

CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DAS UGRHIs DE CONTRIBUIÇÃO DIRETA AO RESERVATÓRIO DE BARRA BONITA- SP

Tatiane Almeida Lemos¹
Felipe Santos Coelho²
Marcelo Luiz Martins Pompêo³

Estudo das práticas de gestão de recursos hídricos, incluindo conservação, tratamento de água e políticas de uso sustentável

Resumo

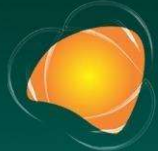
O esgotamento sanitário integra uma das vertentes abrangidas pelo saneamento no Brasil, que gera forte impacto sobre a população e o meio ambiente. Objetiva-se com este trabalho realizar a caracterização do esgotamento sanitário das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) de contribuição direta ao reservatório de Barra Bonita, São Paulo, as UGRHI PCJ (Piracicaba/Capivari/Jundiaí) e UGRHI SMT (Sorocaba/Médio Tietê). Para isso, realizou-se uma pesquisa documental, tendo por base os dados disponibilizados pelo SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), correspondentes aos anos de 2013 e 2022, com indicadores previamente definidos. As UGRHIs PCJ e SMT possuem elevada densidade demográfica. Na UGRHI PCJ 89% da população é assistida pelo sistema de esgotamento sanitário, número que não sofreu alterações para os dois períodos analisados. Na UGRHI SMT o percentual de atendimento foi de 81% para o ano de 2013 e 80% para o ano de 2022, não apresentando grande variação. Os indicadores de esgotamento sanitário das duas UGRHIs analisadas demonstram que grande parte da população é assistida pelo serviço, realidade bem diferente do restante do país. No entanto, mesmo após dez anos, não ocorreu mudanças na porcentagem da população atendida, o que sugere que não há perspectivas de no curto prazo atingir a universalização dos serviços.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Recursos hídricos; Saneamento.

¹Aluna do Curso de Doutorado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, tatianealmeidalemos@gmail.com.

²Aluno do Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, felipecoelhosantos13@gmail.com.

³Prof. Dr. Marcelo Luiz Martins Pompêo, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, mpompeo@ib.usp.br.



INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano, apresenta, dentre outros, forte impacto sobre a hidrografia da área em que ocorre, em decorrência da sua forma de ocupação, mais precisamente à ausência de saneamento básico. A inexistência de sistemas de coleta, tratamento e destinação final adequada de esgotos sanitários ocasiona a disposição inadequada de resíduos, dentre as quais: lançamento em corpos hídricos, terrenos e consequente infiltração no solo e poluição da água subterrânea (Sampaio; Gomes, 2020; Dos Santos, 2008).

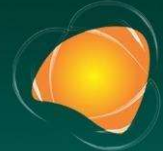
No Brasil, o saneamento básico é caracterizado por quatro serviços: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2020). Segundo o relatório a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura 26% da população mundial não possui acesso à água potável, o que corresponde a 2 bilhões de pessoas, além disso, 46% não possuem serviços de saneamento adequados e seguros, número que abrange 3,6 bilhões de pessoas no mundo (UNESCO, 2023).

Neste cenário, a preservação do meio ambiente também se torna um dos maiores desafios, onde, a precária estrutura de saneamento, principalmente em países em desenvolvimento, compromete não só o bem-estar direto da população, mas também ocasiona a degradação do meio ambiente (Rocha et al., 2021).

Objetiva-se com este trabalho realizar a caracterização do esgotamento sanitário das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos de contribuição direta ao reservatório de Barra Bonita, São Paulo.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa documental, segundo Gerhardt e Silveira (2009), pois está baseada em fontes que não utilizam tratamento analítico prévio, como tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, entre outras.



O reservatório de Barra Bonita está localizado no estado de São Paulo, região sudeste do Brasil, e recebe contribuição direta das bacias dos rios Piracicaba/Capivari/Jundiaí e Sorocaba/Médio Tietê. Tem como principais tributários os rios Piracicaba e Tietê (Figura 1). Criado a princípio para fins de abastecimento elétrico, posteriormente abrangeu diferentes finalidades como: irrigação, pesca, lazer, navegação e abastecimento público (Prado; Novo, 2007).

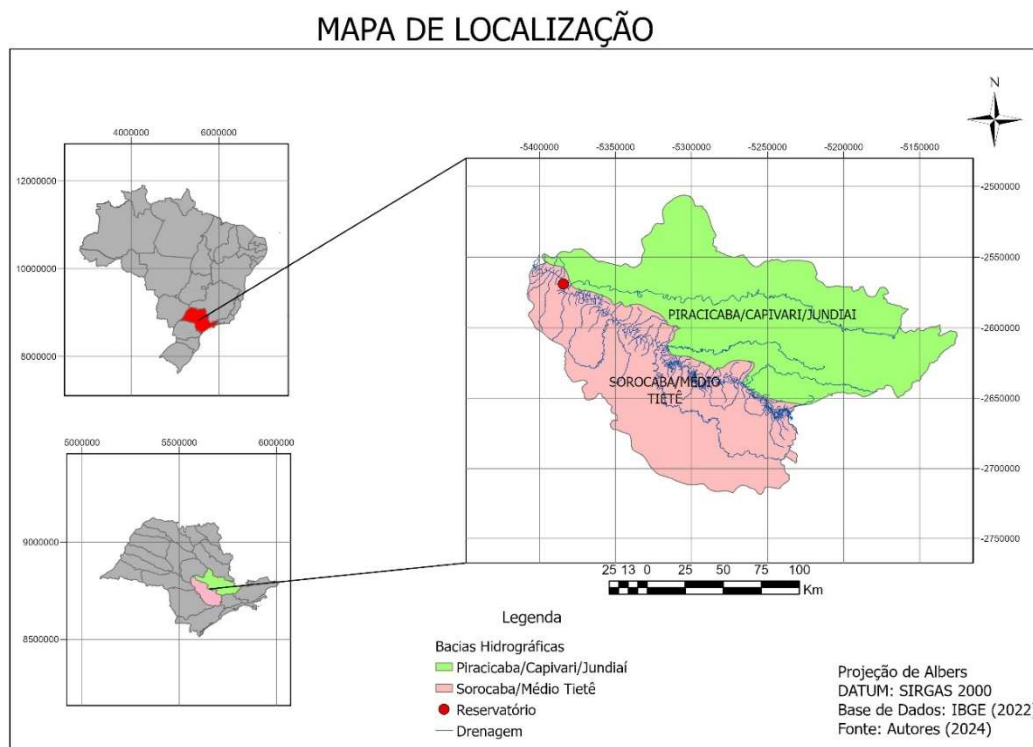
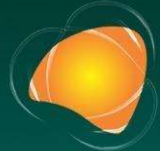


Figura 1: Mapa de localização do reservatório de Barra Bonita. Bacias hidrográficas obtidas em formato Shapefile através da base de dados do IBGE, posteriormente transformadas para projeção de Albers, pois a área de estudo abrange mais de um fuso UTM. Fonte: Autores (2024).

As Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) foram estabelecidas através da Lei Nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016, que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado de São Paulo. Esta lei define as UGRHIs como divisões hidrográficas do estado de São Paulo, e sua divisão deve ser adotada por órgãos e entidades do Estado que façam parte do Sistema Integrado



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH) na ocasião de estudos, proposição de planos e programas de utilização, recuperação, controle, proteção e conservação dos recursos hídricos, bem como de programas e ações relacionados (São Paulo, 2016).

Os dados sobre saneamento empregados neste trabalho são oriundos do banco de dados do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - <http://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/>, versão 2024.006), abrangendo os anos de 2013 e 2022 para as Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHIs) do Piracicaba/Capivari/Jundiaí (PCJ) e Sorocaba/Médio Tietê (SMT).

O período de tempo selecionado, de 2013 a 2022, justifica-se pela escassez de dados nos anos anteriores. Apesar da maior robustez a partir de 2013, dos 110 municípios correspondentes as duas Unidades de Gerenciamento analisadas, os municípios de Iracemápolis, Saltinho e Toledo, localizados na UGRHI PCJ, não foram inseridos na pesquisa pois não possuem dados para o ano de 2013 enquanto que o município de Rio das Pedras, inserido na UGRHI SMT, não possui dados para o ano de 2022.

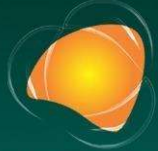
A definição dos indicadores baseou-se também na disponibilidade de informações e, para esta pesquisa, foram empregados os seguintes indicadores, classificados e definidos de acordo com SNIS:

ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário: reflete à população total abrangida pelo serviço de esgotamento sanitário através do prestador de serviços, em áreas urbanas e rurais. Quando ausente mecanismos de obtenção deste dado pelo prestador de serviços, deverá ser adotado o produto da quantidade de economias residenciais ativas de esgotos, multiplicada pela taxa média de habitantes por domicílio do município em questão pelo censo ou contagem de população através do IBGE. Neste caso, deverão ser abatidos os domicílios que não possuem população residente. Unidade: habitantes.

ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgotos: representa o número de ligações ativas de esgoto ligadas a rede pública, incluindo as ligações ativas sem cobrança. Unidade: ligações.

ES004 - Extensão da rede de esgotos: corresponde ao comprimento total da malha de coleta de esgoto, incluindo redes de coleta, coletores troncos, interceptores, não abrangendo ramais prediais e emissários de recalque operados pelo prestador de serviços. Unidade: km.

ES005 - Volume de esgotos coletado: abrange o volume anual de esgoto desembocado na rede



coletora, não inclui o volume de esgoto bruto importado. Unidade: 1000m³/ano.

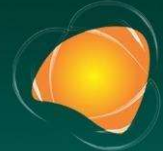
ES006 - Volume de esgotos tratado: representa o volume de esgoto anual no qual foi realizado tratamento, sendo este medido ou estimado nas entradas das ETEs, onde, são excluídos deste indicador o volume de esgoto bruto importado tratado nas instalações do importador e o volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do exportador. Unidade: 1.000m³/ano.

ES012 - Volume de esgoto bruto exportado: volume de esgoto bruto anual transferido para outros agentes, sendo ele enviado a outros prestadores de serviços ou a outros municípios dos quais o prestador de serviços está instalado. Unidade: 1.0000m³/ano.

ES013 - Volume de esgotos bruto importado: refere-se ao volume de esgoto bruto recebido de outros, devendo integrar o recebimento de esgoto de outros prestadores de serviços ou outros municípios do próprio prestador. Unidade: 1.000m³/ano.

ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário: o número de pessoas em área urbana que utiliza os serviços de esgotamento sanitário pelo prestador de serviços. Na ausência de mecanismos para obtenção deste indicador o prestador de serviços poderá estimar utilizando o produto da quantidade de economias residenciais ativas de esgoto multiplicada pela taxa média de habitantes por domicílio do município em questão obtida por meio do censo ou contagem do IBGE, neste cenário serão abatidas as economias residenciais ativas de esgoto que não possuem população residente. Unidade: habitantes.

Após a obtenção dos dados referentes aos indicadores citados, estes foram exportados para planilha eletrônica do tipo Microsoft Excel®, onde os municípios foram classificados por UGRHI correspondente e os valores somados para a obtenção dos números gerais por Unidade de Gerenciamento, a relação entre a população total e a população atendida pelo sistema de esgotamento também foi realizada com o auxílio do software, assim como os gráficos obtidos.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os indicadores de esgotamento sanitário das UGRHIs estudadas. Segundo dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), em 2013 a UGRHI PCJ possuía 6.021.655 habitantes, enquanto que a UGRHI SMT possuía 1.959.611 habitantes para o mesmo ano. Com base nesses dados, é possível observar que a PCJ possuía uma cobertura de 89% em 2013 e a SMT de 80%, através do indicador ES001.

Tabela 01: Índice de esgotamento sanitário dos anos de 2013 e 2022 das UGHIs do Piracicaba/Capivari/Jundiá (PCJ) e Sorocaba/Médio Tietê (SMT).

UGRHI	ES001 (Hab) ¹	ES002 (lig) ²	ES004 (km) ³	ES005 (m ³) ⁴	ES006 (m ³)	ES012 (m ³)	ES013 (m ³)	ES026 (Hab)
2013								
PCJ	5.357.147	1.666.550	18.846,19	314.640,55	237.750,15	404	710,82	5.285.476
SMT	1.579.003	524.635	4.481	87.645	75.077	0	0	1.558.831
2022								
PCJ	5.844.974	2.080.266	22.157,64	383.135,04	351.326,88	22,94	263,54	-
SMT	1.735.977	655.817	6.017	103.192	100.161	0	2.045	-

Unidades de medida: ¹Hab: Habitantes. ²Lig: Ligações. ³Km: Quilômetros. ⁴m³: Metros cúbicos.

Verifica-se também que a população atendida pelo esgotamento sanitário aumentou nas duas unidades, o que pode ser atribuído ao aumento populacional ao longo dos anos de estudo, de acordo com dados da SEADE a população da UGRHI PCJ para a ano de 2022 é de aproximadamente 6.547.375 habitantes, e na UGRHI SMT 2.174.671 pessoas (SEADE, 2022).

Não houve alteração quanto a cobertura de população atendida para os anos de 2013 e 2022 na UGRHI PCJ, 89% da população possui sistema de esgotamento sanitário, ou seja, à medida em que ocorreu o aumento no número de habitantes ocorreu a ampliação do sistema de esgotamento sanitário para a área (Figura 02).

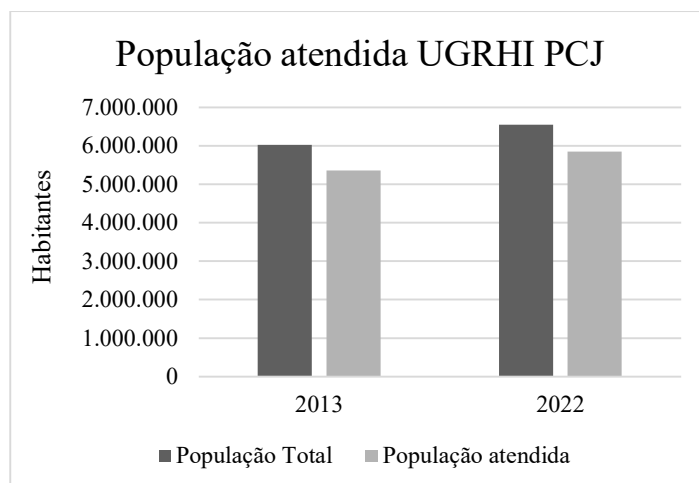
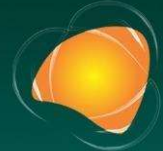


Figura 02: Número de habitantes atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário na UGRHI PCJ.

Na UGRHI SMT 81% da população foi assistida pelo sistema de esgotamento sanitário no ano de 2013, já no ano de 2022 esse número foi de 80%. Apesar de apresentar uma pequena redução no percentual em relação ao número de habitantes e a população atendida pelo serviço, o sistema de esgotamento nesta unidade foi ampliado para o acompanhamento da densidade demográfica da área (Figura 03).

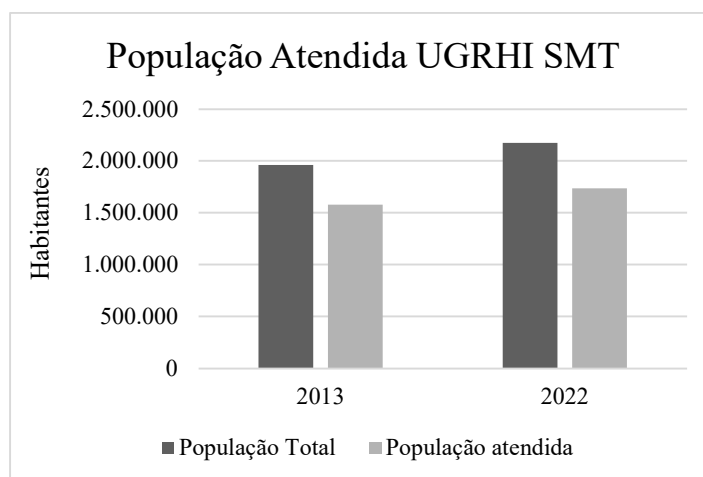
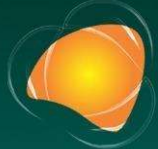


Figura 03: Número de habitantes atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário na UGRHI SMT.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

O número de habitantes abrangidos pelo sistema de esgotamento sanitário nas UGRHIs durante os anos de 2013 e 2022 é alto, se comparado ao restante do país, de acordo com o SNIS apenas 56% da população total brasileira é atendida com rede coletora de esgotos (SNIS, 2024).

Os valores encontrados na UGRHI PCJ aproximam-se do informado pelo seu Plano de bacias (2020-2035), que aponta a cobertura de 88% dos habitantes pelo serviço de esgotamento sanitário, já para a UGRHI SMT o número informado pelo plano é de apenas 18,18% de atendimento, valor bem abaixo do que foi encontrado neste estudo. (Comitê PCJ, 2020; Comitê SMT, 2023).

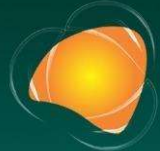
O número de ligações ativas (ES002) na UGRHI PCJ aumentou 413.716 de 2013 para 2022, para a UGRHI SMT ocorreu o aumento de 131.182 ligações. O aumento no número de ligações possui relação direta com o índice de atendimento do esgotamento sanitário de uma área, e quando este atendimento possui baixa amplitude ocorre a atenuação do valor deste indicador (Nascimento et al., 2019).

A extensão da rede de esgoto (ES004) na UGRHI PCJ aumentou 3.311,45 km, enquanto que na UGRHI SMT o aumento foi de 1.536 km de 2013 a 2022. Algumas cidades inseridas nas duas UGRHIs possuem elevada taxa de urbanização e construções verticais, de acordo com Dias (2021) em estudo comparativo entre os municípios de Catalão-GO e Balneário Camboriú-SC, afirma-se que o município com maior proporção verticalizada, ou seja, habitantes residentes em edifícios ocorre redução da extensão das tubulações que transpassam a cidade.

O volume de esgoto coletado (ES005) na UGRHI PCJ aumentou 68.494,49 m³, na UGRHI SMT o aumento foi de 15.547 m³. O volume de esgoto tratado (ES006) na UGRHI PCJ aumentou 113.576,73m³, enquanto na UGRHI SMT aumentou 25.084 m³.

Os volumes de esgoto bruto exportado (ES012) e importado (ES013) na UGRHI PCJ reduziram para -381,06 e -447,28m³ respectivamente, na UGRHI SMT não houve registro de esgoto bruto exportado e importado, apenas o município de Sorocaba possui registro de 2.045 de esgoto importado no ano de 2022, essa lacuna de informações também é apontada em outros trabalhos, em diferentes regiões, como por exemplo, no trabalho desenvolvido por Freire e Santos (2019) nos municípios de Crato e Barbalha que não encontraram dados oficiais sobre estes indicadores.

Com relação a população urbana atendida (ES026) não foi possível realizar o comparativo entre os



dois anos analisados, em decorrência da ausência de informações no ano de 2022 para as duas unidades de gerenciamento. A ausência de informações em alguns indicadores inviabiliza a realização de pesquisas, e por conseguinte a proposição de medidas de melhorias que auxiliem no sistema de esgotamento nas diferentes esferas de abrangência.

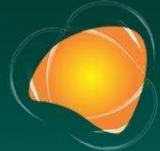
Segundo o disposto pela Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020 os serviços públicos de saneamento básico devem elaborar metas de universalização do saneamento que contemplem 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, bem como, estipulação de metas de melhoria dos processos de tratamento (Brasil, 2020).

CONCLUSÕES

Os indicadores de esgotamento sanitário das duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos analisadas demonstram que grande parte da população é assistida pelo serviço, realidade bem diferente do restante do país, e que, o sistema tem acompanhado de forma estabilizada o crescimento populacional dos últimos anos, no entanto, a abrangência destes serviços deve aumentar para que os habitantes das duas Unidades sejam assegurados de forma integral, atingindo com isso o objetivo estabelecido pela Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento, que estabelece a abrangência de 90% da população com sistema de esgotamento adequado até o ano de 2033.

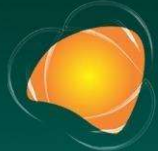
AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Lei nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, Brasília, DF, 2020, p. 1, 16 jul. 2020.
- BRASIL. Ministério das Cidades (MCID). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgotos – Ano de referência 2022.** Brasília: Ministério das Cidades; SNSA, 2023.
- BRITO, R. N. R.; ASP, N. E.; BEASLEY, C. R.; SANTOS, H. S. S. D. Características sedimentares fluviais associadas ao grau de reservação da mata Ciliar -Rio Urumajó, Nordeste Paraense. **Acta Amazônica**, v.39, n.1, p.173–180.
- COMITÊ PCJ. COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. **Plano de recursos hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2020-2035. Relatório síntese.** Piracicaba: PCJ, 2020.
- COMITÊS SMT. Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê – CBH-SMT. **Relatório de situação 2023 - Ano base 2022**, 2023.
- DIAS, Júnior. **Avaliação do saneamento na cidade de Catalão Goiás: cobertura e atendimento do sistema de distribuição de água e coleta de esgoto.** 9f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica.
- DOS SANTOS, A. B. **Processos de Tratamento e reuso de esgotos.** RECESA, Ministério das Cidades, 2008.
- FREIRE, L.L.; SANTOS, Y.T.D.C. A gestão da prestação de informações ao Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento básico: estudo de caso na região metropolitana do Cariri – Ce (1995 – 2015). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. Fortaleza, 10, 2019, Bauru, **Anais eletrônicos.** Bauru: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2019.p. 1-5. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/IX-049.pdf>. Acesso em: 09 out. 2024.
- GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. (org.). **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/52806> Acesso em: 01 set 2024.
- PRADO, R.B.; NOVO, E.M.L.D.M. Avaliação espaço-temporal da relação entre o estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP) e o potencial poluidor de sua bacia hidrográfica. **Sociedade & Natureza**, v. 19, p. 5-18, 2007.
- NASCIMENTO, E.L.D.; BITTENCOURT, S.; MIKOWSKI, A.A.B.; ANDREOLI, F.D.N. II-092 - Expansão de redes coletoras e de ligações prediais na universalização do esgotamento sanitário no Paraná. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 30, 2019, Natal, **Anais eletrônicos.** Rio de Janeiro: Abes conecta, 2019. p. 1-7. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anaiseletronicos/45_Download/TrabalhosCompletoPDF/II-092.pdf. Acesso em: 09 out. 2024.
- ROCHA, M.C.D.; PINHEIRO, K. S. F.; SOUSA, C. J. D. S.D.; BEZERRA, J. F. R Saneamento e qualidade das águas na bacia hidrográfica do Rio Paciência, Ilha do Maranhão, Brasil. **Revista Geotemas**, v. 11, p. e02103-e02103, 2021.
- SAMPAIO, S.A.; GOMES, R.L. O saneamento básico de Ipiáú e sua influência na qualidade das águas do Rio de Contas. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 74, p. 68-86, 2020.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

SÃO PAULO. **Lei N° 16.337, de 14 de dezembro de 2016.** Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e dá providências correlatas. São Paulo: SP, 2016. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2016/lei-16337-14.12.2016.html>. Acesso em: 17 set 2024.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Banco de Dados de Informações dos Municípios Paulistas.** São Paulo. Disponível em: <https://populacao.seade.gov.br/>. Acesso em: 01 set 2024.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de Indicadores- Ano base 2022.** Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores-hmg/web/agua_esgoto/mapa-esgoto. Acesso em: 18 set 2024.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura. **46% da população global vive sem acesso a saneamento básico.** UNESCO 22 de março de 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1811712>. Acesso em: 09 set 2024.