

Correlação entre saneamento básico e as doenças diarreicas agudas no Estado do Pará

Correlation between basic sanitation and acute diarrheal diseases in the State of Pará

Correlación entre saneamiento básico y las enfermedades diarreicas agudas en el Estado de Pará

Recebido: 14/08/2024 | Revisado: 26/08/2024 | Aceitado: 28/08/2024 | Publicado: 31/08/2024

Ingrid Raquel Silva Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5676-1188>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: ingridrq170@gmail.com

Karla Tereza Silva Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6553-5215>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: karlarib@ufpa.br

Resumo

Os serviços de saneamento básico são essenciais para a preservação ambiental e a saúde coletiva. No entanto, a região Norte do Brasil, especialmente o estado do Pará, enfrenta deficiências na oferta destes serviços, resultando em um aumento de internações por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado, principalmente as Doenças Diarreicas Agudas. Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi investigar a correlação entre as condições de saneamento básico e as internações por Doenças Diarreicas Agudas nas treze regiões de saúde do estado do Pará, no período de 2014 a 2022. Trata-se, portanto, de um estudo com abordagem descritiva, realizado com base nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento e do Sistema de Informação de Agravos e Notificação. Observou-se que no período analisado, o maior número de internações ocorreu em 2014, com 23.480 registros, e o menor em 2022, com 9.767 casos. Entre as regiões de saúde do estado, a Metropolitana I teve o maior número de internações, enquanto Marajó I e Xingu registraram os menores números. Os resultados dos testes estatísticos indicaram que os indicadores com correlação mais significativa entre as regionais, estavam associados com as categorias Operacionais e de Qualidade dos Serviços de Abastecimento de Água. Portanto, é fundamental enfatizar a necessidade de melhorias na prestação desses serviços por parte dos prestadores, garantindo não apenas a sua disponibilidade, mas também sua qualidade, de modo a atender à legislação vigente no país e preservar a saúde e o bem-estar da população e do meio ambiente.

Palavras-chave: Saneamento básico; Diarreia aguda; Saúde Pública.

Abstract

Basic sanitation services are essential for environmental preservation and public health. However, the northern region of Brazil, especially the state of Pará, faces a deficiency in the supply of these services, resulting in an increase in hospitalizations for diseases related to inadequate environmental sanitation, especially acute diarrheal diseases. Given this scenario, the aim of this study was to investigate the correlation between basic sanitation conditions and hospitalizations for Acute Diarrheal Diseases in the thirteen health regions of the state of Pará, from 2014 to 2022. This is a descriptive study based on data from the National Sanitation Information System and the Notifiable Diseases Information System. It was observed that in the period analyzed, the highest number of hospitalizations occurred in 2014, with 23,480 records, and the lowest in 2022, with 9,767 cases. Among the state's health regions, Metropolitana I had the highest number of hospitalizations, while Marajó I and Xingu recorded the lowest numbers. The results of the statistical tests indicated that the indicators with the most significant correlation between the regions were associated with the Operational and Quality of Water Supply Services categories. It is therefore essential to emphasize the need for improvement in the provision of these services by the providers, guaranteeing not only their availability, but also their quality, in order to comply with the legislation in force in the country and preserve the health and well-being of the population and the environment.

Keywords: Basic sanitation; Acute diarrhea; Public health.

Resumen

Los servicios de saneamiento básico son esenciales para la preservación del medio ambiente y la salud pública. Sin embargo, la región norte de Brasil, especialmente el estado de Pará, enfrenta una deficiencia en el suministro de estos servicios, lo que resulta en un aumento de las hospitalizaciones por enfermedades relacionadas con el saneamiento ambiental inadecuado, especialmente las enfermedades diarreicas agudas. Ante este escenario, el objetivo de este estudio fue investigar la correlación entre las condiciones de saneamiento básico y las hospitalizaciones por enfermedades diarreicas agudas en las trece regiones sanitarias del estado de Pará, de 2014 a 2022. Se trata de un estudio

descriptivo basado en datos del Sistema Nacional de Información de Saneamiento y del Sistema de Información de Enfermedades y Notificaciones. Se observó que en el período analizado, el mayor número de hospitalizaciones ocurrió en 2014, con 23.480 registros, y el menor en 2022, con 9.767 casos. Entre las regiones sanitarias del estado, Metropolitana I presentó el mayor número de hospitalizaciones, mientras que Marajó I y Xingu registraron los números más bajos. Los resultados de las pruebas estadísticas indicaron que los indicadores con correlación más significativa entre las regiones se asociaron a las categorías Operacional y Calidad de los Servicios de Abastecimiento de Agua. Por lo tanto, es fundamental destacar la necesidad de mejora en la prestación de estos servicios por parte de los prestadores, garantizando no sólo su disponibilidad, sino también su calidad, con el fin de cumplir con la legislación vigente en el país y preservar la salud y el bienestar de la población y del medio ambiente.

Palabras clave: Saneamiento básico; Diarrea aguda; Salud pública.

1. Introdução

O Saneamento Ambiental pode ser definido como “o conjunto de medidas realizadas com o objetivo da preservação das condições ambientais, de modo a melhorar a qualidade de vida da população e facilitar a atividade econômica” (Brasil, 2021). Ao longo da história, a implementação dessas medidas variou entre épocas e sociedades. Os primeiros registros significativos de práticas de saneamento originaram-se na Roma Antiga, onde um dos primeiros sistemas de esgoto em larga escala foi construído, conhecido como Cloaca Máxima, tornando-se um importante marco nesse setor (Athaydes, Parolin & De Queiroz Crispim, 2020). Em contrapartida, a Idade Média foi caracterizada por retrocessos no desenvolvimento e aplicação de técnicas de saneamento, resultando em surtos de doenças como varíola, peste bubônica e cólera (dos Reis Nunes & Diaz, 2020).

No Brasil, as primeiras medidas de saneamento ocorreram somente após sessenta anos da chegada dos portugueses. Durante todo o período colonial, melhorias significativas nos serviços públicos de saneamento não ocorreram, os quais se resumiram basicamente a iniciativa individual (de Oliveira Carneiro et al., 2018). Esta ausência de infraestrutura contribuiu para o surgimento de inúmeras epidemias (Brasil, 2021).

Atualmente, a Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225º, assegura a todo cidadão brasileiro o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, atribuindo ao governo a responsabilidade pela oferta universal dos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, limpeza urbana, coleta e destinação de resíduos sólidos, além da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 1988).

No entanto, a regulamentação desses serviços só ocorreu efetivamente em 5 de janeiro de 2007, com a promulgação da Lei n.º 11.445, posteriormente atualizada e alterada pela Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020, estabelecendo as Diretrizes Nacionais de Saneamento Básico (LDNSB). Essa legislação é considerada o marco legal do saneamento no Brasil, definindo políticas federais e normatizando as diretrizes para a adequação dos serviços nessa área.

Apesar desses esforços para transformar o setor, como destacado por Vitor et al. (2021), ainda persistem atrasos na prestação dos serviços de saneamento, que impactam a saúde ambiental e populacional. Como consequência, a alta incidência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) torna-se comum, afetando sobretudo as camadas mais vulneráveis da sociedade, como pessoas de baixa renda, crianças e idosos (Sant’anna & Rocha, 2022).

Por esta razão, em 2010, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) reconheceu o acesso à água potável e ao saneamento como um direito humano, apelando esforços internacionais para ajudar os países a fornecerem água potável e serviços de saneamento seguros e a preços acessíveis à população (Organização das Nações Unidas Brasil, 2014). Contudo, ao longo dos últimos anos, as Doenças Diarreicas Agudas (DDA), transmitidas sobretudo por via hídrica, têm se destacado como uma das principais doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado (Teixeira et al., 2014). Sendo registrados anualmente cerca de 1,7 bilhão de casos de DDA em todo o mundo. Dessas ocorrências, aproximadamente 443.832 resultam na morte de crianças, tornando-a um dos principais problemas de saúde pública a nível global (World health organization, 2024).

Nacionalmente, apesar da redução no número de mortes por DDA em menores de 5 anos nas últimas duas décadas, ainda são registrados mais de 4 mil óbitos anuais devido a essa causa (Brasil, 2024). Entre as macrorregiões do país, a região Norte, se destaca de forma desfavorável em relação as demais, tanto em termos de internações por DRSAI quanto em acesso aos serviços de saneamento básico (De Aguiar et al., 2020). Uma vez que apenas 64,2% e 4,7% da população têm acesso às redes públicas de abastecimento de água e esgoto, índices abaixo da média nacional (Brasil, 2023). Dentro das subdivisões estaduais da região, o Pará se sobressai devido o elevado número de internações por DRSAI, especialmente por DDA. Isso ressalta a importância de investigar dados que esclareçam a relação existente entre os serviços de saneamento disponíveis no estado e os altos níveis de internações por DDA, tornando essa análise de suma importância para a localidade. Desse modo, o objetivo desse estudo foi investigar a correlação entre as condições de saneamento básico e as internações por Doenças Diarreicas Agudas nas regiões de saúde do estado do Pará, no período de 2014 a 2022.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo com abordagem descritiva (Prodanov & De Freitas, 2013), observando os dados referentes aos serviços de saneamento básico e internações por DDA nas treze regiões de saúde do estado do Pará, durante o período de 2014 a 2022. A coleta dos dados foi realizada a partir de fontes secundárias de domínio público, como o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), para obtenção de indicadores sobre os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos; e o Sistema de Informação de Agravos e Notificação (SINAN), por meio da plataforma digital do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS), para a obtenção de informações sobre o número de internações por DDA.

Conforme as conclusões de Araújo et al. (2021), a avaliação da eficiência dos prestadores dos serviços de saneamento se mostra mais vantajosa ao considerar indicadores de Qualidade, Operacionais e Financeiros. Por sua vez, Santos et al. (2018) enfatizam que uma seleção criteriosa, envolvendo uma quantidade reduzida de indicadores, possibilita a compreensão mais clara dos resultados. Assim, foram selecionados indicadores Econômico-financeiros/Administrativos, Operacionais e de Qualidade, priorizando aqueles com pelo menos 70% de dados disponíveis para o período de interesse. Isso resultou na obtenção de 31 indicadores relacionados aos serviços de saneamento básico, sendo 20 deles relativos aos serviços de água, 4 aos serviços de esgoto e 7 aos serviços de resíduos sólidos.

Os dados coletados foram organizados e tabulados no programa *Microsoft Excel* 2016 e analisados no *software IBM Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 29.0. Inicialmente, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados. Como os dados não apresentaram uma distribuição normal ($p \leq 0,05$), utilizou-se o teste não paramétrico de Spearman (ρ) para as análises de correlação, adotando um nível de significância de 95% ($\alpha \leq 0,05$). Devido à natureza dos dados utilizados neste estudo, os quais foram obtidos de plataformas de domínio público, não foi exigida a aprovação de um comitê de ética em pesquisa.

3. Resultados e Discussão

A análise dos indicadores de saneamento relacionados ao abastecimento de água evidenciou uma consistência notável no registro de dados para todas as regiões de saúde durante os anos de 2014 a 2022. Isso pode ser atribuído a participação de quase 97% dos municípios do país na amostra do SNIS, que reuniu informações sobre a prestação dos serviços públicos de abastecimento de água ao longo desse intervalo de tempo (Brasil, 2023), possibilitando análises estatísticas com resultados mais confiáveis e próximos da realidade. No entanto, é importante destacar que alguns municípios pertencente a essas regiões não forneceram seus dados durante o período de interesse desse estudo, como Belém e Santa Bárbara do Pará, na região de saúde

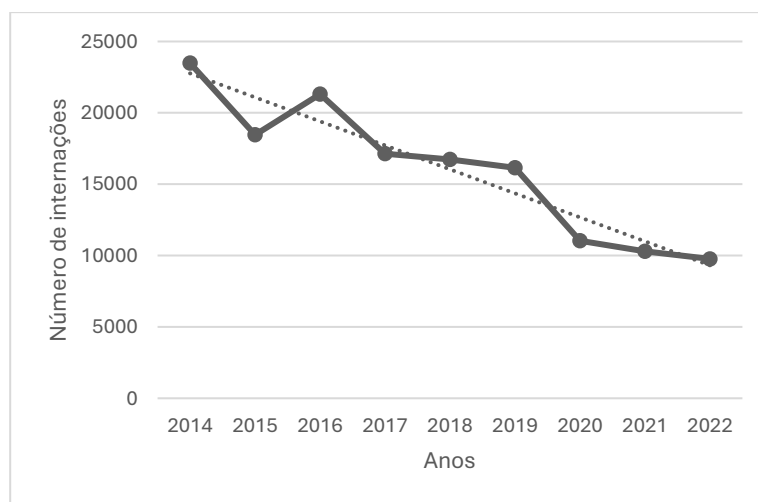
Metropolitana I; Santo Antônio do Tauá, na região Metropolitana II; Irituia, Nova Esperança do Piriá e Paragominas na região Metropolitana III; Santarém Novo na região Rio Caetés; Chaves na região Marajó I; Anapu, Pacajás, Uruará e Vitória do Xingu na região Xingú; Goianésia do Pará na região Lago de Tucuruí; Canaã dos Carajás, Parauapebas, Piçarra e São Geraldo do Araguaia na região Carajás; e Bannach e Floresta do Araguaia na região Araguaia.

Ao contrário dos indicadores dos serviços de água, os associados ao esgotamento sanitário mostraram-se pouco consistentes em todas as regiões de saúde avaliadas, o que pode ser atribuído ao fato do Pará apresentar apenas cerca de 5% de atendimento na prestação desse serviço (Reis et al., 2023). O principal desafio encontrado na coleta de dados foi a reduzida quantidade de municípios que compartilharam informações com o SNIS durante o intervalo de interesse. Mesmo entre os municípios que forneceram informações, não houve um padrão regular no repasse, resultando na falta de registros entre os indicadores. Conforme apontado por Guedes et al. (2023), a falta de conhecimento sobre os motivos que levaram à ausência desses registros poderia gerar resultados imprecisos. Desse modo, tais dados foram considerados pouco representativos para serem utilizados na avaliação da correlação entre saneamento e internações por DDA nas regiões de saúde do estado.

Os dados referentes aos serviços de coleta de resíduos sólidos se mostraram como os mais abrangentes em relação ao fornecimento de informações por parte dos municípios das regiões de saúde. Observou-se apenas algumas lacunas específicas: na região Metropolitana III, faltaram dados de São Domingos do Capim para o período de interesse; na região Rio Caetés, não foram fornecidas informações de Salinópolis e Santarém Novo; e na região Carajás, os dados de São João do Araguaia não foram incluídos.

Ademais, as informações sobre os casos de internações por DDA no SINAN estavam disponíveis para todas as regiões de saúde, entre os anos de 2014 e 2022. O que possibilitou analisar a tendência de internações relacionadas a esse grupo de doenças em nível estadual, assim como ilustrado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Evolução das Internações por DDA no Estado do Pará, entre 2014 e 2022.



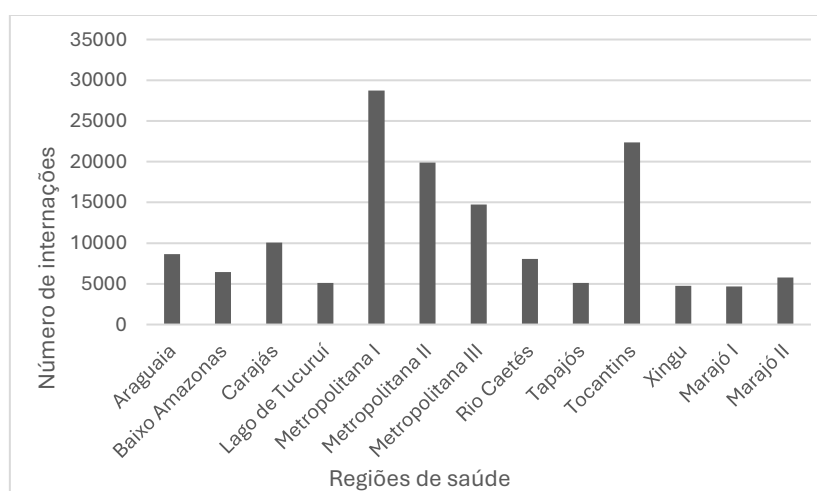
Fonte: Adaptado pelo autor da base de dados do DataSUS (2024).

Destaca-se que o maior número de internações por DDA ocorreu em 2014, totalizando 23.480 internações, e o menor em 2022, totalizando 9.767 casos, o que representa menos da metade dos registros de 2014. Ao longo dos anos avaliados, houve uma diminuição quase contínua das internações, com um pequeno aumento em 2016, quando foram registradas 21.299 internações, representando um acréscimo de 2.828 casos em relação a 2015. Além disso, foram observadas quedas significativas

em 2015, com uma redução de 21,33% em relação ao ano anterior, e em 2020, com uma diminuição de 31,69% em relação ao total de registros de 2019. O mesmo padrão de diminuição também foi observado nacionalmente em relação à incidência dos casos de DDA, os quais caíram de cerca de 200 mil entre os anos de 2015 e 2019, para 129.475 e 113.399 em 2020 e 2021, respectivamente (Brasil, 2022). Nesse sentido, ressalta-se que o estado do Pará ainda possui a maior incidência de DDA da região amazônica Oriental. No entanto, ao contrário dos demais estados dessa área geográfica, que mostraram pouca variação, o Pará registrou quedas significativas no número de casos a partir do ano de 2010 (Reis et al., 2023).

Ainda no âmbito das internações por DDA, os dados individuais permitiram a análise das regiões de saúde com maior e menor número de casos registrados durante o período de interesse (Gráfico 2).

Gráfico 2 -Total de internações por Região de Saúde devido a DDA, no período de 2014 a 2022.



Fonte: Adaptado pelo autor da base de dados do DataSUS (2024).

Desse modo, a região Metropolitana I que inclui municípios com mais de 100 mil habitantes e abrange os principais pontos de atenção à saúde do estado, como Belém, Ananindeua e Marituba, destacou-se como a que apresentou o maior número de internações por DDA, mantendo essa posição de 2014 a 2021. Por outro lado, Marajó I e Xingu foram as regiões com a menor quantidade de registros, contabilizando 4.687 e 4.744 casos, respectivamente. Ambas são compostas por nove municípios cada, os quais possuem populações predominantemente pequenas que não ultrapassam os 50 mil habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022).

Através das análises estatísticas de correlação, foi possível identificar os indicadores de saneamento que apresentaram *p-valor* significativo ($\leq 0,05$), evidenciando a existência de relação entre os indicadores e as internações por DDA. Adicionalmente, o coeficiente de correlação (*r*) calculado usando o teste de correlação de Spearman permitiu avaliar a força e o sentido dessa correlação. Segundo Ayres (2011), o coeficiente de correlação de Spearman pode variar em uma escala de -1 a +1, sendo categorizado como fraco, moderado, forte e perfeito. Quanto ao sentido da correlação, um coeficiente positivo indica uma correlação diretamente proporcional, onde ambos os conjuntos de dados tendem a aumentar ou diminuir juntos. Por outro lado, valores negativos indicam uma correlação inversamente proporcional, onde um aumento em um conjunto de dados está associado a uma diminuição no outro.

Portanto, ao realizar o teste de correlação de Spearman entre variáveis de saneamento e o número de internações por DDA na região de saúde Metropolitana I, constatou-se a existência de correlação entre sete das 31 variáveis (Tabela 1). Três delas destacam-se devido a sua maior intensidade de correlação para essa região. São elas: índice de conformidade da quantidade

de amostras de coliformes totais ($r = -0,90$); índice de conformidade da quantidade de amostras de turbidez ($r = -0,88$); e custo unitário médio do serviço de coleta de resíduos domiciliares e urbanos ($r = -0,88$). O grau de correlação para esses três indicadores se enquadra no intervalo de uma correlação negativa moderada (Ayres, 2011). Isso sugere que a relação entre esses indicadores e o número de internações não é muito forte, mas ainda é estatisticamente significativa. Além disso, como os três indicadores possuem um coeficiente negativo, à medida que o valor deles tende a aumentar ou diminuir, o número de internações tende a diminuir ou aumentar, respectivamente.

Na região Metropolitana II, foram identificados nove indicadores de saneamento com coeficiente de correlação significativos ($p \leq 0,05$), os quais também estão detalhados na Tabela 1. Assim como na região anterior, três indicadores se destacaram por apresentarem coeficientes de correlação próximos a 0,90. Sendo eles o índice de atendimento total de água ($r = -0,87$), com uma correlação negativa moderada; o índice de consumo de água ($r = -0,97$), com correlação negativa e forte, evidenciando uma relação significativa entre o aumento do consumo de água e a diminuição das internações por DDA. Isso fica claro ao verificar que nessa região, o índice de consumo passou de 50,08% em 2014 para 71,65% em 2022, enquanto as internações por DDA reduziram de 3.306 em 2014 para 864 casos em 2022. Por fim, o índice de perdas na distribuição ($r = 0,97$) foi outro indicador de destaque, cujo coeficiente de correlação foi positivo e forte, demonstrando associação diretamente proporcional entre perdas de água na distribuição e o número de internações.

Na região de saúde Metropolitana III, apenas uma variável de saneamento mostrou correlação significativa com os casos de internações por DDA ($p \leq 0,05$), assim como destacado na Tabela 1. Trata-se da tarifa média de água, que apresentou um coeficiente de correlação negativo e moderado ($r = -0,68$). Dentro desse contexto, o aumento na tarifa de água de R\$ 2,12 no primeiro ano avaliado para R\$ 2,75 em 2022 indica uma moderada associação com a redução das internações por DDA nessa região.

Na região Rio Caetés, os indicadores com maior coeficiente de correlação foram o índice de conformidade da quantidade de amostras de cloro residual ($r = -0,80$), índice de atendimento urbano de água ($r = -0,83$) e incidência das análises de coliformes totais fora do padrão ($r = -0,83$). Todos esses indicadores estão relacionados aos serviços de abastecimento de água (ver Tabela 1). Além disso, apresentaram correlação negativa com valores dentro do intervalo de uma correlação moderada, o que indica uma relação significativa e inversamente proporcional ao número de internações dessa região de saúde.

Na região de Saúde Tocantins, foram encontradas correlações significativas para cinco indicadores, destacando-se a mais significativa com a despesa total com os serviços por m^3 faturado ($r = -0,78$), pertencente à categoria financeira dos serviços de abastecimento de água, conforme apresentado na Tabela 1. Assim como a maioria dos indicadores já mencionados, esse também mostrou correlação negativa e moderada.

Para a região de saúde Marajó I, houve apenas duas variáveis que apresentaram correlação significativa. São elas: o índice de atendimento total de água ($r = -0,72$) e a extensão da rede de água por ligação ($r = 0,93$). Nota-se que esses indicadores apresentam força e sentido de correlação distintos. Enquanto os dados referentes ao atendimento total de água possuem uma correlação negativa e moderada, próximo ao limite mínimo de classificação nesse intervalo, a extensão da rede de água, apresentou-se como um indicador com correlação positiva e moderada, que, segundo Ayres (2011), se aproxima de uma correlação forte. Nesse caso, a extensão da rede de água correlaciona-se de forma proporcional ao número de internações, conforme confirmado pela análise dos dados ao longo dos anos estudados. Em 2014, a extensão da rede de água por ligação foi de 7,48 metros; em 2017 esse valor foi para 8,66 metros e em 2022 caiu para 7,19 metros. Acompanhando esse padrão, o número de internações variou de 524 casos em 2014, para 783 em 2017 e, finalmente, para 408 em 2022.

Considerando a região de saúde Marajó II, apenas três indicadores de saneamento apresentaram correlação com as internações por DDA (ver Tabela 1). Destes, o mais significativo foi a incidência das análises de cloro residual fora do padrão,

cujo coeficiente de correlação foi 0,81, um valor positivo e de força moderada. Isso demonstra, em termos de correlação, que durante o período analisado quanto menor foi a quantidade de amostras de cloro residual fora do padrão, menor foi o número de internações.

Tabela 1 - Variáveis de saneamento correlacionadas significativamente com as internações por DDA nas regiões de saúde Metropolitana I, Metropolitana II, Metropolitana III, Rio Caetés, Tocantins, Marajó I e Marajó II.

Indicadores	Metropolitana I	Metropolitana II	Metropolitana III	Rio Caetés	Tocantins	Marajó I	Marajó II
Despesa total com os serviços por m ³ faturado	-	-	-	-	-0,78	-	-
Tarifa média de água	-	-	-0,68	-	-	-	-
Despesa de exploração por m ³ faturado	-	-0,68	-	-	-0,68	-	-
Índice de atendimento total de água	-	-0,87	-	-	-0,67	-0,72	-0,67
Índice de atendimento urbano de água	-	-0,71	-	-0,83	-	-	-
Extensão da rede de água por ligação	-	0,73	-	-	-	0,93	0,70
Índice de consumo de água	-	-0,97	-	-	-	-	-
Consumo de água faturado por economia	0,76	-	-	-0,68	-0,70	-	-
Índice de perdas na distribuição	-	0,97	-	-	-	-	-
Índice de perdas faturamento	-0,76	0,67	-	-	-	-	-
Índice de conformidade da quantidade de amostras de cloro residual	-0,83	-	-	-0,80	-	-	-
Incidência das análises de cloro residual fora do padrão	-	-	-	-0,71	-	-	0,81
Índice de conformidade da quantidade de amostras de turbidez	-0,88	-0,68	-	-0,76	-	-	-
Índice de conformidade da quantidade de amostras de coliformes totais	-0,90	-0,70	-	-	-	-	-
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)	-	-	-	-0,83	-	-	-
Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domésticos em relação à população total do município	-	-	-	-	0,70	-	-
Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos doméstico em relação à população urbana	-	-	-	-0,74	-	-	-
Custo unitário médio do serviço de coleta (resíduos domésticos e urbanos)	-0,88	-	-	-	-	-	-
Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (resíduos domésticos e urbanos) coletada	-0,69	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base no contexto da região Baixo Amazonas, constatou-se que nenhuma das 31 variáveis de saneamento avaliadas apresentou correlação significativa com as internações por DDA, ou seja, nenhum dos indicadores apresentou um *p*-valor igual ou inferior a 0,05 no teste de correlação de Spearman (Tabela 2).

Analisando a região Tapajós, foram identificados quatro indicadores de abastecimento de água com correlação significativa (Tabela 2), com destaque para a correlação positiva e moderada do índice de fluoretação da água ($r = 0,70$) que, entre os anos analisados, apresentou os seguintes dados: 16,67% em 2015; 0,98% em 2016 e 0% em 2022. Paralelamente, o número de internações por DDA seguiu uma tendência diretamente proporcional ao indicador mencionado, com 1.083 casos em 2015, 921 em 2016 e 118 em 2022. Outros indicadores de destaque foram a conformidade da quantidade de amostras de cloro residual ($r = -0,75$) e o índice de conformidade da quantidade de amostras de turbidez ($r = -0,72$).

Levando em consideração o contexto da região de saúde Xingu, os indicadores com maior coeficiente de correlação foram o índice de atendimento total de água ($r = -0,93$) e o índice de perdas por ligação ($r = 0,80$). Este último indica relação positiva e moderada, o que pode ser exemplificado a partir dos dados encontrados entre os anos de estudo. Em 2014, as perdas contabilizadas foram de 582,55 litros por ligação/dia, juntamente com um número de 1.438 internações registradas na região. Já em 2022, as perdas diminuíram para 15,27 litros, bem como o número de internações, que caiu para 255.

O cenário da região Lago de Tucuruí revela uma correlação significativa entre internações por DDA e os serviços de saneamento para três indicadores (Tabela 2). Dentre estes, diferentemente do ocorrido para as outras regiões já mencionadas, destaca-se a taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domiciliares em relação à população total do município ($r = 0,87$), um indicador associado ao serviço de coleta de resíduos sólidos. Os dados encontrados apontam que, em 2014, a cobertura desse serviço atingiu 91,76% da população e o número de internações foi de 1.137. Em contraste, o menor valor registrado foi em 2021, com apenas 59,08% da população atendida. Nesse mesmo ano, seguindo a lógica de correlação positiva, o número de internações também foi o menor para o período de estudo, com 209 casos.

Na perspectiva da região Carajás, sete indicadores demonstraram coeficientes de correlação significativos, todos classificados dentro do intervalo de relação moderada, variando de 0,50 até 0,94 (Tabela 2). Destes, as correlações mais fortes foram para o consumo médio *per capita* de água ($r = 0,88$) e o índice de conformidade da quantidade de amostras de turbidez ($r = -0,83$).

Finalmente, ao analisarmos a região do Araguaia, apenas dois indicadores apresentaram um nível de correlação estatisticamente significativo, com valores de p igual a 0,025 e 0,047, respectivamente. Esses indicadores são a tarifa média de água ($r = -0,73$) e o índice de fluoretação de água ($r = -0,67$), ambos exibindo uma correlação negativa e moderada (Tabela 2).

Tabela 2 - Variáveis de saneamento correlacionadas significativamente com as internações por DDA nas regiões de saúde Baixo Amazonas, Tapajós, Xingu, Lago de Tucuruí, Carajás e Araguaia.

Indicadores	Baixo Amazonas	Tapajós	Xingu	Lago de Tucuruí	Carajás	Araguaia
Despesa total com os serviços por m3 faturado	-	-	-0,71	-	-	-
Tarifa média de água	-	-	-	-0,70	-0,87	-0,73
Despesa de exploração por m3 faturado	-	-	-0,71	-	-	-
Índice de atendimento total de água	-	-	-0,93	-	-	-
Índice de atendimento urbano de água	-	-	-	-	-0,68	-
Extensão da rede de água por ligação	-	-	-	-	0,8	-
Índice de consumo de água	-	-	-0,71	-	-	-
Volume de água disponibilizado por economia	-	-	0,70	-	-	-
Consumo médio <i>per capita</i> de água	-	-	-	-	0,88	-
Índice de perdas na distribuição	-	-	0,71	-	-	-
Índice de perdas por ligação	-	-	0,80	-	-	-
Índice de fluoretação de água	-	0,70	-	-	-0,76	-0,67
Índice de conformidade da quantidade de amostras de cloro residual	-	-0,75	-	-	-	-
Índice de conformidade da quantidade de amostras de turbidez	-	-0,72	-	-	-0,83	-
Índice de conformidade da quantidade de amostras de coliformes totais	-	-0,68	-	-	-0,67	-
Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	-	-	-0,73	-	-	-
Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domésticos em relação à população total do município	-	-	0,77	0,87	-	-
Custo unitário médio do serviço de coleta (resíduos domésticos e urbanos)	-	-	-	-0,7	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a conclusão das análises, ficou evidente que os indicadores relacionados aos serviços de abastecimento de água foram os mais significativos na correlação com as internações por DDA na maioria das regiões de saúde examinadas. Destacaram-se, especificamente, os indicadores Operacionais e de Qualidade como os mais influentes. Esse achado está alinhado a um estudo semelhante realizado por Silva et al. (2023), que investigava a correlação entre saneamento básico e a vulnerabilidade à COVID-19 no país. Nesse trabalho, o autor observou que o abastecimento total de água e o abastecimento urbano de água foram os indicadores de maior destaque nessa correlação. Considerando essa premissa, nas regiões de saúde do estado, o índice de atendimento total de água apresentou correlação significativa ($p \leq 0,05$) nas regiões de saúde Metropolitana

II, Tocantins, Marajó I, Marajó II e Xingú, sendo que o coeficiente de correlação mais forte foi encontrado em Xingú ($r = -0,93$) e Metropolitana II ($r = -0,87$). Por outro lado, o índice de atendimento urbano de água foi relevante nas regionais Metropolitana II ($r = -0,71$), Rio Caetés ($r = -0,83$) e Carajás ($r = 0,80$).

Os indicadores associados aos serviços de coleta de resíduos sólidos não se mostraram tão correlacionados com as internações quanto os achados para os serviços de abastecimento de água. Sua associação ocorreu apenas nas regiões Metropolitana I, Rio Caetés, Tocantins, Xingú e Lago de Tucuruí.

O ‘índice de conformidade da quantidade de amostras de turbidez’ foi o indicador mais frequente nas regiões de saúde do estado. Esse indicador relaciona-se diretamente aos padrões de qualidade dos serviços de abastecimento de água, pois indica a eficiência na remoção de partículas e, conseqüentemente, de microrganismos patogênicos da água fornecida à população pelos prestadores de serviços (Brasil, 2016). Tal indicador apresentou níveis significativos de correlação com as internações por DDA nas regiões Metropolitana I, Metropolitana II, Rio Caetés, Tapajós e Carajás. Em todas elas, foi identificada uma correlação negativa. Conforme os dados coletados entre 2014 e 2022, isso demonstra que houve uma redução no número de internações registradas à medida que a conformidade com os padrões de turbidez aumentou. Esses resultados estão dentro do que se espera para indicadores associados a qualidade da água, uma vez que, consoante a legislação vigente, a água distribuída à população deve atender a parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e organolépticos para ser considerada potável e segura à saúde humana (Brasil, 2017). Entretanto, apesar da melhora observada nesse indicador para as regiões de saúde mencionadas, Vitor et al. (2021) observa que as populações da região norte do Brasil ainda consomem água com qualidade inferior em comparação a outras regiões do país, como o sul e o sudeste.

Além disso, as regiões de saúde Metropolitana II e Xingú destacaram-se por apresentar o maior número de indicadores de saneamento correlacionados significativamente com as internações por DDA. Ambas contam com nove indicadores relacionados principalmente aos serviços de abastecimento de água. Esses achados podem ser indicativos de características importantes sobre a qualidade de vida dessas populações, visto que, segundo Lobato & Jardim (2014), os serviços de saneamento possuem relação direta com a saúde e geram impactos no meio ambiente. Eles também apontam para a negligência da educação ambiental na região norte, o que contribui ainda mais para a persistência da falta de conhecimento sobre saneamento básico. Além disso, ressaltam a necessidade de atualizações na gestão e na divulgação de informações considerando as especificidades regionais, de modo a possibilitar a qualidade de vida e a conservação ambiental.

4. Conclusão

Os dados relativos aos serviços de abastecimento de água foram consistentemente disponibilizados para os indicadores avaliados nas análises estatísticas. Isso pode ser atribuído às coletas regulares de dados realizadas pelo SNIS desde 1995 para os serviços de água e esgoto, o que impacta diretamente no fornecimento por parte dos prestadores. Por outro lado, os dados sobre esgotamento sanitário, coletados no mesmo período, não demonstraram a mesma qualidade para as regiões de saúde do estado do Pará. Esse problema se deve principalmente à falta de repasse de informações por parte de muitos municípios ao SNIS, sugerindo uma prestação falha ou até ausência dos serviços públicos regulares de esgotamento sanitário nessas regiões. Em relação aos serviços de coleta de resíduos sólidos, a maioria dos municípios paraenses enviou informações ao SNIS. No entanto, notou-se que isso não foi feito de maneira uniforme para todos os indicadores entre os anos de 2014 e 2022, apontando para possíveis subnotificações ou erros nos registros do SNIS. Devido à essa fragilidade dos dados observada durante a coleta das variáveis, é importante destacar que nossas análises possuem algumas limitações.

As informações sobre o número de internações por DDA entre 2014 e 2022 estavam disponíveis para todas as regiões de saúde, possibilitando a observação da ocorrência de uma diminuição no número de internações em função do tempo ao nível

estadual. Além disso, os dados individuais revelaram que a região de saúde Metropolitana I, que inclui grandes municípios como Belém e Ananindeua, teve o maior número de internações durante esse período. Em contraste, as regiões Marajó I e Xingu, compostas por cidades menores, registraram o menor número de casos.

Ao realizar os testes estatísticos de correlação para examinar a relação entre as variáveis de saneamento e o número de internações hospitalares por DDA. Constatou-se que os indicadores com correlação mais significativa entre as regiões de saúde pertencem às categorias Operacionais e de Qualidade dos serviços de abastecimento de água. Isso demonstra que, mesmo havendo melhorias nos índices desses indicadores, ainda persistem falhas na prestação desse serviço.

É importante ressaltar que os resultados de correlação não estabelecem causalidade, apenas indicam a associação entre as variáveis. Portanto, estudos futuros podem ser realizados para identificar as causalidades específicas entre as condições de saneamento básico e a incidência de doenças diarreicas em cada região de saúde do estado do Pará.

Por fim, é fundamental enfatizar a necessidade de melhorias na prestação desses serviços por parte dos prestadores, garantindo não apenas a sua disponibilidade, mas também a segurança da população e do meio ambiente.

Referências

- Athaydes, T. V. S., Parolin, M., & de Queiroz Crispim, J. (2020). Análise histórica sobre práticas de saneamento básico no mundo. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 8(65).
- Ayres, M. (2011). *Elementos de bioestatística: A seiva do açaízeiro*.
- Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Diário oficial da união.
- Brasil. (2007). *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007: Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978*. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm.
- Brasil. (2020). *Lei nº 14.026, 15 de julho de 2020: Atualiza o marco legal do saneamento básico*. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm.
- Brasil. Ministério da Saúde, Ministério da Educação. (2022). *Caderno temático do programa saúde na escola: Prevenção de doenças negligenciadas*. https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/caderno_tematico_pse_doencas_negligenciadas.pdf.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2022). *Doenças diarreicas agudas: Situação epidemiológica*. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dda/situacao-epidemiologica>
- Brasil. (2017). *Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017: Consolidação das normas sobre as diretrizes, objetivos, estratégias e indicadores do SUS*. Diário Oficial da União. https://portalsinan.sau.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf.
- Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. (2016). *Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano*. https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_amostragem_agua.pdf.
- Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento. (2021). *Panorama do saneamento básico no Brasil 2021*. https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/PANORAMA_DO_SANEAMENTO_BASICO_NO_BRASIL_SNIS_2021compactado.pdf.
- Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. (2023). *Diagnóstico temático serviços de água e esgoto: Gestão técnica da água*. www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2023.pdf.
- De Aguiar, E. S., Ribeiro, M. M., Viana, J. H., & Pontes, A. N. (2020). Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado e indicadores socioeconômicos na Amazônia brasileira. *Research, Society and Development*, 9(9), e771997302-e771997302.
- de Oliveira Carneiro, M. C. M., Amaral, D. S., dos Santos, L. F. M., Junior, M. M. A. G., & de Moraes Pinheiro, T. (2018). A gestão do saneamento no Brasil e sua relação com a gestão de recursos hídricos. *INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation (ISSN 2357-7797)*, 6, 101-116.
- dos Reis Nunes, L., & Diaz, R. R. L. (2020). A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. *Revista de Direito da Faculdade Guanambi*, 7(2), 1
- Guedes, W. P., Sugahara, C. R., Ferreira, D. H. L., & Branchi, B. A. (2023). Indicadores de saneamento básico: uma aplicação da Análise Fatorial para os municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. *Interações (Campo Grande)*, 24(1), 261-280.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Cidades e Estados*. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>

Lobato, G. D. J. M., & Jardim, M. A. G. (2014). Caracterização de indicadores de desenvolvimento sustentável na relação saúde e ambiente por meio das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI). *Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)*, (33), 23-31.

Organização das Nações Unidas Brasil (2014). *Manual prático para a realização dos direitos humanos à água e ao saneamento pela Relatora Especial da ONU, Catarina de Albuquerque*. https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/Issues/Water/Handbook/Book1_intro_pt.pdf.

Prodanov, C. C., & De Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição*. Editora Feevale.

Reis, A. C. M., Duarte, J. P. M., de Aguiar, E. S., Gomes, D. J. C., & Ferreira Filho, H. R. (2023) Relação entre indicadores de saneamento básico e socioeconômicos e a ocorrência de doenças diarreicas agudas nos estados da amazônia oriental. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*.

Sant'Anna, A., & Rocha, R. (2022). Corra se for capaz: Impactos de investimentos em saneamento sobre saúde, usando o tempo das obras como variação exógena. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 52(4), 657-693.

Silva, F. D. C. D., Chaves, A. F. F., Moraes, V. M. C., Lessa, R. J. D. O., & Dourado, O. C. (2023). Correlação entre saneamento básico e vulnerabilidade à pandemia de covid-19 no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 28, e20220145.

Teixeira, J. C., Oliveira, G. S. D., Viali, A. D. M., & Muniz, S. S. (2014). Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 19(01), 87-96.

Vitor, G. A., Lando, G. A., Duarte, C. D. A. L., Marques, D. D. A. V., & de Moraes D'Angelo, I. B. (2021). Saúde e saneamento no Brasil: Uma revisão narrativa sobre a associação das condições de saneamento básico com as doenças de veiculação hídrica. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10 (15), e521101522913.

World health organization. Diarrhoeal Disease. (2024). *World health organization*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>.