abastecimento público;
- II. Redução de 25% do volume diário outorgado para a finalidade de irrigação;
- III. Redução de 30% do volume diário outorgado para as captações de água para a finalidade de consumo industrial e agroindustrial; e
- IV. Redução de 50% do volume outorgado para as demais finalidades, exceto usos não consuntivos.

Segundo a Deliberação Normativa 49/2015 do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CERH, 2015), a situação crítica de escassez hídrica deve ser declarada quando as vazões médias diárias nos postos fluviométricos de referência, forem iguais ou inferiores a 100% da Q7,10, vazão mínima média de 7 (sete) dias de duração e 10 (dez) anos de período de recorrência, por período mínimo de sete dias consecutivos. Com essa declaração o órgão gestor sinaliza o risco de escassez hídrica na porção hidrográfica a que se refere (art. 2º, inciso II e IX; art. 6º, inciso I; art. 10, inciso I).

Ações de resposta na forma de medidas de restrição de uso podem ocorrer se houver registro de vazão igual ou inferior a 70% da Q7,10 por período mínimo de sete dias consecutivos (CERH, 2015, art. 2º, inciso III; art. 10, inciso II). A ausência de medidas mais restritivas a partir da Portaria citada é um indicativo de normalização da vazão do rio, para a qual infere-se que a anomalia positiva de precipitação em outubro tenha colaborado (ANA, 2021c).

O CBH Velhas (2015) e Melo et al (2020) apontam a necessidade de melhoria do controle de outorgas, tanto em relação ao volume outorgado quanto ao outorgável. A área sofre com alta pressão de demanda devido à atividade econômica e a informação sobre a disponibilidade hídrica é precária, em especial em relação à água subterrânea (CBH Velhas, 2015, p.117).

Ainda de acordo com o Comitê, a outorga de lançamento de efluentes baseia-se em parâmetros químicos insuficientes para garantir a qualidade da água na bacia. O IGAM (2021f) corrobora o posicionamento do Comitê em seu site ao isentar empresas e pessoas físicas da outorga do lançamento de efluentes até convocação.

No caso específico do Rio das Velhas, existe uma instância colegiada de coordenação com a participação de usuários a montante do Sistema Velhas, cuja captação está no Distrito de Bela Fama, em Nova Lima. Estabelecido pela Deliberação Normativa CBH Velhas 10/2015, o Grupo de Monitoramento e Controle de Vazão do Alto Rio das Velhas, Convazão, é liderado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas e integrado por Copasa, Igam e Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Sete Lagoas, Subcomitê do Alto Rio das Velhas, Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e mineradoras Vale e AngloGold Ashanti (CONSTÂNCIO, 2021).

O Convazão busca, de forma colegiada, monitorar o Rio das Velhas para garantir água para as múltiplas demandas, priorizando atender o abastecimento dos municípios a jusante e garantir a manutenção da função ecológica do rio, representada pela sua capacidade de suportar os ecossistemas aquáticos e terrestres dependentes de suas águas. Em conjunto, as instituições acompanham as vazões e definem a operação, estabelecendo mecanismos de controle de vazão e defluências dos reservatórios (CONSTÂNCIO, 2021).

Segundo o entrevistado da COPASA, a Companhia é a responsável por projetar para o Convazão a depressão da vazão do rio, enquanto a CEMIG é responsável por emitir a previsão meteorológica. A partir da interpretação dos dados hidrometeorológicos, o grupo busca estratégias para que a vazão seja explorada da melhor forma possível no período seco. Durante períodos que exigem maior atenção, o Convazão se reúne semanalmente desde o início da estiagem - em 2021, de maio a outubro - para monitoramento e ações de mitigação do risco de desastre (CONSTÂNCIO, 2021).

O grupo avalia a vazão do rio em diversos pontos. Quando é detectada a diminuição do nível de água, negocia-se a liberação de vazão maior com os usuários que possuem barramento de água a montante, como aconteceu esse ano junto à AngloGold. O Convazão também articula a diminuição da captação da Copasa em Bela Fama, com a consequente compensação pelo Sistema Paraopeba ((CONSTÂNCIO, 2021).

Em 25 de novembro de 2021, reconhecendo a necessidade de intervenções para prevenir a escassez hídrica, proteger as funções ecossistêmicas do rio e aumentar a resiliência da região alta de sua bacia, o CBH Rio das Velhas, o IGAM, a SEMAD, o Instituto Estadual de Florestas - IEF, assinaram um protocolo de intenções durante o XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Segundo o IGAM (2021c), o documento prevê:

“a construção de bacias de captação ao longo das estradas rurais; ações de manejo e conservação do solo como o terraceamento, barraginhas entre outros; recuperação de áreas degradadas; recuperação de voçorocas prioritárias na Sub-bacia do rio Maracujá em Ouro Preto; restauração ecológica; revitalização e/ou proteção de nascentes e matas ciliares e áreas de recarga hídrica; ações que promovam a recarga dos lençóis subterrâneos; [...] ações estruturantes, medidas e diretrizes que visem o aprimoramento do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, gestão ambiental, planejamento territorial e planejamento estratégico no abastecimento público para garantir a segurança hídrica da bacia.” (IGAM, 2021c).

A propósito, justamente a sujeição da produção de água a variações sazonais e outros efeitos tornam a ligação incompleta entre os sistemas produtores outra vulnerabilidade a ser enumerada. No entanto, no âmbito dessa pesquisa, não é possível inferir a respeito de áreas do território belo-horizontino ou metropolitano potencialmente desabastecidas pelo sistema convencional de distribuição em cenários de colapso de algum dos sistemas ou de suas partes devido às alternativas de manobra operacional de que a concessionária alegou, em entrevista, dispor para lidar com a situação.

Há vulnerabilidades também em âmbito normativo. A inexistência de um Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH (PDDI-RMBH) aprovado pela Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG) implica na ausência de instrumento com força legal que atrele os planos diretores municipais em uma direção única de desenvolvimento e pode ser interpretado como um fator de vulnerabilidade.

É importante ressaltar que a construção do PDDI-RMBH se deu antes da aprovação do Estatuto da Metrópole e, portanto, em um cenário em que, de acordo com o Drummond (2021), havia insegurança jurídica sobre a vinculação entre o macrozoneamento e o planejamento territorial municipal previsto nos planos diretores. A primeira versão do PDDI-RMBH foi aprovada e ratificada pelo conselho deliberativo da RMBH e pela Assembleia Metropolitana em 2011. A proposta de elaboração do

macrozoneamento foi aprovada em abril de 2013, a fim de identificar zonas de interesse onde os interesses metropolitanos prevalecem sobre os locais. A aprovação do Estatuto dissipou qualquer possível controvérsia e garantiu o respaldo jurídico ao PDDI e ao macrozoneamento, instituindo, inclusive, a necessidade de adequação do plano diretor municipal ao PDDI aprovado pelo Legislativo, conforme Lei 13.089/2015, art. 10, § 3º (DRUMMOND, 2021).

Nesse sentido, o Projeto de Lei Complementar (PLC) 74/2017 foi recebido em plenário em dezembro de 2017 (MINAS GERAIS, 2017). Em 31 de janeiro de 2019, foi arquivado em virtude do final da legislatura, em consonância com o artigo 180 do Regimento Interno da ALMG. De acordo com entrevista com representante da ARMBH, o PLC será reencaminhado para apreciação pela ALMG após atualização, já que a versão original é de 2011. Contudo, não há previsão para que isso aconteça.

Segundo Polignano (2021), a falta de vinculação entre instrumentos de planejamento gera conflitos entre os planos diretores de bacia e os planos diretores municipais. Em entrevista, a ARMBH avaliou que o ideal seria a aprovação legislativa do Plano conforme previsto no Estatuto da Metrópole. Enquanto isso não acontece, questões como essas são dirimidas através de negociações políticas, muitas vezes intermediadas pela Agência.

Difícil de ser demonstrado numericamente com dados públicos, outro fator de vulnerabilidade pode consistir na assimetria de expertise e capacidade de gestão do conhecimento nos setores público e privado. Em entrevista, o IGAM ponderou que a remuneração oferecida pelo setor público não seria suficiente para atrair ou reter profissionais altamente especializados em áreas como hidrologia e hidrogeologia. Os profissionais dessa área pertencentes aos quadros do Instituto teriam, em sua avaliação, outros fatores de motivação, tais como a afinidade com políticas públicas do setor.

A carência reportada pelo IGAM, se contrastada com a participação que a mineração e a agricultura têm na matriz econômica de Minas Gerais e do país (MINAS GERAIS, 2015), permite inferir que esses setores podem ser financeiramente mais atrativos para esse tipo de profissional do que a carreira pública. A desproporcional capacidade de atrair talentos na área pode levar à concentração de expertise na iniciativa privada, determinando sua dominância na capacidade de gerar e processar informação especializada.

A ideia é reforçada pelas afirmações de Rodrigues (2021), que assegura que a produção de dados hidrogeológicos tem custo elevado devido aos recursos empregados no processo de geração. Segundo o professor, as mineradoras concentram vasto conhecimento sobre os recursos hídricos e ambientais, sua distribuição e condições atuais, ao contrário do governo, sociedade civil e academia. O poder econômico das mineradoras criaria, dessa maneira, duas fontes interligadas de assimetria relacionadas ao domínio de informação, uma relacionada à seleção e gestão de pessoal especializado e outra à capacidade de gerar e processar informação.

O posicionamento do IBRAM (2017) fortalece o argumento. De acordo com o Instituto, na mineração, a eficiência e a viabilidade de uma lavra dos pontos de vista técnico e econômico são indicadas pela configuração hidrológica da área onde se situam os veios. O Instituto reconhece a relevância dos recursos, que são considerados no planejamento das empresas de mineração “desde a fase de pesquisa até o pós-fechamento”. A gestão da água é estratégica para o setor porque o insumo é indispensável e os custos envolvidos em sua exploração são significativos.

Outro fator de vulnerabilidade consiste, como em todos os desastres, na vulnerabilidade social. Baixa renda e condições de vida precárias restringem a adaptabilidade a variações do ambiente e de preços gerais, o que redundava em maior prejuízo nas condições de vida e sobrevivência. Em consequência, faz-se necessário que o público sujeito a múltiplas privações seja endereçado de forma específica nos planos de contingência. Segundo o entrevistado, o plano elaborado pela Copasa prevê ações específicas para esses grupos sociais.

A propósito, não foi localizada versão pública de plano de contingência tanto nas entrevistas junto aos órgãos e entidades entrevistados quanto no levantamento de dados secundários, nos níveis estadual e municipal, relativo à escassez hídrica em Belo Horizonte ou qualquer outra divisão administrativa governamental que envolvesse o município. No entanto, os termos de referência para contratação de consultoria para elaboração dos planos mineiro e metropolitano de segurança hídrica preveem que dentre os produtos constem propostas de intervenção frente a eventos extremos (IGAM, 2021g; ARMBH, 2021).

A Resolução ARSAE 131/2019 (ARSAE, 2019) prevê a responsabilidade do prestador de serviço de abastecimento de água de elaborar plano de emergência e contingência para cada uma das localidades ou municípios onde opera. Seguindo a

determinação, a Copasa elaborou, em conjunto com órgãos e entidades do governo mineiro, um plano de contingência para escassez hídrica considerando o possível colapso do sistema integrado de abastecimento da RMBH. Nele, segundo o entrevistado da Companhia, são abordadas ações progressivas de acordo com a gravidade do cenário, com ações especialmente voltadas para áreas de vulnerabilidade e grandes consumidores.

O documento prevê, entre outras ações, a garantia de abastecimento para usuários prioritários definidos na Resolução ARSAE nº 68/2015 (ARSAE, 2015). Na norma, a ARSAE elenca os públicos mais vulneráveis dentre os expostos à escassez hídrica como sendo creches e instituições de ensino público, hospitais e unidades de atendimento destinadas à preservação da saúde pública e estabelecimentos de internação coletiva. O plano também aborda formas alternativas de abastecimento através de caminhões-pipa, retirada de água através de hidrômetros, perfuração de poços, entre outras.

Porém, de acordo com entrevista com representante da Companhia, o documento elaborado com a colaboração do governo estadual em que constam as ações previstas para resposta a desastres não é de acesso público. De fato, as formas previstas de propagação do conteúdo do plano no artigo 11, § 1º e § 3º, da Resolução ARSAE 131/2019 (ARSAE, 2019) são sua disponibilização em cópia impressa nas ETAs, ETEs e escritório local e a divulgação, à ARSAE e aos usuários, das providências a serem adotadas em situação de emergência e contingência.

A resposta a desastres exige ações coordenadas e, para tanto, espera-se que os atores tenham ciência prévia de seus papéis. Essas atuações são definidas na fase de preparação, mais especificamente, no plano de contingência. Entende-se a restrição de acesso ao conteúdo como outro fator de vulnerabilidade por dois motivos principais. Primeiro, a inexistência de um documento público com essa função pode limitar a disseminação de informações entre os próprios agentes das instituições protagonistas da resposta, se a efetividade do acesso se sujeita à eficiência da divulgação interna do planejamento. Por fim, impede-se a análise e revisão do documento pela sociedade civil e, conseqüentemente, seu aprimoramento através do controle social preconizado pelo artigo 3º do Decreto 7.217/2010, que regulamenta a Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2010).

5.3 Da exposição

A partir do conceito de exposição discutido no item 3.2.1, a princípio, pode-se entender que toda a população e ativos estaria exposta à escassez hídrica embora distribuída em diferentes níveis de vulnerabilidade. São cerca de 2,5 milhões de pessoas apenas em Belo Horizonte (IBGE, 2021), incontáveis residências, assim como hospitais, estabelecimentos educacionais, comerciais e de produção, entre outros.

Na verdade, o dimensionamento apurado da exposição dependeria tanto de ponderações sobre a origem da ameaça quanto de uma análise mais aprofundada da forma de operação do sistema público metropolitano de abastecimento, o que extrapola o escopo da pesquisa. Por exemplo, a escassez causada por questões operacionais, de insuficiência do sistema de distribuição frente à demanda, é uma realidade diferente da de Belo Horizonte, onde o abastecimento é universalizado e a intermitência baixa.

Já a exposição a ameaças relacionadas a mudanças no ambiente natural depende muito da distribuição do fenômeno pelas bacias. Contabilizar elementos expostos à escassez hídrica causada pela contaminação de cursos d'água por rejeitos, destruição de mananciais e/ou por períodos de precipitação abaixo do normal, implica não só simular diferentes eventos de diferentes intensidades como estimar os ativos potencialmente afetados da rede de distribuição.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a analisar o risco de desastre da escassez hídrica em Belo Horizonte. Na análise do contexto, verificou-se que as normas brasileiras buscaram dirimir conflitos pelo uso da água, pelo menos, desde 1934, quando o tema se tornou matéria constitucional. Se nas décadas anteriores o foco era garantir recursos naturais como bens exploráveis economicamente, as considerações sobre equilíbrio ecológico sob a perspectiva ecossistêmica aparecem na legislação a partir dos anos 1980. O tetrágono da governança dos riscos relacionados à água, representado pelas políticas de recursos hídricos, meio ambiente, saneamento básico e proteção e defesa civil, é robusto e está em sintonia com as discussões internacionais propostas por organismos como a UNESCO (2020). No que diz respeito ao ambiente, embora Belo Horizonte esteja sujeita às mudanças climáticas como todo o planeta, a escassez hídrica não faz parte dos desastres mais frequentes na história da cidade, que costuma sofrer com inundações e deslizamentos durante o período chuvoso.

Na literatura, as obras de Giddens (1991) e Beck (2011), entre diversas outras, confirmam que o risco é socialmente construído e racionalizável - e, portanto, passível de gestão. A bibliografia também corrobora, com destaque para o trabalho de Soriano (2016), a visão de que a escassez hídrica pode ser interpretada como desastre. A partir de Slovic (2010) e demais autores, é possível concluir que a percepção do risco varia de acordo com a natureza da ameaça, com a sociedade vulnerável, suas crenças, valores, normas e bens, além da quantidade e qualidade da informação disponível. Destaca-se, nos estudos de percepção, que a iminência da ameaça ou a ocorrência recente de um desastre despertam a consciência sobre o risco e aumentam a propensão coletiva para a busca de soluções para reduzi-lo.

A mobilização social após experiências adversas envolvendo recursos hídricos foi demonstrada nos anos 2010. O cenário desencadeado pelos eventos climatológicos extremos ocorridos a partir de 2014 no sudeste brasileiro, com implicações econômicas que atingiram os bilhões de reais, desencadearam reações nos diversos níveis de governo para o planejamento preventivo e de resposta a cenários de escassez hídrica. No período, foi observada uma tendência à normatização do tema com a publicação da Deliberação Normativa CERH-MG 49/2015 (CERH-MG, 2015), que prevê ações de mitigação do risco e resposta ao

desastre, e a Resolução 68/2015, que regulamenta o racionamento no abastecimento de água.

Da mesma forma, o rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho em 2019 foi um catalisador das discussões sobre a segurança hídrica da capital e região metropolitana. O acordo decorrente do evento será responsável por viabilizar diversas iniciativas relativas à segurança hídrica em todo o Estado, conforme assegurado através da Lei 23.830, de 2021 (MINAS GERAIS, 2021b). Entre as medidas previstas, está a destinação de recursos para a construção de poços, coordenada pela CEDEC; para a melhoria da rede de abastecimento metropolitano pela COPASA; para a contratação de consultoria para elaboração do Plano Metropolitano de Segurança Hídrica pela ARMBH; e para o aperfeiçoamento da gestão da informação pelo IGAM.

Ainda que exista experiência com a escassez hídrica em âmbito estadual, é possível que haja um passivo na preparação institucional em relação ao risco de escassez hídrica Belo Horizonte e região. A CEDEC, estadual, concentra sua experiência na porção norte do território mineiro, que historicamente sofre com a seca, e reconhece a grande capacidade de gestão de desastres do sistema de proteção e defesa civil da capital. Por sua vez, a SUPDEC, entende que crises relacionadas ao abastecimento de água seriam eventos a serem coordenados pela esfera estadual - justificável dado o contexto de competências que perpassa o controle da Copasa pelo Estado e a base metropolitana da operação de abastecimento. Com isso, até onde a investigação alcançou, nenhum dos dois níveis teria passado por preparação específica para coordenar as ações de resposta à escassez hídrica considerando as particularidades da metrópole.

Definido o risco de desastres como uma interação de ameaça, vulnerabilidade e exposição, procedeu-se à análise de cada um desses fatores. De acordo com a investigação, as ameaças componentes do risco de desastre de escassez hídrica em Belo Horizonte seriam o rompimento de barragens de rejeitos de minério, a contaminação silenciosa, a exploração insustentável de aquíferos, a destruição física de aquíferos e zonas de recarga, as intervenções de infraestrutura de alto impacto, a expansão imobiliária metropolitana, os eventos climáticos extremos e as perdas de água na distribuição. Os impactos potenciais da materialização seriam multiplicados pelo número de elementos expostos - as pessoas e ativos de Belo Horizonte e as estruturas do sistema de abastecimento da RMBH - e pelas

vulnerabilidades locais, entre as quais se poderia elencar a exposição de estruturas essenciais de abastecimento ao rompimento de barragens, a perda de resiliência do principal manancial da RMBH, o rio das Velhas, a integração incompleta entre sistemas, a falta de status legal do PDDI-RMBH, a concentração de expertise para exploração dos recursos hídricos e ambientais pela iniciativa privada, a vulnerabilidade socioeconômica e a ausência de versão pública de um plano de contingência para escassez hídrica.

6.1 Questões futuras

Entre as questões mais prementes para a gestão de riscos e desastres relacionados à água está o fortalecimento da governança baseada na articulação interinstitucional, transparência e uso da tecnologia para combater o caráter exclusivamente responsivo da visão de longo prazo no planejamento das políticas públicas. Os resultados desta pesquisa evidenciam os esforços, em andamento, dos diferentes níveis de governo na construção de capacidade para lidar com a escassez hídrica, estimulados pelo cenário crítico desenhado na última década.

Os instrumentos elaborados para gestão devem ser compatíveis entre si, mas não redundantes. É provável que a partir da conclusão das discussões do Plano Nacional de Recursos Hídricos, do Plano Estadual de Saneamento Básico e da elaboração do Plano Mineiro de Segurança Hídrica, Plano de Segurança Hídrica da Região Metropolitana de Belo Horizonte seja possível obter informações melhor definidas sobre as estratégias para atendimento das múltiplas demandas relativas à água nas próximas décadas. Entende-se que a elaboração simultânea desses instrumentos exigirá uma análise detalhada da compatibilidade das diretrizes definidas pelas instituições envolvidas, a fim de que sejam adotadas ações coordenadas para gestão de riscos e desastres.

Outro ponto para reflexão, é a análise de risco das próprias medidas de gestão do risco. Escassez hídrica na RMBH é uma pauta muito recente na agenda governamental, principalmente impulsionada pelos danos causados pelo desastre de Brumadinho em 2019. Em intenção compensatória, diversas medidas estruturantes de caráter preventivo e mitigatório têm sido financiadas com recursos previstos em acordo entre o Ministério Público de Minas Gerais e a mineradora Vale, a exemplo da implantação de estruturas de contenção de rejeitos na bacia do rio das Velhas e dos projetos de ampliação e melhoramento da rede de abastecimento metropolitano. O

porte e natureza das intervenções torna imprescindível refletir sobre o impacto que as próprias medidas de prevenção e mitigação podem gerar do ponto de vista ambiental e os novos riscos gerados por elas.

6.2 Limitações do estudo

Este estudo apresenta três principais limitações, sendo duas delas ligadas à metodologia escolhida e uma ligada ao período em que a pesquisa foi desenvolvida.

Primeiramente, a discussão é limitada por não se propor a mensurar o risco do desastre. Ao final deste trabalho, não cabe concluir se o risco de desastre de escassez hídrica é alto ou baixo, mas sim ter explorado alguns dos fatores que o compõem no Município. Assim, as conclusões não tratam da iminência e intensidade da ocorrência de escassez hídrica como desastre em Belo Horizonte, informações úteis para fins de planejamento e gestão.

O segundo fator metodológico limitante do estudo foi a falta de correspondência entre as divisões administrativas e didáticas utilizadas. O município é o titular do serviço de saneamento, o que inclui o abastecimento de água; enquanto à região metropolitana cabe o planejamento das funções públicas de uso comum. Por sua vez, a gestão de riscos e desastres, bem como a de recursos hídricos, se dá por bacia hidrográfica. Todos esses níveis territoriais de gestão são afetados por fatores climáticos que independem de qualquer fronteira administrativa. A utilização de distintos referenciais no texto pode dificultar a compreensão das informações apresentadas. Cabe ressaltar, porém, que essa limitação tem origem tanto na delimitação do objeto de estudo quanto no próprio nível de agregação em que os dados são disponibilizados por suas fontes. A miríade de instituições envolvidas nas demandas referentes à água categoriza a matéria administrada de maneiras distintas e isso se reflete na forma como a informação é trabalhada.

Por sua vez, o período de realização deste estudo em relação ao desenvolvimento da agenda das políticas de saneamento e recursos hídricos impôs outra limitação. Já que a pesquisa foi realizada durante o período de elaboração de vários instrumentos e acordos que terão influência direta na organização de Belo Horizonte e RMBH frente a desastres, o cenário descrito no trabalho engloba apenas formas prévias do que o planejamento da segurança hídrica para as próximas décadas se tornará ao final das discussões. Apenas na última quinzena de novembro foram assinados o acordo entre o MPMG e o Município de Contagem sobre a

preservação da APA Vargem das Flores e o compromisso entre IGAM e diversas instituições pelo fortalecimento da resiliência do Velhas. Além disso, estão em elaboração os planos elencados no item 6.1, além das discussões em andamento sobre o anel viário metropolitano e seu impacto sobre o abastecimento metropolitano.

6.3 Recomendações

Primeiramente, para organizar uma cena possível de resposta, é recomendável conhecer, no plano de contingência, tanto a análise do risco quanto às obrigações de cada instituição ou setor em uma situação de crise. O instrumento é uma das principais ferramentas construídas na gestão de risco e fundamental para explicitar a responsabilidade de coordenadores e executores das ações em caso de desastre, evitando redundância ou omissão no emprego de recursos. O instrumento deve ser amplamente conhecido pelos atores que vão implementar suas ações. Para isso, é recomendável que a restrição de acesso ao documento existente seja estudada e repensada tanto pela reguladora, ARSAE-MG, quanto pela prestadora de serviço, COPASA.

A preparação é a fase da gestão do desastre em que pessoas, organizações e governos constroem sua capacidade de enfrentamento do desastre. Para tanto, a realização de estudos, discussões, planos, treinamento e capacitação para enfrentamento ao desastre são ferramentas indispensáveis, especialmente em se tratando dos órgãos centrais dos sistemas de proteção e defesa civil, CEDEC e SUPDEC. O amadurecimento da rede institucional e a construção de conhecimento para enfrentamento da escassez hídrica como fenômeno potencialmente frequente, territorialmente amplo e que atinge grandes contingentes populacionais, considerando as particularidades da metrópole, exige tempo e antecipação. A capacidade de projetar possíveis cenários adversos e criar alternativas para lidar com eles é, afinal, a principal característica de sociedades resilientes.

Por sua vez, a informação é crucial para a viabilidade da participação e controle social. Na gestão de riscos e desastres, a participação social extrapola o planejamento e fiscalização das iniciativas. Mais que isso, ela significa geração de capacidade de autoproteção individual e comunitária. Seria saudável, para todas as instituições, rever a efetividade dos seus espaços de compartilhamento a fim de garantir o acesso à informação periódica, comparável, sistemática e em linguagem e formatos adequados ao processamento por diferentes públicos.

Extrapolando o nível governamental, frisa-se a necessidade de abandonar a visão de desastre como ocorrência excepcional, que colabora com a perpetuação da gestão amadora dos recursos ambientais. Urge substituir a gestão reativa, baseada em resposta a crises, a demandas midiáticas, a pressões internacionais e na repetição de práticas consolidadas e ineficientes de exploração do meio.

Sob nova perspectiva, é essencial agregar a antecipação de cenários adversos com mais frequência ao planejamento, adotar como propósito a redução de riscos de desastres a partir de investimentos de recursos financeiros, técnicos e políticos em coesão estratégico-normativa, em infraestrutura integrada de captação e distribuição de água, em redução de perdas, em multiplicação e manutenção de ativos ambientais para produção de água e em informação e comunicação de qualidade. Em suma, a gestão de riscos de desastre deve ser interpretada como uma faceta da gestão de riscos gerais e, portanto, naturalizada como tal em nível estratégico.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - ARMBH. **Edital de Licitação Concorrência nº 01/2021**. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/Edital-Concorrencia-1.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **ANA aponta ações e investimentos necessários em todas as cidades brasileiras para garantir abastecimento de água até 2035**. [S. l.], 18 out. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-aponta-acoes-e-investimentos-necessarios-em-todas-as-cidades-brasileiras-para-garantir-abastecimento-de-agua-ate-2035>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura Recursos Hídricos Brasil 2021**. [S. l.], 2021d. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/usoagua>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Gestão das águas**. [S. l.], [2019a]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Enquadramento**: bases conceituais. [S. l.], [2019b]. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Monitor de secas no Brasil**. [S. l.], out. 2021c. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=10&ano=2021>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Política Nacional de Recursos Hídricos**. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Portaria nº 149, de 26 de março de 2015**. [S. l.], 2015. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Sistema de Gestão de Segurança de Barragem de Mineração - SIGBM**. 2021. Disponível em: <https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/GerenciarPublico>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA PEIXE VIVO. Termo de parceria nº 1/2016. Belo Horizonte, 29 ago. 2016. Disponível em: https://cdn.agenciapeixeverso.org.br/arquivos/images/CBHVELHAS/arquivosgerais/Termo_de_Parceria_CBH_VELHAS_CBH_PARAOPEBA.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **Cartilha sobre Racionamento**. Belo Horizonte, dez. 2017a. 417p. Disponível em: <http://arsae-homo.prodemge.gov.br/2015-10-29-12-28-38/cartilhas/page/769-cartilha-sobre-acionamento>. Acesso em: 1 dez. 2021

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **Nota técnica Coordenadoria Técnica de Regulação e Fiscalização Econômico-Financeira 61/2017**. Programa de Proteção de Mananciais: Tratamento regulatório das ações do Programa “Pró-Mananciais” - Primeira Revisão Tarifária Periódica da Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Belo Horizonte, 30 jun. 2017c. Disponível em: http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/audiencia_publica/15/NTCRFEF_65_2017_Incentivos_Tarifarios.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **Nota técnica Coordenadoria Técnica de Regulação e Fiscalização Econômico-Financeira 65/2017**. Incentivos Tarifários: Metodologia para a Revisão Tarifária Periódica da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA. Belo Horizonte, 30 jun. 2017b. Disponível em: http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/audiencia_publica/15/NTCRFEF_65_2017_Incentivos_Tarifarios.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **Nota técnica Coordenadoria Técnica de Regulação e Fiscalização Econômico-Financeira 14/2021**. Resultado da 2ª Revisão Tarifária Periódica da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - Copasa MG. Belo Horizonte, jun. 2021a. Disponível em: http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/audiencia_publica/15/NTCRFEF_65_2017_Incentivos_Tarifarios.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **Projeto Sunshine**. Belo Horizonte, 14 fev. 2019. Disponível em: <http://arsae-homo.prodemge.gov.br/institucional/transparencia/page/804?view=page>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **ProSun**: dados de avaliação da qualidade da prestação de serviço da Copasa em Belo Horizonte no ano de 2019. [S. l.], 2021. Disponível em: https://estatisticocastro.shinyapps.io/prosun_municipio/. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **Relatório de fiscalização**: Sistema Integrado de Abastecimento de Água da RMBH - Bacia do Rio das Velhas. Belo Horizonte, dez. 2013. Disponível em: http://arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf_tec_op_saa_bacia_rio_das_velhas.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **Resolução ARSAE 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. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://www.arsae.mg.gov.br/2015/05/28/resolucao-068-2015/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE-MG. **Resolução ARSAE nº 131, de 11 de novembro de 2019**. Estabelece as condições gerais para prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário regulados pela Arsa. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <http://www.arsae.mg.gov.br/2019/11/11/resolucao-131-2019/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MG - ARSAE. **Tradução da Publicação: Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. The Blue Pages. Ed. A. Lambert e W. Hirner, International Water Association (IWA), 2000**. 29 mai. 2015. Disponível em: https://arsae.mg.gov.br/images/lmg_Artigos/Traducao_Blue_Pages_V02.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

AITSI-SELM, A.; EGAWA, S.; SASAKI, H.; MURRAY, V. The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: Renewing the Global Commitment to People's Resilience,

Health, and Well-being. **International Journal Of Disaster Risk Science**, [s. l.], n. 6, p. 164-176, 16 junho 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-015-0050-9>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ALEXANDER, David. **On Evidence-Based Practice in Disaster Risk Reduction**. *International Journal of Disaster Risk Science*, [s. l.], 15 nov. 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-021-00381-3>. Acesso em: 13 dez. 2021.

ALEXANDRE, Agripa Faria. **A dinâmica da sociedade de risco segundo Anthony Giddens e Ulrich Beck**. *Geosul*, Florianópolis, v. 15, n. 30, p. 150-167, jul-dez, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/download/14312/13154/44233>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ALMEIDA, Katiane Cristina de Brito (IGAM). **Qualidade das águas Estado de MG, empreendimentos setor minero industrial**. *In: XXIV Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos - Workshop FIEMG | Qualidade das águas Estado de MG, empreendimentos setor minero industrial*, 1., 2021. Belo Horizonte, 23 nov. 2021. 1 vídeo (2:18:19). [Live]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SbGkaLKi6RM>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ANAZAWA, T. M. **A escassez hídrica na Região Metropolitana de Campinas entre 2013-2015: a perspectiva de um desastre socialmente construído**. *Cadernos MetrÓpole*, [S.L.], v. 20, n. 42, p. 347-369, ago. 2018. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2018-4203>

ARAGÃO, Thêmis Amorim. **A implementação do Estatuto da MetrÓpole na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2018. 61 p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9884>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS - ALMG. **Mudanças no Conselho de Recursos Hídricos são criticadas**. Belo Horizonte, 23 nov. 2021. Disponível em: https://www.almg.gov.br/acompanhe/noticias/arquivos/2021/11/23_administracao_conselho_estadual_recursos_hidricos. Acesso em: 1 dez. 2021.

ASSIS, Wellington Lopes. **Os climas naturais do município de Belo Horizonte - MG**. *Revista Acta Geográfica*, [S.L.], p. 115-135, 2012. *Revista ACTA Geográfica*. <http://dx.doi.org/10.5654/actageo2012.0002.0008>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGÊNCIAS DE REGULAÇÃO - ABAR. **ProSun: a ARSAE-MG estabelece método de avaliação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Belo Horizonte, 10 abr. 2018. Disponível em:

<https://abrar.org.br/prosun-arsae-mg-estabelece-metodo-de-avaliacao-dos-servicos-de-abastecimento-de-agua-e-esgotamento-sanitario/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). **Águas Subterrâneas: o que são?**. [S. l.], [S. d.]. Disponível em: <https://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BASANE, Ana Caroline. **Mapeamento da autodepuração dos corpos hídricos sob a influência de despejos industriais na microbacia rio do Campo no município de Campo Mourão - Paraná**. 2015. 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5880/1/CM_COEAM_2015_1_04.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. 2. ed. São Paulo: 34, 2011. 384 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5299999/mod_resource/content/1/Ulrich%20Beck%20-%20Sociedade%20de%20risco_%20Rumo%20a%20uma%20Outra%20Modernidade.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

BELO HORIZONTE. **Decreto nº 15.887, de 3 de março de 2015**. Cria o Grupo Executivo para Uso Sustentável da Água, Geusa, o Grupo Executivo de Racionalização do Consumo de Energia Elétrica, Gerceel, e dá outras providências. Belo Horizonte, 4 mar. 2015. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/15887/2015>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BELO HORIZONTE. **Lei nº 3.135, de 23 de novembro de 1979**. Cria a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC e dá outras providências. [S. l.], 24 nov. 1979. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/3135/1979>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BENJAMIN, Antonio Herman de Vasconcellos. **O meio ambiente na Constituição Federal de 1988**. Informativo Jurídico da Biblioteca Ministro Oscar Saraiva, [s. l.], v. 19, ed. 1, p. 37-80, jan/jun 2008. Disponível em: <https://www.stj.jus.br/publicacaoinstitutional/index.php/informativo/article/viewFile/449/407>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BEN-MEIR, Elad. **Water Utilities Face Increasing Risk of Cyber Attacks**. In: SCADAFENCE. Scadafence Blog. [S. l.], 1 jul. 2021. Disponível em: <https://blog.scadafence.com/water-utilities-face-increasing-risk-of-cyber-attacks>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BERTACHINI, A. C.; ALMEIDA, D. C. de. **O rebaixamento do nível d'água em mineração e obras civis**. Águas Subterrâneas, 2003. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23932>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. [Constituição (1934)]. **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil de 1934**. Rio de Janeiro, RJ: Presidência da República, 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao34.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. [Constituição (1937)]. **Constituição dos Estados Unidos do Brasil de 1937**. Rio de Janeiro, RJ: Presidência da República, 1937. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao37.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. [Constituição (1946)]. **Constituição dos Estados Unidos do Brasil de 1946**. Rio de Janeiro, RJ: Presidência da República, 1946. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao46.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. [Constituição (1967)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1967**. Brasília, DF: Presidência da República, 1967a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao67.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2.510, de 24 de abril de 2019**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 maio de 2012, para dispor sobre as áreas de proteção permanente no perímetro urbano e nas regiões metropolitanas. Brasília: Câmara dos Deputados, 2019b. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2199215>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2.510, de 24 de abril de 2019**. Altera as Leis nºs 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília: Senado Federal, 2019c. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/149648>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 3.692, de 19 de dezembro de 2000**. Texto para impressão Dispõe sobre a instalação, aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo

dos Cargos Comissionados e dos Cargos Comissionados Técnicos da Agência Nacional de Águas - ANA, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 20 dez. 2000c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3692.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002.** Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei no 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 21 fev. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4136.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002.** Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 23 ago. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010.** Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.. Brasília, DF: Presidência da República, 21 jun. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020.** Dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil e sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres. Brasília, DF: Presidência da República, 2020b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10593.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.639, de 1 de março de 2021.** Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos Comissionados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA e transforma e remaneja cargos em comissão. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/D10639.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977.** Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências.. Brasília, DF: Presidência da República, 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d79367.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 4.340, de 21 de julho de 1975.** Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais. Brasília, DF: Presidência da República, 23 ago. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del1413.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 175, de 7 de janeiro de 1936.** Regula o disposto no art. 177 da Constituição. Coleção de Leis do Brasil, Rio de Janeiro, 16 jan. 1936. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1930-1949/L175.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 5.318, de 26 de setembro de 1967.** Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento. Diário Oficial da União, Brasília, 27 set. 1967b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l5318.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989.** Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 18 abr. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7754.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991.** Dispõe sobre a política agrícola. Diário Oficial da União, Brasília, 18 jan. 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei 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, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 12 fev. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000.** Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9966.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 2000b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984compilado.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 19 jul. 2000d. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 11 jul. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 05 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.340, 1 de dezembro de 2010.** Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - Sindec, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12340.htm#:~:text=Dispõe%20sobre%20o%20Sistema%20Nacional,Públicas%2C%20e%20dá%20outras%20providências. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – Sinpdec e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - Conpdec; autoriza a

criação de sistema de informações e monitoramento de desastres [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2012c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da MetrÓpole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019**. Estabelece a organização básica dos Órgãos da Presidência da República e dos Ministérios [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2019a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Lei/L13844.htm#art67. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico [...]. Brasília, DF: Presidência da República, 2020a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 36, de 4 de dezembro de 2020**. Estabelece procedimentos e critérios para o reconhecimento federal e para declaração de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos municípios, estados e pelo Distrito Federal. Brasília, DF: Presidência da República, 2020c. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-36-de-4-de-dezembro-de-2020-292423788>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais**. Brasília, 2012b. Color. Disponível em: <https://bibliotecadigital.seplan.planejamento.gov.br/handle/iditem/197>. Acesso em: 01 dez. 2021.

BULLOCK, Andy; ACREMAN, Mike. **The role of wetlands in the hydrological cycle**. Hydrology & Earth System Sciences, [s. l.], v. 7, ed. 3, p. 358-389, 2003. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/7/358/2003/hess-7-358-2003.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CABRAL, A. L. A. **Análise dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos no estado de Minas Gerais**. 2015. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/10628>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CARVALHO, Daniel Fonseca; SILVA, Leonardo Duarte Batista. **Bacia hidrográfica**. In: HIDROLOGIA. [S. l.: s. n.], agosto 2006. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3-BH.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CARVALHO, Luciane Mitraud. **Planejamento urbano, a quem interessa?** Interesses imobiliários e preservação ambiental em disputa no território metropolitano: o caso da bacia de Vargem das Flores. 2021. 327 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/38367>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CHAKRABORTI, Dipankar *et al.* **Environmental arsenic contamination and its health effects in a historic gold mining area of the Mangalur greenstone belt of Northeastern Karnataka, India**. Journal of Hazardous Materials, [s. l.], ed. 262, p. 1048-1055, 15 nov. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4089497/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CLARK, Robert M.; PANGULURI, Srinivas; NELSON, Trent D.; WYMAN, Richard P. **Protecting drinking water utilities from cyber threats**. [S. l.: s. n.], jul. 2016. Disponível em: <https://www.osti.gov/pages/servlets/purl/1372266>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS - COBRAPE. **Plano Estadual de Saneamento Básico: Produto 2 - Diagnóstico situacional preliminar, Tomo I - Abastecimento de água, Território do Saneamento São Francisco Alto Médio**. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2021/SANEAMENTO/PESB/P2_V2_Tomo_I_PESB_Rev031.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH RIO DAS VELHAS). **A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**. Belo Horizonte, 2021a. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/a-bacia-hidrografica-do-rio-das-velhas/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH RIO DAS VELHAS). **Coletiva de Imprensa - Dia da Água - 22 de março 2021 - CBH Rio das Velhas, 1., 2021**. [S.l.]:CBH Rio das Velhas, 2021d. 1 vídeo (43:13).[Live].Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=CI_sw-HCZsU. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH RIO DAS VELHAS). **Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas**. Belo Horizonte: Comitê da bacia hidrográfica do rio das Velhas, 2015. 233p. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/planodiretor/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH RIO DAS VELHAS). **Projeto da nova lei de uso do solo de Contagem pode ameaçar segurança hídrica da RMBH**. Belo Horizonte, 31 out. 2019. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/noticias/projeto-da-nova-lei-de-uso-do-solo-de-contagem-pode-ameacar-seguranca-hidrica-da-rmbh/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH RIO DAS VELHAS). **Rio das Velhas entra em estado de alerta em Nova Lima**. Belo Horizonte, 03 ago. 2021b. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/novidades/rio-das-velhas-entra-em-estado-de-alerta-em-nova-lima/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH RIO DAS VELHAS). **112ª Plenária CBH Rio das Velhas**, 1., 2021c. [S.l.]:CBH Rio das Velhas, 2021. 1 vídeo (3:17:38).[Live]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0vRHM6egAMg>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMISSÃO BRASILEIRA DE SÍTIOS GEOLÓGICOS E PALEOBIOLOGICOS (SIGEP). **Glossário geológico dinâmico ilustrado**. [S. l.], 2014. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **Water Scarcity & Droughts in the European Union**. [S. l.], [s.d]. Disponível em: <https://ec.europa.eu/environment/water/quantity/about.htm>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB) (São Paulo). **Histórico da legislação hídrica no Brasil**. São Paulo, 2021a. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/historico-da-legislacao-hidrica-no-brasil/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB) (São Paulo). **O problema da escassez de água no mundo**. São Paulo, 2021b. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Ambiente regulatório**. Belo Horizonte, 2021a. Disponível em: <https://ri.copasa.com.br/a-companhia/ambiente-regulatorio>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Comunicado ao mercado**: obras de captação no Rio Paraopeba. Belo Horizonte, 30 set. 2020. 29 p. Disponível em: <https://ri.copasa.com.br/servicos-aos-investidores/central-de-downloads/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Relatório de sustentabilidade 2020**: o curso da transformação. [S. l.: s. n.], 2021b. 93p p. Disponível em: <https://www.copasa.com.br/media2/RelAnual2020/RelatorioAnual2020.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Release de Resultados 3T21**. Belo Horizonte, 03 nov. 2021c. 29 p. Disponível em: <https://ri.copasa.com.br/servicos-aos-investidores/central-de-downloads/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONEGUNDES, Priscila Santana. **Caracterização de técnicas para conservação e recuperação de nascentes - estudo de caso**: nascente Parque Ecológico Planalto – Projeto Valoração das Nascentes Urbanas Subcomitês das Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Arrudas e Onça. 2018. 38 p. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-BCCK6W>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM (Minas Gerais). **Deliberação Normativa COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986**. Diário do Executivo - “Minas Gerais”, Belo Horizonte, 16 dez. 1986. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=91>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM (Minas Gerais). **Deliberação Normativa COPAM nº 20, de 24 de junho de 1997**. Diário do Executivo - “Minas Gerais”, Belo Horizonte, 27 jun. 1997. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=115>. Acesso em: 1 dez. 2021

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais) - CERH-MG. **Deliberação Normativa CERH-MG nº 09, de 16 de junho de 2004**. Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo, Minas Gerais, 3 jul. 2004. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais) - CERH-MG. **Deliberação Normativa CERH-MG nº 49, de 25 de março de 2015**. Estabelece diretriz e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estada de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas

no Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo, Minas Gerais, 26 mar. 2015. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37775>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais) - CERH-MG. **Deliberação Normativa CERH-MG nº 61, de 13 de dezembro de 2018**. Estabelece as dimensões do monitoramento da governança do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais. Diário do Executivo, Minas Gerais, 17 jan. 2019. Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/legislacao-do-estado-de-minas-gerais/deliberacoes-do-conselho-estadual-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) (Brasil). **Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986**. Diário Oficial da União, [S. l.], 30 jul. 1986. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res_conama_20_1986_revgd_classificacaoaguas_altrd_res_conama_274_2000_revgd_357_2005.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONSTÂNCIO, Renato (CEMIG). **GT Convazão, Sala de crise CBH-Rio das Velhas: parceria em prol da disponibilidade hídrica do rio das Velhas**. In: Webinário: Impactos da escassez hídrica na bacia do Rio das Velhas, 1., 2021. [S.l.]:CBH Rio das Velhas, 2021. 1 vídeo (2:47:23).[Live].Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EGNtmZU2xQA>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO - CGU. **Relatório de avaliação: Avaliação da atuação das instituições federais na governança do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Singreh**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: https://progestao.ana.gov.br/progestao-1/avaliacao/cgu/relatorio-cgu_avaliacao-da-atuacao-das-instituicoes-federais-na-governanca-do-singreh_mai2020.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO (CGU). **Relatório de avaliação: Avaliação da complexidade e maturidade da gestão dos comitês de bacias hidrográficas interestaduais**. Brasília, DF: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://eaud.cgu.gov.br/relatorios/download/896288>. Acesso em: 1 dez. 2021.

DAGNINO, Ricardo de Sampaio. **Risco: o conceito e sua aplicação**. Campinas: Unicamp, 2007. 22 slides, color. Disponível em: <https://professor.ufrgs.br/sites/default/files/dagnino/files/risco-o-conceito-e-sua-aplicacao-apresenta.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

DRUMMOND, Maria Valeska Duarte. **O planejamento metropolitano na RM de Belo Horizonte**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Instituto de

Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2021. 30 p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10430>. Acesso em: 1 dez. 2021.

DUARTE, Anderson Pires. **Classificação das barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais no estado de Minas Gerais em relação ao potencial de risco**. 2008. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/502M.PDF>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ELSEVIER (ed.). **A Global Outlook on Disaster Science**. [S. L.]: Elsevier, 2017. 52 p. Disponível em: <https://www.elsevier.com/research-intelligence/resource-library/a-global-outlook-on-disaster-science>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ESPOSITO NETO, Tomaz. **Uma análise histórico-jurídica do Código de Águas (1934) e o início da presença do Estado no setor elétrico brasileiro no primeiro Governo Vargas**. Revista Eletrônica História em Reflexão, Dourados, v. 9, ed. 17, jan/jun 2015. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/historiaemreflexao/article/download/4251/2228>. Acesso em: 24 nov. 2021.

FERRAZ, Adriana Cristina Pedrosa. **Efeitos de borda em florestas tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dípteros ciclorrhafos**. Oecologia Australis, Rio de Janeiro, v. 15, ed. 2, p. 189-198, junho 2011. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/viewFile/8123/6580>. Acesso em: 1 dez. 2021.

FIGUEIREDO, Alba Vivian Amaral; AGRA FILHO, Severino Soares; SANTOS, Alexandre Clístenes de Alcântara. **A regulação da vazão e seus efeitos sobre os atributos ecológicos da ictiofauna: o caso do baixo curso do rio São Francisco**. Revista de estudos ambientais, [s. l.], v. 22, ed. 2, p. 6-21, jul./dez. 2020. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/download/8725/4991>. Acesso em: 1 dez. 2021.

FIGUEIREDO, Daniela Maimoni de. **As incertezas na gestão dos recursos hídricos com os novos arranjos institucionais**. 2019. Disponível em: <https://observatoriodasaguas.org/as-incertezas-na-gesto-dos-recursos-hdricos-com-os-novos-arranjos-institucionais/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

FIOCRUZ MINAS - INSTITUTO RENÉ RACHOU. **Dengue**. [S. l.], [2013?]. Disponível em: <http://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue>. Acesso em: 1 dez. 2021.

FONSECA, Gildete Soares; SANTOS, Maria Ribeiro dos. **Impactos da seca em municípios de Minas Gerais**. Humboldt: Revista de Geografia Física e Meio

Ambiente, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/humboldt/article/view/52601/35553>. Acesso em: 19 jun. 2021

FONSECA, Pedro Henrique Meireles. **Um Estudo Sobre o Arsênio**: Toxicidade, Liberação para o Meio Ambiente, Métodos de Tratamento e Sua Relação com a Mineração de Ouro. 2018. 32 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Minas) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://demin.ufmg.br/downloadtcc.php?f=43>. Acesso em: 1 dez. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). United Nations. **The State of Food and Agriculture 2020**: overcoming water challenges in agriculture. Roma: Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 2020. 210 p. Disponível em: <https://fao.org/documents/card/en/c/cb1447en/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Contas regionais**: PIB dos municípios. Informativo FJP, [s. l.], v. 2, ed. 12, 16 nov. 2020. Disponível em: http://novosite.fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/09/16.12_Inf_CCR_PIBMunic_2018.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Código de águas. In: **Verbetes**. [S. l.], 12 dez. 2021. Disponível em: <http://fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/codigo-de-aguas>. Acesso em: 1 dez. 2021.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP - GWP. **Towards Water Security**: A Framework for Action. Stockholm: [s. n.], 2000. ISBN 91-630-9202-6. Disponível em: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/towards-water-security.-a-framework-for-action.-mobilising-political-will-to-act-gwp-2000.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

GONDIM, Grácia Maria de Miranda. **Do conceito de risco ao da precaução**: entre determinismos e incertezas. In: FONSECA, Angélica Ferreira; CORBO, Ana Maria D'Andrea (Org.). O território e o processo saúde-doença. Rio de Janeiro: EPSJV/FIOCRUZ, 2007. p. 87-120. (Coleção Educação Profissional e Docência em saúde: a formação e o trabalho do agente comunitário de saúde, 1)

GOOGLE. **Maps**, 2021. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 1 dez. 2021.

HE, Chunyang *et al.* **Future global urban water scarcity and potential solutions.** Nature Communications, [s. l.], v. 12, 3 ago. 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-25026-3>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Mineração e economia verde.** Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2017. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/77/83/7783c50f-d340-4eaf-8800-3c5041ed69bb/ibram.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades.** [S. l.], 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Planejamento em Recursos Hídricos:** Planos Diretores de Bacias Hidrográficas. Belo Horizonte, 25 nov. 2020. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/planejamento-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **2º Relatório de Monitoramento da Governança da Gestão das Águas de Minas Gerais - 2020.** [S. l.], 2021e. Disponível em: <http://200.198.57.118:8080/jspui/handle/123456789/3830>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Acordo garantirá segurança hídrica na bacia do rio das Velhas.** Belo Horizonte, 26 nov. 2021c. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2706-acordo-garantira-seguranca-hidrica-na-bacia-do-rio-das-velhas>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Contrato de Gestão nº 003/2017 que entre si celebram o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM - e a Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas - AGB Peixe Vivo - , com a interveniência do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. **Contrato de Gestão 003/IGAM/2017 – Agência Peixe Vivo / IGAM / CBH Velhas.** Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://agenciapeixe vivo.org.br/transparencia/contrato-de-gestao-igam/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Governo de Minas detalha situação hídrica do Estado e anuncia ações para garantir abastecimento.** Belo Horizonte, 5 out. 2021b. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2674-governo-de-minas-detalha-situacao-hidrica-do-estado-e-anuncia-acoes-para-garantir-abastecimento>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Igam realiza workshop sobre a política de recursos hídricos.** Belo Horizonte, [20--]. Disponível em:

<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/611-igam-realiza-workshop-sobre-a-politica-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento Hidrometeorológico**, 2018. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/monitoramento-hidrometeorologico>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Outorga**. Belo Horizonte, 17 mar. 2021f. Disponível em: <http://igam.mg.gov.br/outorga>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Portaria IGAM nº 76, de 01 de outubro de 2021**. Declara situação crítica de escassez hídrica superficial na porção hidrográfica localizada a montante da estação Ponte do Licínio Jusante e a jusante da estação Honório Bicalho Montante. Diário do Executivo: Minas Gerais, Belo Horizonte, 5 out. 2021a. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=54421>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Edital de Licitação Concorrência nº 01/2021 - Termo de referência**. Belo Horizonte, 2021g. Disponível em: <http://www.compras.mg.gov.br/images/stories/arquivoslicitacoes/2021/IGAM/19.03.2021/termo-de-referencia-pmsh.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Programa de monitoramento da qualidade das águas realizado pelo Igam é apresentado em Simpósio**. [S. l.], 24 nov. 2021d. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2701-2021-11-24-18-31-12>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Normais climatológicas do Brasil**: período 1981-2010. Brasília, 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 1 dez. 2021.

INTERNATIONAL COMMITTEE OF THE RED CROSS (ICRC). **Water and War**. Geneva: [s. n.], 2009. Disponível em: <https://reliefweb.int/report/world/water-and-war>. Acesso em: 1 dez. 2021.

JACOBSON, Maria *et al.* **User's guide on assessing water governance**. United Nations Development Programme, 2013. 115 p. Disponível em: <https://www.undp.org/publications/users-guide-assessing-water-governance#modal-publication-download>. Acesso em: 1 dez. 2021

LORENTZ, Jefferson. **Contagem assina acordo com o Ministério Público Estadual e põe fim a ações judiciais das bacias Vargem das Flores e Pampulha**. Contagem, 19 nov. 2021. Disponível em: <http://www.contagem.mg.gov.br/novoportal/prefeitura->

de-contagem-assina-acordo-com-o-ministerio-publico-estadual-e-poe-fim-a-aco-es-judiciais/. Acesso em: 1 dez. 2021.

LOURENÇO, L. (org.); AMARO, A. (org.). **Riscos e crises: da teoria à plena manifestação**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2018. 529 p. Disponível em: <https://ucdigitalis.uc.pt/pombalina/item/68045>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MAIA, Adelená Gonçalves. **As consequências do assoreamento na operação de reservatórios formados por barragens**. 2006. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. Disponível em : <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-18022007-204402/pt-br.php>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MAINI, R.; CLARKE, L.; BLANCHARD, K.; MURRAY, V. **The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction and Its Indicators—Where Does Health Fit in?**. *International Journal Of Disaster Risk Science*, [s. l], v. -, n. 8, p. 150-155, 05 maio 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-017-0120-2>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MANSUR, Rafaela. **Estado apresenta mudanças no traçado do Rodoanel e anuncia nova consulta pública**. G1, Belo Horizonte, 25 out. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2021/10/25/estado-apresenta-mudancas-no-tracado-do-rodoanel-e-anuncia-nova-consulta-publica.ghtml>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MARTIN-CARRASCO, Francisco; GARROTE, Luis; IGLESIAS, Ana; MEDIERO, Luis. Diagnosing Causes of Water Scarcity in Complex Water Resources Systems and Identifying Risk Management Actions. **Water Resources Management**, [s. l], v. 27, n. 6, p. 1693-1705, 2013. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/423333>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MATSCHULLAT, Jörg *et al.* **Long-term environmental impact of arsenic-dispersion in Minas Gerais, Brazil**. In: BHATTACHARYA, Prosun *et al* (ed.). *Trace Metals and other Contaminants in the Environment*. [S. l.]: Elsevier, 2007. v. 9, cap. 14, p. 365–382. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1875112106090146>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MELO, Adriano Lopes. **Serviços ambientais hidrológicos desempenhados por reservas particulares do patrimônio natural (RPPN) da Mata Atlântica: marco teórico para pagamentos por serviços ambientais na bacia hidrográfica do rio São João, RJ**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Florestas,

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrjr.br/pgcaf/pdfdt/Dissertacao%20Adriano.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MELO, M. C. *et al.* **Avaliação da segurança hídrica para abastecimento público na região metropolitana de Belo Horizonte**: estudo da crise hídrica 2014-2015. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], v. 27, out. 2020. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/62462/41839>>. Acesso em: 21 ago. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.62462>.

MINAS GERAIS. Agência Minas. **Arsae-MG ganha prêmio de Melhores Práticas em Regulação**. Agência Minas, Belo Horizonte, 9 out. 2019. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/sala-de-imprensa/arsae-mg-ganha-premio-de-melhores-praticas-em-regulacao>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Agência Minas. **Governo de Minas detalha situação hídrica do Estado e anuncia ações para garantir abastecimento**. Agência Minas, Belo Horizonte, 5 out. 2021e. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/governo-de-minas-detalha-situacao-hidrica-do-estado-e-anuncia-acoes-para-garantir-abastecimento>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Agência Minas. **Governo de Minas inicia em Lavras entrega do maior investimento em Defesa Civil já realizado na história do Estado**. Agência Minas, Belo Horizonte, 21 out. 2021f. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/governo-de-minas-inicia-em-lavras-entrega-do-maior-investimento-em-defesa-civil-ja-realizado-na-historia-do-estado>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Agência Minas. **Sisema tem primeira reunião após retomada do Programa Água Doce**. Agência Minas, Belo Horizonte, 18 fev. 2020b. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/governo-de-minas-inicia-em-lavras-entrega-do-maior-investimento-em-defesa-civil-ja-realizado-na-historia-do-estado>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa de Minas Gerais. **Projeto de Lei Complementar nº 74, de 20 de dezembro de 2017**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: ALMG, 2017. Disponível em: https://www.almg.gov.br/atividade_parlamentar/tramitacao_projetos/interna.html?a=2017&n=74&t=PLC&aba=js_tabTramitacao. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Gabinete Militar do Governador. **A fiscalização dos municípios durante operação de transporte e distribuição de água potável – TDAP da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil**.

Belo Horizonte, 2020-2021. 22 slides, color. Disponível em: http://www.defesacivil.mg.gov.br/attachments/article/20/FISCALIZACAO_MUNICIPIO_TDAP.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 26.961, de 28 de abril de 1987**. Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERHI. Belo Horizonte, 29 abr. 1987. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=26961&comp=&ano=1987>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 39.692, de 29 de junho de 1998**. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, 30 jun. 1998. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=39692&comp=&ano=1998>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 40.398, de 28 de maio de 1999**. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba e dá outras providências. Belo Horizonte, 29 maio 1999b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=40398&comp=&ano=1999>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001**. Regulamenta a lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 9 mar. 2001. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=41578&ano=2001&tipo=DEC>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.383, de 2 de março de 2018**. Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Belo Horizonte, 3 mar. 2018. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47383&comp=&ano=2018>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.866, de 19 de fevereiro de 2020**. Estabelece o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e dá outras providências. Belo Horizonte, 20 fev. 2020a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=47866&comp=&ano=2020>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 48.160, de 24 de março de 2021**. Regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado e dá outras providências. Belo Horizonte, 25 mar. 2021a. Disponível em:

<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48160&comp=&ano=2021>. Acesso em: 25 mar. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 48.209, de 18 de junho de 2021**. Dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. Belo Horizonte, 19 jun. 2021g. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48209&comp=&ano=2021>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Gabinete Militar do Governador. **Objetivos Operacionais e Competências Legais**. Belo Horizonte, 27 maio 2014. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/index.php/servidor/competencia-e-atribuicoes-do-gmg>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Gabinete Militar do Governador. **Plano de Emergência Pluviométrica 2021/2022**. Belo Horizonte, 2021c. 29p. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Plano%20de%20Emerg%C3%Aancia%20Pluviom%C3%A9trica%202021-2022.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Gabinete Militar do Governador. **Em Brasília, Cedec participa de reunião do Congepdec e apresenta boas práticas adotadas pelo órgão**. Belo Horizonte, 22 nov. 2021d. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/index.php/component/gmg/page/933-em-brasilia-cedec-participa-de-reuniao-do-congepdec-e-apresenta-boas-praticas-adotadas-pelo-orgao>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei Complementar nº 88, de 12 de janeiro de 2006**. Dispõe sobre a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 13 jan. 2006a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LCP&num=89&comp=&ano=2006>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei Complementar nº 89, de 12 de janeiro de 2006**. Dispõe sobre a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 13 jan. 2006b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LCP&num=89&comp=&ano=2006>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei Complementar nº 107, de 12 de janeiro de 2009**. Cria a Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte - Agência RMBH. Belo Horizonte, 13 jan. 2009. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LCP&num=107&comp=&ano=2009>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 7.157, de 7 de dezembro de 1977.** Dispõe sobre a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - Cedec, cria o Fundo Especial para Calamidade Pública - Funecap e dá outras providências, 8 dez. 1977. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=7157&comp=&ano=1977>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 10.793, de 2 de julho de 1992.** Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no estado. Belo Horizonte, 3 jul. 1992. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=10793&comp=&ano=1992>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 11.720, de 28 de dezembro de 1994.** Dispõe sobre a política estadual de saneamento básico e dá outras providências, 29 dez. 1994. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=11720&comp=&ano=1994>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 12.503, de 30 de maio de 1997.** Cria o Programa Estadual de Conservação da Água. [S. l.], 31 maio 1997a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=12503&ano=1997&tipo=LEI>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 12.584, de 17 de julho de 1997.** Altera a denominação do Departamento de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais - DRH-MG -, para Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Igam - dispõe sobre sua reorganização e dá outras providências. [S. l.], 18 jul. 1997b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=12584&comp=&ano=1997>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. [S. l.], p. 3, 30 jan. 1999a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=13199&comp=&ano=1999>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 23.830, de 28 de julho de 2021.** Autoriza a abertura de crédito suplementar ao orçamento fiscal do Estado, com recursos recebidos em decorrência do termo judicial de reparação de impactos socioeconômicos e socioambientais que especifica. Belo Horizonte, 29 jul. 2021b. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=23830&comp=&ano=2021>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. **Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado - PMDI 2016-2027: diagnósticos setoriais**. Belo Horizonte: [s. n.], 2015. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/sites/default/files/transicao-governamental/Cat%C3%A1logo%20PMDI%20Volume%202.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Gabinete Militar do Governador. **Resolução nº 03, de 25 de agosto de 2016**. Regula o fornecimento de ajuda humanitária pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais nos termos que menciona e dá outras providências. Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/index.php/servidor/2014-04-01-17-11-35/resolucoes>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Semad. **Fiscalização ambiental 2020: relatório de atividades**. Belo Horizonte: Belo Horizonte, 2021h. 78 p. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/fiscalizacao/plano-aanual-de-fiscalizacao-ambiental>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (Brasil). Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Movimentos de massa**. [S. l.], 2017. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/deslizamentos/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (Brasil). Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República. Vulnerabilidade do semiárido às secas, sob o ponto de vista dos recursos hídricos. *In: Projeto Áridas: Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste*. [S. l.: s. n.], set 1994. Disponível em: http://plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/pdf_bib.php?COD_ARQUIVO=16886. Acesso em: 1 dez. 2021

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (Brasil). Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos**. *In: Política Nacional de Defesa Civil*. [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (Brasil). Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual de desastres mistos**. Brasília, 2002. v.3. Disponível em: http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/sedec-arquivos/10_desastres_mistos1.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). Empresa de Pesquisa Energética. **Escassez hídrica e o fornecimento de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2021. 11 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/infogr%C3%A1fico.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (Brasil). Secretaria Nacional de Segurança Hídrica. Nota Informativa nº 23/2021/CGRH/DRHB/SNSH-MDR. *In: Processo nº 59000.012502/2021-69*. Brasília, DF, 3 jul. 2021. Disponível em: <https://site.abrhidro.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Nota-Informativa-resposta-a-CConsulta.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (Brasil). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019**. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p.: il. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico_SNIS_AE_2019_Republicacao_31032021.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO DO INTERIOR (Brasil). **Relatório da delegação do Brasil à Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente**. Brasília, 1972. v. 1. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2013/12/estocolmo_72_Volume_I.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS (MPMG). **MPMG propõe ação visando impedir implantação de empreendimentos imobiliários em APA de Contagem**. Belo Horizonte, 6 nov. 2020. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/portal/menu/comunicacao/noticias/mpmg-propoe-acao-visando-impedir-implantacao-de-empreendimentos-imobiliarios-em-apa-de-contagem.shtml>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS (MPMG). **Acordo celebrado entre MPMG e município de Contagem prevê revisão do Plano Diretor em até 12 meses**. Belo Horizonte, 25 nov. 2021c. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/portal/menu/comunicacao/noticias/acordo-celebrado-entre-mpmg-e-municipio-de-contagem-preve-revisao-do-plano-diretor-em-ate-12-meses.shtml>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS (MPMG). **Termo de compromisso: TAC Água**. Termo de Compromisso que firmam Ministério Público do Estado de Minas Gerais e Vale S.A., com interveniência da Aecom do Brasil Ltda., do Estado de Minas Gerais, da Copasa MG e do Ministério Público Federal. Belo Horizonte, 8 jul. 2019. Disponível em: <https://mpmgbarragens.info/protacao-ambiental/abastecimento-hidrico/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS (MPMG). **Termo de compromisso: TAC Água.** Termo de Compromisso que firmam Ministério Público do Estado de Minas Gerais e Vale S.A., com interveniência da Aecom do Brasil Ltda., do Estado de Minas Gerais, da Copasa MG e do Ministério Público Federal. Belo Horizonte, 7 fev. 2020a. Disponível em: <https://mpmgbarragens.info/protECAo-ambiental/abastecimento-hidrico/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MIRANDA, Renato Billia de; SCARPINELLA, Gustavo D’Almeida; MAUAD, Frederico Fábio. **Capacidade de armazenamento do reservatório da usina hidrelétrica de Três Irmãos (SP/Brasil).** Revista Recursos Hídricos, [s. l.], v. 34, ed. 2, p. 69-79, nov. 2013. Disponível em: https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh34_n2-6.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana.** Revista de Saúde Pública, [s. l.], v. 36, ed. 3, jun. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/qNPRVprxpJZq9bpRKmwRTYC/?lang=pt>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MORAIS, Danielle Costa; CAVALCANTE, Cristiano A. Virgínio; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água.** Revista Pesquisa Operacional, [s. l.], abr. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pope/a/mCgyZSTtZsVt67SqGng6mFF>. Acesso em: 1 dez. 2021.

MOREIRA, Renata Maria Pinto. **Balanço crítico das teorias da sociedade de risco: rumo a abordagens concretas de falhas.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, XVII., 2017, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2017. p. 1-18. Disponível em: http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/?page_id=1360. Acesso em: 1 dez. 2021.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL - ONU. Água potável e saneamento. *In: As nações Unidas no Brasil.* [S. l.], 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 1 dez. 2021.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil.** 2ª. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 421 p. ISBN 8524002824. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=281099&view=detalhes>. Acesso em: 1 dez. 2021.

NOLLI, Nubia Vale (COPASA). **Assunto: Segurança Hídrica do Abastecimento.** *In: Webinário: Impactos da escassez hídrica na bacia do Rio das Velhas, 1., 2021.*

[S.]:CBH Rio das Velhas, 2021. 1 vídeo (2:47:23).[Live]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EGNtmZU2xQA>. Acesso em: 1 dez. 2021.

OJIMA, Ricardo. **A produção e o consumo do espaço nas aglomerações urbanas brasileiras**. In: XV Encontro Nacional De Estudos Populacionais, ABEP, 2006, Caxambu-MG. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2006. Disponível em: http://www.nepo.unicamp.br/vulnerabilidade/admin/uploads/producoes/abep2006_632.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

OJIMA, Ricardo; MARANDOLA JUNIOR, Eduardo. **O desenvolvimento sustentável como 23 desafio para as cidades brasileiras**. Cadernos Adenauer, [s. l.], ano XIII, n. 1, p. 23-35, 2012. Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=afb7a4f3-e6d2-9ca3-0d23-c4073f3463fe&groupId=265553. Acesso em: 13 dez. 2021.

OLIVATO, Débora. **Análise da participação social no contexto da gestão de riscos ambientais na bacia hidrográfica do rio Indaiá, Ubatuba - SP - Brasil**. 2013. 298 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, [S. l.], 2013. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-27022014-104304/publico/2013_DeboraOlivato_VCorr.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

OLIVEIRA, Nathalia Capellini Carvalho. **A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil**. Varia História, Belo Horizonte, v. 34, n. 315-346, ed. 65, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/vh/a/ChCpxyx8Xg6w74xRTmNBRvJ>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). **Dengue**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/dengue>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Princípios da OCDE para a Governança da Água**. Daegu: Organização Para A Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015. Disponível em: <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/OECD-Principles-Water-portuguese.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

O TEMPO. **Traçado alternativo proposto por prefeitos do Médio Paraopeba**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/infograficos/veja-o-comparativo-entre-os-projetos-propostos-pelos-municipios-e-pelo-estado-1.2565530>. Acesso em: 1 dez. 2021.

PATACA, Luiz Carlos M; BORTOLETO, Gisele G; BUENO, Maria Izabel M. S. **Determinação de arsênio em águas contaminadas usando fluorescência de**

raios-X por energia dispersiva. Química Nova, [s. l.], ano 4, v. 28, ago. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Dt4hLKfGbvhsZkQtBkLH9cM/?lang=pt#>. Acesso em: 1 dez. 2021.

POLETTI, Ronaldo. **As constituições brasileiras:** volume III. 3. ed. Brasília: Senado Federal, 2012. 162 p. v. 3. ISBN 978-85-7018-426-9. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/137602/Constituicoes_Brasileiras_v3_1934.pdf?sequence=10. Acesso em: 1 dez. 2021.

POLIGNANO, Marcus Vinicius (UFMG). **Escassez hídrica:** Vamos esperar a solução cair do céu?. *In:* Webinário: Impactos da escassez hídrica na bacia do Rio das Velhas, 1., 2021. [S.l.]:CBH Rio das Velhas, 2021. 1 vídeo (2:47:23).[Live]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EGNtmZU2xQA>. Acesso em: 1 dez. 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (coord.). **Análise da vulnerabilidade às mudanças climáticas de Belo Horizonte.** Belo Horizonte: [s. n.], 2016. Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=81e6462d-a9af-ae09-9817-b797afbf41ad&groupId=252038. Acesso em: 1 dez. 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Cadastro Único de Nascentes.** Belo Horizonte, 30 set. 2019. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/cadastro-unico-de-nascentes>. Acesso em: 1 dez. 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Inventário das árvores.** Belo Horizonte, 2018a. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/inventario-das-arvores>. Acesso em: 1 dez. 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Prêmio Sasakawa.** Belo Horizonte, 14 jun. 2018b. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/defesa-civil/premio-sasakawa>. Acesso em: 1 dez. 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte 2020/2023.** Belo Horizonte, dez. 2020. 321 p. v. I/II. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/publicacoes/plano-de-saneamento>. Acesso em: 1 dez. 2021.

PREVENTION WEB. **Exposure.** [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/understanding-disaster-risk/component-risk/exposure>. Acesso em: 1 dez. 2021.

PROJETO MANUELZÃO. **Conheça a “cidade particular” em Nova Lima que será construída em cima de área de abastecimento de água de BH.** Belo Horizonte, 16 mar. 2020. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/conheca-a-cidade-particular-em-nova-lima-projetada-em-cima-de-area-de-abastecimento-de-agua-em-bh/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

REDE NOSSA SÃO PAULO (São Paulo). **Com menos chuvas, Cantareira volta a ficar perto do estado de alerta em SP**. Rede Nossa São Paulo, [S. l.], 23 jan. 2018. Disponível em: <https://www.nossasaopaulo.org.br/tag/crise-hidrica/>. Acesso em: 25 abr. 2021

ROGERS, Peter; HALL, Alan W. **Global Water Partnership Technical Committee (TEC)**. [S. l.]: Global Water Partnership, 2003. Disponível em: <http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4995/TEC%25207.pdf?sequence=1>. Acesso em: 1 dez. 2021.

RODRIGUES, Paulo (CDTN). **Os aquíferos do Quadrilátero e sua importância para o Alto Rio das Velhas**. In: Webinário: Impactos da escassez hídrica na bacia do Rio das Velhas, 1., 2021. [S.l.]:CBH Rio das Velhas, 2021. 1 vídeo (2:47:23).[Live].Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EGNtmZU2xQA>. Acesso em: 1 dez. 2021.

RODRÍGUEZ, Havidán; QUARANTELLI, Enrico L; DYNES, Russell R. **Handbook of Disaster Research**. New York: Springer, 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-32353-4>. Acesso em: 1 dez. 2021

SALLA, Márcio Ricardo *et al.* **Estudo da autodepuração do Rio Jordão, localizado na bacia hidrográfica do Rio Dourados**. Engenharia Sanitária e Ambiental , [s. l.], v. 18, ed. 2, p. 105-114, jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/Dvv5YkxCq6S9kfYVYGYsFPL/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 1 dez. 2021.

SENADO FEDERAL (Brasil). **Código de águas e legislação correlata**. Brasília: Senado Federal, 2003. 234 p. v. 1. ISBN 85-7018-220-1. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70322/653798.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 1 dez. 2021.

SILVA, Marine Jusiane Bastos da; CALLIARI, Lauro Julio; FONTOURA, José Antônio Scotti; SERPA, Christian Garcia; LEMKE, Natália. **Análise do processo de assoreamento no trecho I do canal de acesso ao porto do Rio Grande entre os anos de 2010 e 2018**. Revista Mundi, Paranaguá, v. 4, ed. 2, 2019. Disponível em: [http://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiETG&page=article&op=view&path\[\]=794](http://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiETG&page=article&op=view&path[]=794). Acesso em: 1 dez. 2021.

SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). Assessoria de Comunicação. **Decreto regulamenta cobrança pelo uso de recursos hídricos**. Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais, [S. l.], p. 1, 26 mar. 2021. Disponível em: <http://www.faemg.org.br/faemg/noticias/decreto-regulamenta-cobranca-pelo-uso-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 26 mar. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **SNIS - Série Histórica**. 2021a. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

SLOVIC, Paul. **The Psychology of risk**. Saúde e Sociedade, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 731-747, dez. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902010000400002>.

SMITH, WELBER SENTEIO; SILVA, FÁBIO LEANDRO DA; BIAGIONI, RENATA CASSEMIRO. **Desassoreamento de rios**: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a ciência, São Paulo, v. 22, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/n4cRNPv58LChmjFZX8V5bhG/?lang=pt#>. Acesso em: 1 dez. 2021.

SORIANO, ÉRICO *et al.* **Crise hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres**. Revista Ambiente e Sociedade, São Paulo, v. 19, ed. 1, p. 21-42, jan-mar 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/rqGhjC3WJ3qDgrtQPGMScLK/?lang=pt>. Acesso em: 1 dez. 2021.

SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA (STJ). **Linha do tempo**: um breve resumo da evolução da legislação ambiental no Brasil. [S. l.], 2010. Disponível em: <https://stj.jusbrasil.com.br/noticias/2219914/linha-do-tempo-um-breve-resumo-da-evolucao-da-legislacao-ambiental-no-brasil>. Acesso em: 1 dez. 2021.

STOKER, Gerry. Governance as theory: five propositions. **International Social Science Journal**, [s. l.], n. 50, p. 17-28, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1468-2451.00106>. Acesso em: 1 dez. 2021.

TAMBOSI, Leandro Reverberi; VIDAL, Mariana Moraes; FERRAZ, Silvio Frosini de Barros; METZGER, Jean Paul. **Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal**. Estudos Avançados, [S.L.], v. 29, n. 84, p. 151-162, ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142015000200010>.

THOMAS, Patrick Thadeu (ANA). **Atuação da ANA em situações de escassez hídrica e situação atual**. In: XXIV Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos - Reunião de Alto Nível "Atuação da ANA em situações de escassez hídrica e situação atual", 1., 2021. Belo Horizonte, 22 nov. 2021. 1 vídeo (1:43:09). [Live]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GleG8HX7RDU>. Acesso em: 1 dez. 2021.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela (org.). **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p. Disponível em:

http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/media/OSDownloads/1438375861_DesastresNaturais.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Referencial básico de governança aplicável a organizações públicas e outros entes jurisdicionados ao TCU**. 3. ed. Brasília: Tcu, Secretaria de Controle Externo da Administração do Estado, 2020. 242 p. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/governanca/governancapublica/organizacional/levantamento-de-governanca/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. **Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos**. Biota Neotropica, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 67-75, dez. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1676-06032010000400010>.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). **Water scarcity**. [S. l.], 2021?. Disponível em: <https://www.unicef.org/wash/water-scarcity>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). **Strengthening Disaster Risk Governance: UNDP support during the HFA implementation period 2005-2015**. New York, 2015. 120 p. Disponível em: https://www.undp.org/publications/strengthening-disaster-risk-governance?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&clid=Cj0KCQiAkZKNBhDiARIsAPsk0Wi9mm7N1b_DluLW1uwQgH-A_H5UA8_KQNxiJPCdpkJBbdcR_KHc6lsaAifiEALw_wcB. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters**. World Conference on Disaster Reduction. Hyogo, Japan, 2005. Disponível em: <https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2021

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. Third United Nations World Conference on Disaster Risk Reduction. Sendai, Japan, 2015. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Terminology**: Online glossary. UNDRR, [s.l.], [2021]. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED NATIONS WATER (UN-WATER). **Summary Progress Update 2021: SDG 6 — water and sanitation for all.** Geneva: [s. n.], jul. 2021a. 58 p. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-for-all/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED NATIONS WATER (UN-WATER). **The United Nations World Water Development Report 4: managing water under uncertainty and risk.** Paris: United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization, 2012. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215644/PDF/215644eng.pdf.multi%20\(pg%20135\)](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215644/PDF/215644eng.pdf.multi%20(pg%20135)). Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED NATIONS WATER (UN-WATER). **The United Nations World Water Development Report 2020: Water and climate change.** [S. l.]: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_000372985&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_d4573ca6-3763-42be-93c0-619ea879933f%3F_%3D372985eng.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000372985/PDF/372985eng.pdf#WWDR%202020%20EN%20v05%2020APR.indd%3A.137567%3A1463. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED NATIONS WATER (UN-WATER). **Water Scarcity.** [S. l.], 2021b. Disponível em: <https://www.unwater.org/water-facts/scarcity/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED NATIONS WATER (UN-WATER). **What is Water Security? Infographic.** [S. l.], 8 maio 2013. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/water-security-infographic/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Earthquake resilience guide for water and wastewater utilities.** [S. l.], mar. 2018. 30 slides, color. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-02/documents/180112-earthquakeresiliencegide.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (UNIOESTE). Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas: Produto 3.2. *In: Plano da Bacia Hidrográfica do Paraná 3.* Cascavel: [s. n.], 2014. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-05/produto_03_2_diagnostico_disponib_hidricas_subterraneas_bp3_2014_v04_final.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional - Cedeplar. **Breve Histórico da Gestão Metropolitana da RMBH.** Belo Horizonte, 2017a. Disponível em: <http://www.rmbh.org.br/mzrmbh/pt-br/content/rmbh.htm>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional - Cedeplar. **Macrozoneamento RMBH**. Belo Horizonte, 2017b. Disponível em: <http://www.rmbh.org.br/mzrmbh/pt-br.htm>. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. **Gestão de Riscos de Desastre**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. 14 p. Disponível em: https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/10/gestao_de_riscos_de_desastres_0.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. rev. e ampl. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2013. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>. Acesso em: 7 abr. 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. **Proteção e Defesa Civil: introdução à Política Nacional**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2021. 1 ed. 103 p.

VALE SOCIEDADE ANÔNIMA. **Controle e Gestão de Barragens**. 2019. Disponível em: <http://www.vale.com/esg/pt/Paginas/ControleGestaoBarragens.aspx>. Acesso em: 1 dez. 2021.

VALE SOCIEDADE ANÔNIMA. **Vale conclui obras de descaracterização da barragem Fernandinho e da estrutura de contenção de Fábrica**. [s. l.], 13 jul. 2021a. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/vale-conclui-obras-de-descaracterizacao-da-barragem-fernandinho-e-da-estrutura-de-contencao-de-fabrica.aspx>. Acesso em: 1 dez. 2021.

VALE SOCIEDADE ANÔNIMA. **Água subterrânea e mineração**. Campinas: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2018. Color. Disponível em: https://www.abas.org/xxcabas/apresentacoes/t2_16-30_cesar-augusto.pdf. Acesso em: 01 dez. 2021.

VALE SOCIEDADE ANÔNIMA. **Curso de Mineração - Básico: Módulo III: Beneficiamento Mineral**. [S. l.]: Vale S.A, 2021d. Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2021/02/apo_cbm_modulo_3.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

VALE SOCIEDADE ANÔNIMA. **Eliminação de barragens a montante avança em Minas Gerais.** [s. l.], 19 jul. 2021b. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/descaracterizacao-de-barragens-a-montante-avanca-em-minas-gerais.aspx>. Acesso em: 1 dez. 2021.

VALE SOCIEDADE ANÔNIMA. **Evolução do plano de descaracterização de estruturas a montante.** 2021c. Disponível em: <http://www.vale.com/esg/pt/Paginas/plano-de-d Descaracterizacao.aspx>. Acesso em: 1 dez. 2021.

VARELLA, Marcelo Dias; LEUZINGER, Márcia Dieguez. **O meio ambiente na Constituição de 1988:** Sobrevoo por alguns temas vinte anos depois. Revista de informação legislativa, Brasília, v. 45, ed. 179, jul/set 2008. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/176554>. Acesso em: 1 dez. 2021.

WEISÆTH, L.; KNUDSEN, Ø.; TØNNESEN, A. **Technological disasters, crisis management and leadership stress.** Journal Of Hazardous Materials, [s. l.], v. 1, n. 93, p. 33-45, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389402000365>. Acesso em: 1 dez. 2021.

WERNECK, Natasha. **Rodoanel Metropolitano tem novo traçado para evitar impactos ambientais.** Estado de Minas, 25 out. 2021. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/10/25/interna_gerais,1316844/rodoanel-metropolitano-tem-novo-tracado-para-evitar-impactos-ambientais.shtml. Acesso em: 1 dez. 2021.

WILHITE, DONALD A.; GLANTZ, MICHAEL H. **Understanding the Drought Phenomenon:** The Role of Definitions. Water International, [s. l.], v. 10, ed. 3, p. 111-120, 1985. Disponível em: http://digitalcommons.unl.edu/droughtfacpub/20?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fdroughtfacpub%2F20&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages. Acesso em: 1 dez. 2021.