

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

CHUVAS EXTREMAS: QUALIDADE DA ÁGUA E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Amanda de Almeida Wakasa Magdaleno¹; Frank Pavan de Souza²

Resumo: As mudanças climáticas têm intensificado a ocorrência de eventos hidrometeorológicos extremos em escala global. No Brasil, episódios como as chuvas torrenciais e inundações — a exemplo do que ocorreu no estado do Rio Grande do Sul, no ano de 2024 — evidenciam essa realidade. Um dos principais impactos associados a tais eventos diz respeito à potencial degradação da qualidade da água, provocada pelo carreamento de sedimentos, matéria orgânica e contaminantes diversos provenientes do escoamento superficial. Esses fatores comprometem diretamente a eficiência operacional das Estações de Tratamento de Água (ETAs), exigindo respostas técnicas imediatas. Diante disso, o uso de soluções emergenciais, como as ETAs móveis e o método de desinfecção solar da água (SODIS), configura-se como alternativa viável para assegurar o abastecimento hídrico seguro. O presente artigo tem como objetivo analisar os impactos das chuvas extremas sobre a qualidade da água, destacando as estratégias empregadas para garantir a segurança do abastecimento, com ênfase no uso de tecnologias de resposta emergencial. Seguindo esse propósito, foi realizada uma pesquisa exploratória qualitativa fundamentada em fontes acadêmicas e informativas disponíveis em meio digital, como Google Acadêmico e SciELO. Nesse sentido os critérios de inclusão foram a relevância para o estudo bem como a credibilidade e legitimidade da fonte de consulta. Conclui-se que a ocorrência de eventos extremos demonstra falhas no planejamento urbano e evidencia a importância das legislações para organizar as cidades e evitar as situações calamitosas.

Palavras-Chave: Mudanças climáticas. Qualidade da água. Saneamento.

Abstract: Climate change has intensified the occurrence of extreme hydrometeorological events on a global scale. In Brazil, episodes such as torrential rains and floods — as seen in the state of Rio Grande do Sul in 2024 — highlight this reality. One of the main impacts associated with such events concerns the potential degradation of water quality, caused by the runoff of sediments, organic matter, and various contaminants from surface water flow. These factors directly compromise the operational efficiency of Water Treatment Plants (WTPs), requiring immediate technical responses. In this context, the use of emergency solutions, such as mobile WTPs and the solar water disinfection method (SODIS), emerges as a viable alternative to ensure safe water supply. This article aims to analyze the impacts of extreme rainfall on water quality, highlighting the strategies employed to ensure supply safety, with an emphasis on the use of emergency response technologies. To this end, a qualitative exploratory study was conducted based on academic and informational sources available online, such as Google Scholar and SciELO. Inclusion criteria focused on the relevance to the study as well as the credibility and legitimacy of the consulted sources. It is concluded that the occurrence of extreme

¹⁾ Instituto Brasileiro de Educação Continuada (INBEC), wakasamagdaleno@gmail.com

²⁾ Institutos Superiores de Ensino do CENSA (ISECENSA), frankpavan@gmail.com

events reveals flaws in urban planning and underscores the importance of legislation to organize cities and prevent disastrous situations.

Keywords: Climate change. Water quality. Sanitation.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são fenômenos que ocorrem, especialmente, em virtude da queima de combustíveis fósseis, e provocam um questionamento sobre a disponibilidade da água em vista ao futuro. Como consequência, podem ser desencadeados episódios de estiagem, inundações, tempestades e ondas de calor (ANA, 2024; SANEAR, 2025).

Esses eventos anormais, que são decorrentes de alterações de padrões de chuva e seca, têm como pressuposto a mudança da disponibilidade hídrica e a alteração nos parâmetros de qualidade da água que interferem negativamente na vida da população podendo até ocasionar perdas econômicas e agravamento de problemas sociais. Essa questão torna-se ainda mais sensível quando se considera possíveis prejuízos que mananciais responsáveis pelo abastecimento das Estações de Tratamento de Água (ETAs) podem sofrer, o que é passível de comprometer o fornecimento hídrico de toda uma população (ANA, 2024; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2024).

No sentido do que trata a ANA (2024), é relevante ressaltar a importância da segurança hídrica para a população, principalmente no que tange a qualidade da água, devido à necessidade de estar em condições adequadas e enquadradas em padrões estabelecidos por normativas específicas. Como exemplo, pode-se citar a Portaria GM/MS nº 888/2021, que dispõe sobre os padrões de potabilidade, definindo valores máximos permitidos para determinados compostos na água (BRASIL, 2021).

Cabe ressaltar também que uma postura resiliente e preparada para os eventos anômalos é um diferencial. Essas medidas têm reflexo em diversos aspectos estruturais como, por exemplo, nas estruturas das ETAS, que são melhoradas para evitar inundações e problemas técnico-operacionais e, a modernização de reservatórios. Além disso, há o direcionamento de esforços para novos projetos que viabilizem uma melhora no planejamento urbano (AESBE, 2025).

Nessa perspectiva, o objetivo do artigo consiste em analisar os impactos de eventos anormais, com foco nas chuvas extremas e suas consequências, na qualidade da água, bem como apresentar as estratégias utilizadas para assegurar o abastecimento seguro, com ênfase no uso de soluções emergenciais, para viabilizar a garantia da segurança da água.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica exploratória, com enfoque qualitativo, fundamentada em fontes acadêmicas e informativas disponíveis em meio digital. O levantamento de dados foi realizado por meio das plataformas Google Acadêmico e SciELO, utilizando-se as seguintes palavras-chave: “metodologias alternativas de desinfecção da água”, “chuvas e alterações na qualidade da água”, “abastecimento de água Brasil”, “mudanças climáticas e recursos hídricos”, “planejamento urbano Rio Grande do Sul” e “educação ambiental mudanças climáticas”.

Complementarmente, foram consultadas fontes institucionais na plataforma Google, a partir das expressões: “Rio Grande do Sul enchente água potável”, com o objetivo de identificar registros recentes sobre estratégias emergenciais de promoção da qualidade da água na região afetada.

Como critérios de inclusão foram adotados:

- a) pertinência do conteúdo ao objetivo do estudo;
- b) credibilidade e legitimidade da fonte consultada.

A seleção dos materiais priorizou publicações contemplando artigos científicos, relatórios técnicos, publicações governamentais e reportagens que abordassem o impacto de eventos hidrológicos extremos sobre o abastecimento de água e estratégias mitigadoras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Impactos de chuvas extremas na qualidade da água

Em eventos climáticos como as tempestades, os mananciais podem ser afetados com o carreamento de sedimentos que se acumulam e dificultam o tratamento da água. Além do mais, esse mesmo fenômeno pode ocasionar a contaminação das águas superficiais pelo transbordamento de efluentes por canais de coleta e redes de esgoto. Os contaminantes são dos mais diversos tipos: micropoluentes orgânicos e inorgânicos (por exemplo, metais pesados), microrganismos, entre outros. (DELPLA *et al.*, 2011; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2024).

Dentro desse panorama, alterações no padrão da qualidade da água também podem ser observadas. A turbidez é um dos principais parâmetros físico-químicos, que indica a quantidade de partículas suspensas e revela o grau de opacidade da água. Em casos de tempestades, a turbidez aumenta devido a uma maior quantidade de partículas na água (AESBE, 2025; FUNASA, 2013).

Ao passo que a turbidez da água passa por alterações, outros parâmetros físico-químicos também sofrem modificações com as chuvas. O pH, por exemplo, como mostra Almeida *et al.* (2017), eleva-se e a água bruta se torna mais alcalina em períodos mais chuvosos, podendo variar o pH em até 6,39% nessa época. Por outro lado, os mesmos autores defendem a interferência das chuvas na cor da água, parâmetro que possui um coeficiente de variação de 86,14% para a água bruta.

No entanto, no âmbito microbiológico, os coliformes totais, a *Escherichia coli* e a densidade de cianobactérias são parâmetros que também são avaliados em um manancial e determinantes para determinar a sua qualidade. Em situações de precipitação extrema há alteração na quantidade desses organismos no manancial e, consequentemente, uma piora na qualidade da água em decorrência do maior aporte de efluentes na água o que viabiliza mais nutrientes, como nitrogênio e fósforo na água e propicia o desenvolvimento desses microrganismos (FUNASA, 2013).

Como exposto anteriormente, é notório que as chuvas extremas acarretam um desequilíbrio hídrico devido ao aumento do fluxo da água superior à capacidade da Estação de Tratamento de Água e em, por isso, maiores custos para o tratamento da água. Essa situação pode ser observada no Rio Grande do Sul, em maio de 2024. Em vista disso, diversos desafios foram enfrentados pelo sistema de abastecimento de água no estado pela companhia de saneamento local, como a redução da disponibilidade e a dificuldade de distribuição de água para determinadas áreas (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2024; PAIVA *et al.*, 2024).³

O Rio Grande do Sul é um exemplo importante quando se trata desse evento climático extremo. Dias com precipitações anômalas impactaram o estado com números superiores a 100 milímetros por dia e em algumas cidades, chegou a até 1000 milímetros na semana. Esse número representa $\frac{2}{3}$ da precipitação anual. Em detrimento desse fato, a chuva elevou o nível dos rios que acabaram

³Disponível em: <https://www.agencia.marinha.mil.br/cuidando-da-nossa-gente/marinha-envia-estacoes-para-tratamento-de-agua-ao-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 21 de mar de 2025

transbordando para as cidades e provocaram inundações em diversas áreas como o centro, aeroporto, comércio, além de deixar a população desamparada sem suas casas (SANEAR, 2025).

3.2. SOLUÇÕES EMERGENCIAIS PARA A GARANTIA DA QUALIDADE DA ÁGUA

3.2.1. ETAs móveis

Em uma conjuntura climática adversa, com inundações, uma alternativa interessante a ser explorada são as Estações Móveis de Tratamento de Água. Essas pequenas Estações de Tratamento de Água (ETAs) têm o objetivo de fornecer água tratada para a população em condições em que não é possível captar água de uma ETA convencional e há uma diminuição considerável na disponibilidade de água para a população (FUNASA, 2017).³

As ETAs Móveis são muito utilizadas por populações que não têm acesso à água de qualidade. Empresas de saneamento, como a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), já adotaram a técnica operacional a fim de que essas áreas não fiquem descobertas. A FUNASA é outra instituição que utiliza o equipamento para abastecer localidades em situações emergenciais, tanto em inundações quanto em períodos de estiagem (BANDEIRA, 2023; FUNASA, 2017).

Ao passo que esta técnica se mostra consolidada, é possível constatar que as Estações Móveis são uma escolha segura em situações emergenciais, como no caso do Rio Grande do Sul, onde a Marinha do Brasil (MB), utilizou essas ETAs para fornecer água para a população, na situação de calamidade que ocorreu no estado. Um método sólido é mais fácil de ser implementado e a aceitabilidade por parte da população é maior.³

No estado afetado pela enchente, a estratégia de atuação da Marinha do Brasil utilizando Estações de Tratamento Móveis em localidades de difícil acesso de água potável garante apoio às vítimas da tragédia. No relatório divulgado em maio, primeiro mês de atividades da MB, o saldo foi de duas ETAs móveis (MARINHA DO BRASIL, 2024).

No sentido do exposto anteriormente, o processo de potabilidade da água através das ETAs móveis consiste na captação, e por tratamentos com carbonato de sódio, cloro e álumen, além dos processos de filtragem e decantação, até a água estar própria para o consumo. A esquemática de operação do equipamento pode ser verificada pela figura 1.

Figura 1 – Funcionamento das Estações de Tratamento de Água Móveis da Marinha – Agência Marinha (2024)



3.2.2. Desinfecção solar da água – SODIS

Não apenas as ETAs Móveis são utilizadas como método de desinfecção da água. Uma técnica que também pode ser usada é a desinfecção da água por meio da luz solar, denominada *Solar Water Disinfection* – SODIS (Desinfecção Solar da Água, em português). O procedimento é simples, seguro e de baixo custo, podendo ser adotado quando não se tem possibilidades de obter água com qualidade à disposição. Além disso, há a vantagem da redução de doenças de veiculação hídrica pela inativação de microrganismos patogênicos, como a *Escherichia coli* (WEGELIN E MEIERHOFER, 2002).

Para realizar o processo deve-se considerar alguns aspectos: a turbidez da água e o clima local. A turbidez não deve estar acima de 30 uT, pois acima desse valor os microrganismos ficam blindados da radiação e não conseguem ser inativados. O clima, por sua vez, caso apresente sol, a água deve ser exposta por 6h, caso esteja nublado, a radiação diminui $\frac{1}{3}$, necessitando uma exposição de 48h. (WEGELIN E MEIERHOFER, 2002).

Ainda segundo Wegelin e Meierhofer (2002), a técnica consiste na atuação da radiação UV-A com a ação da temperatura que têm a função de inativar microrganismos como bactérias, vírus e, a depender da temperatura de exposição solar, protozoários, e, assim, tornar a água microbiologicamente segura. O método consiste no armazenamento da água em garrafas PETs, colocando-as na direção horizontal, geralmente em cima dos telhados das casas.

Corroborando com o que afirma nas Diretrizes da AESBE (2025), a Figura 2 demonstra os locais de implantação da SODIS no Brasil o que indica uma adesão à técnica, e o maior acesso da população rural à água potável, reduzindo os índices de doenças de veiculação hídrica. Como resultado desta prática, pode-se destacar a transferência de conhecimento para a população para que a SODIS seja realizada de forma correta, como também melhores entendimentos sobre educação ambiental (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2015).

Figura 2 – Locais de implantação do SODIS no Brasil (Fundação Banco do Brasil, 2015)



Em vista ao exposto, a Fundação Banco do Brasil (2024) lidera o projeto de implantação do SODIS no Brasil e afirma que o local ideal para desenvolver essa iniciativa é nas escolas. O público, as crianças, são mais receptivas a novos desafios e ao aprendizado de novas tecnologias e, por essa razão, a implantação da técnica está sendo realizada com alunos e professores.

3.3 Medidas preventivas e estratégicas de resiliência hídrica

Com a ocorrência de acontecimentos extremos é possível observar falhas no planejamento urbano, como no caso do Rio Grande do Sul. As políticas públicas voltadas para tal fazem diferença em situações de calamidade. O Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001, trata sobre:

Garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2001).

Essa lei tem como um dos instrumentos o plano diretor para as cidades e assim seguir uma linha de ação consistente para cumprir os projetos e metas e conseguir passar por situações extremas. No exemplo supracitado, a cidade de Porto Alegre, em particular, foi devastada pela enchente em 2024 e sentiu a fragilidade e ineficiência de seu plano diretor em vista dos eventos climáticos.⁴

No que tange a esse assunto, a relação de mudanças climáticas e planejamento urbano, uma medida preventiva é o Plano de Ação Climática. Como citado anteriormente, Porto Alegre, em 2024 divulgou o seu com o objetivo de reduzir a emissão de gases de efeito estufa e mitigação/adaptação em diversos âmbitos, como social, econômico, entre outros. O Plano foi firmado na COP 27 e se mostra promissor para resolução das questões atravessadas pela cidade (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, s.d.).

Do ponto de vista jurídico, é fundamental considerar o arcabouço legal que rege o setor de saneamento básico no Brasil. Destacam-se, nesse contexto, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, e a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que se consolida como o Novo Marco Legal do Saneamento. A universalização dos serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário deve ser prevista até o ano de 2033, alcançando a marca de 99% da população com acesso à água potável e 90% com acesso à coleta e ao tratamento de esgoto (BRASIL, 2007; BRASIL, 2020).

Acerca desse aspecto, dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) - (2022) mostram que o atendimento total da população por água é, em média, de 84,92%, o que implica em cerca de 15% da população não atendida pela distribuição de água no Brasil. Ao mesmo tempo, em 2022, 16,896 milhões de moradias não recebiam água todos os dias, mesmo estando ligadas à rede de distribuição de água, correspondendo a 22,8% do total de endereços no Brasil (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2023).

Para mitigar essa situação alarmante é importante que o governo invista em projetos de educação ambiental com a população, principalmente em escolas a fim de alimentar o desejo de proteger o meio ambiente e o espaço onde estes vivem. Os projetos podem ser desenvolvidos por meio de jogos, dinâmicas de grupo, oficinas e palestras, que são métodos que chamam a atenção para o orador e instigam quem está do outro lado a participar e a se interessar pela temática (SILVA, 2019).

Como um caso bem-sucedido, pode-se citar as práticas utilizadas pela empresa de saneamento do estado do Rio de Janeiro, Companhia Estadual de Águas e Esgotos - CEDAE, que, junto ao governo do Estado, vem aproximando a população com ações sociais através da educação ambiental, publicações em redes sociais educativas, ações em eventos de grande quórum, distribuição de cartilhas e revistas, o que aproxima e educa a comunidade. Além dessas ações educativas, as

⁴ Disponível em: <https://www.matinaljornalismo.com.br/matinal/reportagem-matinal/climatica/enchente-de-2024-evidenciou-desmonte-estatal-affirmam-pesquisadores-da-ufrgs/>

publicações entre vídeos e fotos, reportam e demonstram a importância da qualidade da água, e divulgam as técnicas inovadoras que a Companhia vem utilizando para garantir a segurança hídrica da população do Rio de Janeiro (CEDAE, s.d).

4. CONCLUSÃO

O estudo de caso apresentado anteriormente – estado do Rio Grande do Sul – que ficou submerso em maio de 2024 devido ao transbordamento de rios em decorrência de chuvas intensas, sofreu com os efeitos climáticos extremos. Esses fenômenos anormais têm gerado impactos significativos na dinâmica socioambiental, principalmente no que diz respeito à qualidade da água para consumo humano, o que reflete a necessidade de medidas de mitigação, como as ETAs móveis e a técnica SODIS, a fim de que se possa alcançar a potabilidade da água atendendo padrões exigidos pelos órgãos competentes.

Ressalta-se que a utilização de ETAs móveis e da técnica SODIS são de grande valia em momentos em que as Estações de Tratamento de Água estão comprometidas, como no caso do Rio Grande do Sul. Em situações de chuvas torrenciais há possibilidade de ocasionar casos de contaminação das fontes hídricas por sedimentos comprometendo a qualidade da água tratada e distribuída para a população.

Ainda que sejam evidenciadas medidas mitigadoras passíveis de melhorar a qualidade da água em situações calamitosas, é importante adotar medidas estruturais e emergenciais de segurança hídrica, além do cumprimento da legislação para regulamentação das condições de vida da população, especialmente no que se refere aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Uma visão ampla no que diz respeito aos dias atuais também trata da educação ambiental que tem como objetivo adequar as medidas a serem implementadas com a prática. A capacidade de atrelar essas duas frentes, do plano legislativo junto à esfera social, é um caminho de sucesso para que seja possível enfrentar a crise climática, porque as técnicas supracitadas terão uma taxa de sucesso muito maior caso a aceitabilidade social seja grande.

Portanto, é notório o efeito das chuvas extremas na qualidade da água e como há consequências onde esse evento climático ocorre. Além desse fenômeno climático, uma contribuição relevante para o estudo é a demonstração pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de que a elevação média da temperatura em 1,5°C contribuirá negativamente para o cenário global, marcando uma possível alteração nos padrões climáticos e, consequentemente, na qualidade da água. Diante disso, se faz necessário implementar em âmbito municipal e estadual medidas de mitigação para reduzir os riscos e garantir a resiliência dos sistemas de saneamento e abastecimento urbano.

AGRADECIMENTOS

À minha família e ao meu marido, muito obrigada por todo apoio e carinho. Vocês são essenciais e meu porto seguro.

Ao meu orientador Frank, obrigada pela orientação e pela maestria em corrigir este trabalho.

E, a todos que torcem por mim, obrigada!

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO (AESBE). **Saneamento e Mudança Climática: Diretrizes das Empresas de Água e Esgoto para o enfrentamento de eventos anormais.** 2024.p 9, 16, 30. Disponível em: https://www.aesbe.org.br/arquivos/relatorio_aesbe_diretrizes_pt.pdf. Acesso em: 30 mar. 2025.

ALMEIDA, Marília Cunha; SILVA, Maiara Macêdo; PAULA, Marcelo de. **Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água em relação à turbidez, cor e pH da água.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), v. 5, n. 1, p. 25-40, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/17396>. Acesso em: 13 abr. 2025

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Impacto da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil.** Brasília: ANA, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/arquivos-externos/mudanca_climatica23012024-72dpi.pdf. Acesso em: 18 mai. 2025.

BANDEIRA, Érica. **Etas móveis: tecnologia para um abastecimento mais eficiente.** Revista Cagece, Fortaleza, ano VIII, n. 18, p. 54-55, 2023. Disponível em: https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/PDF/RevistaCagece/PDF/Revista-Cagece_ed18_2023.pdf. Acesso em: 19 mai. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 83, p. 88–90, 5 maio 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em 4 mai. 2025

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 138, n. 132, p. 1, 11 jul. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 23 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 8 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 23 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 16 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 23 abr. 2025.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO DE JANEIRO (CEDAE). **Educação Ambiental.** [S.l.: s.n.], s.d. Disponível em: <https://www.cedae.com.br/SOCIOAMBIENTAL/A%C3%A7%C3%A7%C3%B5es-Socioambientais/Educa%C3%A7%C3%A3o-Ambiental>. Acesso em: 19 mai. 2025.

DELPLA, I et al. **Impactos da mudança climática na qualidade da água da superfície em relação à produção da água de beber.** Revista de Saúde Meio Ambiente e Sustentabilidade, São Paulo, v; 6, n. 2, ago. 2011. Acesso em: 21 jul. 2025.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Programação e Operação da Unidade Móvel de Tratamento de Água de Baixa Turbidez da Funasa (UMTA).** 1. ed. Brasília: FUNASA, 2017. p9-11. Acesso em 21 mar. 2025.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual prático de análise de água. 4. ed.** Brasília: FUNASA, 2013. p. 10, 12, 63, 113. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/507/Manual%20pr%C3%A1tico%20de%20an%C3%A1lise%20de%20%C3%A1gua%20%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 4 mai. 2025.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL **Desinfecção solar da água (SODIS).** 2015 Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/sodis-desinfeccao-solar-da-agua>. Acesso em: 24 mar. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **A vida sem saneamento: para quem falta e onde mora essa população.** São Paulo, nov. 2023. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2023/11/Estudo-ITB-Release_A-vida-sem-saneamento-para-quem-falta-e-onde-mora-essa-populacao.pdf. Acesso em: 3 abr. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Mudanças Climáticas no Setor de Saneamento: Como secas, tempestades e ondas de calor impactam o consumo de água.** Novembro, 2024.p 26-27. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/11/Estudo-Completo.pdf>. Acesso em: Acesso em 24 mar. 2025.

MARINHA DO BRASIL. CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA MARINHA. **Militares da Marinha completam um mês de atuação no RS.** Press release, Maio 2024. p3. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/30mai_press_release_militares_da_marinha_completam_um_mes_de_atuacao_no_rs.pdf. Acesso em: 21 mar. 2025.

PAIVA, R. et al. **Critérios hidrológicos para adaptação à mudança climática: chuvas e cheias extremas na região Sul do Brasil.** [s.l.]: IPH/UFRGS, 2024. (Nota Técnica). Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/05/CriteriosAdaptacaoMudancaClimaticaChuvasCheiasExtremasSul.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2025

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano de Ação Climática.** Porto Alegre: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, s.d. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/smamus/plano-deacao-climatica>. Acesso em: 23 abr. 2025.

SANEAR. A revista do Saneamento. Ano XVII, n. 48. **Companhias Estaduais de Saneamento unidas pelo Rio Grande do Sul.** 2025. p14-15. Disponível em: <https://aesbe.org.br/novo/wp-content/uploads/2024/06/Revista-Sanear-48.pdf.pdf>. Acesso em 30 mar. 2025

SILVA, Emanuel Mateus da. **O papel da Educação Ambiental nas ações de combate às mudanças climáticas.** Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 14, n. 2, p. 396, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334186761>. Acesso em: 23 abr. 2025.

WEGELIN, M.; MEIERHOFER, R. **Desinfecção solar da água: Guia de aplicações do SODIS.** Instituto Federal Suíço de Ciências e Tecnologia Aquática–EAWAG. Departamento de Saneamento e água para países em desenvolvimento–SANDEC, Dubendorf, 2002. Disponível em:https://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_p.pdf. Acesso em: 24 mar. 2025. p15