

## Crise da Água no Brasil: várias crises em uma

### Water crisis in Brazil: a multi-layered problem

*Iola Gonçalves Boëchat*

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia,  
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil  
[iboachat@ufsj.edu.br](mailto:iboachat@ufsj.edu.br)

*Leonardo Cristian Rocha*

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia,  
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil  
[rochageo@ufsj.edu.br](mailto:rochageo@ufsj.edu.br)

*Ricardo Motta Pinto-Coelho*

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia,  
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil  
[rmpc@ufsj.edu.br](mailto:rmpc@ufsj.edu.br)

*Björn Gücker*

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia,  
Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil  
[guecker@ufsj.edu.br](mailto:guecker@ufsj.edu.br)

#### Resumo

Nesse caderno especial a crise hídrica no Brasil se revela como uma crise complexa, multi-facetada, intrinsecamente associada ao mau gerenciamento político e econômico e a um presente marcado por políticas públicas voltadas para a produção e o crescimento econômico, a despeito de questões ambientais, sociais e da saúde humana. Os diversos trabalhos aqui apresentados são fruto do Simpósio Internacional “Crise Hídrica: desafios e soluções”, realizado na Universidade Federal de São João del-Rei em abril de 2019, e abordam o mosaico de desdobramentos causados não apenas pela escassez de água para abastecimento, sobretudo a luz das mudanças climáticas, mas também pelo mau gerenciamento dos recursos hídricos e de suas bacias de drenagem. São abordados ainda a falta de valoração ambiental e, em seu aspecto social e humano mais relevantes, a falta de valoração da condição humana como parte integrante de um cenário, onde a exploração dos recursos hídricos e do meio-ambiente se tornam justificativa para perdas ambientais e humanas, em seus mais variados aspectos. Torna-se evidente que a crise hídrica no Brasil, assim como no resto do mundo, é uma crise ambiental, política, econômica, social e de saúde pública. Apenas após compreendermos essa natureza transdisciplinar da crise hídrica, em seus mais diversos graus de complexidade, seremos capazes de propor soluções verdadeiramente efetivas frente à expansão de um problema, que não é novo, e certamente não se solucionará a curto e médio prazos.

**Palavras-chave:** exploração ambiental, recursos hídricos, governança das águas, tragédias ambientais, relação homem-ambiente.

**Abstract**

In this special issue, Brazil's water crisis is depicted as a complex, multi-layered crisis, closely related to poor policy and governance. Currently, policies focus on economic productivity rather than on environmental, social, and human-health issues. This special issue contains studies presented at the International Symposium on Water Crisis, held in April 2019 at the Federal University of São João del-Rei, in Minas Gerais. These studies comprise the mosaic of consequences resulting not only from water scarcity for municipal supply and agriculture, especially due to climate change, but also those due to inadequate management and pollution of water resources. Further, some studies analyze how lacking environmental awareness and concerns for human health and well-being lead to the overexploitation of water resources and the environment, and the loss of ecosystem services and even human lives. It has become evident that the water crisis in Brazil and the rest of the world, is also an environmental, political, economic, social and human-health crisis. Only by understanding the transdisciplinary nature of the water crisis in its full complexity, we will be able to engage in more effective solutions to its persisting problems, that are far from being resolved in the near future.

**Keywords:** environmental exploitation, water resources, water governance, environmental disasters, human-environment interaction.

*Crise hídrica* é um conceito que surgiu para explicar uma situação crescente—e bastante preocupante—de escassez de água para o suprimento das diversas demandas humanas em todo o globo. No entanto, tal escassez de água não deve ser apenas compreendida do ponto de vista da quantidade de água que necessitamos para suprir nossas necessidades diárias, mas também do ponto de vista da qualidade da água disponível para todas as atividades humanas e para a manutenção das funções ecossistêmicas que asseguram o equilíbrio de todos os ambientes do planeta, sobretudo face a crescentes alterações climáticas e nos padrões de uso e ocupação da terra pelo homem. Uma falsa impressão de que a grande disponibilidade de água no planeta (70% da cobertura do globo) seria suficiente para suprir todas as necessidades humanas (na realidade menos de 3% de toda a água do planeta é doce) aliado a um deficiente manejo deste recurso pelas atividades que o consomem e a hábitos alimentares e sociais que apenas contribuem para deteriorar o seu provimento (RITCHIE, 2017), fazem com que a disponibilidade de água para o ser humano se mantenha em contínua e acelerada redução. Estima-se que em 2050 mais da metade da população mundial estará sujeita a algum nível de escassez de água (PIESSE, 2020).

Um Programa Conjunto da Water Health Organization (WHO) e da United Nations Children's Fund (Unicef) monitora, desde 1990, a evolução nacional, regional e global da crise hídrica, através das condições de Provimento de Água, Sanitarismo e Higiene. Em seu último relatório (WHO/UNICEF, 2017), que refletiu a situação em 2015, o programa constatou que 844 milhões de pessoas ainda não possuíam acesso a condições básicas de provimento de água, enquanto 263 milhões de pessoas gastavam até mais do que 30 minutos por trajeto para coleta de água em uma fonte improvisada. Em relação às condições sanitárias, o Programa mostrou que apenas 39% da população mundial (2,9 bilhões de pessoas) utilizavam um serviço sanitário seguro. Com relação à higiene,

questão de suma importância sobretudo nos tempos atuais, em função da pandemia de COVID-19, o acesso a condições básicas, como a lavagem das mãos com água e sabão, era uma realidade apenas para 15% da porção africana ao sul do Saara, mas chegava a 76% na Ásia Ocidental e na porção Norte da África. Infelizmente, apenas 70 países apresentaram condições comparáveis neste quesito para que se pudesse fazer comparações e estimativas seguras para outras regiões do globo, mas estes números já revelam a grande disparidade territorial apresentada para as condições básicas de higiene.

Tendo em vista o panorama crescente de escassez de água própria ao consumo e atividades humanas, torna-se imprescindível a compreensão de como os recursos hídricos são explorados e manejados no planeta, não apenas para definirmos políticas efetivas de governança das águas, que garantam o provimento adequado de água a todas as populações e atividades humanas, mas também a fim de garantirmos a preservação do ambiente natural e de seu equilíbrio funcional, do qual dependem todas as espécies. A segurança hídrica é, portanto, não apenas uma questão de fornecimento de água de qualidade para o consumo humano, mas também para garantirmos a produção de todos os bens necessários ao nosso desenvolvimento e de retornarmos a água utilizada para o ambiente em condições adequadas, a fim de mantermos o bom funcionamento dos sistemas hídricos e a estabilidade de todos os ecossistemas, da qual depende a manutenção da biodiversidade no planeta (WORLD WATER COUNCIL, 2018).

A natureza complexa da crise hídrica tem motivado pesquisadores de diversas áreas e segmentos da sociedade a se unirem na busca por uma compreensão mais holística do problema, que possibilite buscar por soluções efetivas e rápidas. Neste contexto, em 2018 foi fundado o NACQUA (Núcleo Interdisciplinar de Estudos Avançados em Água), com sede na Universidade Federal de São João del-Rei, composto por pesquisadores, estudantes, técnicos e membros da iniciativa pública e privada, unidos pelo mesmo interesse: o de compreender, de maneira interdisciplinar, a complexidade das questões envolvidas na crise hídrica no Brasil e no mundo. Em 2019, o NACQUA organizou o “Simpósio Internacional Crise Hídrica: desafios e soluções” (<http://crisehidrica.com/en/the-symposium/>). Na ocasião, pesquisadores de diversas universidades e associações brasileiras e estrangeiras se reuniram na Universidade Federal de São João del-Rei (MG), para discutirem conjuntamente diversos aspectos associados à questão hídrica no Brasil e no mundo, incluindo estratégias inteligentes de saneamento, efeitos das mudanças climáticas e de diferentes usos do solo sobre a dinâmica dos recursos hídricos, qualidade da água e eutrofização, dentre outros. Como não poderia ser de outra maneira, um tópico que mereceu especial atenção no evento foram os então recentes rompimentos de barragens de mineradoras no estado de Minas Gerais, ocorridos em Mariana (2015) e em Brumadinho (2019), e que contribuíram para cenários dantescos de degradação ambiental nas bacias dos rios Doce e Paraopeba, sem falar nos prejuízos humanos causados a milhares de

pessoas. Deste encontro resultou a presente publicação, que aborda diferentes temáticas apresentadas e discutidas durante o evento.

Com as mudanças climáticas, o ciclo hídrico sofre alterações, resultando em perfis pluviométricos alterados que podem culminar na intermitência de sistemas fluviais e na redução no nível dos reservatórios, com consequentes crises de abastecimento, como a observada entre 2013 e 2015 no Sudeste do Brasil (TARGA e BATISTA, 2015). Esse processo se torna cada vez mais frequente e acentuado, e é agravado pelo manejo deficiente e a falta de políticas públicas que garantam o correto gerenciamento dos recursos hídricos (MILLINGTON, 2018). Pellegrini (2021) oferece, em seu estudo “Os Reservatórios e o Clima: Uma Introdução ao Tema”, um excelente exemplo de como a modelagem computacional e o uso de modelos atmosféricos podem ser aplicados na tentativa de se compreender a resposta dos sistemas de abastecimento às alterações climáticas locais e regionais, fornecendo assim uma ferramenta valiosa na geração de cenários de risco de abastecimento face a mudanças climáticas.

Do ponto de vista ecológico-ambiental, a análise dos múltiplos estressores capazes de afetar a qualidade das águas e comprometer o funcionamento ecossistêmico e a diversidade aquática apresenta-se como excelente estratégia de abordagem dos impactos de uso do solo sobre recursos hídricos. Além de permitir uma visão mais ampla e complementar de diferentes respostas do sistema impactado a uma diversa gama de formas de impactos, a abordagem holística de impactos ambientais em ecossistemas fornece um panorama mais real do estado de saúde do sistema, a fim de subsidiar estratégias efetivas de remediação e monitoramento de impactos. Boëchat *et al.*, (2021) apresentam um exemplo de como múltiplas abordagens de análise (análises físicas e químicas, biológicas, ecofisiológicas e geográficas) contribuem para uma compreensão mais robusta dos impactos das transformações no uso do solo sobre um rio, que perpassa paisagens de diferentes características e formas de ocupação humana. O estudo foca na natureza multifatorial da análise ambiental, oferecendo uma visão sistêmica e demonstrando como diferentes tipos de uso do solo afetam diferentes características dos sistemas aquáticos em escalas diferentes.

Igualmente importante é a detecção de como a paisagem sofre alterações em seus padrões de uso e ocupação do solo em função de grandes eventos perturbadores, como os rompimentos de barragens ocorridos em 2015, em Mariana, e em 2019 em Brumadinho. Dois estudos se preocuparam em analisar os impactos da lama sobre os padrões de uso e ocupação do solo nos dois eventos. Rios *et al.*, (2021) analisou as alterações de uso e ocupação do solo após o derrame de lama em Mariana, enquanto Oliveira *et al.*, (2021) analisou as alterações de cobertura do solo após o rompimento da Mina do Feijão, em Brumadinho. Ambos os estudos são uníssonos em demonstrar que os impactos da lama sobre os padrões de uso do solo na paisagem afetada resultaram em perda considerável de áreas naturais, além de áreas destinadas ao plantio e produção animal, áreas urbanas e periurbanas.

Certamente tais perdas de áreas naturais resultam em consequências ecológicas desastrosas, incluindo redução de diversidade biológica e de diversidade ecossistêmica-funcional, cuja mensuração e expectativa de recuperação ainda é de difícil interpretação. Já as perdas econômicas exigem reparação imediata para os proprietários de áreas de produção, pois sua perda comprometeu permanentemente o sustento dessas famílias. Assim, transformações de uso e ocupação do solo também refletem a natureza multifacetada e complexa de interações homem-natureza-economia, que precisa ser elucidada a fim de permitir o manejo adequado dos recursos ambientais.

Do ponto de vista sócio-econômico, a crise hídrica permeia discussões sobre políticas de abastecimento e saneamento, uso e reuso da água nos diversos segmentos, sobretudo na agricultura, produção animal e na indústria metalúrgica e de extração mineral. Em Lima *et al.*, (2021) o potencial contaminante do pesticida Glifosato em recursos hídricos é apresentado em uma revisão que demonstra a forte interação entre as práticas agrícolas e urbanas aplicadas no Brasil, e as condições ambientais dos solos e recursos hídricos impactados. A permissividade da lei brasileira no tocante ao uso de herbicidas e pesticidas na prática agrícola, comparada aos Estados Unidos ou a Europa, por exemplo, expõe a natureza exploratória com a qual a prática agrícola é realizada no Brasil, sem as justificadas e cientificamente respaldadas preocupações devidas com a saúde ambiental e humana. Em um mundo onde cerca de 70% de toda a água doce usada pela sociedade é empregada em sistemas de irrigação na agricultura (GLEICK *et al.*, 2014), fica claro que a segurança hídrica não é apenas uma questão de abastecimento, mas sim um problema mundial seríssimo de desenvolvimento econômico a todo custo e de saúde pública, fortemente associados a questões territoriais, de comportamento alimentar e sócio-econômico-culturais.

Em relação à exploração ambiental por parte do capital privado, a falta de gerenciamento e controle por parte dos órgãos públicos pode inviabilizar a segurança hídrica, ameaçando não apenas o provimento de água em termos quanti- e qualitativos, mas colocando também em risco a saúde ambiental e humana. Nesse contexto, a exploração minerária se destaca como atividade de elevado potencial para tais ameaças à segurança hídrica e humana, haja visto as consequências dos derramamentos de lama nos reservatórios de rejeitos ocorridos em Minas Gerais nos últimos anos, sobretudo à luz do desmonte nas políticas ambientais. Mesmo em se compreendendo a importância econômica da atividade mineradora, é de fundamental importância que se priorize a segurança ambiental e humana frente à empreendimentos com tal potencial de gerar danos ao meio ambiente e à vida humana. Em sua profunda revisão sobre a relação entre crise hídrica e atividade mineradora, Figueiredo (2021) expõem os aspectos complexos entre exploração minerária e o provimento de água no Quadrilátero Ferrífero. O papel das políticas públicas em compreender a complexidade do cenário de risco em que se encontram as bacias hidrográficas de abastecimento urbano nessa região é debatido e questionado pelo autor, assim como a passividade em se planejar estratégias alternativas

emergenciais de captação de água para abastecimento em caso de colapso das estruturas mineradoras, por exemplo, utilizando-se aquíferos. Já Felipe *et al.*, (2021) revelam, através de uma análise socioambiental gerada a partir da experiência vivida pelos atingidos pelo rompimento da barragem da mina do Córrego do Feijão (Brumadinho, MG, em 25 de janeiro de 2019), um triste cenário de descaso e desvalorização da vida humana, que expõe o abismo existente entre sustentabilidade ambiental e sustentabilidade econômica, subsidiado pela deterioração da política ambiental brasileira. Também Bastos *et al.*, (2021) ressaltam as consequências sociais e humanas resultantes do rompimento da Barragem de Mariana, ocorrida em 2015, demonstrando que os impactos sobre a saúde humana são múltiplos e se prolongam por vários anos após os atingidos terem sido “removidos” de suas residências e de sua vida cotidiana. Em “As Tragédias de Mariana e Brumadinho: É prejuízo? Para quem?” Rocha (2021) analisa de maneira sistemática e objetiva a forma como a atividade mineradora é praticada no Brasil, e quais os prejuízos reais dos rompimentos das barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019) para todas as partes envolvidas. Também Castro (2021), em seu estudo “Desastres de Mariana e Brumadinho: o que aprendemos ou deixamos de aprender?”, argumenta que a forma como é praticada a atividade mineradora no Quadrilátero Ferrífero, priorizando a produção para o mercado externo, contribui para que os grandes prejudicados por tais catástrofes sejam o meio-ambiente e as populações humanas locais. Em ambos os estudos fica claro que para as empresas resta apenas o ônus do prejuízo de *imagem*, sobretudo no mercado internacional. Neste contexto, trabalhos como o Atlas das Barragens de Mineração em Minas Gerais, aqui apresentado por Pinto-Coelho *et al.*, (2021), tornam-se essenciais. Os autores realizam um trabalho minucioso de caracterização das inúmeras barragens de rejeito em MG em função da sua proximidade das populações urbanas que estariam expostas a uma possível ruptura. Tais estudos são importantíssimos não apenas para subsidiar os órgãos públicos e os tomadores de decisão em seu planejamento de crises, associadas a desastres ambientais, mas também possibilitam o esclarecimento da população em áreas de risco, dando às comunidades respaldo técnico-científico acessível para projetos populares na cobrança por providências governamentais.

Além das questões sócio-econômico-ambientais aqui apresentadas, desencadeadas por tragédias envolvendo bacias hidrográficas, pelas mudanças climáticas e atividades de uso e ocupação da terra pelo homem, a crise hídrica e a segurança hídrica permeiam ainda discussões sobre saneamento e acesso à água de qualidade para abastecimento e consumo humanos, doenças de veiculação hídrica e medidas básicas de higiene com potencial de impacto epidemiológico na contenção de disseminação de microorganismos, conflitos sociais e políticos gerados pela má distribuição no abastecimento, dentre outros. Fica claro, que a crise hídrica precisa ser abordada em seu caráter mais amplo, permitindo uma análise integrada entre os recursos hídricos e os processos

vigentes em suas bacias de drenagem, sejam estes frutos das modificações passadas e/ou atuais nos padrões de uso e ocupação da terra, no clima do planeta e na ordem político-econômica mundial.

## REFERÊNCIAS

BASTOS, J. N.; RIOS, M. L.; GOMES, I.; ROCHA, L. C. A tragédia de Mariana: Um recorte sistêmico. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 174-183, 2021.

BOËCHAT, I. G.; BRAUNS, M.; CARVALHO, A. P. C.; PAIVA-MAGELA, A. B. M.; CHAVES, R. C.; HILLE, S.; GÜCKER, B. Assessing land-use impacts on a 5th-order tropical river using multiple environmental indicators. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 32-52, 2021.

CASTRO, P. T. A. Desastres de Mariana e Brumadinho: o que aprendemos ou deixamos de aprender? **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 196-207, 2021.

FELIPPE, M. F.; COSTA, A.; GONÇALVES, R. J. A. F.; GUIMARÃES, I. P. M. B.; OLIVEIRA, G. B.; MACHADO, A. C. A. R.; REIS, L. A. Minas de lama: os ecos dos invisibilizados em uma paisagem mutilada. Relatório da Expedição pelo vale do Rio Paraopeba. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 133-173, 2021.

FIGUEIREDO, M. A. Mineração e Crise Hídrica em Minas Gerais: Quadrilátero Ferrífero/Quadrilátero Aquífero. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 116-132, 2021.

GLEICK, P. H. **The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources**. Washington: Island Press, 2014. 475p.

LIMA, I. B.; BOËCHAT, I. G.; GÜCKER, B. Glifosato no Brasil: uso, contaminação aquática, efeitos ambientais e perigos para a saúde humana. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial, p. 90-115, 2021.

MILLINGTON, N. Producing water scarcity in São Paulo, Brazil: The 2014-2015 water crisis and the binding politics of infrastructure. **Political Geography**, v. 65, p. 26-34, 2018.

OLIVEIRA, T. A.; LOBATO, R.B.; FELIPPE, M. F. O rompimento da Barragem I da mina do Córrego do Feijão: alterações na paisagem da bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão, município de Brumadinho, Minas Gerais – Brasil. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial, p. 260-276, 2021.

PELLEGRINI, C. C. Os Reservatórios e o Clima: Uma Introdução ao Tema. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 9-31, 2021.

PIESSE, M. **Global water supply and demand trends point towards rising water insecurity**. Global Food and Water Crises Research Programme. Published by Future Directions International Pty Ltd., 2020.

PINTO-COELHO, R. M.; VIEIRA, E. M.; PIO, F. P. B.; ALMEIDA, V. F.; & SANTOS, R. Atlas das barragens de mineração em Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 208-259, 2021.

RIOS, M. L.; CARDOZO, F. S.; PEREIRA, G.; ROCHA, L. C. Os usos e coberturas da terra afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, Mariana – MG. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 184-195, 2021.

RITCHIE, H. **Water Use and Stress**. Published online at OurWorldInData.org., 2017.

ROCHA, L. C. As tragédias de Mariana e Brumadinho: é prejuízo? Para quem? **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 31, Número Especial 1, p. 184-195, 2021.

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T. Benefits and legacy of the water crisis in Brazil. **Rev. Ambient. Água**, v. 10, n. 2, p. 234-239, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) AND THE UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines**. 2017.

WORLD WATER COUNCIL. **Water Security, Sustainability and Resilience. WWC Strategy-2019-2021**. Report, 2018.