

Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019

Analysis of the coverage of supply and of the water quality distributed in different regions of Brazil in 2019

Luisa Fernandes de Araujo (<https://orcid.org/0000-0003-2755-7098>)¹

Franciele Pereira Camargo (<https://orcid.org/0000-0002-0246-0399>)²

Alena Torres Netto (<https://orcid.org/0000-0002-1688-4037>)¹

Nathalia Salles Vernin (<https://orcid.org/0000-0002-3705-4884>)¹

Rosane Cristina de Andrade (<https://orcid.org/0000-0002-6041-733X>)¹

Abstract Bearing in mind that universal access to sanitation services is one of the objectives of the Brazilian Plan for Basic Sanitation and one of the sustainable development goals (SDG), this research sought to evaluate the coverage of supply and of the quality of water distributed in Brazil in 2019. Data from the National Sanitation Information System (SNIS) and Water Quality for Human Consumption Surveillance Information System (Sisagua) databases were evaluated. It was found that 82% of the population has access to Water Supply Systems (WSS), this percentage only being lower in the North (58%) and Northeast (74%) regions. Most of the population is served by WSS; however, in the North region, 6.6% of the population is served by WSS and 7.2% by Collective Alternative Solution (CAS) without treatment. For the Total Coliforms parameter, 21.9% of CAS samples from the North region were outside the potability standard, while for the residual disinfectant agent, 40.6% of WSS from the Northeast region was outside this standard (with 19% of the samples having a concentration of the disinfectant agent above 5.0 mg/L, and 81% of the samples presenting concentration lower than 0.2 mg/L. The conclusion drawn is that part of the population may be vulnerable to water quality-related risks.

Key words Potable water, Water supply, Water quality

Resumo Tendo em vista que a universalização dos serviços de saneamento é uma das metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) e um dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), esta pesquisa objetivou-se avaliar a cobertura do abastecimento e a qualidade da água distribuída no Brasil em 2019. Foram utilizados os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). Verificou-se que 82% da população foi atendida por serviços de água, sendo este percentual ainda menor considerando apenas a região Norte (58%) e Nordeste (74%). A maioria da população é atendida por Sistemas de Abastecimento de Água (SAA); entretanto, na região Norte, 6,6% da população é atendida por SAA e 7,2% por Solução Alternativa Coletiva (SAC) sem tratamentos. Para o parâmetro Coliformes totais, 21,9% das amostras de SAC da região Norte estavam fora do padrão de potabilidade, enquanto para o residual de agente desinfetante, 40,6% de SAA da região Nordeste encontravam-se fora do padrão, sendo que deste total 19% das amostras apresentavam concentração do agente desinfetante acima de 5,0 mg/L e 81% das amostras apresentavam concentrações menores que 0,2 mg/L. Conclui-se que parte da população pode estar vulnerável aos riscos relacionados à qualidade da água.

Palavras-chave Água potável, Abastecimento de água, Qualidade de água

¹ Centro de Tecnologia e Ciências, Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. R. São Francisco Xavier 524, Maracanã. 20550-013 Rio de Janeiro RJ Brasil. luisa.fernandes.araujo@gmail.com

² Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo SP Brasil.

Introdução

A expansão urbana e adensamento populacional leva ao aumento das preocupações relativas ao acesso regular à água potável e segura de forma homogênea à população, a fim de satisfazer suas necessidades básicas¹. O fornecimento adequado de água, em termos de quantidade e qualidade, é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, com reflexos diretos sobre as condições de saúde e de bem-estar da população, uma vez que se encontra envolvido com o controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos e aumento da expectativa de vida e produtividade econômica. Sua deficiência pode estimular a procura por fontes alternativas, levando ao consumo de água com qualidade sanitária duvidosa^{1,2}.

De acordo com a Lei Federal nº 11.445, de 2007, o saneamento básico é definido como “o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais”³, e tem como objetivos a promoção da saúde, a prevenção de doenças e melhorias da qualidade de vida da população e da produtividade das pessoas através da preservação ou modificação do meio ambiente⁴. Essa Lei Federal define as diretrizes nacionais para o saneamento básico, estabelece alguns princípios fundamentais e prevê a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), aprovado em 2013⁵, que reúne diretrizes e metas a fim de alcançar a universalização dos serviços de saneamento em 20 anos. Para elaboração do documento final do PLANSAB, houve contribuições do governo, da sociedade civil e de atores relacionados ao setor de saneamento, assumindo uma abordagem de planejamento com destaque para uma visão estratégica de futuro^{5,6}.

Em 2012, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, foram iniciadas as discussões para a construção da Agenda 2030 adotada em 2015 e que trata de um conjunto de programas, ações e diretrizes globais que orientaram os trabalhos das Nações Unidas rumo ao desenvolvimento sustentável, com implementação prevista para ocorrer até 2030^{2,7}. Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que compõem a Agenda 30 está a “garantia da gestão sustentável da água e esgotamento sanitário para todos”, cuja a principal meta é “alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos”⁸⁻¹⁰. Um dos indicadores utilizados para o monito-

ramento dessa meta consiste na proporção da população que utiliza serviços de água potável geridos de forma segura, incluindo a fração da população com acesso a uma fonte melhorada de água (isto é, rede geral canalizada, poços artesianos, poços rasos protegidos, nascentes protegidas, ou água da chuva armazenada), localizada no domicílio ou no terreno do domicílio, disponível quando necessário, e livre de contaminação fecal e de substâncias químicas perigosas¹⁰.

No Brasil, as informações sobre o abastecimento de água podem ser obtidas por meio do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

O Sisagua é um instrumento que visa promover a saúde e prevenir doenças e agravos de transmissão hídrica, por meio das ações previstas no Sistema Único de Saúde (SUS), além de auxiliar no gerenciamento de riscos à saúde associados ao abastecimento de água para consumo humano. O sistema possui dados de Cadastro relativos às seguintes formas de abastecimento de água utilizadas pela população: i) Sistema de Abastecimento de Água (SAA); ii) Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água (SAC); e iii) Solução Alternativa Individual de Abastecimento de Água (SAI), e dados do monitoramento da qualidade da água distribuída à população¹¹.

O SNIS tem como objetivo mostrar a qualidade da prestação do serviço de abastecimento de água, sendo as informações fornecidas pelos prestadores de serviço de abastecimento de água que operam no Brasil^{12,13}. É administrado pelo Governo Federal, e constitui o maior e mais importante sistema de informações do setor de saneamento no Brasil. Os diagnósticos são publicações divulgadas anualmente, contendo a relação e a análise das informações enviadas pelos prestadores de serviços, que participaram da coleta de dados. Os prestadores de serviço podem ser empresas privadas, companhias estaduais, empresas e autarquias municipais ou as próprias prefeituras¹⁴.

Vale ressaltar que a água é considerada própria para consumo humano quando atende o padrão de potabilidade estabelecido pelo Ministério da Saúde, disposto na Portaria de Consolidação nº 5, Anexo XX, de 28 de setembro de 2017¹⁵ e, atualmente, alterada pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021¹⁶. Os parâmetros considerados estratégicos no monitoramento da qualidade da água para consumo humano

são: Turbidez, presença/ausência da bactéria *Escherichia coli* (indicador de contaminação fecal), e Residual de Agente Desinfetante (RAD)^{15,17}. Entretanto, conforme apontado por Razzolini e Günther¹, diversas regiões do Brasil não são abastecidas com água dentro dos padrões de potabilidade exigidos.

Desta forma, o principal objetivo do presente estudo foi elaborar uma análise crítica sobre as formas de abastecimento de água no Brasil, no que diz respeito ao atendimento e à qualidade da água, em diferentes regiões geográficas, por meio de dados públicos extraídos do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2019 do SNIS e da base de dados do Sisagua do mesmo ano.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida a partir da consolidação de dados obtidos no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2019, por meio de uma análise crítica dos dados públicos disponíveis nos bancos de dados do SNIS e do Sisagua, disponibilizados no Portal Brasileiro de Dados Abertos^{14,18}.

Foram consideradas duas etapas principais, sendo a Etapa 1 referente à verificação da cobertura de abastecimento, através da avaliação do percentual da população que recebe água canalizada e tratada, em domicílio; e a Etapa 2 referentes à análise da qualidade da água distribuída.

Verificação da população atendida

Nesta etapa foram extraídos os dados de população atendida no ano de 2019 na base de dados do SNIS e do Sisagua^{14,18}. Da base de dados do SNIS foram utilizadas as tabelas de informações e indicadores “Resumo por Estado”, de onde foram extraídos os índices de atendimento total de água e de atendimento urbano de água, além de dados sobre a população total e população urbana atendida com abastecimento de água. No banco de dados do Sisagua, foi analisada a planilha “Cadastro anual das formas de abastecimento (população abastecida)”, da qual foram extraídos dados sobre região geográfica, ano de referência, forma de abastecimento, número de economias residenciais (domicílios permanentes) e razão hab./domicílio, sendo “hab.” o número de habitantes.

A estimativa da população atendida no Brasil e por região geográfica (*PopAtend*) foi calculado por meio da Equação (1), enquanto a estimativa da população sem informação cadastrada no

Sisagua (*PopNoInfo*) foi calculado por meio da Equação (2). Dessa forma, realizou-se a comparação entre os indicadores e informações do SNIS com os percentuais obtidos por meio dos dados do Sisagua.

$$PopAtend = (n^{\circ} economias residenciais) \times \frac{(\text{habitantes})}{\text{domicílio}} \quad (1)$$

$$PopNoInfo = (\text{habitantes}) - (PopAtend) \quad (2)$$

Análise da qualidade da água distribuída

As análises foram realizadas por meio dos dados de SAA e SAC cadastrados no Sisagua, sendo o SAA definido como “instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição” e o SAC “modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição”¹¹.

Além disso, foram calculados os percentuais do total da população vulnerável no país e por região geográfica, sendo considerada vulnerável a população sem informação no Sisagua, a população atendida por SAI e a população atendida por SAA e SAC sem tratamento. Vale ressaltar que são consideradas SAI as soluções alternativas de abastecimento individual que atendam a um único domicílio¹¹.

Foram analisados os parâmetros básicos de qualidade da água de abastecimento (Turbidez, *Escherichia coli* e RAD), no banco de dados do Sisagua, na planilha “Quantitativos de Análises - 2019”, tanto por região geográfica quanto pela forma de abastecimento. Para classificar um resultado de análise como “dentro do padrão”, utilizou-se o valor de referência estabelecido na norma de potabilidade para cada parâmetro, sendo *E. coli*: “Ausente”; Turbidez: $\leq 5,0$ mg/L e Residual do Agente Desinfetante: a norma estabelece o Valor Máximo Permitido (VMP) de 5,0 mg/L e faixa recomendada entre 0,2 mg/L e 2,0 mg/L¹⁶.

Análise de dados

Análises de correlação foram realizadas por meio do *software* Past versão 2.17c¹⁹, com agrupamentos baseados em distância Euclidiana.

As visualizações gráficas foram obtidas através do pacote *ggplot2* e por meio de funções básicas da linguagem R (www.R-project.org/), bem como os mapas geográficos, obtidos por meio do pacote *geobr*²⁰.

Resultados e discussão

Avaliação da cobertura de abastecimento de água

Para o total de 5.570 municípios brasileiros cadastrados no SNIS no ano de 2019, verificou-se que 5.191 (93,2%) foram atendidos com abastecimento de água de acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, enquanto no Sisagua, o registro foi de 5.156 (92,7%) municípios. Esse indicador do SNIS considera a população urbana que é efetivamente atendida com os serviços, acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas consideradas não urbanas, em relação a população residente total dos municípios atendidos com serviços de água, segundo pesquisa realizada anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Quando considerado o mesmo indicador, mas por região geográfica, torna-se explícita sua disparidade em relação ao abastecimento de água, evidenciando que o acesso à água própria para consumo humano, embora seja considerado direito básico, não tem sido plenamente cumprido. Nas regiões Norte e Nordeste, apenas 57,5 e 73,9% da população é atendida, respectivamente, em contraste com as demais regiões, em que aproximadamente 90% da população é atendida.

No Brasil, existem 14.673 SAA cadastradas, dos quais 2.202 não possuem tratamento, e abastecem aproximadamente 2.728.171 hab. (1,3% da população nacional), além de 62.548 SAC cadastradas, onde 34.186 não possuem tratamento, abastecendo 2,1% da população nacional (4.371.079 hab.). Foram encontrados registros de aproximadamente 1.943.360 hab. abastecidos por SAI, totalizando 0,9% da população. Além disso, estima-se que 3.403.388 hab. (1,6% da população) não possuem suas informações sobre a forma de abastecimento de água cadastrada nos bancos de dados do Sisagua.

A partir dos dados apresentados na Figura 1, é possível notar a disparidade entre as regiões geográficas em relação ao abastecimento de água. As regiões Norte e Nordeste ainda estão muito distantes da universalização dos serviços de saneamento em comparação às demais, sendo portanto, regiões vulneráveis, não apenas no que diz respeito às falhas no sistema de abastecimento de água potável, mas também em relação ao esgotamento sanitário deficiente^{21,22}.

A maior parte da população atendida por SAA sem tratamento encontra-se distribuída nas unidades federativas (UF) das regiões Norte, es-

pecialmente nos estados do Amazonas (619.632 hab., 15% da população), Maranhão (683.103 hab., 10% da população), Rondônia (116.572 hab., 7% da população) e Pará (441.776 hab., 5% da população).

Apesar do percentual elevado da população atendida por SAA sem tratamento, destaca-se que no estado do Pará, a população atendida por SAC sem tratamento é ainda maior, totalizando 1.162.338 hab., o que representa 14% da população total da UF. Entre os demais estados da região Norte, nota-se que no Acre, a população atendida por SAC sem tratamento totaliza 4% da população, ou seja, 32.129 hab. Da mesma forma, na região Nordeste, houve diferenças nos percentuais da população abastecida por SAC sem tratamento em cada estado da região: 9% no Piauí (287.936 hab.), 6% na Paraíba (246.724 hab.), 5% no Ceará (467.488 hab.), 4% em Alagoas (141.200 hab.) e 2% em Pernambuco (220.909 hab.).

Na região Norte o estado com maior predominância de SAI é Rondônia, onde 212.238 hab. contam com esse tipo de alternativa de abastecimento de água, o que equivale a 12% da população da UF enquanto na região Nordeste destacam-se estados como Ceará (299.085 hab.), Piauí (87.733 hab.) e Tocantins (39.541 hab.).

O índice de atendimento urbano de água com rede de abastecimento é sempre alto, uma vez que nas áreas urbanas, a distribuição de água ocorre mais facilmente, sendo esse maior do que o índice de atendimento total. A diferença entre ambos os índices é mais significativa para as regiões Norte e Nordeste. Nas demais regiões, a diferença entre eles é menor, principalmente na região Sudeste, por se tratar da região mais urbanizada do país. Os índices ainda revelam as desigualdades regionais do acesso aos serviços de abastecimento de água, com menores índices nas regiões Norte (70,4%) e Nordeste (88,2%) e maiores no Sul (98,7%), Centro-Oeste (97,6%), e Sudeste (95,9%). Vale ressaltar que as áreas urbanas foram as mais favorecidas em relação ao abastecimento de água ao longo dos anos, recebendo maiores investimentos em infraestrutura, seja pelos prestadores, seja pelo Poder Público, ficando as áreas periurbanas e o meio rural carentes em soluções para o acesso à água²³.

De acordo com Maroneze *et al.*²⁴, a precarização ou inexistência dos serviços de abastecimento de água no meio rural faz com que a população frequentemente recorra a outras fontes de água, como poços tubulares, os quais nem sempre se encontram dentro dos padrões de potabilidade adequados. Na comunidade rural “Cinturão ver-

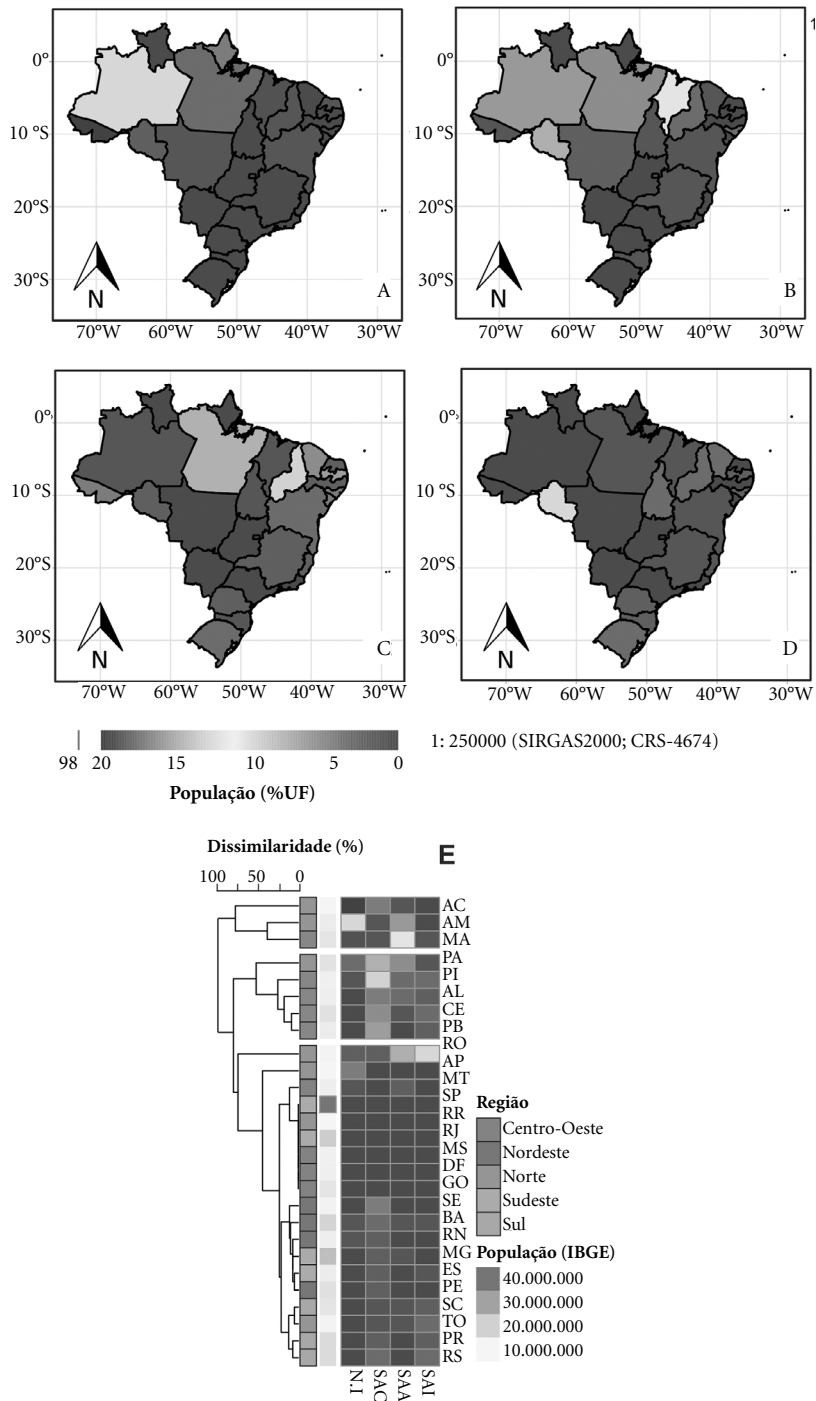


Figura 1. Mapas de calor (*heatmaps*) de diferentes estados do Brasil considerando o percentual da população em relação à população total da Unidade Federativa (UF) com dados não informados (N.I.) (A), abastecida por SAA (B), SAC (C) e SAI (D) sem tratamentos, bem como as diferentes regiões geográficas do país (E). O percentual de dissimilaridade entre os grupos do dendrograma foi considerada de acordo com a distância Euclidiana.

Nota: Os dados referentes à densidade populacional foram obtidos a partir do IBGE²², enquanto os dados referentes às diferentes formas de abastecimento foram obtidos a partir da plataforma Sisagua¹³. A população com dados não informados (N.I) do Amapá foi considerada de forma individual devido à sua discrepância em relação às demais UF.

Fonte: Autoras.

de” localizada na cidade de São Luís no estado do Maranhão, os autores supracitados observaram a presença de Coliformes Totais acima dos padrões recomendados pelo Ministério da Saúde, além de parasitas nos períodos de seca²⁴.

Vale salientar que os valores obtidos a partir de dados públicos das plataformas analisadas podem estar subestimados, devido ao elevado número de estados que não abastecem o sistema. A parcela da população nacional que não possui informações cadastradas no Sisagua é bastante representativa, totalizando 44.858.425 hab., ou seja, 21,06% da população. Avaliando os dados por região, verifica-se que a região Norte apresenta o pior cenário, contando com 44,17% da população regional (7.922.699 hab.) sem informações; entretanto, na região Sudeste, mesmo com um menor percentual (19,39%), a população sem informação é bastante representativa, totalizando aproximadamente 17 milhões de pessoas. A falta de informação interfere diretamente no acompanhamento de atendimento de um dos ODS e do PLANSAB, uma vez que, os indicadores são calculados a partir dos dados disponíveis^{5,9,10}.

Em relação ao tipo de abastecimento, foi possível constatar que a maior parte da população brasileira utiliza água proveniente da SAA, que apresenta qualidade da água bastante superior às SAC. Entretanto, para as regiões Norte e Nordeste, a população atendida por soluções alternativas ainda é mais representativa. Considerando os dois bancos de dados utilizados na análise dos índices de atendimento, observa-se uma diferença mais discrepante na região Sudeste, provavelmente devido às diferenças amostrais entre os dois bancos de dados: o SNIS considera a população total somente dos municípios atendidos por serviços de abastecimento de água cujos prestadores de serviços disponibilizaram os dados no sistema, enquanto no cálculo do índice pelo Sisagua é considerada a população total das regiões e do país estimada pelo IBGE²⁵. A despeito do elevado número de SAC em relação ao total de SAA (62.548 e 14.673, respectivamente), salienta-se a maior capacidade de abastecimento de cada SAA, ou seja, cada SAA abastece mais pessoas em relação ao SAC, levando a percentuais próximos de população atendida por sistemas sem tratamento por SAA e por SAC (1,3 e 2,1%, respectivamente).

A fim de estabelecer as possíveis relações entre o tipo de abastecimento (SAA, SAC sem tratamentos e SAI e dados não informados), realizou-se a análise da correlação entre esses parâmetros e os diferentes estados do Brasil (Figura 2). A pri-

meira dimensão (eixo x; 34,97%) e segunda dimensão (eixo y; 26,99%) em conjunto totalizam 61,96% da variância da análise. O eixo referente ao Componente 1 esteve mais relacionado ao percentual de SAI, SAC e SAA, respectivamente, enquanto o eixo do Componente 2 esteve mais relacionado à população sem informação (N.I).

Nota-se que os estados do Maranhão, Amazônia e Rondônia, pertencentes à região Norte do país, foram positivamente relacionados aos métodos de SAA sem tratamento e SAI, enquanto os estados do Amapá e Acre, também da região Norte, foram positivamente relacionados às maiores proporções de hab. sem informação de dados cadastrados no Sisagua. Em relação ao SAC sem tratamento, a maior parte dos estados relacionados a este método pertencem à região Nordeste (Alagoas, Ceará, Paraíba e Piauí); enquanto os estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste não foram relacionados aos métodos de abastecimento sem tratamento avaliados.

De acordo com dados do SNIS de 2019, do total de 170.804.516 hab. que são atendidos com abastecimento de água no Brasil, 46,1% referem-se à região Sudeste, 23,7% à região Nordeste, 15,3% à região Sul, 8,2% à região Centro-Oeste e 5,1% à região Norte¹³. Considerando o número de hab. da população urbana atendidos com abastecimento de água, tem o total de 159.961.336 no Brasil, sendo, respectivamente, 48,2%, 22,5%, 15,4%, 8,5% e 5,2% para as mesmas regiões.

A população vulnerável foi representada pela soma da população que é abastecida por SAI, por SAA e SAC sem tratamento e a população sem informação cadastrada no Sisagua¹³, sendo que o percentual foi calculado em relação a população estimada pelo IBGE²⁵. Dessa forma, estima-se que 58,41% da população total da região Norte encontra-se em situação de vulnerabilidade, seguida em proporção pela região Nordeste (32,38%), Sudeste (20,57%), Sul (15,76%) e Centro-Oeste (14,01%). Vale ressaltar que a estimativa da população vulnerável a nível nacional é de 25,91%, abaixo do estimado para as regiões Norte e Nordeste, de acordo com dados do Sisagua¹³.

Sabe-se que no Brasil o acesso à água potável, bem como aos sistemas de esgotamento sanitário não são igualitários, uma vez que podem ser influenciados por diversos fatores, como gênero, renda, zona de moradia (rural ou urbana), bairros (formais ou ocupações), entre diversos outros aspectos²⁶. Além da desigualdade dos serviços de saneamento observada para diferentes regiões do país no presente estudo, Oliveira *et al.*²⁷ avaliaram o déficit na distribuição igualitária dos serviços de

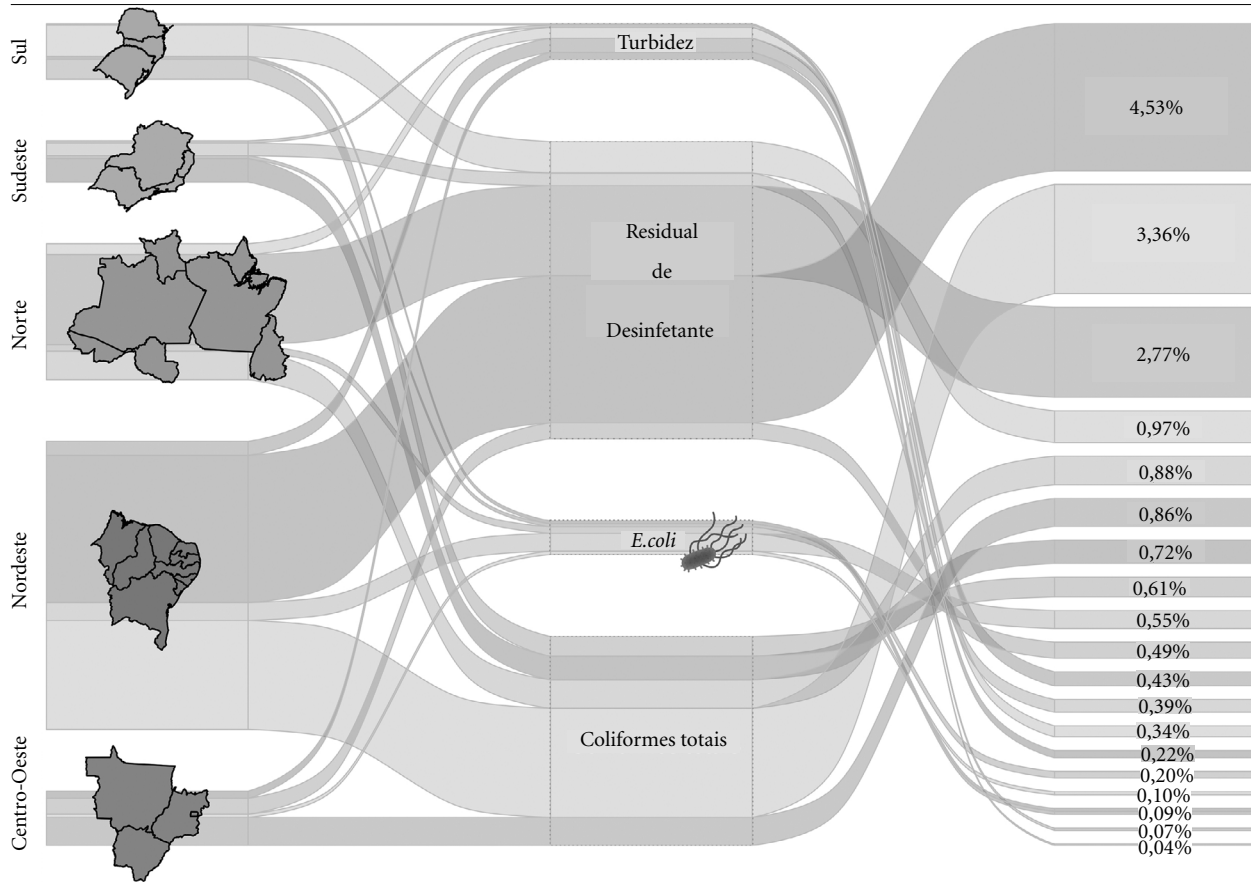


Figura 3. Percentual de amostras fora dos padrões de qualidade de turbidez, RAD, *E.coli* e coliformes totais, em relação ao total de amostras analisadas por região geográfica. Dados Sisagua 2019¹³.

Nota: De cada região do país, saem quatro curvas distintas, uma de cada cor representando cada parâmetro avaliado. Por exemplo, para a região Sul, a cor cinza cruza o espaço do parâmetro turbidez e equivale a 0,04% de amostras fora do padrão; já a cor verde, cruza o espaço de residual de desinfetante e representa 0,97% das amostras em não conformidade, e assim por diante.

Fonte: Autoras.

Em relação ao parâmetro de turbidez, avalliou-se amostras originadas de pontos de consumo e sistema de distribuição. Aquelas com turbidez superior a 5,0 uT foram consideradas fora do padrão¹⁵, pois seria um indicativo da presença de partículas e microrganismos na água, representando riscos à saúde e déficit na eficiência da desinfecção da água. Considerando todas as formas de abastecidos cadastradas no Sisagua em 2019, verifica-se que a região Nordeste apresenta o maior percentual de amostras fora do padrão: 0,43%. Para SAC, foi observado que 3,6% das amostras não estão adequadas na região Norte; enquanto, para o SAA, a região Centro-Oeste apresentou um percentual próximo, de 3,2%, seguida pela região Nordeste (1,5%). Vale ressaltar

que esses valores são elevados comparados ao percentual de amostras totais fora do padrão de turbidez.

O número de amostras analisadas para turbidez em SAA normalmente é superior em relação a SAC devido à exigência do plano de amostragem da Portaria de Consolidação nº 5, Anexo XX de 28 de setembro de 2017¹⁵, em que o número de amostras necessárias é definido de acordo com a população abastecida. Como as soluções alternativas abastecem uma população muito menor, consequentemente o número de amostras analisadas é menor. Observa-se que o percentual de amostras fora do padrão é maior para SAC em todas as regiões, exceto no Centro-Oeste brasileiro, reforçando que a população atendida

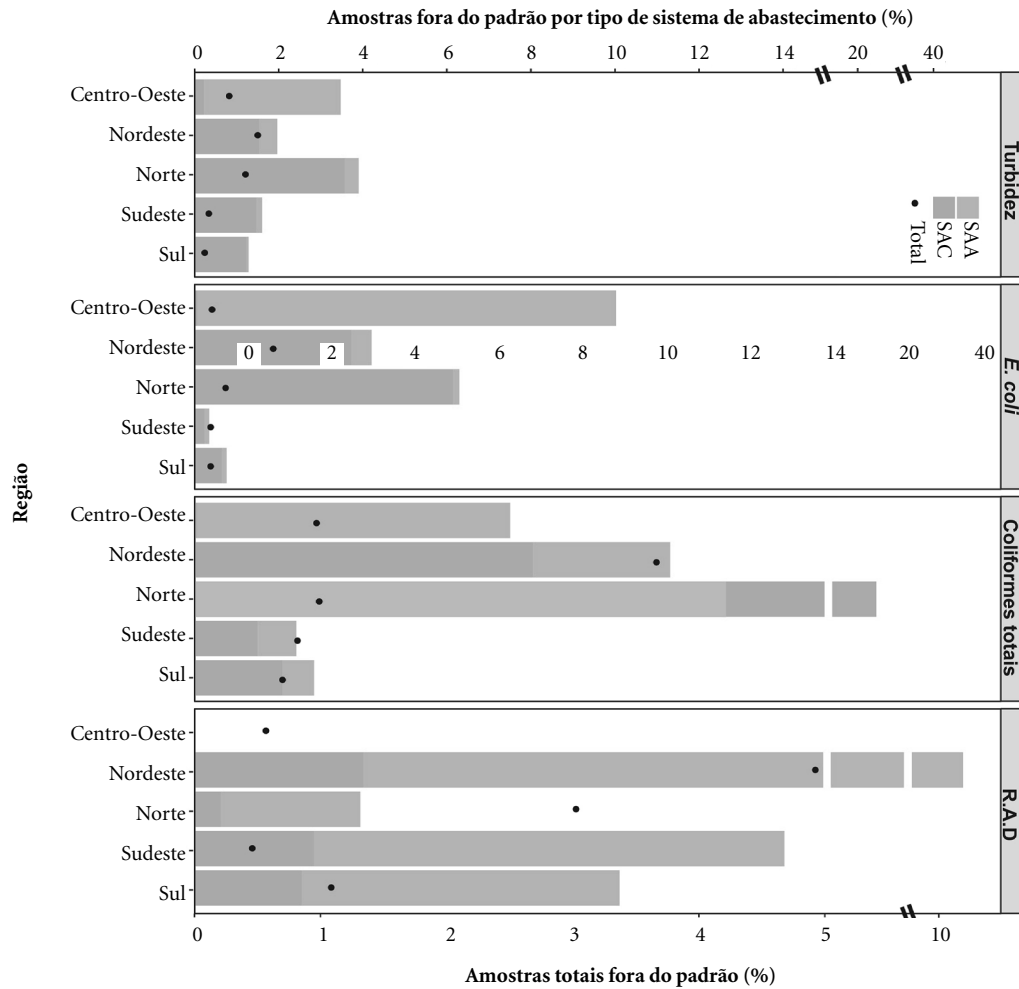


Figura 4. Percentual de amostras fora dos padrões de qualidade de turbidez, RAD, *E.coli* e coliformes totais, em relação ao total de amostras analisadas por região geográfica e por tipo de sistema de abastecimento de água (SAA e SAC).

Nota: O eixo a esquerda representa o % de amostras fora do padrão por tipo de abastecimento (SAC ou SAA), referindo-se às barras empilhadas; já o eixo à direita apresenta o % de amostras fora do padrão considerando todos os sistemas de abastecimento de água cadastrados no Sisagua, em 2019 e refere-se aos círculos pretos.

Fonte: Autoras.

por SAC está mais suscetível aos riscos à saúde. Sendo assim, entende-se que índices elevados de amostras fora do padrão de turbidez pode possuir grande impacto na saúde pública³¹; entretanto, as diferentes formas de captação, além das características hidroquímicas naturais devem ser consideradas, uma vez que em alguns sistemas de SAI e SAC (*i.e* poços artesianos) não há filtração após a captação, sendo os problemas sanitários comumente relacionados às próprias instalações do sistema de captação³³.

A identificação de microrganismos potencialmente patogênicos nas amostras de água é inviável do ponto de vista econômico, além de se tratar de uma análise complexa. Comumente a análise microbiológica é feita por meio da estimativa de bioindicadores de contaminação, de origem fecal animal ou humana, como as bactérias do grupo dos Coliformes, mais especificamente a *E.coli*³⁴. A presença desses microrganismos na amostra de água indica que há contaminação fecal, ou seja, há a presença de microrganismos possivelmen-

te causadores de doenças de veiculação hídrica; sendo a amostra considerada fora do padrão de potabilidade¹⁸.

É possível notar que o percentual de amostras com *E. coli* fora do padrão é mais elevado nas regiões Norte e Nordeste para SAC (6,2 e 3,7%, respectivamente); e na região Centro-Oeste (9,98%) para SAA, representando uma maior vulnerabilidade da população à incidência de doenças, como as doenças diarreicas agudas. As análises para o parâmetro Coliformes totais também tiveram maior porcentagem de amostras fora do padrão em SAA para as regiões Centro-Oeste (7,45%) e Nordeste (3,26%), bem como SAC para as regiões Norte (21,93%) e Nordeste (8,03%), corroborando a vulnerabilidade da população dessas regiões a doenças de veiculação hídrica. Sendo assim, o percentual de contaminação verificado nos SAC do Norte e do Nordeste, pode sugerir que o processo de desinfecção não está ocorrendo ou não está sendo feito de forma eficiente.

Sabe-se que a presença de *E. coli* ocorre devido à ausência ou ineficiência da etapa de desinfecção. Entretanto, tal contaminação pode ocorrer pela recontaminação da água durante sua distribuição ou armazenamento³⁵. Desta forma, vale destacar a importância da manutenção sanitária adequada dos sistemas de captação e dos reservatórios de água, bem como a promoção de educação sanitária, a fim de orientar a população sobre a adoção de hábitos de higiene pessoal, alimentar e doméstica.

O RAD, estimado pela concentração de dióxido de cloro, concentração de cloro residual livre e cloro residual combinado, é um parâmetro importante para verificar a potabilidade da água, uma vez que possibilita a confirmação da manutenção do residual desinfetante ao longo de todo o sistema de distribuição, de forma preventiva à recontaminação da água na rede, conforme preconiza a Portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021¹⁶. Valores de concentração de RAD menores que as recomendadas causam vulnerabilidade quanto à recontaminação, enquanto concentrações muito elevadas representam risco químico à saúde da população, além da possibilidade da presença de odor e sabor à água.

Apesar de ser esperado que os maiores percentuais de amostras de RAD fora do padrão fossem encontrados em SAC das regiões Norte e Nordeste, devido aos maiores percentuais de amostras de *E. coli* fora do padrão, observou-se que a maior incidência percentual ocorreu nos SAA da região Nordeste (40,6%), isso se deve ao fato de que os responsáveis pelos SAA realizam

um número muito maior de amostras devido a melhor capacidade analítica. Para o parâmetro RAD foi observado um percentual de 2,77% de amostras fora do padrão para as regiões Norte, sendo que deste total, 98,73% das amostras apresentavam concentrações menores que 0,2 mg/L e 1,27% valores maiores que 5,0 mg/L. Já para a região Nordeste o percentual de amostras fora do padrão foi de 4,53%, onde 81,41% do total das amostras fora do padrão apresentava concentrações abaixo de 0,2 mg/L e 18,59% concentrações acima de 5,0 mg/L.

A dificuldade de atendimento do residual mínimo de agente desinfetante também foi observado para as demais regiões. Embora as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentem menores percentuais de amostras fora do padrão (0,5%, 0,4% e 0,9%, respectivamente), mais de 90% dessas tiveram concentrações abaixo de 0,2 mg/L e apenas uma pequena parcela possuía concentrações superiores a 5,0 mg/L. É importante destacar a manutenção do residual mínimo do agente desinfetante como um indicador da segurança da água distribuída uma vez que, mesmo quando o tratamento é bem realizado, a água pode se deteriorar em função de problemas de integridade da rede, levando, muitas vezes, à contaminação da água já tratada.

O elevado número de amostras fora do padrão de potabilidade, além da carência de abastecimento adequado evidenciado para as regiões Norte e Nordeste, confirma que o acesso ao abastecimento e esgotamento sanitário adequados é frequentemente negligenciado nestas regiões, conforme corroborado pelo estudo de Pentado e Branchi³⁶.

Mesmo que o abastecimento de água e esgotamento sanitário sejam considerados serviços universais, a discussão de seu modelo tarifário é fundamental para a garantia da continuidade de acesso, uma vez que a existência não significa, necessariamente, acessibilidade com qualidade. Sendo assim, em regiões de vulnerabilidade, ou seja, as regiões compreendendo população sem informação no Sisagua, população atendida por SAI e população atendida por SAA e SAC sem tratamento, é elevado o número de moradores que optam por formas alternativas de abastecimento irregular (conexões clandestinas em redes ou poços), tornando-os suscetíveis às DRSAI e ainda prejudicando o bom funcionamento dos sistemas. De acordo com Britto³⁷, no Brasil, estes usuários são comumente incorporados ao sistema a partir do estabelecimento de tarifas sociais, que quando bem equacionadas, possibilitam o

acesso destes serviços com maior equidade, e ainda, com menor impacto ao equilíbrio financeiro do país. Vale ressaltar que no Brasil, o corte do abastecimento de água de usuários não pagantes não é considerado ilegal³⁷.

Considerações finais

Por meio da análise dos dados disponíveis do SNIS e Sisagua, foi possível constatar que aproximadamente 83,7% da população total e 93% da população urbana são atendidos por Sistemas de Abastecimento de Água no Brasil. Contudo, observou-se grandes diferenças quando as regiões do país foram avaliadas: enquanto nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, pelo menos entre 85-90% da população regional era atendida, nas regiões Nordeste e Norte, respectivamente 73,9 e 58% da população regional possuía abastecimento de água no ano de 2019.

Em relação a qualidade da água distribuída, verificou-se que, no Brasil, 1,3% e 2,1% da população recebe água por meio de SAA e SAC sem tratamento, ou seja, a água que está sendo consumida pode ser considerada não segura, representando risco à saúde. Além disso, estima-se que 0,9% da população é abastecida por SAI. A diferença entre as regiões nesse caso também é grande, sendo que no Norte, o índice sobe para 6,6% por SAA e 7,2% por SAC sem tratamento. Vale ressaltar que os maiores percentuais de amostras fora do padrão de potabilidade para turbidez foram observados para SAC, com destaque para a região Norte (3,6%), bem como para *E. coli* (6,2%). Para RAD, o maior percen-

tual de amostras fora do padrão foi para SAA na região Nordeste (40,6%), sendo observado um percentual mais elevado de amostras com concentrações menores que o mínimo estabelecido no padrão de potabilidade de 0,2 mg/L (81,41%).

Aproximadamente três milhões e meio de hab., ou seja, quase 1,6% da população brasileira não possuía cadastro no Sisagua. Logo, é possível inferir que os índices de cobertura de abastecimento de 2019 não retratavam a realidade de todos os brasileiros, visto que não se tem informação de uma parcela da população. Ressalta-se que 25% dos brasileiros estão vulneráveis a diversos riscos à saúde relacionados à qualidade da água. Na região Norte a população vulnerável (população sem informação no Sisagua, população atendida por SAI e população atendida por SAA e SAC sem tratamento) representa quase 60% da população.

Vale reforçar que o saneamento básico e, especialmente, o acesso à água potável são direitos básicos e de necessidade imediata, uma vez que sua deficiência acarreta impactos negativos não apenas individuais à população vulnerável, como na saúde coletiva. Neste contexto, embora o país esteja caminhando para alcançar o acesso universal aos serviços de abastecimento de água, ainda há uma grande parcela da população que não recebe água segura, conforme estabelecido na meta 6.1 dos ODS, uma vez que uma parcela substancial da população ainda pode ser considerada como vulnerável. Sendo assim, espera-se que os resultados aqui debatidos fomentem tomadas de decisões em relação à implementação de políticas públicas de saneamento ambiental mais justas para as diferentes regiões geográficas do país, especialmente para as regiões Norte e Nordeste.

Colaboradores

Em relação às contribuições na elaboração do trabalho podemos citar que a contextualização do trabalho foi feita por LF Araujo e RC Andrade, sendo esta última também a administradora do projeto e responsável pela curadoria dos dados. A metodologia foi concebida por LF Araujo em conjunto com FP Camargo que colaborou com o uso dos softwares de elaboração de gráficos. As autoras NS Vernin e A Torres Netto colaboram com os levantamentos de dados complementares à pesquisa e ainda com a análise formal dos dados (NS Vernin) e visualização geral do artigo (A Torres Netto). A responsável pela redação inicial do artigo foi a LF Araujo, enquanto as demais autoras (RC Torres Netto, NS Vernin, FP Camargo e A Torres Netto) fizeram as correções e revisão final.

Referências

1. Razzolini MTP, Günther WMR. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. *Saude Soc* 2008; 17(1):21-32.
2. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). *Agenda 2030* [Internet]. 2019 [acessado 2020 maio 19]. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>.
3. Brasil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. *Diário Oficial da União*; 2007.
4. Trata Brasil. *O que é saneamento?* [Internet]. 2019 [acessado 2020 maio 19]. Disponível em: www.trata-brasil.org.br.
5. Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)*. Brasília: Ministério das Cidades; 2013.
6. Zancul JDS. Direitos Humanos à Água e ao Saneamento e a Política de Saneamento Básico no Brasil. *Cad Ibero-Am Direito Sanit* 2015; 4(2):23-46.
7. United Nations (UN). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. New York: UN; 2015.
8. Nahas MIP, Heller L. *VII Congreso de la Asociacion Latino Americana de Poblacion e XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais*. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas René-Rachou, Fundação Oswaldo Cruz; 2016.
9. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). *Glossário de termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos*. Brasília: PNUD; 2018.
10. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. ANA. *ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores* [Internet]. 2019 [acessado 2020 maio 19]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/ods6>.
11. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Manual de Procedimentos de Entrada de Dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua)*. Brasília: MS; 2016.
12. Oliveira Júnior A, Magalhães TB, Mata RN, Santos FSG, Oliveira DC, Carvalho JLB, Araújo WN. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. *Epidemiol Serv Saude* 2019; 28:e2018117.
13. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - VIGIAGUA*. Brasília: MS; 2019.
14. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) - Série Histórica. Brasília: MS; 2019.
15. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial da União*; 2017.

16. Brasil. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União* 2021; 7 maio.
17. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. *Saúde Brasil 2017: Uma análise da situação de saúde e os desafios para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Brasília: MS; 2018.
18. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA)*. Brasília: MS; 2019.
19. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electr* 2001; 4(1):1-9.
20. Pereira RHM, Gonçalves CN. *geobr: Loads Shapefiles of Official Spatial Data Sets of Brazil* [Internet]. [acessado 2021 maio 19]. Disponível em: <https://rdrr.io/cran/geobr/>.
21. Kuwajima JI, Santos GR, Fechine VMR, Santana AS. *Texto para Discussão 2614. Saneamento no Brasil: proposta de priorização do investimento público*. Brasília: Ipea; 2020.
22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Cidades e Estados: Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE; 2019.
23. Machado AVM, Santos JAN, Nogueira LT, Nogueira MT, Oliveira PADO. *XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III INOVARSE*. Rio de Janeiro; 2016.
24. Maroneze MM, Zepka LQ, Vieira JG, Queiroz MI, Jacob-Lopes E. A tecnologia de remoção de fósforo: Gerenciamento do elemento em resíduos industriais. *Rev Ambient Agua* 2014; 9(3):445-458.
25. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Estimativa da População*. Rio de Janeiro: IBGE; 2017.
26. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Diagnóstico do abastecimento de água para consumo humano no Brasil em 2019. *Bol Epidemiol* 2020; 51:1-16.
27. Oliveira CRM, Portella CMM, Gonçalves RJ, Oliveira Júnior Z. Meio Ambiente (Brasil) Saneamento básico e a relação intrínseca com o desenvolvimento sustentável: um desafio frente à desigualdade socioeconômica na Região Norte do Brasil. *Meio Ambient* 2021; 3(3):62-74.
28. Mello RRPB, Villardi RM, Mello SCRP, Miranda MG. Desafios No Acesso À Água E Saneamento Básico No Brasil E O Controle Da Covid-19. *Rev Augustus* 2020; 25(51):281-293.
29. Oliveira JLM, Cohen SC, Kligerman DC, Cardoso TAO, Assumpção RSFV, Barrocas PRG. Os desafios do saneamento como promoção da saúde da população brasileira. *Saude Debate* 2019; 43(n. esp. 3):4-7.
30. Garcia MSD, Ferreira MP. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. *Dign Re-Vista* 2017; 2(3):1-12.
31. Maroneze MM, Zepka LQ, Vieira JG, Queiroz MI, Jacob-Lopes E. A tecnologia de remoção de fósforo: Gerenciamento do elemento em resíduos industriais. *Rev Ambient Agua* 2014; 9:445-458.
32. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. *Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano (Série A. Normas e Manuais Técnicos)*. Brasília: MS; 2007.
33. Andrade AMC, Silva DA, Araújo NMC. Avaliação da turbidez de águas de poços da zona rural do município de Caruaru-PE. *Braz J Heal Rev* 2020; 3(2):1933-1942.
34. American Public Health Association (APHA/AWWA/WEF). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22ª ed. Washington D.C.: American Public Health Association; 2012.
35. Silva Junior MD, Moraes SR, Valadão IC, Pereira WDS, Miranda VBS. Análise microbiológica de águas de reservatórios da comunidade do Lixão de Gramacho/Rio de Janeiro. *Rev Ibero-Am Cien Ambient* 2019; 10(2):234-242.
36. Penteado TB, Branchi BA. O acesso à água e saneamento na promoção do desenvolvimento humano. *Rev Cien An Bras* 2021; 14(35):1-15.
37. Britto AL. *As tarifas sociais de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil: seus impactos nas metas de universalização na garantia dos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário*. Brasília: ONDAS; 2020.

Artigo apresentado em 16/08/2021

Aprovado em 10/03/2022

Versão final apresentada em 12/03/2022

Editores-chefes: Romeu Gomes, Antônio Augusto Moura da Silva

