

Expondo lacunas hídricas e riscos à saúde no nordeste brasileiro através de dados

Gabrielly Alves Gomes, Vinicius Calisto de Sirqueira

Centro de Educação Aberta e à Distância – Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Campus Universitário "Ministro Petrônio Portella" - Bairro Ininga - CEP. 64.049-550 -
Teresina, PI - Brasil

Departamento de Ciências Exatas e da Terra
Universidade do Estado da Bahia (UNEB) – Alagoinhas, BA – Brasil

gabrielly.gomes@ufp.edu.br, viniciuscalisto09@gmail.com

Abstract *This paper outlines a multimodal storytelling project centered on the freshwater access crisis in Brazil's Northeast region. By integrating data analysis, data visualization and national comparisons with human-centered narratives, the project exposes the challenges faced by low-income populations and vulnerable communities, particularly regarding access to basic sanitation. The initiative aims to raise awareness about the critical importance of safe drinking water, spark broader dialogue on the impacts of water inequality, and promote sustainable solutions to achieve Sustainable Development Goal (SDG) 6.*

Resumo *Este artigo descreve um projeto multimodal de narrativa centrado na crise de acesso à água doce na região Nordeste do Brasil. Ao integrar análise de dados, visualização de dados e comparações nacionais com narrativas centradas no ser humano, o projeto expõe os desafios enfrentados por populações de baixa renda e comunidades vulneráveis, particularmente no que diz respeito ao acesso ao saneamento básico. A iniciativa visa conscientizar sobre a importância crucial da água potável, estimular um diálogo mais amplo sobre os impactos da desigualdade hídrica e promover soluções sustentáveis para alcançar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6.*

Introdução

A região Nordeste do Brasil enfrenta sérios desafios relacionados à escassez hídrica e à precariedade da infraestrutura de saneamento básico, impactando diretamente a saúde pública, a segurança hídrica e o desenvolvimento socioeconômico. Enquanto a região possui 77% de cobertura de abastecimento de água, apenas 43,06% da população tem acesso à rede de esgoto (*Figura 1*), valor muito inferior ao da região Sudeste (86,68%). Essa diferença violenta revela uma priorização desigual, em que garantir o acesso à água, mas não ao saneamento, agrava riscos sanitários, especialmente em estados como Maranhão, onde 30.044 casos de doenças relacionadas à água foram registrados devido à falta de tratamento de resíduos (*Figura 2*).

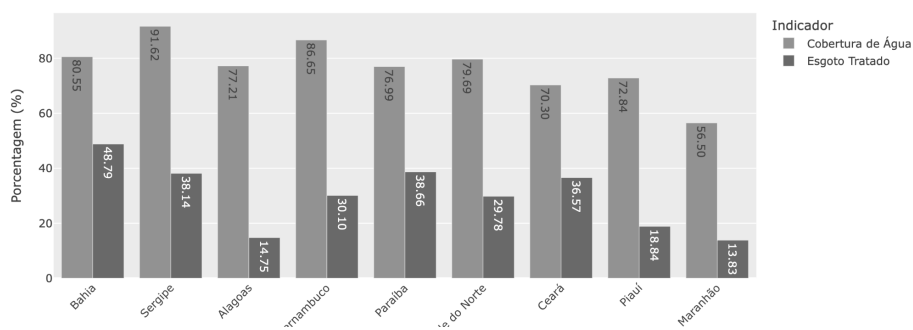


Figura 1. Disparidade entre os Serviços de Água e Tratamento de Esgoto por Estado

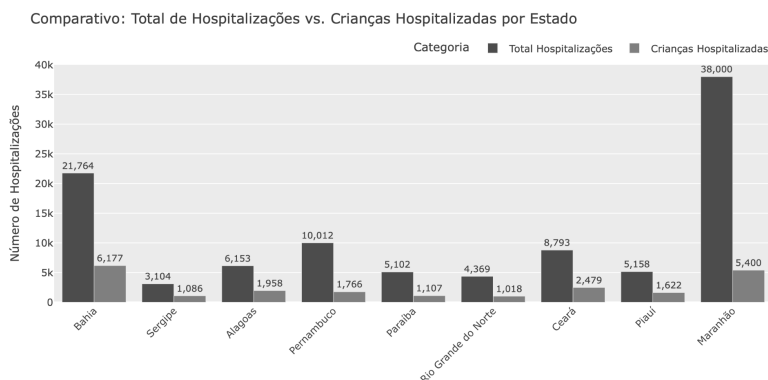


Figura 2. Hospitalização por Doenças Hídricas por Estado

As características semiáridas da região contribuem para a intensificação das secas prolongadas, o que, aliada à má distribuição da infraestrutura e à gestão ineficiente dos recursos hídricos, agrava as condições de vida das populações, especialmente das comunidades rurais e periféricas. O cenário se torna ainda mais preocupante ao observarmos os índices de acesso: em 2022, 24,4% da população nordestina não possuía acesso à água tratada, e 69,1% não contavam com rede de coleta de esgoto (Painel Saneamento Brasil, 2022).

As implicações socioeconômicas são igualmente marcantes: indivíduos com

acesso a saneamento básico têm renda média de R\$ 2.544,28 e completaram 11,62 anos de estudo, enquanto aqueles sem acesso ganham R\$ 1.551,33 e têm média de 9,62 anos de estudo (Painel Saneamento do Brasil, 2022). Essa disparidade gritante evidencia como o saneamento inadequado perpetua a exclusão social, educacional e econômica.

Com uma população superior a 53 milhões de pessoas, o Nordeste apresenta elevados índices de internações por doenças de veiculação hídrica. Apenas em 2022, foram registradas mais de 75 mil internações por essas doenças, sendo mais de 23 mil entre crianças de 0 a 4 anos, e 802 óbitos (DATASUS, 2022).

A situação é agravada pela alarmante alta taxa de perdas no abastecimento de água no Nordeste (*Figura 3*), com média de 46,7% (SNIS, 2022), complicando ainda mais o acesso confiável à água tratada. No mesmo ano, apenas 616 milhões de m³ de esgoto foram tratados, enquanto 1,42 bilhão de m³ foram gerenciados de forma inadequada, resultando em uma taxa de esgoto tratado de apenas 34,3%. Essa falha sistêmica favorece a disseminação de doenças como hepatite A, leptospirose, cólera e diarreia infecciosa, impactando desproporcionalmente crianças em comunidades de baixa renda.

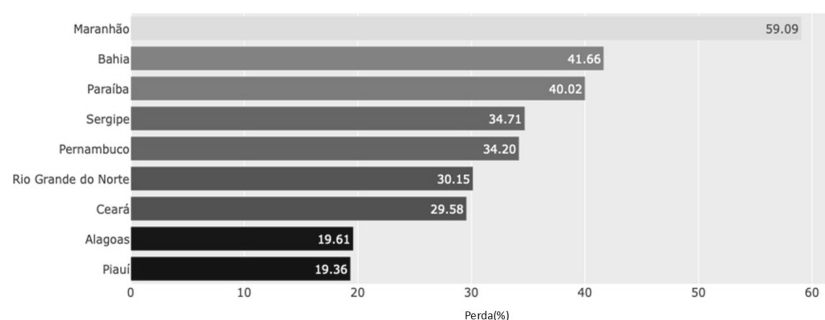


Figura 3. Perda de Água Durante a Distribuição por Estado

Diante desse panorama, este projeto busca evidenciar, por meio de narrativas baseadas em dados (*data storytelling*), os contrastes entre a realidade nordestina e as médias do país e da região Sudeste, abordando tanto os percentuais de atendimento, quanto às projeções de crescimento até 2030. O artigo visa não apenas ampliar o debate público sobre a desigualdade hídrica, mas também promover a conscientização e a busca por soluções sustentáveis que estejam alinhadas ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 da ONU – Água potável e saneamento para todos.

Metodologia

Este trabalho adota uma abordagem multimodal para investigar a crise do acesso à água e saneamento no Nordeste do Brasil. Essa abordagem integra três componentes principais: (1) análise de dados secundários, que envolve a exploração e o processamento de dados quantitativos para identificar padrões e tendências; (2) modelagem preditiva, que utiliza técnicas estatísticas para projetar cenários futuros e prever a evolução da crise; e (3) narrativas visuais, que empregam recursos de

visualização de dados e *storytelling* digital para comunicar os resultados da análise de forma clara, acessível e impactante, unindo a objetividade dos dados com a capacidade de engajamento das narrativas visuais.

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos de fontes públicas e confiáveis, reconhecidas por sua abrangência e qualidade. As principais fontes de dados incluem o Painel Saneamento Brasil (2022), que fornece informações detalhadas sobre os serviços de água e esgoto; o DATASUS, que disponibiliza dados sobre internações hospitalares por doenças de veiculação hídricas; o SNIS, que oferece um panorama nacional sobre o saneamento básico; e o IBGE, que fornece dados demográficos e socioeconômicos relevantes para a análise do contexto. Os indicadores selecionados para a análise abrangem diferentes dimensões do problema, incluindo o acesso à água tratada, a cobertura da coleta e tratamento de esgoto e os registros de internações por doenças de veiculação hídrica.

A construção do banco de dados foi realizada no ambiente *Databricks*, após a limpeza e filtragem de dados brutos das fontes SNIS, IBGE, Painel saneamento Brasil e DATASUS. A linguagem SQL foi utilizada para a criação e manipulação desse banco de dados relacional, no qual os dados das fontes citadas foram integrados e organizados para facilitar a análise. Dessas fontes, selecionaram-se alguns parâmetros decisivos para a compreensão do problema, por exemplo, o acesso à água por porcentagem de população, a hospitalização por doenças hídricas, o investimento em saneamento por estado do Nordeste e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O *Dataset* criado está disponível no *huggingface* para consulta e utilização livre. As análises dos dados foram realizadas em dois ambientes: no *DataBricks* e na IDE *Visual Studio Code*, pois permitem a execução, a construção do código para análise e a visualização dos dados para análise completa.

Para a análise e visualização dos dados, foram utilizadas as linguagens Python e SQL. Especificamente, o SQL foi empregado por meio do Spark SQL no ambiente *Databricks*, enquanto o Python foi utilizado em ambos. A biblioteca Pandas auxiliou na manipulação e análises dos dados, enquanto *Seaborn* e *Matplotlib* foram aplicados na construção dos gráficos, garantindo uma melhor compreensão da problemática enfrentada e a comunicação dos resultados. Com base nos dados anuais do número de hospitalizações por doenças de veiculação hídrica na região Nordeste, foi construída uma série histórica. Essa série temporal permitiu a aplicação de modelos preditivos utilizando as bibliotecas *Prophet* e *Pmdarima*.

O projeto integra elementos de *storytelling* digital para potencializar o impacto da análise dos dados. A visualização dos dados desempenha um papel central na narrativa, permitindo a representação clara e concisa das desigualdades e dos desafios enfrentados pela população. Gráficos foram empregados para apresentar os dados de forma objetiva e comparativa, demonstrando a disparidade entre as regiões do Brasil e os estados nordestinos.

A interpretação dos impactos sociais e ambientais da crise hídrica é um componente essencial da narrativa, buscando conectar os dados com as experiências e as necessidades das comunidades afetadas. O projeto está alinhado aos objetivos da Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável, especialmente o Objetivo 6 (Água Limpa e Saneamento), buscando contribuir para a conscientização, o debate público e a busca por soluções para garantir o acesso universal à água e ao saneamento.

Resultados

Ao analisar as séries temporais de 2014 a 2022 (*Figura 4*), revelou-se que, embora o Nordeste tenha ampliado o atendimento de esgoto de 18,7% para 31,4%, a região permanece significativamente abaixo da média nacional (54,2% em 2022) e da região Sudeste (78,9% em 2022). As projeções para 2030 geradas pelo modelo *Prophet* e *Pmdarima*, consolidados na *Figura 5*, indicam um crescimento para 39,8% de cobertura de esgoto na região, porém o mesmo ainda é modesto e insuficiente para universalizar o acesso à água potável e saneamento básico conforme a ODS 6. A situação é ainda mais preocupante em estados como o Piauí, onde menos de 20% da população tem o esgoto coletado tratado.

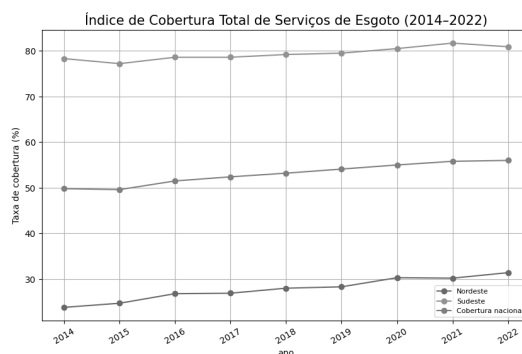


Figura 4. Cobertura Total de Esgoto Brasil X Sudeste X Nordeste (2014 - 2022)

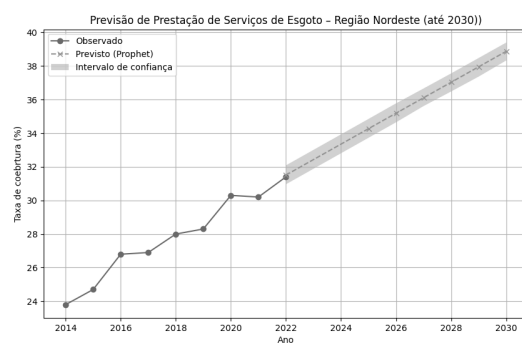


Figura 5. Previsão de Saneamento Básico na Região Nordeste (até 2030)

Paralelamente, a taxa média de perda d'água durante a distribuição (46,7%) no Nordeste supera a média nacional (cerca 40,3% em 2021, SNIS), refletindo uma

infraestrutura ineficiente e que precisa de aprimoramentos urgentes. Esses números da deficiência do saneamento agravam-se ao observar seus impactos na saúde pública onde houveram 75.342 casos de internações por doenças de veiculação hídricas registrados na região no ano de 2022 (DataSUS 2022), sendo 30,5% (aproximadamente 23 mil casos) em crianças com menos de 5 anos (conforme detalhado na introdução e ilustrado na *Figura 2*), evidenciando os danos à saúde humana devido à precariedade.

A evolução consideravelmente mais lenta, em termos de saneamento, no Nordeste está diretamente relacionada à falta de financiamento na região. Conforme ilustrado na *Figura 6*, que apresenta dados de investimento do SNIS para o ano de 2020, a região Sudeste recebeu R\$23,022 milhões para o saneamento básico, enquanto o Nordeste obteve apenas R\$9,48 milhões, uma diferença de 142,69%. Essa discrepância orçamentária explica, em grande parte, por que a região Nordeste trata somente 34% do esgoto que é gerado e reforça a urgência de políticas públicas para equidade e maior aporte de recursos, visando a universalização da água tratada e do saneamento na região.

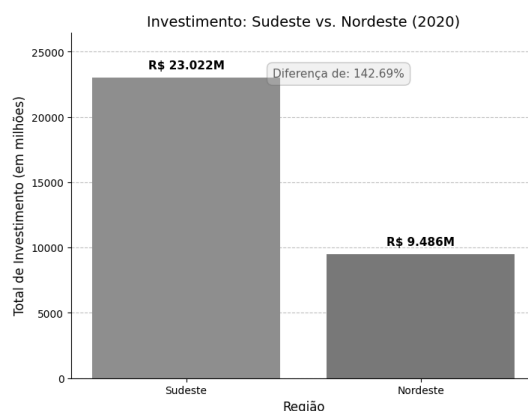


Figura 6. Investimento: Sudeste X Nordeste (2020)

A projeção apresentada na *Figura 9* indica uma tendência de queda no número de internações por doenças infecciosas e parasitárias (muitas das quais são de veiculação hídrica) até 2030, baseando-se na continuidade das tendências históricas de melhorias graduais em alguns indicadores de saúde e acesso a serviços básicos, bem como potenciais impactos de campanhas de vacinação e conscientização da população local da região. O modelo preditivo, realizado com a biblioteca *Prophet*, captura essa tendência de declínio observada nos dados de 2014-2024.

No entanto, é crucial ressaltar que essa projeção não assume avanços significativos e rápidos na democratização do saneamento básico, que seria o fator mais impactante para uma redução drástica e sustentada dessas doenças. A justificativa para a queda projetada, portanto, reside mais na extrapolação de melhorias incrementais em múltiplos fatores de saúde do que em uma transformação radical no cenário do saneamento.

Discussão

A análise aprofundada dos dados revelam padrões preocupantes quando cruzamos os números do IDH (*Índice de Desenvolvimento Humano*), a renda per capita e as taxas de saneamento. Estados de menor IDH, como Alagoas (0,683) e Maranhão (0,687), também recebem os menores rendimentos per capita (R\$1.110 e R\$1.077 respectivamente), e as piores taxas de saneamento básico da região Nordeste, reforçando a relação entre o subfinanciamento e a exclusão hídrica. Tais resultados expõem um ciclo de insuficiência de investimentos e recursos que alimentam as desigualdades socioeconômicas e sanitárias entre as regiões brasileiras.

Com base nos estudos e na análise aqui apresentada, quanto à projeção de cenários futuros (até 2030) na *Figura 7*, no ritmo atual, nota-se que há uma inviabilidade do cumprimento das metas da ODS 6. Isso é perceptível, especialmente, ao observar as explícitas disparidades de investimento em saneamento entre o Nordeste e o Sudeste e o restante do Brasil e a crítica interconexão entre subfinanciamento, baixos índices de IDH e renda per capita, além da exclusão hídrica e sanitária na região Nordeste.

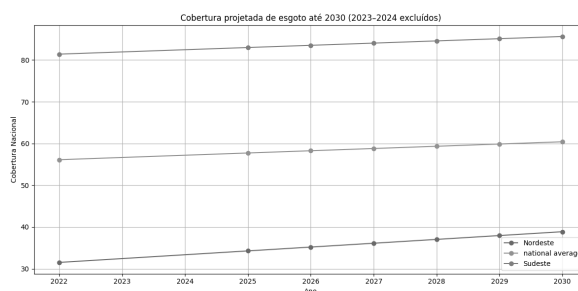


Figura 7. Projeção de Cobertura de Esgoto Brasil X Nordeste X Sudeste (até 2030)

Outros estudos, como em Tomé (2019), evidenciam a infraestrutura de saneamento no Nordeste como essencial para a dignidade humana, o desenvolvimento econômico e o IDH. Junto a isso, ressalta-se que, se houver precariedade, especialmente do esgotamento sanitário, haverá um aumento na incidência de doenças na região. Em concordância, Alemar *et al.* (2023) ressalta a alta incidência de doenças gastrointestinais nas regiões Norte e Nordeste, promovida pela falta de um sistema de saneamento e tratamento de esgoto.

Apesar da Proposta de Emenda à Constituição do Saneamento (PEC nº 2/2016), que visa tornar o saneamento básico um direito constitucional para todos os brasileiros, caminhar a passos largos do Senado para a Câmara dos Deputados no ano de 2025, os desafios ainda são grandes. O ritmo atual de expansão da cobertura de esgoto no Nordeste (1,8% por ano), com base nas projeções deste estudo (*Figura 7*), torna o cumprimento das metas da ODS 6 (Acesso à água Potável e Saneamento) inviáveis até 2030. Sem um aumento substancial de investimento e sem uma reestruturação da

gestão dos serviços na região, esse cenário seguirá semelhante ao de outras regiões em desenvolvimento que enfrentam desafios similares para expandir a infraestrutura de saneamento, como discutido por Alemar *et al.* (2023).

Apesar do número de internações ter diminuído nos últimos dez anos (*Figura 8*), a porcentagem do tratamento de esgoto para a região Nordeste não ultrapassou os 35% e se estagnou, não apresentando avanços significativos. Esse aparente contraponto sugere que a diminuição de internações pode estar atrelada a outros fatores, além da rede de saneamento. Entre eles, podemos elencar: (a) impacto da saúde pública e da educação sanitária que podem ter elevado o nível de conscientização sobre práticas de higiene e prevenção; (b) mudanças de hábitos da população como o aumento no consumo de água mineral e uso de filtros; (c) possíveis melhorias no sistema Atenção Básica à Saúde (UBS); (d) impacto da pandemia Covid-19 que pode ter diminuído temporariamente os registros hospitalares por doenças não relacionadas ao coronavírus.

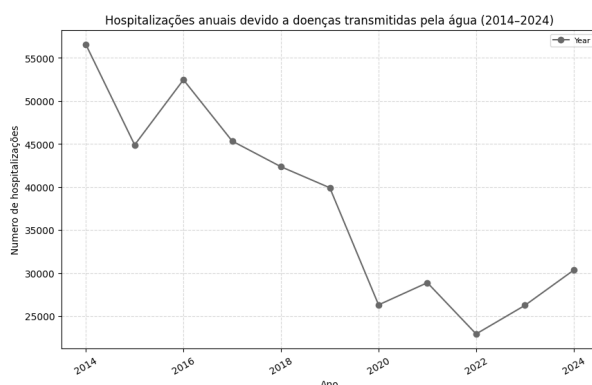


Figura 8. Número total de hospitalizações por doenças hídricas na região Nordeste (2014-2024)

Portanto, a projeção de queda nas internações (*Figura 9*), embora seja um sinal positivo, deve ser interpretada com prudência e não deve ser utilizada como indicativo de que o problema do saneamento básico está resolvido. A ausência de saneamento continua sendo um fator de risco primordial na região.

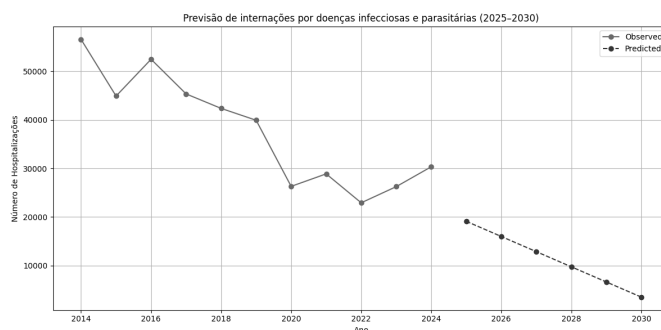


Figura 9. Projeção do número de internações por doenças hídricas no Nordeste (até 2030)

Conclusão

Este estudo evidencia as profundas lacunas no acesso à água potável e ao saneamento básico na região Nordeste do Brasil, bem como os graves riscos à saúde pública devido à precariedade dos mesmos. Este trabalho consolida a análise integrada e a visualização de dados provenientes de múltiplas fontes oficiais, oferecendo um panorama detalhado e atualizado da crise hídrica e sanitária. As projeções futuras sobre as coberturas de saneamento e internações por doenças de veiculação hídrica servem como um alerta crítico sobre os esforços e investimentos insuficientes para a melhoria da problemática na região e para o atingimento dos objetivos da ONU ODS 6 para 2030.

Do ponto de vista da computação e da engenharia de dados, a contribuição foi exercida na construção de um banco de dados exclusivo para o processamento e análise de dados públicos de saúde e saneamento, na aplicação de modelo preditivos de séries temporais (*prophet* e *pmdarima*) para geração de cenários futuros, e na ênfase no *storytelling* que busca democratizar o acesso à informação e a tomada de decisões baseada em evidências.

Diante disso, a implementação de soluções eficazes exige não apenas uma compreensão aprofundada das dinâmicas hídricas e socioeconômicas regionais, mas também um compromisso estratégico de longo prazo. Ferramentas como o *World Water Map: Insights* e os *dashboards* que podem ser desenvolvidos a partir deste estudo podem oferecer subsídios para políticas públicas adaptativas, mitigando os efeitos das mudanças climáticas e promovendo a gestão sustentável da água. Os dados de investimento mostram uma disparidade histórica: em 2020, o Nordeste recebeu 19,4% do total nacional aplicado em saneamento, enquanto a região Sudeste concentrou 47%. Para reverter esse cenário de desigualdade e vulnerabilidade sanitária, é essencial direcionar recursos de forma estratégica em diferentes áreas, com tecnologias eficientes e replicáveis para expandir e modernizar a infraestrutura de saneamento local, como sistemas de descentralização de tratamento de esgoto, e ampliar parcerias público-comunitárias e público-privada que garantam a adaptação local das soluções implementadas.

Em síntese, a interseção entre escassez hídrica, infraestrutura de saneamento insuficiente e a alta incidência de doenças de veiculação hídrica, evidencia a necessidade urgente de investimentos contínuos e bem geridos em saneamento básico e gestão integrada dos recursos hídricos no Nordeste brasileiro. Somente através de esforços múltiplos entre vários setores, será possível garantir o direito fundamental ao saneamento e à saúde básica, promover uma justiça social e ambiental e impulsionar o desenvolvimento socioeconômico sustentável para todos os habitantes da região.

Referências

Aleamar et al. (2023). O impacto de medidas de saneamento básico na incidência de doenças gastrointestinais nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. *Revista Fator*

Brasil, 28 de novembro.

<https://revistaft.com.br/o-impacto-de-medidas-de-saneamento-basico-na-incidencia-d-e-doencas-gastrointestinais-nas-regioes-norte-e-nordeste-do-brasil/>

DATASUS (2022). *Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)*. Ministério da Saúde. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/niuf.de>

Gomes, G. A. (2025). *Brazilian Northeast Water and Sanitation Crisis Dataset (BNWSC)* [Data set]. Hugging Face.
https://huggingface.co/datasets/carpenterbb/agua_e_esgoto_nordeste_brasileiro

IBGE (2022). *Estimativas da População*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
<https://www.ibge.gov.br>

MDPI (2022). Water Scarcity in Semi-Arid Regions: A Review. *Water*, 14(7), 1024.
<https://doi.org/10.3390/w1407102>

Painel Saneamento Brasil (2022). *Indicadores de Água e Esgoto*. Instituto Trata Brasil.
<https://www.painelsaneamento.org.br>

Senado Notícias (2025). Aprovada em dois turnos, PEC do Saneamento segue para Câmara. 8 de abril.
<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2025/04/08/aprovada-em-dois-turnos-pec-do-saneamento-segue-para-a-camara>

SNIS (2022). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2021*. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Ministério das Cidades.
<https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>

Tomé, L. M. (2019). *Caderno Setorial ETENE - Água e Saneamento no Nordeste: Panorama e Desafios*. Banco do Nordeste.
https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/377/3/2019_CDS_64_Tome.pdf