

Diagnóstico da qualidade da água para consumo humano em estabelecimentos de saúde localizados em áreas rurais do Brasil

Diagnosis of water quality for human consumption in health establishments located in rural areas of Brazil

Jamyle Calencio Grigoletto¹ , Andrey Pereira Soares² , Alena Torres Netto³ ,
Rosane Cristina de Andrade³ 

¹Ministério da Saúde, Brasília, DF, Brasil. E-mail: jamyle.grigoletto@saude.gov.br

²Universidade de Brasília – UnB, Brasília, DF, Brasil. E-mail: andrey1934@gmail.com

³Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mails: alenanelto@eng.uerj.br, rosane.andrade@eng.uerj.br

Como citar: Grigoletto, J. C., Soares, A. P., Torres Netto, A., & Andrade, R. C. (2024). Diagnóstico da qualidade da água para consumo humano em estabelecimentos de saúde localizados em áreas rurais do Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 21, e12. <https://doi.org/10.21168/regav21e12>

RESUMO: O saneamento básico promove saúde e inibe a propagação de doenças de veiculação hídrica, sendo essencial à dignidade e sobrevivência humana. Apesar disso, globalmente, bilhões de pessoas ainda carecem de acesso a serviços de saneamento, principalmente em áreas rurais. A presente pesquisa tem como objetivo analisar dados sobre a qualidade da água fornecida em estabelecimentos de saúde em áreas rurais, a fim de possibilitar o planejamento de soluções adaptadas para saneamento da população rural. Foram consideradas informações acerca do Sistema de distribuição de água de instituições cadastradas no Sisagua, considerando a Portaria GM/MS n.º 888/2021. O pH ácido obtido nas amostras da região Centro-Oeste pode ter contribuído com a baixa incidência de coliformes e de *E. coli* na região, enquanto nas demais regiões foram encontrados valores de pH maiores que sete reduzindo a efetividade do cloro residual livre como agente desinfetante, sendo o pior cenário nas regiões Norte e Nordeste. Sendo assim, os dados compilados na presente pesquisa podem fomentar tomadas de decisões em relação à implementação de políticas públicas de abastecimento de água mais justas para as diferentes regiões geográficas do país, especialmente Norte e Nordeste.

Palavras-chave: Potabilidade da Água; Doenças Transmitidas pela Água; Saneamento Rural.

ABSTRACT: Basic sanitation promotes health and inhibits the spread of waterborne diseases. Despite being essential to human dignity and survival, billions of people globally still lack access to sanitation services, especially in rural areas. The present research aims to analyze data regarding the quality of water supplied in healthcare establishments in rural areas in order to enable the planning of adapted solutions for sanitation of the rural population. For this purpose, information about Water distribution system registered with Sisagua was used, considering Ordinance GM/MS nº888/2021. The acidic pH obtained in samples from the Midwest region may have contributed to the low incidence of coliforms and *E. coli* in the region, while pH values greater than seven were found in other regions, reducing the effectiveness of free residual chlorine as a disinfectant agent, with worst scenarios in North and Northeast regions. Therefore, the data compiled in this research can encourage better water supply public policies for the different geographic regions in Brazil.

Keywords: Water Potability Standard; Waterborne Diseases; Rural Sanitation.

INTRODUÇÃO

O planejamento e a gestão dos recursos hídricos de forma integrada às políticas públicas de meio ambiente, saneamento e saúde são imprescindíveis e prementes para garantir a universalização do acesso à água potável em quantidade e qualidade adequadas para todos. A melhoria da qualidade da água fornecida e distribuída para o consumo humano, garantindo sua potabilidade e segurança, está diretamente relacionada com a proteção dos mananciais, com a quantidade de água disponível e com

Recebido: Janeiro 08, 2024. Revisado: Julho 10, 2024. Aceito: Julho 15, 2024.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

a capacidade de tratamento do setor de saneamento. A gestão eficiente de recursos hídricos é essencial para garantir a disponibilidade e qualidade da água, que são fundamentais para o saneamento e a saúde pública. Melhorar a gestão de recursos hídricos contribui diretamente para a prevenção de doenças, redução da mortalidade infantil e promoção do bem-estar geral da população. Portanto, estratégias integradas que considerem o ciclo completo da água, desde a captação até o tratamento de esgoto, são indispensáveis para a construção de comunidades saudáveis e resilientes.

É amplamente reconhecido que os serviços de saneamento básico são essenciais para promover a saúde pública e prevenir a propagação de doenças de veiculação hídrica, constituindo um direito humano fundamental. No entanto, globalmente, cerca de 2,2 bilhões de pessoas ainda carecem de acesso à água potável, 4,2 bilhões não têm acesso a serviços de saneamento adequado, e 3 bilhões carecem de instalações básicas de lavagem das mãos em seus domicílios, conforme dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) (World Health Organization, 2014). Esses números destacam a urgência e a importância de garantir o acesso universal a esses serviços.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada em 2015 pela ONU, estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para orientar o progresso global. Entre esses, o Objetivo 6 visa garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. A meta principal é alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos até 2030 (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2016; United Nations, 2015). Contudo, a universalização desses serviços em localidades isoladas e de difícil acesso continua sendo um desafio significativo. Não apenas é crucial ampliar a cobertura dos sistemas de abastecimento, mas também assegurar que a água fornecida atenda aos padrões de qualidade necessários para usos diversos.

O fornecimento adequado de água, tanto em quantidade quanto em qualidade, é vital para o desenvolvimento socioeconômico e tem um impacto direto nas condições de saúde e bem-estar da população. A falta de acesso a água de qualidade pode levar ao consumo de fontes alternativas não seguras, aumentando o risco de doenças hídricas. Ferramentas como o Sistema de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) são fundamentais para monitorar e gerenciar a qualidade da água no Brasil (Mata et al., 2022). Este sistema, regulamentado pelo Ministério da Saúde, registra dados sobre formas de abastecimento e qualidade da água, facilitando a identificação de riscos e a implementação de políticas públicas eficazes. Os dados de monitoramento da qualidade da água seguem a norma de potabilidade, a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que alterou o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017 (Brasil, 2017, 2021a).

Os parâmetros considerados estratégicos no monitoramento e caracterização da qualidade da água para consumo humano, utilizados pela Sisagua, incluem Residual do Agente Desinfetante (RAD), Turbidez, Cor, pH, Fluoreto, Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais e presença/ausência de *Escherichia coli*. Esses dados são utilizados no gerenciamento de riscos à saúde associados ao abastecimento de água no Brasil e contribuem para a atuação da vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como para a estruturação de políticas públicas na área de saúde ambiental e saneamento e a prevenção de doenças de veiculação hídrica (Brasil, 2021a).

Vale salientar que, embora a taxa de mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento inadequado esteja diminuindo, é possível constatar o reaparecimento de problemas, como por exemplo a dengue e febre amarela, além da emergência de doenças causadas por vetores e condições ambientais similares, como Zika e Chikungunya. A pandemia da COVID-19, por exemplo, evidenciou e expôs a importância da qualidade da água fornecida e utilizada em estabelecimentos de saúde como forma de prevenção e controle de doenças infecciosas. Desta maneira, a qualidade da água nestes estabelecimentos, muitas vezes tidos como garantidos, mostrou-se necessária mais do que nunca para proteger os profissionais de saúde e os pacientes vulneráveis, como idosos, crianças e pessoas com comorbidades (Tekam et al., 2020).

Uma vez que a maioria das doenças são transmitidas via fecal-oral, a transmissão dos agentes infecciosos, tais como SARS-CoV-2, pode ser particularmente alta devido à infraestrutura precária de água potável e esgoto, além de práticas inadequadas de higiene. Portanto, a qualidade da água fornecida em estabelecimentos de saúde, juntamente com práticas adequadas de higiene, são pontos de controle críticos que podem complementar os esforços atuais na luta contra agentes infecciosos, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil (Hargono et al., 2022).

A transmissão fecal-oral torna-se acentuada em locais onde o saneamento existente não é gerido com segurança, levando à contaminação da água com bactérias entéricas e vírus de matéria fecal. De acordo com Gwenzi (2021), as comunidades mais suscetíveis à transmissão de doenças através da

água potável contaminada são aquelas residentes em assentamentos informais, aglomerados populacionais e áreas urbanas ou rurais sem acesso a uma rede confiável.

De acordo com o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) (Brasil, 2019b), nas áreas rurais, 24 milhões (59,5%) de pessoas não possuem atendimento adequado para abastecimento de água, 22 milhões (79,42%) não contam com atendimento adequado para esgotamento sanitário e 30 milhões (76,6%) não têm acesso à coleta de resíduos sólidos. Isso ocorre porque, historicamente, não há investimento no setor de saneamento rural, mas sim nos centros urbanos. Além disso, a política para o desenvolvimento destes territórios é fragmentada e envolve baixos recursos públicos. 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, deixando as áreas periurbanas e o meio rural carentes em soluções para o acesso à água (Twagirayezu et al., 2023).

Considerando que conhecer e compreender a diversidade dos territórios rurais e suas necessidades é o primeiro passo para propor soluções rumo à universalização do acesso ao saneamento básico nessas áreas, a presente pesquisa tem como principal objetivo avaliar a qualidade da água utilizada em estabelecimentos de saúde em áreas rurais por meio da análise de dados secundários de parâmetros básicos. Esta avaliação visa garantir a conformidade com os padrões de segurança e higiene exigidos pelas normativas de saúde pública, bem como possibilitar o planejamento e a implementação de soluções adaptadas que facilitem a captação, tratamento e distribuição de água de qualidade para a população rural.

METODOLOGIA

O presente estudo trata de uma pesquisa descritiva referente à qualidade da água para consumo humano em estabelecimentos de saúde, localizados em áreas rurais de diferentes regiões geográficas do Brasil, no período entre 2020-2022. Tais dados foram compilados utilizando-se a completude dos dados do Sisagua (Brasil, 2020a), cujos dados são disponibilizados no Portal Brasileiro de Dados Abertos (Brasil, 2020b) e no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) - Série Histórica 2019 (Brasil, 2019a).

O Sisagua é um sistema de informação 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 população (Brasil, 2016).

Processamento dos dados

Para o processamento e manipulação dos dados, utilizou-se os pacotes Pandas v. 1.5.3 (Python, 2023) e Matplotlib (2023) em linguagem Python. Após acesso ao banco de dados do Sisagua, foi realizada a seleção das colunas de interesse através da aplicação de filtros contendo as palavras-chave “Comunidades Rurais”, “Unidades de Saúde” e “Parâmetros Básicos de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano”.

As visualizações gráficas foram obtidas através do pacote *ggplot2* e por meio de funções básicas da linguagem R (www.R-project.org/).

Avaliação da qualidade da água de abastecimento

As análises foram realizadas por meio dos dados do Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água (SAC), englobando tanto instituições estaduais quanto municipais, cadastradas no banco de dados do Sisagua, na planilha “Quantitativos de Análises”. Como parâmetros de qualidade da água de abastecimento foram analisados: Cloro Residual Livre (mg.L^{-1}), Fluoreto (mg.L^{-1}), Coliforme Totais, *Escherichia Coli*, Cor (uH), pH e Turbidez (uT). Para classificar o resultado das análises como “dentro do padrão”, utilizou-se o valor de referência estabelecido na norma de potabilidade para cada parâmetro, seguindo os protocolos descritos pela Portaria de Consolidação nº 5, Anexo XX, de 28 de setembro de 2017 (Brasil, 2017) e, atualmente, alterada pela Portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2021a; Brasil, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação da qualidade da água

Em 2017, a Equipe Técnica Regional de Água e Saneamento (ETRAS) realizou uma avaliação da situação de água, saneamento e higiene nos estabelecimentos de saúde em diversos países e relataram que cerca de 54% tinham problemas de qualidade da água (Organização Pan-Americana da Saúde, 2022), sendo o problema agravado ao se considerar as áreas rurais.

No Brasil, em 2019, o sistema de saúde ficou sobrecarregado devido ao aumento de casos de doenças de veiculação hídrica (DVI), que é reflexo do sistema de saneamento básico insatisfatório, no qual compromete a qualidade da água para consumo humano (Silva & Carniel, 2022). Somente em 2019, 2.734 óbitos foram registrados e atribuídos a doenças como diarreia, leptospirose, esquistossomose e malária (Organização Pan-Americana da Saúde, 2022). Considera-se que em um cenário com um sistema de saneamento básico eficiente, tais óbitos poderiam ser evitados. Diante deste cenário, a qualidade da água de abastecimento foi avaliada em todos os estabelecimentos de saúde em áreas rurais do Brasil cadastradas no Sisagua entre 2020-2022, classificando o resultado de análise como “dentro do padrão” através do valor de referência estabelecido na norma de potabilidade para cada parâmetro, seguindo os protocolos descritos pela Portaria de Consolidação nº 5, Anexo XX, de 28 de setembro de 2017 (Brasil, 2017) e, atualmente, alterada pela Portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2021a).

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 alimentam as informações no 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 (Araújo et al., 2022).

Análises físico-químicas

A relação entre número de amostras analisadas em cada região geográfica por ano, de acordo com os parâmetros físico-químicos recomendados pela Portaria de Consolidação nº 5, Anexo XX, de 28 de setembro de 2017 (Brasil, 2017) e, atualmente, alterada pela Portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2021a), encontra-se resumida na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1 - Relação entre número de amostras analisadas em cada região geográfica por ano, de acordo com os parâmetros físico-químicos analisados e percentual (%) de amostras dentro do padrão.

	Região				
	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
2020					
CRL (%< 2,0 mg.L ⁻¹)	78,8	75	42,9	80,4	80
Fluoreto (%< 1,5 mg.L ⁻¹)	-	-	-	-	-
Cor (%< 15 uH)	100	85	-	83,3	80
pH (%< 7)	5,1	42,7	47,8	41,5	25
Turbidez (%< 5 uT)	97,2	86,2	87,1	93	96,2
2021					
CRL (%< 2,0 mg.L ⁻¹)	67,4	70,1	74,1	78,5	87,5
Fluoreto (%< 1,5 mg.L ⁻¹)	100	98,3	100	93,8	98,8
Cor (%< 15 uH)	100	89,2	87	83,3	100
pH (%< 7)	12,2	39,4	39,4	47,7	50
Turbidez (%< 5 uT)	96,2	90,6	87,6	78,5	87,5
2022					
CRL (%< 2,0 mg.L ⁻¹)	66,7	66,7	45,5	87	85
Fluoreto (%< 1,5 mg.L ⁻¹)	100	98,3	100	93,8	98,8
Cor (%< 15 uH)	100	83,5	100	92,2	100
pH (%< 7)	5,3	46,6	0	50	20
Turbidez (%< 5 uT)	100	95,7	89,1	92,5	100

(-) Dados indisponíveis. CRL= Cloro Residual Livre.

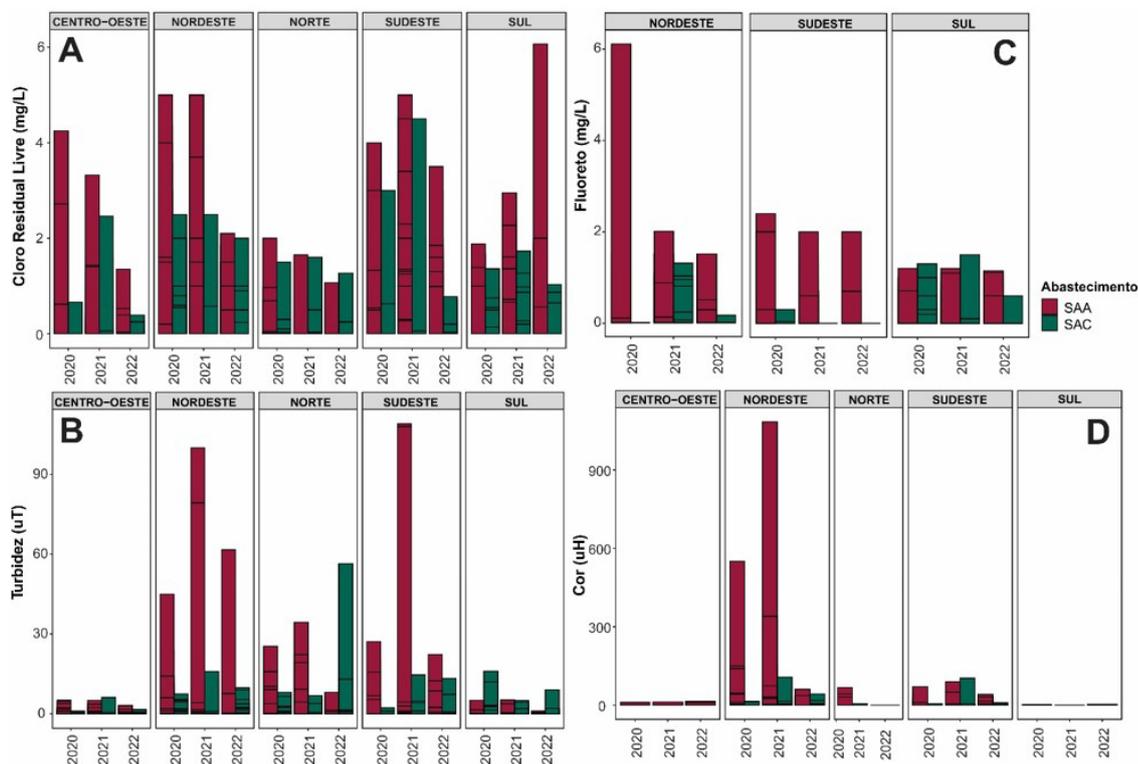


Figura 1 – Análises físico-químicas realizadas em cada região geográfica por ano e tipo de abastecimento. (A) Cloro residual livre, (B) Turbidez, (C) Fluoreto e (D) Cor.

Em relação ao parâmetro cloro residual livre, foi possível constatar que os valores se enquadraram dentro do padrão ($0 - 5,0 \text{ mg.L}^{-1}$) em todas as regiões do Brasil no período de estudo; entretanto, a região Sul apresentou valor excedente de $6,0 \text{ mg.L}^{-1}$ cloro residual livre em 2022, que pode ter sido decorrente de alterações da qualidade da água dos mananciais ou problemas nos sistemas públicos de abastecimento de água potável. Ademais, verificou-se que a região Norte apresentou maior percentual de amostras fora da faixa recomendada ($0,2 - 2,0 \text{ mg.L}^{-1}$) no ano de 2020 e 2022, enquanto as demais regiões mantiveram maiores percentuais dentro da faixa recomendada, com valores médios de $0,84 \text{ mg.L}^{-1}$ de cloro residual livre.

É importante salientar que se deve manter a concentração de cloro residual livre em concentrações adequadas, uma vez que ele exerce papel desinfetante, além de que o excesso de Cloro pode estar associado a alguns problemas de saúde e valores de cloro residual livre acima de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ torna a água imprópria para consumo humano (Brasil, 2021a,b; Nieuwenhuijsen et al., 2009).

Sabe-se que para manter o efeito desinfetante do cloro residual livre, é preciso que a água tenha valor de pH abaixo de 9, isso porque valores de pH elevados favorecem a formação de íons hipoclorito que não exercem poder de desinfecção, em contrapartida, valores de pH menores podem favorecer a formação de ácido hipocloroso (forma mais forte do desinfetante) (Brasil, 2021a,b).

Foi possível verificar que a média dos valores de pH variou entre 5,66-6,88 em todas as regiões em 2020, entre 5,4-7,07 em 2021 e entre 4,82-6,93 em 2022. A região Centro-Oeste foi onde foram registrados menores valores de pH na água que abastece os estabelecimentos de saúde nas áreas rurais, representando 94,9, 87,8 e 94,7% das amostras em 2020, 2021 e 2022, respectivamente.

A portaria de consolidação nº5 (PC5) Anexo XX alterada pela portaria nº 888 de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2021a) não possui mais valores recomendados de pH na água de consumo humano, mas sabe-se que valores de pH menores que 6,0 podem causar um desgaste acelerado das redes de distribuição (Santos, 2017).

Ademais, o pH ácido obtido nas amostras da região Centro-Oeste pode ter contribuído com a baixa incidência de coliformes de *E. coli* na região, decorrente da ação efetiva como desinfetante do cloro residual livre que se enquadrava dentro da faixa recomendada ($0,2 - 2,0 \text{ mg.L}^{-1}$) na maioria das amostras analisadas. Por outro lado, as demais regiões, principalmente a Sudeste e Nordeste, apresentaram maiores percentuais de amostras com valores de pH >7 , sendo possível inferir que

houve baixa efetividade do cloro residual livre como agente desinfetante. Além disso, águas com valores de pH elevados (>9) podem causar incrustações e entupimentos das redes de tubulações e dificultar a distribuição de água ao consumidor (Santos, 2017).

O Valor Máximo Permitido (VMP) em águas superficiais em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) ou pontos de consumo para o parâmetro Turbidez é de 5,0 uT (Brasil, 2021a), sendo este parâmetro importante na avaliação da necessidade de avaliação de outros parâmetros biológicos, como a quantificação de oocistos.

Para o território total, a média no ano de 2022 foi de 6,5 uT, excedendo o limite permitido; entretanto, tal valor manteve-se elevado devido às amostragens realizadas especialmente nas regiões Nordeste e Norte, nas quais pontos acima do VMP permitido foram observados, chegando a 56,4 uT na região Norte; Nordeste, com máxima de 61,7 uT, Sudeste, com máxima de 13,3 uT e apenas um ponto na região Sul, com máxima de 9 uT. Nos anos anteriores, de 2020 e 2021, padrão similar foi observado, sendo que apenas a região Centro-Oeste manteve-se dentro do VMP permitido, com média de 1,4 em 2020 e 0,8 em 2021, enquanto para as demais regiões observou-se 1,5 e 1,4 para a região Norte, 1,7 e 1,6 para a região Nordeste, 1,4 e 1,3 para o Sudeste e 1,0 e 0,9 na região Sul para os anos de 2020 e 2021, respectivamente. A região Norte apresentou 90% das amostras acima de 5 uT para todo o período de estudo, enquanto a região Centro-Oeste esteve entre 96,2% até 100% das amostras dentro do VMP no ano de 2022.

O parâmetro cor está intimamente relacionado com a turbidez, e seu VMP de acordo com o padrão organoléptico de potabilidade para águas superficiais é de 15 uH⁵. Em 2022, a região com menor percentual de amostras dentro do VMP para cor foi a Nordeste, com 16,5% de amostras acima de 15 uH. Entretanto, o percentual de amostras dentro do VMP para as regiões Centro-Oeste, Norte e Sul podem estar superestimados devido ao menor número amostral em comparação com as demais regiões (1-2 amostras e 51-85 amostras, respectivamente). Padrão similar foi observado nos anos anteriores, 2020 e 2021, uma vez que apenas uma amostra foi analisada para a região Centro-Oeste, e na região Norte nenhuma amostra foi analisada no ano de 2020.

Em relação ao fluoreto, com VMP de 1,5 mg.L⁻¹ de acordo com a normativa vigente (Brasil, 2021b), não foram encontrados dados referentes ao ano de 2020. Em 2021, na região Centro-Oeste, houve apenas uma análise, abaixo do VMP recomendado. No ano de 2022, há dados acerca da concentração de fluoreto apenas para as regiões Nordeste, Sudeste e Sul, sendo que na região Nordeste se observou maior percentual de amostras fora do VMP (14%) quando comparada às demais regiões (9,1 e 0%, respectivamente).

Como mencionado anteriormente, 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.

Análises Microbiológicas

A presença de coliformes na água pode indicar contaminação de origem fecal de animais de sangue quente, incluindo seres humanos, sendo assim, trata-se de uma análise indireta da presença de microrganismos patogênicos ao ser humano. Na portaria de consolidação nº5, Anexo XX/2017, alterada pelas Portarias MS/GM nº 888/2021 e 2475/2021 (Brasil, 2021a,b) é tolerada a ocorrência de coliformes totais (1 amostra contaminada/mês) em alguns pontos da rede de abastecimento em cidades com menos de 20 mil habitantes. Já em sistemas que abastecem mais de 20 mil habitantes, recomenda-se ausência de coliformes totais em 95% das amostras. Dentre os estabelecimentos de saúde em áreas rurais cadastrados no Sisagua, verificou-se que o percentual de amostras com coliformes totais fora do padrão é mais elevado nas regiões Norte e Nordeste para 2020 (60,2 e 37,5%, respectivamente), 2021 (48,1 e 44,1%, respectivamente) e 2022 (62,5 e 42,5%, respectivamente), representando uma maior suscetibilidade da população à ocorrência de doenças de veiculação hídrica (Tabela 2).

Resultados similares foram reportados por Araújo et al. (2022), no qual as análises para o parâmetro Coliformes totais também tiveram maior porcentagem de amostras fora do padrão para as regiões Norte (21,93%) e Nordeste (8,03%), supondo que o processo de desinfecção não está ocorrendo ou está ineficiente, aumentando assim a susceptibilidade às doenças de veiculação hídrica.

Destaca-se que na região Centro-Oeste, observou-se maior percentual de ausência de coliformes fecais, variando entre 90-97% nos anos de 2020-2022 e que, como mencionado anteriormente, tal resultado pode estar relacionado à maior ação efetiva como desinfetante do cloro residual livre, devido ao pH ácido da água.

Tabela 2 - Relação entre número de amostras analisadas em cada região geográfica por ano, de acordo com os parâmetros microbiológicos analisados e percentual (%) de amostras dentro de cada VMP, de acordo com sua presença ou ausência.

	Região				
	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
2020					
Coliformes totais (presença)	2,8	37,5	60,2	27,8	15,7
Coliformes totais (ausência)	97,2	62,5	39,8	72,2	84,3
<i>E. coli</i> (presença)	2,8	7,9	20,4	5,9	2,8
<i>E. coli</i> (ausência)	97,2	92,1	79,6	94,1	97,2
2021					
Coliformes totais (presença)	9,4	44,1	48,1	25,8	15,7
Coliformes totais (ausência)	90,6	55,9	51,9	74,2	84,3
<i>E. coli</i> (presença)	0	14,6	15,5	9,5	4,3
<i>E. coli</i> (ausência)	100	85,4	84,5	90,5	95,7
2022					
Coliformes totais (presença)	3	45,5	62,5	23,7	32,7
Coliformes totais (ausência)	97	54,5	37,5	76,3	67,3
<i>E. coli</i> (presença)	0	14,7	33,3	7,1	9,6
<i>E. coli</i> (ausência)	100	85,3	66,7	92,9	90,4

Dentro do grupo coliformes, a presença/ausência da bactéria *Escherichia coli* é utilizada como parâmetro de potabilidade da água, sendo assim, a presença de *E. coli* em 100 mL de amostra já classifica a água como não potável e não deve ser fornecida a população. É possível notar que o percentual de amostras com presença de *E. coli* é mais elevado novamente na região Norte (20,4, 15,5 e 33,3%) e Nordeste (7,9, 14,6 e 14,7%) para os anos de 2020, 2021 e 2022, respectivamente. É relevante salientar que a região Centro-Oeste apresentou 97,2% (2020) de amostras ausente para *E. coli*, alcançando 100% nos anos seguintes (2021 e 2022).

Assim como no presente estudo, Cabral & Araújo (2016) reportaram condições inapropriadas da água fornecida em áreas rurais na região Nordeste, especificamente no estado da Paraíba. Os autores reportaram que a qualidade da água fornecida estava comprometida, tendo em vista que se encontrava infectada nos níveis bacteriológicos (*Escherichia coli* e Coliformes totais). Do mesmo modo, Santos (2017) concluíram que órgãos competentes em conjunto com a população devem tomar medidas preventivas urgentes para melhorar a qualidade da água em áreas rurais na região Norte e reduzir os riscos à saúde da população, após verificarem que aproximadamente 93% das amostras analisadas foram positivas para coliformes totais e 68% para *E. coli*, comprometendo a qualidade da água para consumo humano. Outras regiões também tiveram relatos da presença de *E. coli* em áreas rurais, como as reportadas por Bortoli et al. (2018) onde as análises revelaram que 62,5% das águas destinadas ao consumo humano apresentaram coliformes totais e *E. coli*, 31,7% das águas de consumo humano, ressaltando condições microbiológicas inadequadas para consumo quando comparadas às legislações vigentes (Brasil, 2021a,b).

De acordo com Maroneze et al. (2014), 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 verde" 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 seca (Coelho, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a avaliação dos dados disponíveis no banco de dados públicos do Sisagua e a análise dos parâmetros de cloro residual livre, fluoreto, coliformes totais, *Escherichia coli*, cor, pH e turbidez da água, conforme os protocolos da Portaria de potabilidade da água para consumo humano, foi possível compilar informações sobre a qualidade da água fornecida em estabelecimentos de saúde em áreas rurais do Brasil entre 2020 e 2022. Ressalta-se que os valores obtidos a partir dos dados públicos das

plataformas analisadas podem estar subestimados, devido ao elevado número de estados que não abastecem o sistema.

A pesquisa revela que a qualidade da água na região Centro-Oeste destaca-se entre os resultados analisados, com um pH mais ácido contribuindo para a baixa incidência de coliformes totais e *Escherichia coli*, devido à ação efetiva do cloro residual livre, que se mantinha dentro da faixa recomendada na maioria das amostras analisadas. Em contrapartida, nas regiões Sudeste e Nordeste, um maior percentual de amostras com pH >7 levou à menor efetividade do cloro residual livre como desinfetante, resultando em um maior percentual de amostras fora do padrão de coliformes totais e *Escherichia coli* nas regiões Norte e Nordeste em 2020.

O elevado número de amostras fora do padrão de potabilidade nas regiões Norte e Nordeste confirma que o acesso ao abastecimento adequado de água é frequentemente negligenciado nessas regiões, especialmente em áreas rurais historicamente fragilizadas. A deficiência no acesso à água potável, um direito humano fundamental, acarreta impactos negativos tanto individuais quanto na saúde coletiva.

Esta pesquisa evidencia que uma parcela significativa da população ainda não recebe água segura, conforme estabelecido na meta 6.1 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Espera-se que os dados apresentados possam fomentar a tomada de decisões e a implementação de políticas públicas de abastecimento de água mais justas, especialmente nas áreas rurais das regiões Norte e Nordeste, priorizando estabelecimentos que albergam populações vulneráveis, tais como unidades de saúde, escolas, asilos, entre outros

A qualidade da água fornecida em estabelecimentos de saúde, atrelada às boas práticas de higiene da população, funciona como barreira contra agentes infecciosos, colaborando na prevenção de doenças transmissíveis e, conseqüentemente, na promoção da saúde.

REFERÊNCIAS

- Araújo, L. F., Camargo, F. P., Torres Netto, A., Vernin, N. S., & Andrade, R. C. (2022). Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27(7), 2935-2947. <http://doi.org/10.1590/1413-81232022277.16472021>
- Bortoli, J., Maciel, M. J., Santana, E. R. R., & Rempel, C. (2018). Microbiological evaluation of water in rural dairy farms located in Rio Grande do Sul (RS), Brazil. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 12(1), 39-53. <http://doi.org/10.5935/1981-2965.20180005>
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. (2016). *Manual de procedimentos de entrada de dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua)*. Brasília.
- Brasil. (2017). Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. (2019a). *Série histórica: dados de 2019*. Brasília. Recuperado em 15 de agosto de 2020, de <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica>
- Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. (2019b). *Programa Nacional de Saneamento Rural*. Brasília: Funasa. 260 p.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2020a). *Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano*. Brasília. Recuperado em 15 de agosto de 2020, de <https://sisagua.saude.gov.br/sisagua/paginaExterna.jsf>
- Brasil. (2020b). *Portal Brasileiro de Dados Abertos*. Brasília. Recuperado em 15 de agosto de 2020, de <https://dados.gov.br>
- Brasil. Ministério da Saúde. (2021a). Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio, 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] República Federativa do Brasil*, Brasília.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2021b, 30 de setembro). Portaria GM/MS nº 2.472, de 28 de setembro 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] República Federativa do Brasil*, Brasília
- Cabral, L. N., & Araújo, S. M. S. (2016). Qualidade da água em áreas rurais: análise bacteriológica e físico-química das águas dos tanques de pedra das comunidades km 21 (Campina Grande) e Pedra Redonda (Pocinhos). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(6), 1737-1753. <http://doi.org/10.26848/rbgf.v9.6.p1737-1753>

- Coêlho, S. C. (2017), *Condições sanitárias do solo e da água de poços tubulares da comunidade rural "Cinturão Verde" de São Luís –MA: parâmetros físicos e químicos, colimétricos e parasitológicos* (Dissertação de mestrado). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro.
- Gwenzi, W. (2021). Leaving no stone unturned in light of the COVID-19 faecal-oral hypothesis? A water, sanitation and hygiene (WASH) perspective targeting low-income countries. *The Science of the Total Environment*, 753, 141751. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141751>
- Hargono, A., Waloejo, C., Pandin, M. P., & Choirunnisa, Z. (2022). Penyuluhan Pengolahan Sanitasi Air Bersih untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat Desa Mengare, Gresik. Abimanyu. *Journal of Community Engagement.*, 3(1), 1-10. <http://doi.org/10.26740/abi.v3n1.p1-10>
- Maroneze, M. M., Zepka, L. Q., Vieira, J. G., Queiroz, M. I., & Jacob-Lopes, E. A. (2014). Tecnologia de remoção de fósforo: gerenciamento do elemento em resíduos industriais. *Revista Ambiente & Água*, 9(3), 445-458.
- Mata, R. N., Oliveira Júnior, A., & Ramalho, W. M. (2022). Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): avaliação da completitude dos dados sobre cobertura de abastecimento, 2014-2020. *Epidemiologia e Serviços de Saúde: Revista do Sistema Unico de Saúde do Brasil*, 31(3), e20211095. <http://doi.org/10.1590/s2237-96222022000300003>
- Matplotlib. (2023). Recuperado em 20 de janeiro de 2023, de <https://matplotlib.org/S>
- Nieuwenhuijsen, M. J., Martinez, D., Grellier, J., Bennett, J., Best, N., Iszatt, N., Vrijheid, M., & Toledano, M. B. (2009). Chlorination disinfection by-products in drinking water and congenital anomalies: review and meta-analyses. *Environmental Health Perspectives*, 117(10), 1486-1493. <http://doi.org/10.1289/ehp.0900677>
- Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS. (2022) *30ª Conferência Sanitária Pan-Americana; 74ª Sessão do Comitê Regional da OMS para as Américas*. Washington, DC. Recuperado em 20 de janeiro de 2023, de <https://www.paho.org/pt/orgaos-diretores/conferencia-sanitaria-pan-americana/30a-conferencia-sanitaria-pan-americana>
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. (2016). *Agenda 2030*. PNUD Brasil. Recuperado em 5 de dezembro de 2019, de <https://www.undp.org/pt/brazil/publications/acompanhando-agenda-2030>
- Python. (2023). *Pandas v. 1.5.3*. Recuperado em 20 de janeiro de 2023, de <https://pypi.org/project/pandas/>
- Santos, W. B. (2017). *Modelagem da degradação de cloro residual livre na rede de distribuição de água da cidade de Campina Grande - PB* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- Silva, M. G., & Carniel, A. S. (2022). Study of the correlation between Covid-19 cases and deaths and basic sanitation in Brazil: is this a possible secondary route of virus transmission? *Journal of Hazardous Materials Advances*, 8(8), 100149. <http://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100149>
- Tekam, A. V., Thakre, S. S., Thakre, S., & Raut, R. U. (2020). Assessment of water and sanitation facilities of Raipur, Hingna in the district of Nagpur: a cross-sectional study. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 7(4), 1410. <http://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20201446>
- Twagirayezu, G., Cheng, H., Nizeyimana, I., & Irumva, O. (2023). The current state and future prospects of water and sanitation services in East Africa: the case of Rwanda. *Polish Journal of Environmental Studies*, 32(1), 821-832. <http://doi.org/10.15244/pjoes/151541>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. New York. Recuperado em 20 de novembro de 2019, de <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- World Health Organization – WHO. (2014). *Investing in water & sanitation: increasing access, reducing inequalities*. Geneva. UN Water.

Contribuições dos autores:

Jamyle Calencio Grigoletto: concepção e desenho do estudo, revisão da literatura, elaboração do manuscrito, revisão final do manuscrito.

Andrey Pereira Soares: concepção e desenho do estudo, aquisição de dados, revisão final do manuscrito.

Alena Torres Netto: revisão da literatura, elaboração do manuscrito, revisão final do manuscrito.

Rosane Cristina de Andrade: revisão da literatura, análise e interpretação dos dados, elaboração do manuscrito, revisão final do manuscrito.