



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Variação geoespacial de indicadores de saneamento básico e de saúde dos ex-territórios federais na Amazônia

Clezio Junior Teixeira Viegas¹, Elizandra Perez Araújo², Taís Silva Sousa³, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha⁴, Alan Cavalcanti da Cunha⁵

¹ Mestre em Ciências Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Rodovia Josmar Chaves Pinto, km 02, s/n, CEP 66.900-000, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá. jrclezio.2017@gmail.com. ² Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia-Rede BIONORTE, Universidade Federal do Amapá, Rodovia Josmar Chaves Pinto, km 02, s/n, CEP 66.900-000, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá. zanmtv3@gmail.com. ³ Mestre em Ciências Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Rodovia Josmar Chaves Pinto, km 02, s/n, CEP 66.900-000, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá. taisousa155@gmail.com. ⁴ Dra. em Ciências da Engenharia Ambiental, Professora Titular, Universidade Federal do Amapá, Rodovia Josmar Chaves Pinto, km 02, s/n, CEP 66.900-000, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá. helenilzacunha@gmail.com. ⁵ Dr. em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Professor Associado IV, Universidade Federal do Amapá, Universidade Federal do Amapá, Rodovia Josmar Chaves Pinto, km 02, s/n, CEP 66.900-000, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá. alancunha12@gmail.com (autor correspondente).

Artigo recebido em 20/04/2023 e aceito em 07/02/2024

RESUMO

Os estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima possuem particularidades históricas por terem sido ex-territórios federais. No entanto, não há estudos que busquem mensurar a evolução de indicadores de saneamento sobre os indicadores de saúde nestes estados. O objetivo da pesquisa foi mapear e correlacionar estatisticamente uma série de 22 indicadores sanitários e 5 de saúde, cujos dados foram obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e no Departamento de Informática do SUS (DATASUS) para o período de 2008 a 2020. A metodologia consistiu em três etapas: 1) seleção, organização e tabulação dos indicadores sanitários e de saúde pública mais relevantes; 2) tratamento estatístico para testar as hipóteses da pesquisa; 3) mapeamento e análise geoespacial dos indicadores pré-selecionados. Os principais resultados mostraram correlações significativas para algumas variáveis de saúde e sanitárias ($p < 0,05$). Além disso, Roraima foi o estado que mais avançou em relação aos indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário, seguido por Rondônia, Acre e Amapá. Entretanto, esta não foi uma regra geral para todos os indicadores, com alguns paradoxos entre aqueles correlacionados, rejeitando-se hipóteses genéricas como a proporcionalidade entre infraestrutura e investimentos no setor de saneamento versus melhorias dos parâmetros de saúde pública. Esse resultado só foi alcançado, em termos relativos, por Roraima, não ocorrendo o mesmo com os demais estados. Conclui-se que há elevada desigualdade de indicadores sanitários entre os estados e municípios da Região Norte.

Palavras-chave: Investimentos, abastecimento de água, esgotamento sanitário, saúde pública, desigualdade sanitária.

Spatial variation in municipal health and basic sanitation indicators in the ex-federal territories in the Amazon

ABSTRACT

The states of Acre, Amapá, Rondônia and Roraima have historical particularities as they were former federal territories. However, there are no studies that seek to measure the evolution of sanitation indicators on health indicators in these states. The objective of the research was to map and statistically correlate a series of 22 sanitary and 5 health indicators, whose data were obtained from the National Sanitation Information System (SNIS) and the SUS Information Technology Department (DATASUS) for the period from 2008 to 2020. The methodology consisted of three steps: 1) selection, organization and tabulation of the most relevant sanitary and public health indicators; 2) statistical treatment to test the research hypotheses; 3) mapping and geospatial analysis of pre-selected indicators. The main results showed significant correlations for some health and sanitary variables ($p < 0.05$). Furthermore, Roraima was the state that made the most progress in relation to water supply and sewage indicators, followed by Rondônia, Acre and Amapá. However, this was not a general rule for all indicators, with some paradoxes emerging between those correlated, rejecting generic hypotheses such as the proportionality between infrastructure and investments in the sanitation sector versus improvements in public health parameters. This result was only achieved, in relative terms, by Roraima, and the same did not occur with the other states. We conclude that there is high inequality in health indicators between the states and municipalities of the Northern Region.

Keywords: Investments, water supply, sewage, public health, health inequality.

Introdução

As últimas décadas têm sido marcadas pela expansão urbana, compreensão e abordagem sobre o meio ambiente e os desafios da prestação de serviços de saneamento básico. Porém, a expansão urbana nem sempre é sinônimo de desenvolvimento do setor de saneamento, o qual não tem sido suficiente para alcançar as metas preconizadas pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), ODS 6.2 e 6.3 - água e saneamento. Portanto, é urgente reverter a forma como tem se tratado desta temática nos países em desenvolvimento (Scot & Cotton, 2020; Vilarinho & Couto, 2023). Consequentemente, esforços consideráveis deverão ser empreendidos para desenvolver metodologias que integrem os aspectos regionais, tecnológicos, sociais e ecológicos, incorporando o saneamento no planejamento dos núcleos urbanos, visando a melhoria da qualidade de vida das populações (Mills et al., 2020; Viegas et al., 2021).

No Brasil, o saneamento básico é marcado pela falta de planejamento e investimentos ineficientes, o que pode ser observado historicamente pelos graves *déficits* de oferta quantitativa e qualitativa dos serviços e de infraestrutura adequada (Sousa & Costa, 2016). Destacam-se os indicadores de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário na Amazônia (Araújo et al., 2021; Viegas et al., 2021), os quais requerem aprimoramento das políticas públicas e de sua gestão, desafiando os papéis do estado e da sociedade bem como seus impactos na saúde pública em geral (Rossoni et al., 2020).

Na literatura da área observam-se diferenças regionais agudas, especialmente relativas à falta de prestadores de serviços de esgotamento sanitário (Da Silva, 2022). O que pode indicar priorização de investimento nas regiões mais desenvolvidas, como o Sudeste, em detrimento das regiões Norte e Nordeste (Rossoni et al., 2020; Viegas et al., 2021). Neste viés, observa-se também que as companhias estaduais e privadas tratam historicamente com mais prioridade da água do que da provisão de esgotamento sanitário (Araújo et al., 2021; Lima et al., 2017; Lima et al., 2019; Pacheco et al., 2023; Vale et al., 2022).

Este cenário se intensifica ao analisar os estados e municípios periféricos da Amazônia, pois as prestadoras de serviço de saneamento básico não têm como foco localidades onde a população tem menor capacidade de planejamento estratégico ou

recursos financeiros. Exemplos desse problema são as comunidades rurais e periferias urbanas, onde o índice de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário é muito baixo ou deficiente. Nestes casos, frequentemente os diversos impactos advêm do lançamento de efluentes em fossas rudimentares ou a céu aberto, causando a contaminação das águas subterrâneas e superficiais, onde há maior tendência de transmissão de doenças de veiculação hídrica (Grott et al., 2018; Sousa et al., 2023; Vale et al., 2022).

Em um cenário regional, o Norte do Brasil conta com uma população de 17.354,884 habitantes distribuídos em 7 estados, e apresenta os piores indicadores sanitários do país (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2020; Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento [SNIS], 2020; Sousa & Costa, 2016). Dessa população, apenas 58,9% têm acesso à água potável, contrastando com 84,1% da média brasileira (SNIS, 2020). O acesso aos serviços de esgotamento sanitário é ainda mais deficiente, onde apenas 13,1% da população na região é atendida por este serviço, contrastando com 55% da média nacional, considerada ainda deficiente (SNIS, 2020).

Estes indicadores desafiam as metas de universalização da prestação de serviços de água e esgoto, previstas no Novo Marco Legal do Saneamento, especialmente no curto e médio prazo (Heller et al., 2014; Lei nº 14026, 2020; Pimentel & Miterhof, 2022). As razões mais prováveis para este quadro na Região Norte é que o setor ainda carece de modernização, flexibilização financeira e gestão.

Dentre os sete estados da região Norte, quatro apresentam uma particularidade histórica (Acre, Amapá, Roraima e Rondônia), emancipados mais recentemente de ex-territórios federais para a condição de Unidade Federativa da União. Isto é, administrados e economicamente financiados pela União (Freitas, 1990). Os ex-territórios federais de Amapá e Roraima se tornaram estado da federação com a Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988). O Acre passou a ser estado em 1962, por meio da Lei nº 4070 de 15 de junho de 1962. Rondônia passou a ser estado em 1981, pela Lei Complementar nº 41 de 22 de dezembro de 1981.

Quando esses ex-territórios ainda eram sedes municipais, estas eram aparentemente mais bem planejadas e administrativamente mais organizadas (Freitas, 1990). No entanto, logo após a referida emancipação, suas respectivas

autonomias não se refletiram em proporcional melhoria dos indicadores sanitários e de saúde pública. Pelo contrário, por exemplo, a capital do estado do Amapá, apresenta-se historicamente com uma das 100 piores em prestação de serviços de água e esgoto para a população local (SNIS 2020).

Apesar disso, não há na literatura pesquisas que tratem o problema dos indicadores de saneamento básico e seus impactos nos indicadores de saúde, considerando o recorte geográfico dos ex-territórios federais da região Norte. As prováveis razões são o fato de serem predominantemente periféricos e distantes das regiões mais desenvolvidas do Brasil (Vieira, 2017). A escassez de estudos se materializa em diversas lacunas de conhecimentos, sem as quais torna-se difícil explicar a evolução do desenvolvimento do saneamento regional rumo à universalização dos serviços de saneamento básico (água e esgoto sanitário, principalmente).

Na presente pesquisa utilizamos como ponto de partida e base inicial dois trabalhos pioneiros no estado do Amapá, nos quais foram analisados alguns indicadores das dimensões de água (Araújo et al., 2021) e esgoto (Viegas et al., 2021). Os autores quantificaram espaço-temporalmente a variação de indicadores de água e esgoto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e suas potenciais influências em indicadores de saúde do Departamento de Informática do SUS (DATASUS) num período de 12 anos consecutivos. As pesquisas demonstraram que os indicadores de saúde são, em tese, diretamente influenciados pelos indicadores sanitários (Bidkhori et al., 2018). Em outras palavras, a melhoria dos indicadores oficiais do SNIS deveria corresponder positivamente aos indicadores de saúde (DATASUS), reduzindo também os efeitos deletérios da poluição, vetores e agentes etiológicos causadores de doenças (Mara et al., 2010). Todavia, isso não se confirmou nos resultados encontrados por Araújo et al. (2021) e Viegas et al. (2021) para o estado do Amapá.

Assim, com base neste contexto, o presente trabalho propõe ampliar a análise desses indicadores (expandindo-se para os estados do Acre, Rondônia e Roraima), de modo que se pudesse revelar se esta observação seria uma tendência exclusiva do Amapá ou se o mesmo padrão dos indicadores ocorreria nos demais estados. Deste modo, espera-se contribuir com análises quantitativas mais profundas e especializadas, de modo a compreender a evolução do cenário do saneamento e sua correlação com a

saúde pública (Departamento de Informática do SUS [DATASUS], 2020; SNIS, 2020).

Nossas principais hipóteses de estudo são: a) apesar das marcantes similaridades históricas, socioeconômicas, geopolíticas, geográficas e culturais entre os quatro ex-territórios (Acre, Amapá, Rondônia e Roraima), os indicadores de saneamento (água e esgoto) e de saúde pública (diarreia) apresentam-se significativamente distintos entre si ($p < 0,05$) durante o período analisado (2008 a 2020); b) as desigualdades entre indicadores intrarregionais são evidentes, isto é, são significativas em nível municipal ($p < 0,05$); e c) os indicadores de saúde pública são diferentemente correlacionados com indicadores de saneamento entre os diferentes estados (inter-regional) ($p < 0,05$).

O objetivo geral do trabalho é analisar e mapear de forma mais atualizada possível a variação espaço-temporal de indicadores sanitários do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e dos indicadores de saúde do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), desde 2008 até 2020 (12 anos) nos estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Além disso, especificamente verificar a existência de possíveis influências dos indicadores sanitários sobre os indicadores de saúde no referido período de estudo a partir do uso de testes de hipótese ($p < 0,05$) (Bidkhori et al., 2018). As séries temporais de 2008 a 2020 foram utilizadas por serem as únicas disponíveis publicamente, e compreender o período em que há coincidência temporal dos dados nas plataformas de saneamento (SNIS) e de saúde (DATASUS).

A espacialização e a visualização de indicadores em forma de mapas, em conjunto com análises estatísticas, são ferramentas importantes para aprofundar a análise do problema do saneamento na região, sendo fortes aliadas para o planejamento de programas, projetos, políticas públicas e ações eficientes para o setor (Desphand et al., 2020; Ghosh et al., 2023).

Material e métodos

Caracterização da Área de Estudo

A Região Norte do Brasil é a maior área territorial do país, cobrindo 42,3% do território brasileiro. Faz fronteira com sete países sul-americanos, Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. O clima é, predominantemente, equatorial úmido com chuvas abundantes (acima de 2300 mm/ano) e

temperaturas médias de $\approx 27^{\circ}\text{C}$, com mínimas superiores a 20°C . A população é de 17,3 milhões de habitantes, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020).

O foco deste estudo, no entanto, inclui somente os ex-territórios federais, atualmente

estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima, inseridos na fronteira da Amazônia Brasileira (Figura 1). A escolha destes estados considerou suas similaridades históricas, socioeconômicas e geopolíticas (IBGE, 2019).

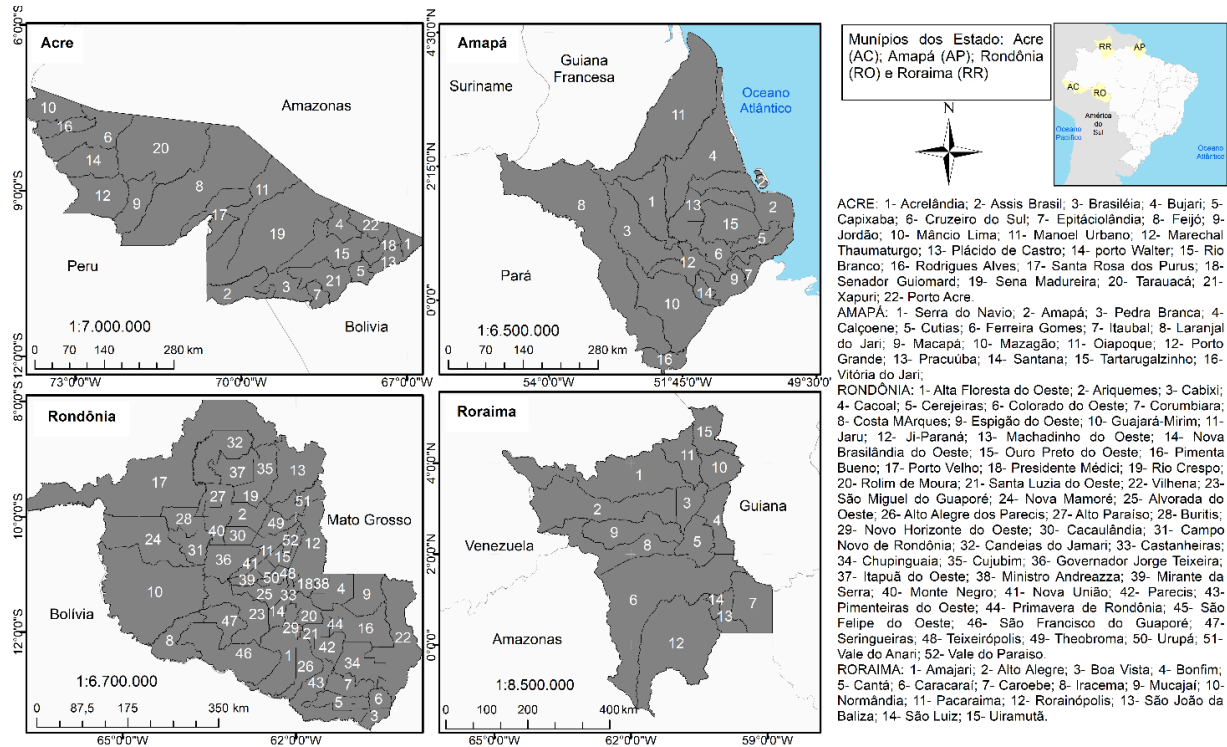


Figura 1. Localização e divisão municipal do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima enumeradas na legenda ao lado. Fonte: Malha Municipal do IBGE (2019).

Modelo Conceitual da Pesquisa

Um resumo das principais etapas metodológicas está esquematicamente apresentado na Figura 2, com dois blocos principais indicando as respectivas fases do desenvolvimento da pesquisa: A.1) levantamento de dados secundários, a partir da base de dados disponíveis dos indicadores de saneamento básico (SNIS, 2020), aqueles que potencialmente melhor se correlacionariam com os dados das séries históricas de saúde (DATASUS, 2020); A.2) levantamento de dados secundários do DATASUS (2020), a partir dos quais foram selecionadas as Doenças Diarreicas Agudas (DDA); B.3) organização, tabulação e análises estatísticas dos dados do SNIS e DATASUS, com a seleção dos principais testes de significância para avaliar a variação espaço-temporal dos indicadores, entre estados e municípios (inter e intra-regional,

respectivamente); e B.4) análise geoespacial dos indicadores de saneamento básico e de saúde pública (DDA) pré-selecionados.

Levantamento de Indicadores Sanitários e de Saúde Pública: Etapa A1 e A2

Os dados secundários relacionados ao abastecimento de água e esgotamento sanitário (indicadores sanitários) foram obtidos do portal do SNIS, enquanto os dados relacionados às Doenças Diarreicas Agudas (DDA), correspondentes ao indicador de saúde pública, foram obtidos pelo portal do DATASUS. Tanto a série de dados do SNIS quanto do DATASUS são do mesmo período, entre 2008 e 2020, em função da coexistência de dados disponíveis em ambas as plataformas para a presente investigação.

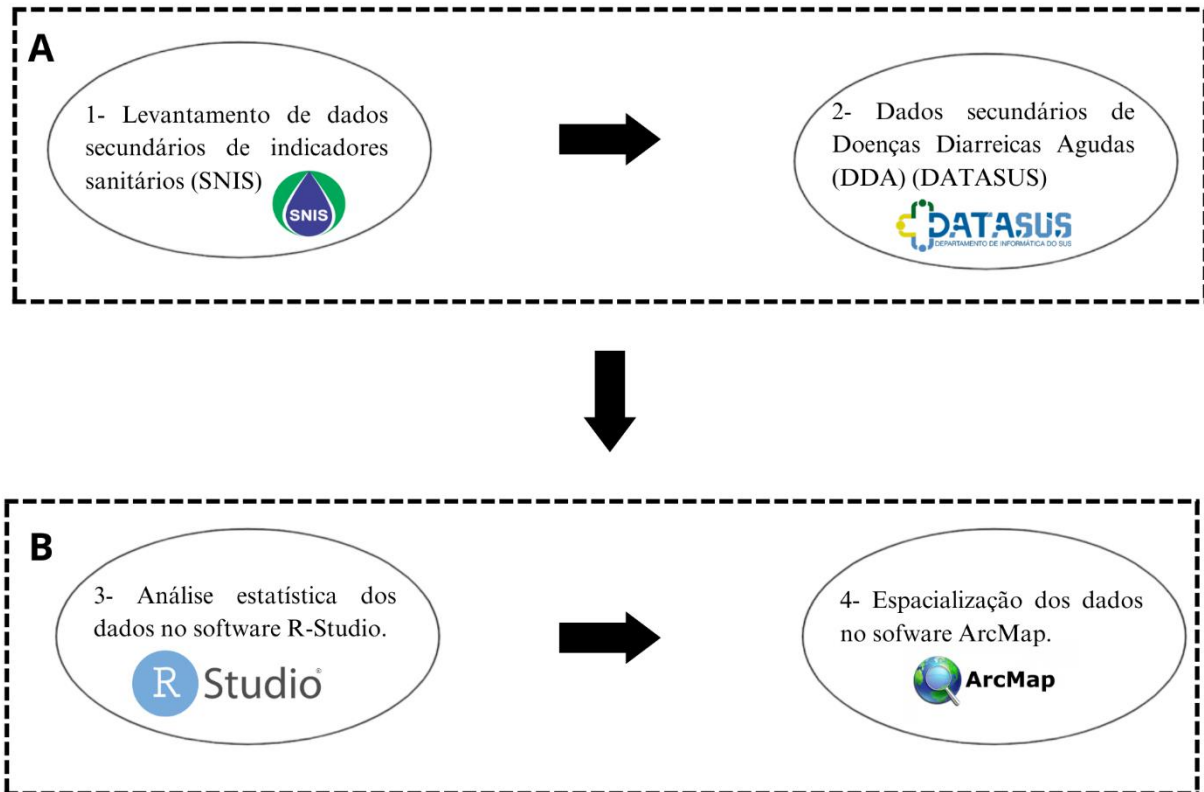


Figura 2. Fases do modelo conceitual: A.1 e A.2 refere-se à obtenção das séries históricas coincidentes entre os indicadores sanitários e de saúde pública; B.3 e B.4 referem-se a análise estatística e geoespacial dos dados. Legenda: as setas indicam interação entre os itens.

A tipologia DDA foi escolhida por ser considerada a doença de veiculação hídrica com maior consistência, e frequentemente estar relacionada com os impactos indesejados da falta de saneamento básico (especialmente esgoto e água imprópria) (Chernicharo et al., 2021; Taborda et al., 2018).

Todos os dados foram organizados e tabulados utilizando o *software* Excel 2016 como base de preparação para a etapa de análise

estatística no *software* R-Project (R Core Team, 2018).

Para cada indicador foi atribuída uma sigla a fim de facilitar a compreensão dos resultados obtidos das análises estatísticas do *software* (Tabela 1) (Crawley, 2007; Peternelli & Mello, 2007; R Core Team, 2018).

Tabela 1. Indicadores e suas respectivas siglas, divididos nas categorias de dados gerais, de saneamento e de saúde. Fonte: DATASUS (2020); SNIS (2020). Adaptado pelos autores (2023).

Dados Gerais (Variáveis Independentes)	Dados de Saneamento (Indicadores Independentes) (SNIS, 2020)		Dados de Saúde (Indicadores Dependentes) (DATASUS, 2020)
	ÁGUA	ESGOTO	
Country: Município	Popaa: População total atendida com abastecimento de água (habitantes)	Popee: População total atendida com esgotamento sanitário (habitantes)	IntDIA: Internações por diarreia (pacientes)
State: Estado	ExRaa: Extensão da rede de água (km)	ExRee: Extensão da rede de esgoto (km)	MperDIA: Média de permanência em internações por diarreia (dias)
Ano: Ano	VaaPro: Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	IeePS: Investimentos em esgoto realizados pelo Prestador de Serviço (R\$/ano)	MinfDIA: Mortalidade infantil por diarreia (0 a 5 anos)
Pop: População (habitantes)	VaaETA: Volume de Água Tratada em ETAs (1.000 m³/ano)	IeeMun: Investimentos em esgoto realizados pelo Município (R\$/ano)	obitDIA: Óbitos por diarreia
Area: Área (km²)	VaaCon: Volume de água consumido (1.000 m³/ano)	IeeEs: Investimentos em Esgoto realizados pelo estado (R\$/ano)	IntDIAhab: Internações por Diarreia por Mil Habitantes
DensD: Densidade Demográfica (hab./km²)	VaaDes: Volume de água tratada por simples desinfecção (1.000 m³/ano)	InCee: Índice de Coleta de Esgoto (%)	
	VaaFlu: Volume de água fluoretada (1.000 m³/ano)	InTee: Índice de Tratamento de Esgoto (%)	
	IaaPS: Investimentos em água realizados pelo Prestador de Serviço (R\$/ano)		
	IaaMun: Investimentos em água realizados pelo Município (R\$/ano)		
	IaaEs: Investimentos em água realizados pelo estado (R\$/ano)		
	InPdis: Índice de perdas na distribuição (%)		
	InToaa: Índice de Atendimento total de água (%)		
	InFlaa: Índice de fluoretação de água (%)		
	InCRFP: Índice de Cloro residual fora do padrão (%)		
	InCTFP: Índice de coliformes totais fora do padrão (%)		

Análise estatística e geoespacial dos dados: Etapa B3 e B4

Nesta etapa, os dados foram organizados e tabulados em um *data frame* em ambiente R-project (R Core Team, 2018) para integrar todas as variáveis selecionadas e preparadas para os testes de hipóteses ao nível de significância $\alpha < 0,05$. O objetivo foi testar potenciais correlações entre

variáveis dependentes (saúde pública) e independentes (água e esgoto) no período das séries históricas (12 anos) (Bishoge et al., 2022) As variáveis sanitárias e de saúde e suas respectivas siglas estão resumidas na Tabela 1.

Essas variáveis dependentes e independentes foram processadas e analisadas a partir dos seguintes testes estatísticos: a) análise descritiva (média, variâncias, desvio-padrão, erro-

padrão); b) distribuição, independência (Wilcoxon), normalidade (Shapiro-Wilk), homoscedasticidade (Barlet ou Levene) (R Core Team, 2018); c) testes de hipóteses (regressões simples e multivariadas para avaliar interdependência de uma ou mais variáveis independentes influenciando as variáveis dependentes); ANOVA Não-Paramétrica de Kruskal-Wallis/Friedman (multicomparações entre medianas ou médias), Matriz de Correlação e Análise de Componentes Principais - PCA (análise conjunta de múltiplos parâmetros).

Observa-se que os modelos de regressões múltiplas gerados para avaliar os fatores explicativos das variáveis dependentes foram também selecionados a partir de múltiplos critérios de parcimônia (Akaike - AIC, Bayesiano - BIC e Inflação da Variância - VIF) (Crawley, 2007).

Os modelos estatísticos pré-selecionados seguiram algumas recomendações de estudos similares realizados no Amapá (Araújo et al., 2021; Sousa et al., 2021; Sousa et al., 2023; Viegas et al., 2021). Assim, as variáveis foram representadas em mapas temáticos georreferenciados, onde cada município foi destacado dentro dos seus respectivos estados. Esse procedimento foi realizado utilizando as ferramentas de espacialização do *software* ArcMap 10.5.

Resultados e discussão

Neste tópico são mostrados apenas os principais resultados da análise a partir dos indicadores sanitários e de saúde pública (Tabela 1) (significância $\alpha < 0,05$): Índice de Atendimento Total de Água (InToaa), Índice de Coleta de Esgoto (InCee), Média de Internações Anuais por Diarreia por Mil Habitantes (IntDIA) e Média da Mortalidade Infantil (MinfDIA). O objetivo foi fornecer um panorama geral da distribuição geoespacial desses indicadores entre os quatro diferentes estados e seus respectivos municípios.

Índice de Atendimento Total de Água nos Estados (InToaa)

É possível observar que para o Índice de Atendimento total de Água (InToaa), o município de Manoel Urbano, no Acre, apresenta a melhor cobertura em 2020, com InToaa = 71,27% (Figura 3), enquanto o município de Feijó, apresenta a menor porcentagem no estado, com InToaa = 19,25%. Porém, entre 2008 e 2020, Feijó recebeu, em média R\$ 391.627,40 em investimentos em

abastecimento de água, enquanto Manoel Urbano recebeu, em média R\$ 163.302,70 (SNIS, 2020). Paradoxalmente, o município com o pior desempenho neste índice recebeu, em média, mais que o dobro de recursos que o município com o melhor desempenho no Acre.

Esse comportamento se repete quando municípios, que apresentam um desempenho mediano, como Assis Brasil (68,66%); Mâncio Lima (63,35%) e Eitaciolândia (62,93%) acessaram, entre 2008 e 2020, uma média de investimentos inferior a R\$ 180.000,00, enquanto municípios com baixo desempenho como Porto Acre (20,72%) e Marechal Thaumaturgo (29,07%) receberam no período, em média, R\$ 433.533,60 e R\$ 655.393,40, respectivamente.

A capital, Rio Branco, foi o município com a maior média histórica de investimentos (mais de R\$ 7,3 milhões), porém apresenta InToaa de 53,16% (Figura 3). Ou seja, a média histórica de investimento em água não se traduziu necessariamente em melhorias no abastecimento para a população, sugerindo que o estado carece de planejamento para otimizar os investimentos, como pode ser observado nos resultados das análises geoestatísticas (Deshpande et al., 2020)

A mesma deficiência é visível observando-se a Figura 3, pois 17 dos 22 municípios do Acre apresentam índices inferiores a 60%. Como consequência, de acordo com o Painel do Saneamento, o abastecimento de água no estado caiu de 53,7% em 2010 para 47,2% em 2020 (SNIS, 2020), demonstrando que a situação vem se agravando com o tempo e se continuar com esta tendência, o déficit no abastecimento de água será ainda maior no futuro, principalmente se não houver uma mudança na eficiência da gestão do setor.

Por outro lado, o Amapá apresenta os piores índices dentre os ex-territórios, com nenhum município alcançando sequer 50% do InToaa. A situação é tão delicada que o município com melhor desempenho, Vitória do Jari, conta com apenas 45,59% de abastecimento de água (Figura 3).

É importante frisar que a Capital, Macapá, recebeu a maior média de recursos no período deste estudo (R\$ 1,5 milhões em média) e apresentou o InToaa de apenas 37,56% (Figura 3). É paradoxal a cidade de Macapá apresentar InToaa tão inferior, visto que apresenta abundância de recursos hídricos sendo banhada pelo Rio Amazonas, observando-se uma evidente a “insegurança hídrica”, pelo menos em termos qualitativos (Araújo et al., 2021).

Essa ineficiência se assemelha ao Acre, com o Amapá caindo no ranking de abastecimento de água de 37,9% em 2010 para 33,7% em 2020 (SNIS 2020). Isso explica o motivo pelo qual os

dois estados apresentam cores similares na Figura 3, indicando índices baixos e tendências relativamente semelhantes (Figura 4).

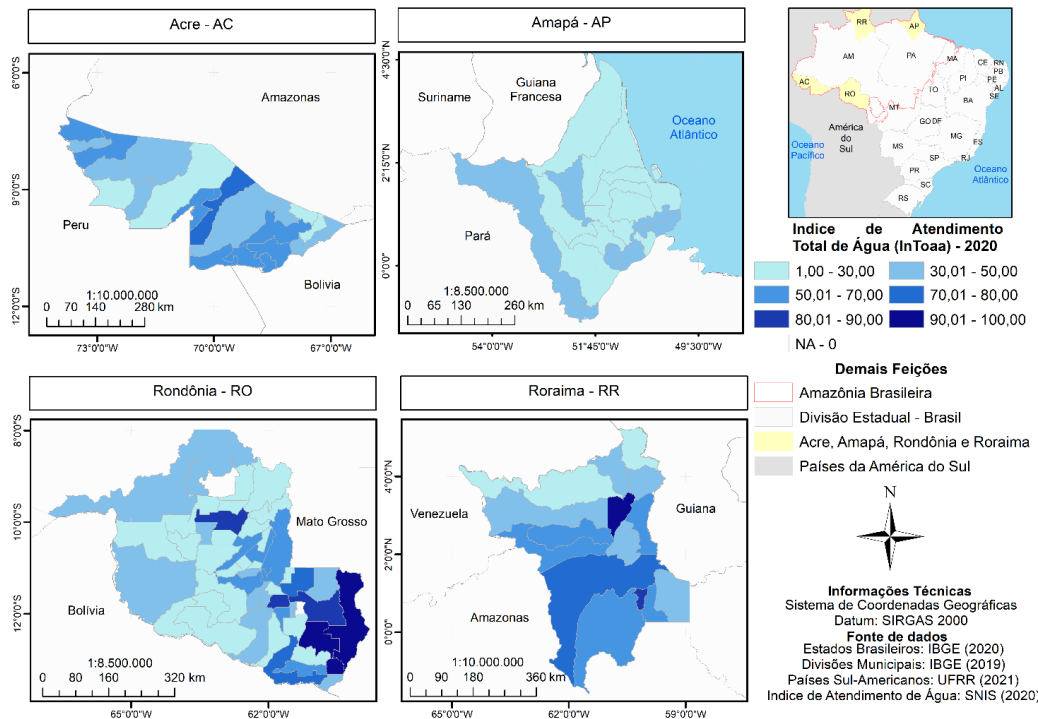


Figura 3. Índice de atendimento total de água (InToaa) no ano de 2020 no Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Fonte: SNIS (2020). Adaptado pelos autores.

A piora do indicador InToaa é um reflexo do processo de ocupação e urbanização da Amazônia, com aglomerados subnormais crescendo em diversas áreas, principalmente, com acesso pelos rios que cortam a região, consolidando locais de moradia insalubres e sem que os serviços de água e esgoto conseguissem acompanhar o crescimento das cidades e da população, fomentando a desigualdade ao acesso dos serviços sanitários (Corrêa Neto, 2018; Pasternak, 2016).

A ausência do abastecimento de água induz a busca por soluções alternativas, como poços ou compra de água mineral engarrafada, ambas as fontes com qualidade questionáveis (Cunha et al., 2012; Furtado et al., 2017; Grott et al., 2018; Sousa et al., 2023). Similarmente, em outros lugares do mundo as águas engarrafadas vendidas podem apresentar parâmetros de potabilidade fora do padrão em consequência do alto potencial de contaminação durante o transporte e acondicionamento (Uddin et al., 2021; Ghanbarian et al., 2022).

Isto é preocupante, pois o acesso a água de baixa qualidade é um fator que pode prejudicar a saúde da população. Por exemplo, ocorrência de doenças de transmissão hídrica e alimentar e em casos extremos até mortalidade de crianças (Freitas et al., 2021; Penso-Campos et al., 2020).

Rondônia apresenta significativa variação de InToaa entre os municípios, entre 3,12% em Governador Jorge Teixeira até municípios que já alcançaram a universalização (100%) do abastecimento de água como Vilhena e Chupinguaia. Há quatro municípios próximos de alcançar a universalização: Rolim de Moura (81,8%); Ariquemes (84,7%); Pimenta Bueno (86,98%) e Colorado do Oeste (91,4%) (Figura 3).

Essa elevada variação sugere uma desigualdade do InToaa no estado, bem visível no mapa com os municípios da região sul concentrando as maiores porcentagens. Isso porque, dentre os 52 municípios de Rondônia, 39 apresentam abastecimento inferiores a 60%, inclusive a capital, Porto Velho, com apenas 32,87%. Além disso, há ainda dois municípios que

sequer possuem informações de abastecimento de água em 2020: Itapuã do Oeste e Primavera de Rondônia (Figura 3).

O protagonismo dos municípios que alcançaram ou estão muito próximos de alcançar a universalização ao acesso a água de abastecimento, contribuiu para que Rondônia melhorasse sensivelmente o indicador geral com um incremento de 42,6% em 2010 para 47,4% em 2020, mostrando que a melhoria no abastecimento de água traz benefícios subsequentes para todo o estado (SNIS, 2020).

Em Roraima, o destaque no abastecimento de água em 2020 foi para a capital Boa Vista, com InToaa de 97,7%, enquanto o município de Uiramutã apresenta o menor índice (13,4%). Assim, dentre os 15 municípios, cinco apresentam índices superiores a 60%. É importante considerar, que Uiramutã não recebeu investimentos no setor de água no período, enquanto Boa Vista recebeu a maior média de investimentos, com mais de R\$ 7,5 milhões, mostrando uma coerência entre os investimentos e a evolução do setor no decorrer do tempo. Provavelmente, a eficiência nos investimentos gerou em Roraima o melhor indicador geral de abastecimento de água, com um sensível avanço de 79,8% em 2010 para 81,9% em 2020 (SNIS, 2020). Entre os estados avaliados é o mais próximo de alcançar a universalização geral da distribuição de água. Todavia, ainda há municípios com baixos índices, sugerindo que ainda precisa ser superada a desigualdade intermunicipal de acesso à água potável.

Na década passada, em Roraima, o SNIS já havia concedido sinais e evidências de que os recursos financeiros disponíveis já seriam suficientes para a universalização dos serviços de abastecimento de água (Souza et al., 2010). Todavia, seria necessário apenas melhorias contínuas em função da heterogeneidade espacial do estado, sugerindo que não foram apenas os investimentos que influenciaram o alcance do nível atual, mas também a eficiência na gestão e a aplicação de recursos (Brown & Heller, 2017; SNIS, 2020).

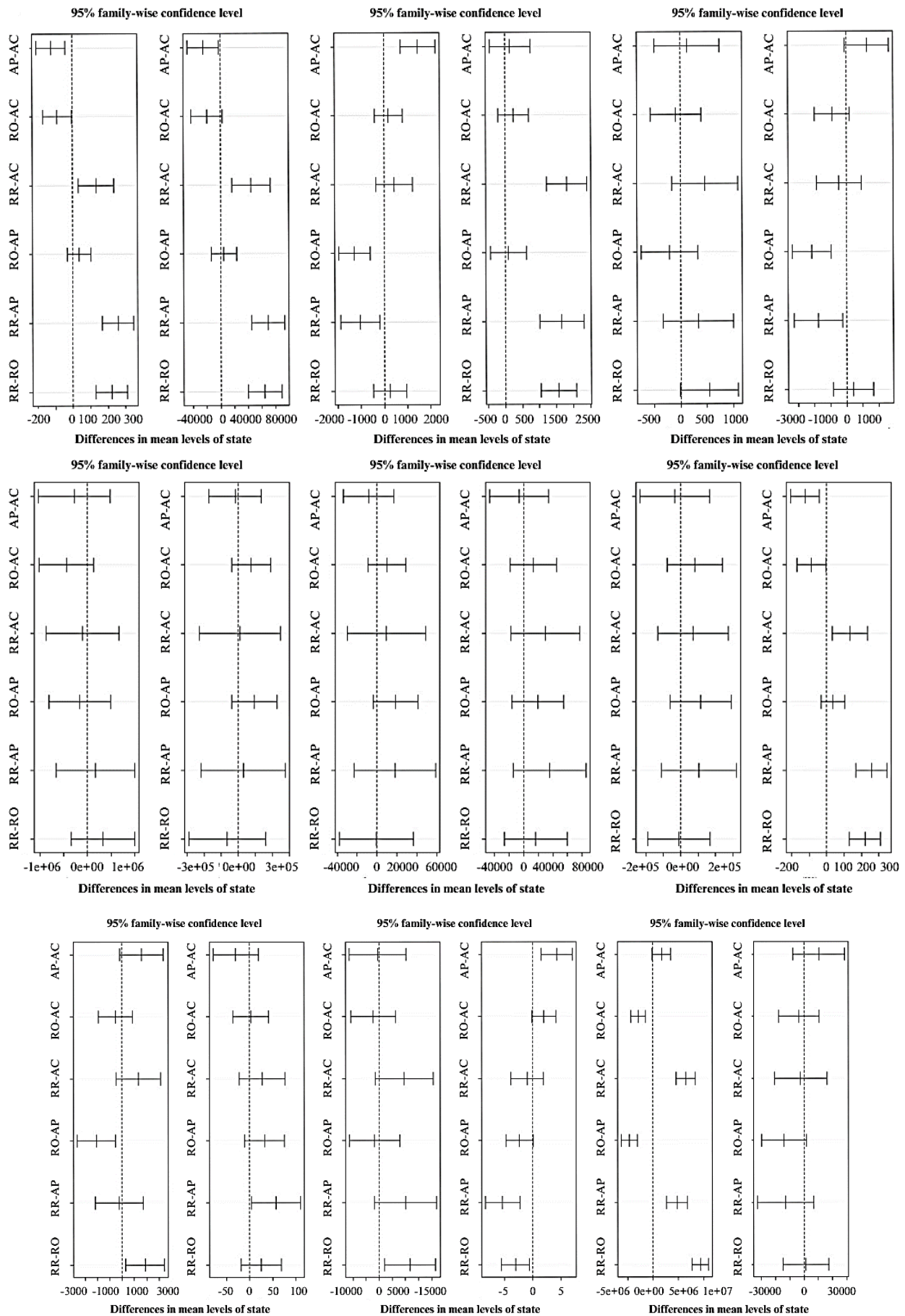
Apesar deste considerável avanço nas dimensões de água de abastecimento e esgoto sanitário, há ainda desafios relevantes para Roraima. Isto é, avanços deste setor nas zonas rurais, como as comunidades ribeirinhas, onde os serviços sanitários tornam-se mais “complexos” de se implementar e universalizar de forma economicamente eficiente devido ao contexto demográfico regional (Veras et al., 2020).

De maneira geral, os maiores investimentos foram observados nas capitais dos estados entre 2008 e 2020: Porto Velho, capital de Rondônia, com média aproximada de R\$ 10 milhões. Em seguida, Boa Vista, capital de Roraima, com média próxima de R\$ 7,6 milhões. Rio Branco, capital do Acre, com média próxima de R\$ 7,3 milhões, e Macapá, capital do Amapá, com média próxima de R\$ 1,5 milhões de reais.

Um resumo estatístico comparativo entre as medianas dos indicadores de abastecimento de água é apresentado na Figura 4 para os diferentes estados. Para testar se as distribuições eram normais, foi utilizado o método de Shapiro-Wilk e as medianas dos indicadores relevantes (nível de confiança de 95%). Dentre as 33 variáveis estudadas comparativamente para os quatro estados (Tabela 1), a maioria foi significativa ($p < 0,05$) e pelos menos dois indicadores resultaram no limite da significância, $p \approx 0,05$ (“obitDIA” e “MinfDia”), sendo três restantes não significativas (“IeePS”, “IaaMun” e “IeeMun”) com $p > 0,05$.

Na comparação entre os indicadores de abastecimento de água nos estados, mostrado na Figura 4, observam-se as diferenças ao nível de significância estatística $\alpha < 0,05$ (método de Kruskal-Wallis). A linha segmentada vertical representa o valor da mediana. Quando os intervalos de confiança dos parâmetros em análise tocarem ou cruzarem a linha segmentada vertical, significa que a comparação não apresenta diferenças significativas. Todavia, quando os intervalos de confiança comparativos se distanciarem da linha vertical segmentada, significa que a diferença entre os parâmetros é significativa (Crawley, 2007; Peternelli & Mello, 2007).

Em resumo, os comparativos entre os indicadores de abastecimento de água dos ex-territórios amazônicos, Roraima (RR) se destaca positivamente, e Rondônia (RO), Amapá (AP) e Acre (AC) destacam-se negativamente, com predominância das maiores diferenças entre RR/AP, AP/RO, e AP/AC. Com efeito, não é possível fazer análises profundas sobre os parâmetros de saúde pública (os primeiros analisados no parágrafo anterior), sem considerar os demais fatores relevantes (sanitários e demográficos, por exemplo). A ordem de apresentação dos resultados multicomparativos dos indicadores segue a mesma da Tabela 1.



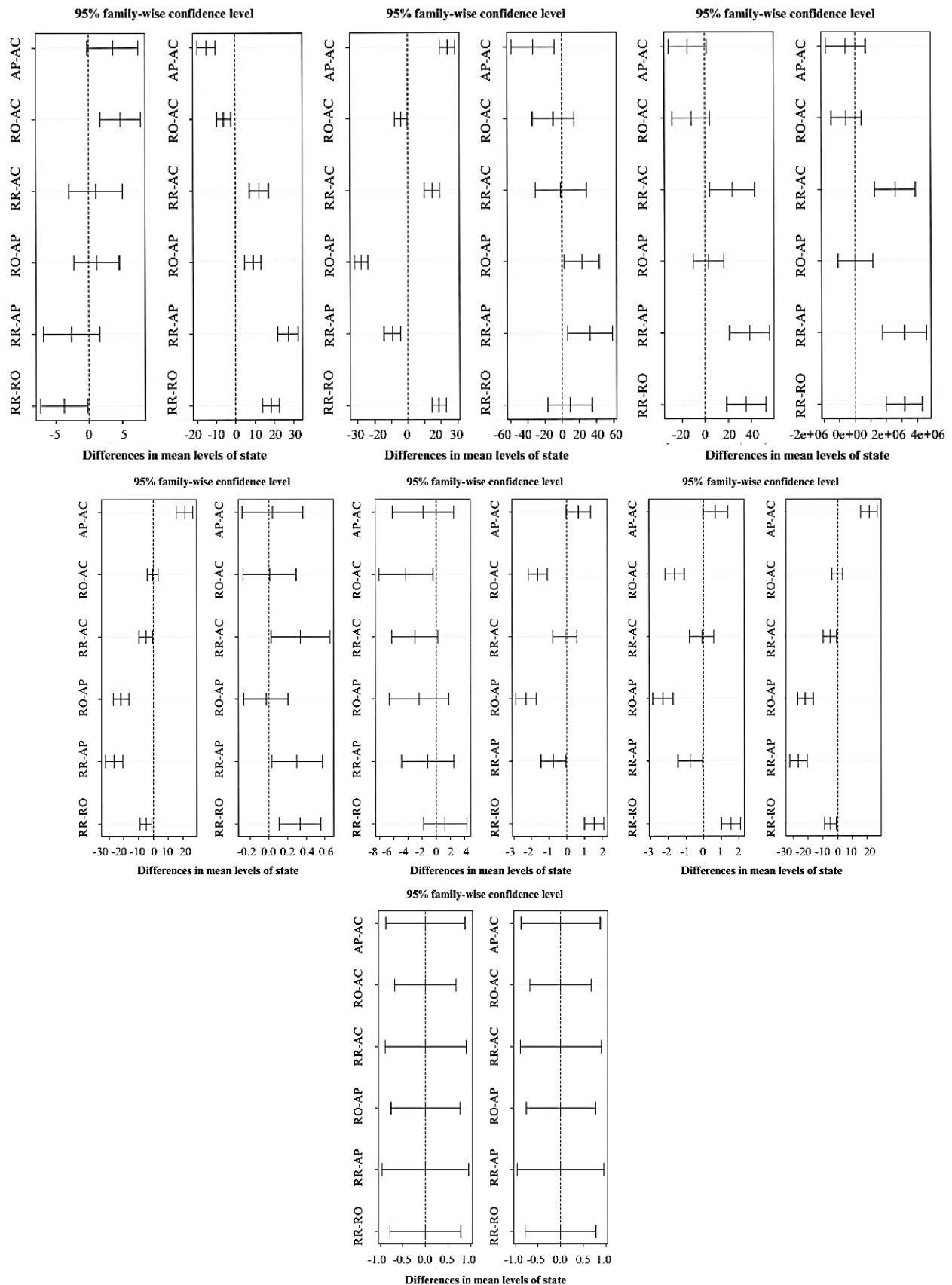


Figura 4. Resumo estatístico comparativo entre diferentes indicadores de saneamento concernente à água de abastecimento no Acre, Amapá, Rondônia e Roraima entre 2008 e 2020 (Teste Kruskal-Wallis). Fonte: SNIS (2020); DATASUS (2020). Adaptado pelos Autores.

Índice de Coleta de Esgoto nos Estados (InCee)

De maneira geral, a coleta de esgoto nos estados é extremamente precária, com significativa ausência de informações ou índice de coleta igual a zero. Por exemplo, dos 105 municípios presentes neste estudo, apenas 30 possuíam informações sobre o Índice de Coleta de Esgoto (InCee). Contudo, é importante destacar o protagonismo nesta dimensão sanitária dos seguintes municípios nos diferentes estados: Mâncio Lima-AC (74,58%); Serra do Navio-AP (72,72%); Caracaraí-RR, (100%); Mucajaí-RR, (100%); Cerejeiras-RO (100%) e Alvorada D'Oeste-RO (95,48%) (Figura 5).

Ainda, de acordo com o painel de informações sobre saneamento (SNIS, 2020), o Acre apresentou queda no indicador de atendimento de rede de esgoto entre 2010 e 2020. O índice anterior de 19,6% caiu para 11,4%, explicado pelo fato de que as estruturas sanitárias não acompanharam o crescimento ou adensamento da população do estado.

Apesar do Amapá apresentar uma média histórica baixa, houve uma sensível melhoria no serviço de esgotamento sanitário entre 2010 e 2020, onde a cobertura de 4% passou para 6,9%. Do mesmo modo, Rondônia seguiu uma tendência positiva, passando de 3,7% para 6,7%. Mesmo com o crescimento no período, ainda são porcentagens insignificantes para a coleta de esgoto, o que pode refletir diretamente na saúde pública, principalmente, de crianças mais pobres. A razão é que a internação infantil no estado está relacionada à DDA bem como a mortalidade infantil em período pós neonatal, potencialmente causadas por deficiências na infraestrutura de esgoto ou água contaminada. Isto também é, provavelmente, resultado de um sistema de esgotamento desestruturado ou inexistente (Gava et al., 2017; Santos et al., 2019).

São crianças, majoritariamente, pretas e indígenas, infectadas pelo agente etiológico *E. coli*, mais uma vez sugerindo que são infecções ocasionadas pelo esgotamento precário (Taborda et al., 2018). A mudança deste cenário somente será possível com eficiência nos investimentos e na gestão do setor de saneamento (Campos & Barcarolli, 2023; Ferreira et al., 2021; Pimentel & Miterhof, 2022).

Essa deficiência de InCee leva a utilização de soluções alternativas como as fossas sépticas, amplamente utilizadas no Amapá, mas que podem contaminar os poços que são utilizados como

fontes alternativas de água (Grott et al., 2018). Este problema pode se agravar quando o sistema possui ausência de drenagem adequada, permitindo que o esgoto eventualmente transborde para os canais, causando o adoecimento da população (Sousa et al., 2021; Sousa et al., 2023; Viegas et al., 2021).

Roraima, por outro lado, apresentou um crescimento positivo significativo para os padrões amazônicos do indicador de atendimento de esgoto, passando de 11,8% em 2010 para 63,3% em 2020. Esse crescimento foi consideravelmente maior que a média regional, inclusive superando a média nacional, atualmente em torno de 55,8% (SNIS, 2020).

Entretanto, a precarização de grande parte do setor pode ser explicada, analisando a história recente da região amazônica, onde as atividades de mineração, extração de madeira e agricultura geraram forte explosão demográfica urbana onde se instalaram (Homma, 2018). Estes fatos, somado aos interesses econômicos e geopolíticos imediatistas e sem o devido planejamento, provavelmente contribuíram com o déficit de rede de coleta de esgoto, que frequentemente não dispõe de separadores absolutos das águas pluviais (Pacheco et al., 2023). Estes esgotos são lançados *in natura* nos corpos d'água, onde a população geralmente incorre em contato primário, ocasionando o adoecimento por DDA (Aguilar et al., 2020; Ferreira et al., 2021; Ramlal et al., 2022).

Com efeito, o saneamento básico em suas quatro dimensões deve ser efetivado através de uma política pública inclusiva de saúde, essencial para promover a qualidade de vida das comunidades e criar um ambiente livre de agentes infecciosos (Lima et al., 2017; Tazkiyah et al., 2022).

Mas a deficiência sanitária, pelos mesmos motivos da importância da urbanização e da habitação, expôs claramente uma radical desigualdade regional brasileira no seu mais alto grau durante a epidemia da COVID-19 (Goveia, 2021; Vilarinho et al., 2022).

A crise da COVID-19 pareceu refletir problemas mais graves (e evitáveis) nas regiões menos desenvolvidas e com rendas per capita mais baixas, somados aos mais baixos níveis de educação, onde surgem frequentemente fatores que influenciam significativamente pioram os indicadores sanitários (Flores et al., 2022; Turolla, 2014; Zhou et al., 2023).

Isto porque na medida em que se intensifica a urbanização dos municípios brasileiros (especialmente os de maior crescimento econômico), aumenta também (mesmo em

pequeno grau) a cobertura dos serviços de saneamento, tanto em água quanto em esgoto (Rossoni et al., 2020). E esse fato sugere maior predisposição na prestação desses serviços em localidades com maior adensamento populacional, do que em localidades mais afastadas e menos povoadas do país. Portanto, esta hipótese em nível nacional tende também a ser confirmada na Amazônia brasileira, porém agravada pela pobreza, isolamento, histórico de sua evolução inter e

intra-regionais, em especial na periferia e fronteiras econômicas que abrangem os estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima.

Em resumo, os comparativos entre os indicadores de esgotamento sanitário dos ex-territórios amazônicos são mais homogêneos do que os indicadores de abastecimento de água (mais dispersos e heterogêneos) (Figuras 3 e 5).

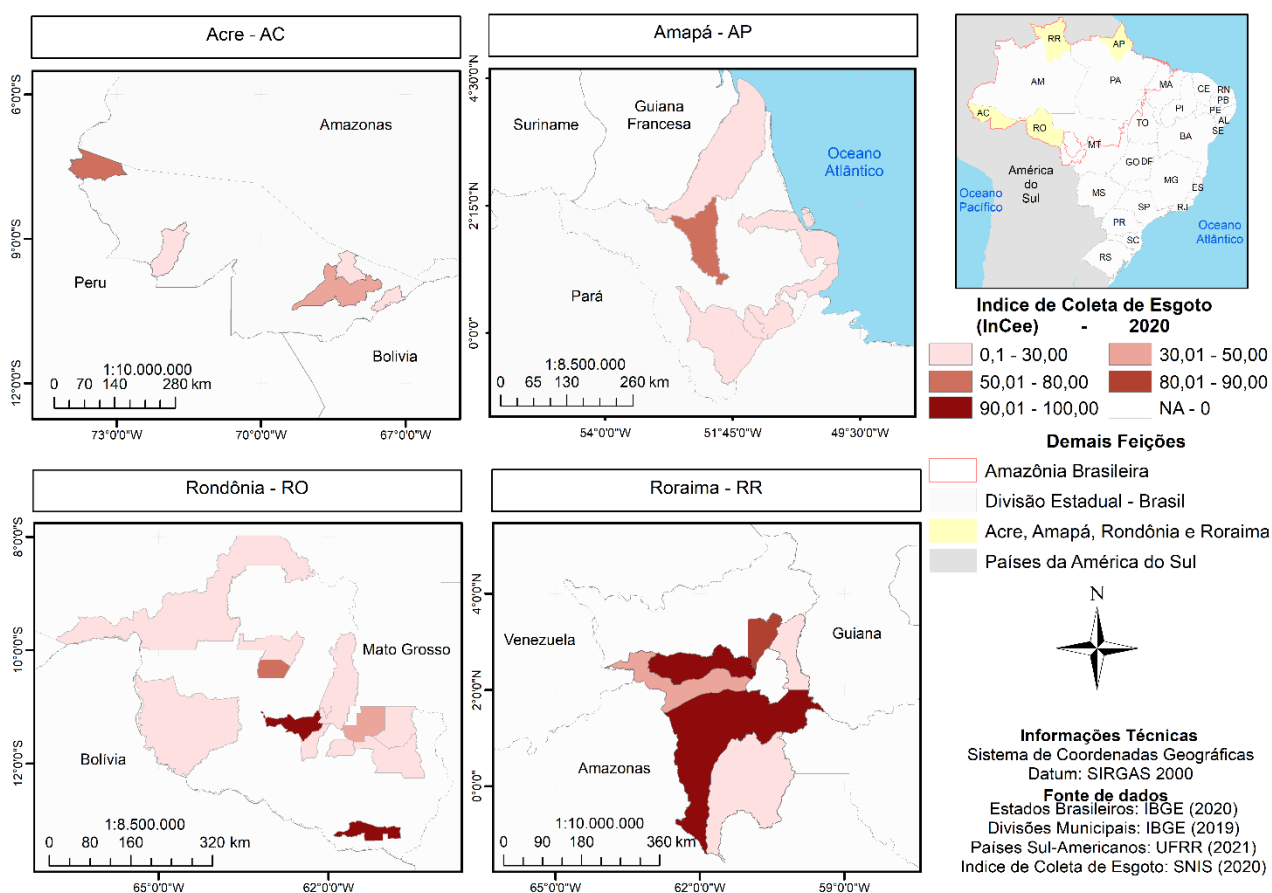


Figura 5. Média do índice de cobertura de esgoto entre os anos de 2008 a 2020 no Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Fonte: SNIS (2020). Adaptado pelos Autores.

Média de Internações por Diarreia por Mil Habitantes entre 2008 e 2020 nos estados (IntDIAhab)

A literatura aborda que a prestação dos serviços de saneamento em localidades com baixo poder aquisitivo e vulnerabilidade social e sanitária, estão sob responsabilidade direta da administração municipal (Rossoni et al., 2020). Considerando as características sanitárias da região Norte, como as dos ex-territórios, compreende-se que as variáveis sanitárias (água e esgoto) influenciam significativamente as variáveis de

saúde, com maior impacto nos municípios mais pobres (Araújo et al., 2021; Viegas et al., 2022).

Ao observar a média de internações por diarreia por mil habitantes (IntDIAhab) entre os anos de 2008 e 2020 (Figura 6), observamos que no Acre e Amapá, estas são mantidos predominantemente abaixo de uma (1) internação por mil habitantes. No Acre apenas seis municípios estão acima de 1: Rodrigues Alves (1,02); Tarauacá (1,83); Plácido de Castro (2,69); Assis Brasil (2,77); Manoel Urbano (4,06); e Santa Rosa dos Purus (5,33); e no Amapá apenas quatro municípios estão acima de 1: Calçoene (1,13);

Oiapoque (1,17); Laranjal do Jari (1,89); e Amapá (1,92).

Curiosamente os municípios do Acre não possuem InCee, com exceção de Plácido de Castro, com uma cobertura de apenas 14,89%. Também são municípios que predominantemente apresentam InToaa abaixo de 60%, com exceção de Assis Brasil com 68,66% e Manoel Urbano, com 71,27%.

Nos municípios do Amapá, aqueles com maior média de internações por mil habitantes possuem InToaa igual ou abaixo de 30%.

O município de Serra do Navio-AP, que possui o melhor InCee (72,72%), apresenta menos internações por mil habitantes, mas este município tem um diferencial: seu sistema de coleta de esgoto foi construído no período da 2ª Guerra Mundial, quando serviu de base para a exploração do Manganês e Ferro, atividade potencialmente poluidora dos corpos d'água na região (Fostier, 2000; Tirello & Costa, 2017). Neste período e até a década de 70, a sede municipal mantinha seu sistema de abastecimento de água e sistema de tratamento de esgoto. Atualmente, o município possui 4.380 habitantes e esta infraestrutura ainda permanece praticamente a mesma que foi construída pelos americanos, havendo sérias dúvidas quanto ao seu efetivo funcionamento e efetividade.

Rondônia apresenta, em 22 de seus municípios, médias elevadas de IntDIAhab com mais de duas (2) internações por mil habitantes. O município com a pior média geral de internações por diarreia de todos os estados foi Monte Negro com 13,21 internações por mil habitantes. Além disso, não possui InCee e tem baixo índice de InToaa (30,07%). Rolim de Moura registrou 398 internações, sendo também um município com baixo InCee, $\approx 2,2\%$ em 2020.

Em Roraima, oito municípios apresentaram IntDIAhab acima de 2. São municípios predominantemente sem InCee, com exceção de Bonfim, que possui 27,47%. Também são municípios que possuem InToaa abaixo de 50%, com exceção de São Luiz (80,8%); Bonfim (51,83%) e São João da Baliza (68,14%).

De maneira geral, Acre e Roraima apresentam variações da média de IntDIAhab similares, variando de 0,03 em Sena Madureira no Acre, a 5,53 em Normandia em Roraima. Entretanto, Rondônia foi o que apresentou a maior variação, com Alta Floresta do Oeste registrando 0,12 e Montenegro com 13,21. Assim, este é o município com maior média geral de IntDIAhab.

Paradoxalmente, o Amapá, apesar dos piores indicadores sanitários, apresentou baixa média de IntDIAhab, com 0,1 pra Serra do Navio e 1,92 para o município de Amapá.

O contexto da Média de IntDIAhab nos estados é o reflexo de investimentos ineficientes, que não se traduziram em melhoria nos indicadores sanitários, o que interfere negativamente na saúde da população (Delfino et al., 2016). Por isso, esforço e planejamento são necessários para garantir a universalização ao acesso de serviços de água e esgoto nestes estados da Amazônia, e devem ser prioritários na saúde pública brasileira, pois a melhoria no saneamento produz consequências positivas à saúde (Cameron et al., 2021). Bons exemplos são os indicadores de Roraima, superiores aos do Acre, Amapá e Rondônia.

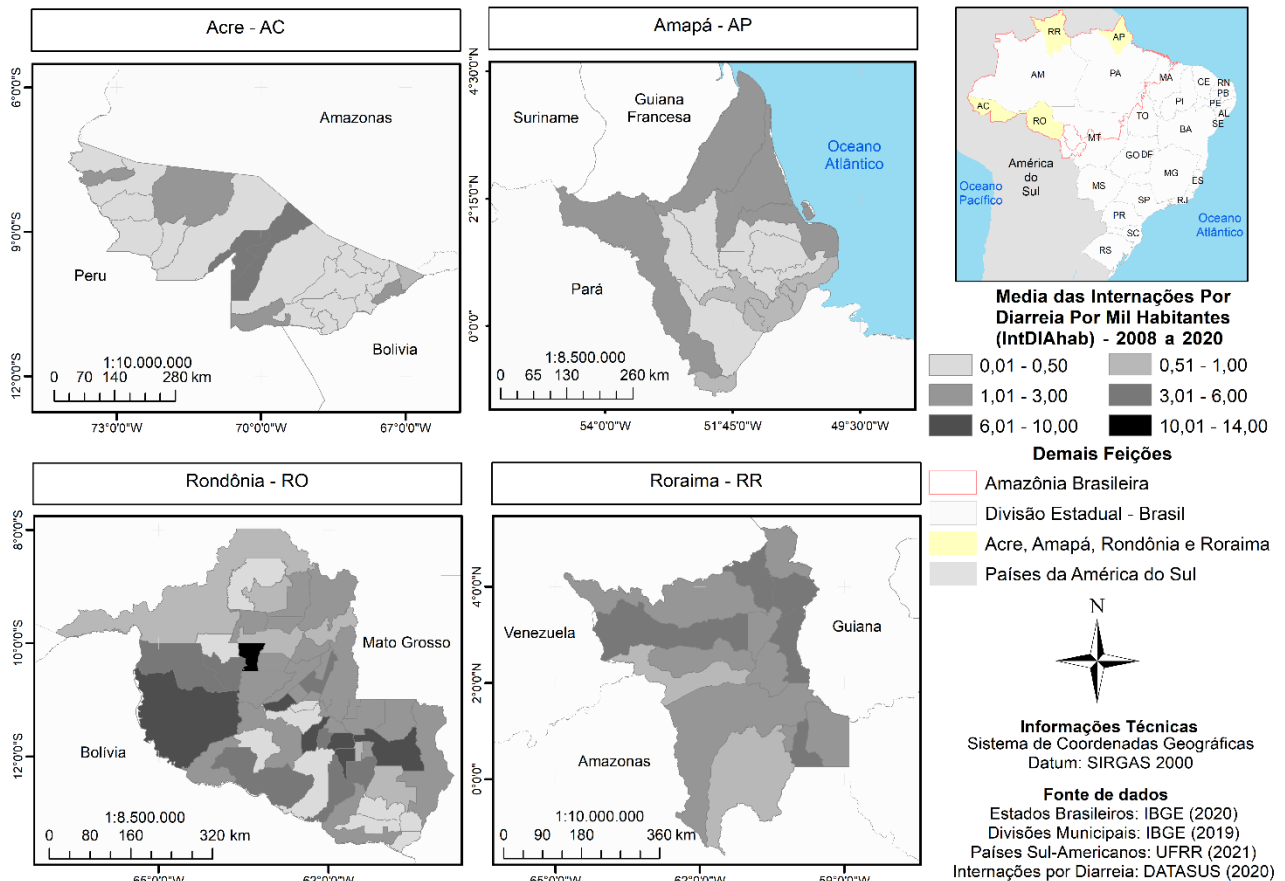


Figura 6. Média das internações anuais entre 2008 e 2020 no Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Fonte: DATASUS (2020). Adaptado pelos autores.

Média de Mortalidade Infantil por Diarreia nos Estados (MinfDIA)

Quando observamos a MinfDIA, é possível afirmar que predomina a ausência de informações oficiais disponíveis praticamente em todos os estados (DATASUS, 2020). Por exemplo, as séries históricas registram frequentemente o termo “NA” (ausência de dados ou dados não analisados). Assim, o estado com informações mais consistentes foi Roraima com o menor número de registros NA (3) para este indicador (Figura 7).

No Acre, o município de Feijó apresenta a pior MinfDIA, obtendo média de 21 mortes no período. No Amapá, apenas quatro municípios apresentam dados relacionados com a MinfDIA, sendo Macapá a de menor média com 0,63; seguido de Laranjal do Jari com 1,99; Pedra Branca do Amapari com 3,33; e Tartarugalzinho com 6,66.

Dentre os 52 municípios de Rondônia, apenas 11 apresentam dados de MinfDIA no período. As menores médias foram de Espigão

D'Oeste e Guajará Mirim, ambos com nenhuma morte. Theobroma, Cacoal, Ji-Paraná, Vilhena, Machadinho D'Oeste, Porto Velho e São Miguel do Guaporé apresentaram média inferior a 1 morte no período. O município de Costa Marques obteve média de 1,8 mortes e o município de Corumbiara 4 mortes (Figura 7).

A ausência de estruturas sanitárias eficientes favorece o contato de águas contaminadas com a população, causando adoecimento e morte, atingindo principalmente crianças menores de cinco anos (Imada et al., 2016). Mapear os indicadores sanitários e de saúde permite priorizar a execução de programas e projetos focados na melhoria do saneamento em regiões onde há demandas de maior urgência (Ghosh et al., 2023; Hammouri et al., 2022) evitando impactos negativos à saúde pública (Ribeiro et al., 2018).

Roraima, como já citado anteriormente, foi o estado com menor número de registro com “NA” no período, ocorrendo esse problema apenas nos

municípios de Iracema, São João da Baliza e São Luiz. O município com maior MinfDIA foi Amajari, com média de 4 mortes, seguido de Uiramutã, com 3,7 mortes e Caroebe, com 3,3 mortes. Todos os demais municípios apresentaram médias inferiores a 3, sendo Normandia, Boa Vista e Cantá este indicador foi inferior a 1 (Figura 7).

Neste contexto, tem-se observado que a atuação da gestão do setor de saneamento básico no Brasil é dependente de diferentes variáveis, tais como a localização geográfica, investimentos,

aspectos culturais e socioeconômicos (Rossoni et al., 2020). E este fato foi confirmado na presente pesquisa, apesar dos resultados serem em certa medida paradoxais, principalmente quanto aos investimentos em água e esgoto sanitário, porém com reflexos inconsistentes nos indicadores de saúde, suscitando questionamentos sérios quanto a consistência e confiabilidade dos dados contidos no SNIS e DATASUS para este tipo de aplicação.

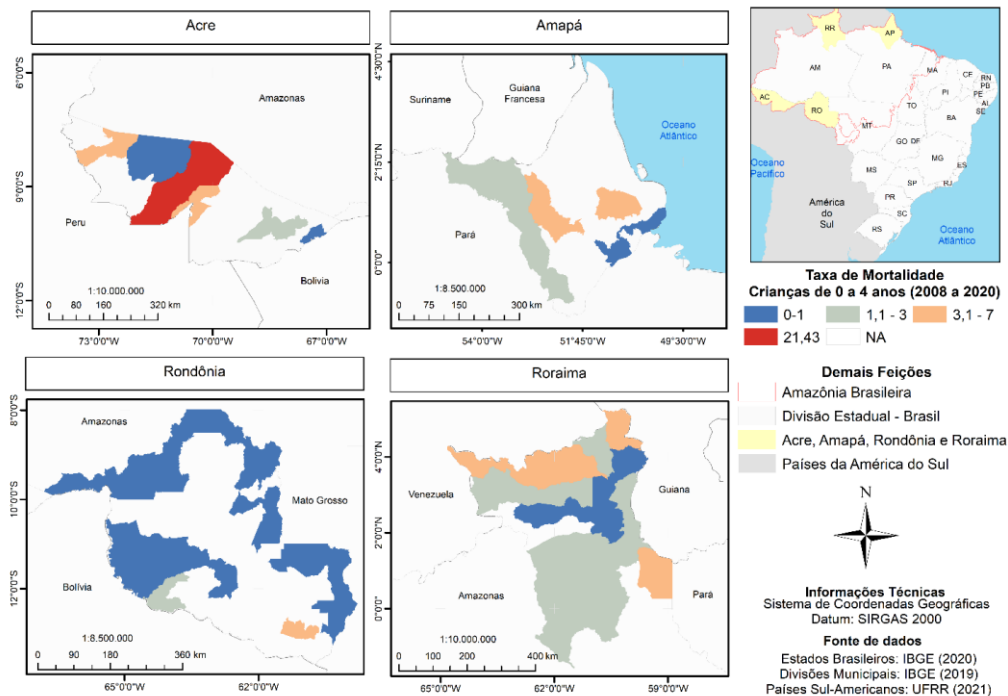


Figura 7. Média de mortalidade infantil entre 2008 e 2020 no Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Fonte: DATASUS (2020). Adaptado pelos autores.

Na Tabela 2, podemos observar as equações que correlacionam as principais variáveis de saúde em função das variáveis independentes de saneamento, com base nos critérios de parcimônia dos modelos de regressão AIC, BIC e VIF (Crawley, 2007). Observamos que os óbitos são influenciados diretamente pelas internações por mil habitantes, confirmando a hipótese de que quanto maior a quantidade de internações, maior a possibilidade de óbitos ocorrerem.

Em uma análise similar, mas observando cidades com maior número de casos confirmados de COVID-19, por exemplo, foi evidenciada uma ligação entre a pandemia e os baixos indicadores de universalização de água e esgoto, dentre os quais a região norte do Brasil teve destaque (Vilarinho et al., 2022). Apesar da ausência ou deficiência desses serviços, por si só, não promoverem a doença (COVID-19). Mas este cenário é caracterizado

como um dos fatores que mais dificultam as medidas preventivas e podem propiciar sua dispersão, assim como quaisquer outras doenças de veiculação hídrica. Este quadro também confirma a fragilidade das condições de saúde nessas áreas mais vulneráveis e ratifica a importância do saneamento básico para a melhoria da qualidade de vida e bem-estar da população (Araújo et al., 2021; Viegas et al., 2021; Vilarinho et al., 2022).

Nestes termos, a gestão pública deve ser protagonista no planejamento do modelo de gestão dos serviços de saneamento básico em suas políticas de desenvolvimento regional. E que seja inclusivo e de qualidade, considerando a participação social como fator predominante para a sua consolidação (Da Silva, 2022; Rossoni et al., 2020).

Tabela 2. Significância dos indicadores de saúde pública em função dos indicadores de saneamento básico (operacionais) ou demográficos por município. Legenda: (*) significativo, (NA) não analisado, R^2_{aj} = Coeficiente de determinação ajustado, GL = Graus de Liberdade, EPR = Erro Padrão Residual, F= Fator Estatístico de Fischer (Variância), AIC= Critério de informação de Akaike, BIC= Critério de informação Bayesiano, VIF= Fator de inflação da variância. Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Indicadores Y_i	Equação - Influência dos Indicadores Sanitários e Demográficos $a + b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + \dots + b_nX_{in}$	P-valor ($p < 0,05$)	R^2_{aj}	Comentários
obitDIA	$\sim 0,0044IntDIA + 0,1337$	$<0,0001 (*)$	23	Número de óbitos é diretamente proporcional às internações por diarreia. IntDIA isoladamente explica 23% da variação dos óbitos ($R^2_{aj}=0,23$). F=238,7; GL=1 e 755; EPR=0,8269; AIC=1913,75; BIC=1927,71; VIF=NA.
obitDIA	$\sim 0,0072IntDIA + 0,0035MinfDIA + 0,0092$	$<0,0001(*)$	39	Número de óbitos por diarreia pode ser explicado por duas variáveis (IntDIA e MinfDIA). Estas duas variáveis explicam 39% da variação total dos óbitos ($R^2_{aj}=0,39$). F=97,13; GL=2 e 296; EPR=97,23; AIC=836,7393; BIC=851,54; VIF(IntDIA)=1,02 e VIF(MinfDIA)=1,02.
obitDIA	$\sim 0,0072DensD + 6,7E^{-04}ExRaa + 0,0035ExRee + 0,0028IaaES + 7,7E^{-04}IaaMun + 1,04E^{-04}IaaPS + 0,27$	$<0,0001(*)$	43	Número de óbitos pode ser explicado por seis variáveis independentes (DensD , ExRaa , ExRee , IaaES , IaaMun e IaaPS). Isto é, 43% da variação total dos óbitos ($R^2_{aj}=0,43$). F=16,05; GL=7 e 131; EPR=0,88; AIC=393,67 BIC=851,54; VIF(IntDIA)=1,02 e VIF(MinfDIA)<3,13.
IntDIA	$\sim 24,65 + 1,46E^{-05}Area + 0,88DensD + 0,22ExRaa - 0,39ExRee + 4,98E^{-05}IeeMun$	$<0,0001 (*)$	33	Número de internações por diarreia é diretamente proporcional a Area, DensD , ExRaa , ExRee e IeeMun e explica 33% da variação de IntDIA ($R^2_{aj}=0,33$). F=18,82; GL=5 e 162; EPR=97,04; AIC=2131; BIC=2164,01; VIF<3,6.
MperDIA	$\sim -172,01 + 0,0005Intee + 0,14MinfDIA + 0,000045VaaDes + 0,000068VaaETA + 0,087Ano$	$<0,0001 (*)$	58	Média de permanência de internações é diretamente proporcional a (InTee , MinfDIA , VaaDes , VaaETA e Ano) e explica 58% da variação de MperDIA ($R^2_{aj}=0,58$). F=19,39; GL=5 e 61; EPR=0,91; AIC=184,60; BIC=200,03; VIF<1,2.
MinfDIA	$\sim -3,88 + 1,54MperDIA + 0,67ObitDIA + 1,01E^{-05}Pop + 4,51E^{-06}Poppe$	$<0,0001 (*)$	58	A mortalidade infantil é diretamente proporcional a (MperDIA , ObitDIA Pop e Poppe) e explica 58% da variação dos MinfDIA ($R^2_{aj}=0,58$). F=8,42; GL=4 e 64; EPR=2,69; AIC=339,39; BIC=352,79; VIF<1,9.
InCee	$\sim 37,34 + -0,31DensD + 0,12ExRaa + 1,01E^{-05}ExRee + 9,81E^{-08}IaaES + 0,00011IaaMun$	$<0,0001 (*)$	16	Número de óbitos é diretamente proporcional à DensD , ExRaa , ExRee , IaaES e IaaMun que explicam apenas 16% de sua variação ($R^2_{aj}=0,16$). F=7,25; GL=5 e 165; EPR=2,69; AIC=1668,6; BIC=1690,7; VIF<3,4.
InToaa	$\sim 45,04 - 7,01E^{-07}Area + 0,015ExRaa + 0,026ExRee + 4,8E^{-06}IaaPS + 6,7E^{-06}IeePS$	$<0,0001 (*)$	44	InToaa é explicada pelas variáveis Area , ExRaa , ExRee , IaaPS e IeePS abrangendo aproximadamente 44% da variação total de InToaa ($R^2_{aj}=0,44$). F=34,39; GL=5 e 202; EPR=18,2; AIC=1805,2; BIC=1828,62; VIF<3,5.

Conclusões

É possível afirmar que Roraima e Rondônia estão à frente do Acre e Amapá com relação às metas de universalização do eixo de abastecimento de água. Podemos observar dois municípios em Rondônia com 100% de cobertura e outros seguindo o curso para a universalização, enquanto no Amapá, o município de Vitória do Jari com a maior cobertura, alcança somente 45,59%. Isto é, foi identificado um nível de máximo contraste inter-regional entre os quatro estados ($p < 0,05$), apesar de suas histórias geopolíticas serem similares em termos de emancipação de ex-território para o nível de estado.

Na dimensão do esgotamento sanitário, o mesmo padrão se repete. Observa-se que a universalização da coleta de esgoto foi alcançada em dois municípios de Roraima: Caracará e Mucajaí. Em Rondônia, o município de Cerejeiras alcançou esta marca. Paradoxalmente, o Amapá com os piores indicadores sanitários, apresenta menor média de internações por mil habitantes. Esse tipo de análise levanta questões interessantes sobre a qualidade e a confiabilidade dos dados oficiais contidos nos SNIS e DATASUS referentes aos estados estudados.

Finalmente, um expressivo desafio surge a partir da análise dos indicadores, como o fato de haver significativa ausência de dados das séries, principalmente, na plataforma do SNIS. Estas falhas pioram a qualidade da análise para o eixo do esgotamento sanitário, onde frequentemente muitos municípios constam sem informações (NA). Isto sugere duas possibilidades: a) ausência verdadeira dos serviços de esgotamento na grande maioria dos municípios, e/ou b) falhas sistemáticas de preenchimento ou monitoramento dos indicadores. A ausência de dados nas séries compromete não somente as análises interpretativas, mas também a segurança de sua aplicação em políticas públicas de planejamento, fiscalização, gestão e tomada de decisão.

É possível que as falhas nas séries podem ter forte influência na “não explicabilidade” de alguns indicadores de saúde, como nas ocorrências de internações de diarreias nos municípios. Ou seja, não é porque não há registro que a doença não exista. Entretanto, a resposta verdadeira da causa-efeito pode ser prejudicada se não houver confiabilidade das séries de dados na análise desses indicadores.

Nestes termos, sugere-se que os bancos de dados dos indicadores do SNIS e DATASUS sejam passíveis de verificação periódica (análise de

conformidade para avaliar sua consistência). Na medida em que os indicadores sanitários e de saúde pública reflitam, de fato e com maior realismo, a qualidade de suas informações, especialmente nos municípios da Amazônia. Assim, espera-se que se evite alguns dos paradoxos observados ao longo da presente análise.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal do Amapá – UNIFAP, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq PQ2 - Bolsa Produtividade (Processo 314830/2021-9) e ao Projeto Planos Municipais de Saneamento Básico (TEDPLAN) 006/2018/FUNASA.

Referências

- Aguiar, E. S., Ribeiro, M. M., Viana, J. H., Pontes, A. N. (2020). Diseases related to inadequate environmental sanitation and socioeconomic indicators in the Brazilian Amazon. *Research, Society and Development*, 9 (9), e771997302. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7302>
- Araújo, E. P., Cunha, H. F. A., Brito, A. U., Cunha, A. C. (2021). Indicadores de abastecimento de água e doenças de transmissão hídrica em municípios da Amazônia Oriental. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26 (6), 1059-1068. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200179>
- Bidkhor, M., Yousefi, M., Rohani, H., Ebrahimi, H., Mohammadi, A.A. (2018). The influence of the use of improved sanitation facilities and improved drinking-water sources on the diarrhea-associated deaths in children under 5 years. *Human And Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 25 (5), 1234-1241. <http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2018.1462089>
- Bishoge, O. K., Aremu, A. K., Ajayi, D. D., Mfinanga, S. G. (2022). Sanitation and hygiene practices of secondary school students from Mtwara town in Tanzania. *International Journal Of Health Promotion And Education*, 1-14. <http://dx.doi.org/10.1080/14635240.2022.2092883>
- Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial

- da União.
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- Brown, C., & Heller, L. (2017). Development cooperation in water and sanitation: is it based on the human rights framework? *Ciência & Saúde Coletiva*, 22 (7), 2247-2256. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232017227.04872017>
- Cameron, L., Santos, P., Thomas, M., Albert, J. (2021). Sanitation, financial incentives and health spillovers: a cluster randomised trial. *Journal Of Health Economics*, 77, 1-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhealeco.2021.102456>
- Chernicharo, C. A. L., Araújo, J. C., Mota Filho, C. R., Bressani-Ribeiro, T., Chamhum-Silva, L., Leal, C. D., Leroy, D. F., Machado, E. C., Cordero, M. F. S., Azevedo, L., Fernandes, L. A., Leão, T. L., Laguardia, F., Reis, M. T. P., Melo, M. C., Ayrimoraes, S. (2021). Monitoramento do esgoto como ferramenta de vigilância epidemiológica para controle da COVID-19: estudo de caso na cidade de Belo Horizonte. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26 (4), 691-699. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200243>
- Campos, R. F., & Barcarolli, I. F. (2023). Análise da interação antrópica na qualidade da água de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 16 (01), 542-556.
- Corrêa Neto, J. S. (2018). O bioma como condicionante da urbanização na Amazônia [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas]. Repositório da Produção Científica e Intelectual da UNICAMP. <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1088776>
- Crawley, M. J. (2007). *The R Book* (2 ed.). Wiley.
- Cunha, H. F. A., Lima, D. C. I., Brito, P. N. F., Cunha, A. C., Silveira Junior, A. M., Brito, D. C. (2012). Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 7 (3), 155-165. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.908>
- Da Silva, R. A. (2022). Avaliação do Atendimento às Políticas de Serviços de Água e Esgoto do Município de Rio das Ostras (RJ) em Comparação ao Cenário Nacional. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, 16 (2), 102-119. <https://doi.org/10.19180/2177-4560.v16n22022p102-119>
- DATASUS. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil. (2020). TABNET – Informações de Saúde. DATASUS. <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>
- Delfino, B. M., Campos, R. G., Pereira, T. M., Mantovani, S. A. S., Oliart-Guzmán, H., Martins, A. C., Braña, A. M., Branco, F. L. C. C., Filgueira-Júnior, J. A., Santos, A. P., Araújo, T. S., Oliveira, C. S. M., Ramalho, A. A., Muniz, P. T., Codeço, C. T., Da Silva-Nunes, M. (2016). Evolution of Socioeconomic Conditions and Its Relation to Spatial-Temporal Changes of Giardiasis and Helminthiasis in Amazonian Children. *EcoHealth*, 13 (4), 743-760. <https://doi.org/10.1007/s10393-016-1167-z>
- Deshpande, A., Miller-Petrie, M. K., A Lindstedt, P., Baumann, M., Johnson, K., Blacker, B., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Abdollahpour, I. (2020). Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000-17. *The Lancet Global Health*, 8 (9), 1-24. [http://dx.doi.org/10.1016/s2214-109x\(20\)30278-3](http://dx.doi.org/10.1016/s2214-109x(20)30278-3)
- Ferreira, D. C., Grazielle, I., Marques, R. C., Gonçalves, J. (2021). Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: the brazilian case. *Science Of The Total Environment*, 779, 1-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146279>
- Ferreira, S. J. F., Pinel, S., Ríos-Villamizar, E. A., Miranda, S. A. F., Pascoaloto, D., Vital, A. R. T., Monteiro, M. T. F., Silva, M. S. R., Cunha, T. R. B., Santos, A. S. (2021). Impact of rapid urbanization on stream water quality in the Brazilian Amazon. *Environmental Earth Sciences*, 80 (8), 1-16. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-021-09621-7>
- Flores, C. A. R., Cunha, A. C., Cunha, H. F. A. (2022). Solid waste generation indicators, per capita, in Amazonian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 33138-33151. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18509-3>
- Fostier, M. (2000). Fluxes in a natural forested Amazonian catchment (Serra do Navio,

- Amapa State, Brazil). The Science Of The Total Environment, 260 (1-3), 201-211. [http://dx.doi.org/10.1016/s0048-9697\(00\)00564-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0048-9697(00)00564-7)
- Freitas, J. L. G., Alves, J. C., Pereira, P. P. S., Moreira, K. F. A., Farias, E. S., Cavalcante, D. F. B. (2021). Child mortality for avoidable causes in Rondônia: temporal series study, 2008-2018. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 42, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-1447.2021.20200297>
- Freitas, A. (1990). Políticas Públicas e Administrativas de Territórios Federais do Brasil. Dissertação [Mestrado, Fundação Getúlio Vargas]. Repositório FGV. <https://repositorio.fgv.br/items/a2f50063-9076-4e03-9e07-f056a758f187>
- Furtado, R. N., Cunha, H. F. A., Silva, G. X. S., Cunha A. C. (2017). Avaliação da conformidade físico-química e microbiológica da água tratada e distribuída no município de Santana/AP. *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*, 8, 101-110.
- Gava, C., Cardoso, A. M., Basta, P. C. (2017). Infant mortality by color or race from Rondônia, Brazilian Amazon. *Revista de Saúde Pública*, 51, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1590/s1518-8787.2017051006411>
- Ghanbarian, M., Roudbari, A., Nazemi, S., Javid, A. (2022). A comparative study of various parameters of drinking water quality in Shahroud city, Iran: tap water, well water and bottled water. *Water Policy*, 24 (6), 867-877. <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2022.201>
- Ghosh, P., Hossain, M., Sarkar, S. (2023). Inequality Among Social Groups in Accessing Improved Drinking Water and Sanitation in India: a district-level spatial analysis. *The Professional Geographer*, 75(3), 361-382. <https://doi.org/10.1080/00330124.2022.2124181>
- Goveia, L. A. M. (2021). COVID-19 and access to water in the Brazilian Amazonia. *Mundo Amazônico*, 12 (1), 18-42. <https://doi.org/10.15446/ma.v12n1.88651>
- Grott, S. L., Façanha, E. B., Furtado, R. N., Cunha, H. F. A., Cunha, A. C. (2018). Variação espaço-sazonal de parâmetros da qualidade da água subterrânea usada em consumo humano em Macapá, Amapá, Brasil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 23 (4), 645-654. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018162018>
- Hammouri, N., Talafha, M., Hamarneh, Q., Annab, Z., Al-Ruzouq, R., Shanableh, A. (2022). Vulnerability Hotspots Mapping for Enhancing Sanitation Services Provision: a case study of Jordan. *Water*, 14, 11, 1-19. <http://dx.doi.org/10.3390/w14111689>
- Heller, L., Rezende, S. C., Cairncross, S. (2014). Water and sanitation in Brazil: the public private pendulum. *Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers - Municipal Engineer*, 167 (3), 137-145. <http://dx.doi.org/10.1680/muen.13.00019>
- Homma, A. K. O. (2018). Colhendo da natureza: o extrativismo vegetal na Amazônia (1 ed.). Embrapa Amazônia Oriental.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, e Coordenação de População e Indicadores Sociais. IBGE.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). IBGE Cidades. IBGE. <https://cidades.ibge.gov.br/>
- Imada, K. S., De Araújo, T. S., Muniz, P. T., De Pádua, V. L. (2016). Socioeconomic, hygienic, and sanitation factors in reducing diarrhea in the Amazon. *Revista de Saude Publica*, 50, 1-10. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2016050006505>
- Lei nº 4070, de 15 de junho de 1962. (1962, 15 de junho). Eleva o Território do Acre a Categoria de Estado e dá Outras Providências. *Diário Oficial da União*.
- Lei Complementar nº 41, de 22 de dezembro de 1981. (1981, 22 de dezembro). Cria o Estado de Rondônia e dá outras providências. *Diário Oficial da União*.
- Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020. (2020, 15 de julho). Atualiza o marco legal do saneamento básico. *Diário Oficial da União*.
- Lima, V. M., Costa, S. M. F., Ribeiro, H. (2017). Uma contribuição da metodologia Peir para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: ponta de pedras, Pará. *Saúde e Sociedade*, 26 (4), 1071-1086. <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902017170861>
- Lima, A. S. C., Arruda, P. N., Scalize, P. S. (2019). Indicador de salubridade ambiental em 21 municípios do estado de Goiás com serviços públicos de saneamento básico operados pelas prefeituras. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24 (3), 439-452.

- <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019188336>
- Mara, D., Lane, J., Scott, B., Trouba, D. (2010). Sanitation and Health. *Plos Medicine*, 7(11), 1-7.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000363>
- Mills, F., Willetts, J., Evans, B., Carrard, N., Kohlitz, J. (2020). Costs, Climate and Contamination: Three Drivers for Citywide Sanitation Investment Decisions. *Frontiers in Environmental Science*, 8 (130).
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00130>
- Pacheco, C. E. S., Sousa, T. S., Araújo, E. P., Cunha, A. C. (2023). Dimensioning Urban Drainage Systems in Housing Subdivisions in the Amazon Using Different Hydrological Models. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 11, 151-170.
- Pasternak, S. (2016). Habitação e saúde. *Estudos Avançados*, 30 (86), 51-66.
<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142016.00100004>
- Penso-Campos, J. M., Périco, E., Silveira, E. F. da. (2020). Análise espacial da morbimortalidade humana associada ao saneamento, destinação do lixo, abastecimento e tratamento de água. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 12 (6), 2355–2376.
<https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.6.p2355-2376>
- Peternelli, L. A., & Mello, M. P. de. (2007). *Conhecendo o R: uma visão estatística* (1 ed.). Divisão de Gráfica Universitária da Universidade Federal de Viçosa.
- Pimentel, L. B., & Miterhof, M. T. (2022). O financiamento dos serviços de água e esgoto: análise do passado recente (2016-2019) e desafios da diversificação de fontes para chegar à universalização. *Economia e Sociedade*, 31 (76), 735-770.
<https://doi.org/10.1590/1982-3533.2022v31n3art08>
- Ramlal, P. S., Lin, J., Buckley, C. A., Stenström, T. A., Amoah, I. D. (2022). Determinants of diarrhoeal infections among users of shared sanitation in informal settlements in Durban, South Africa. *Journal Of Water And Health*, 20 (10), 1517-1533.
<http://dx.doi.org/10.2166/wh.2022.201>
- Ribeiro, M. R., Abreu, L. C., Laporta, G. Z. (2018). Drinking water and rural schools in the Western Amazon: an environmental intervention study. *Peerj*, 6, 1-16.
<http://dx.doi.org/10.7717/peerj.4993>
- R Core Team. (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Rossoni, H. A. V., Faria, M. T. S., Silva, A. C., Heller, L. (2020). Aspectos socioeconômicos e de desenvolvimento humano municipal determinantes na ausência de prestadores de serviços de esgotamento sanitário no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 25(2), 393-402.
<https://doi.org/10.1590/S1413-41522020183887>
- Scot, P., & Cotton, A. P. (2020). The Sanitation Cityscape – Toward a Conceptual Framework for Integrated and Citywide Urban Sanitation. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 70.
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00070>
- Santos, B. V, Lima, D. S., Fontes, C. J. F. (2019). Internações por condições sensíveis à atenção primária no estado de Rondônia: estudo descritivo do período 2012-2016. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 28 (1), 1-12.
<https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100001>
- Sousa, A. C. A., Costa, N. R. (2016). Política de saneamento básico no Brasil: discussão de uma trajetória. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 23 (3), 615-634.
<http://dx.doi.org/10.1590/s0104-59702016000300002>
- Sousa, T. S., Cunha, H. F. A., Cunha, A. C. (2021). Risco de alagamentos influenciados por fatores ambientais em zonas urbanas de Macapá e Santana/AP. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12 (4), 245-259.
- Sousa, T. S., Viegas, C. J. T., Cunha, H. F. A., da Cunha, A. C. (2023). Drainage and Preliminary Risk of Flooding in an Urban Zone of Eastern Amazon. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 11 (5), 1-16.
- Souza, R. S., Souza, L. S., Souza, N. J., Amaral, L. (2010). Saneamento básico no estado de Roraima: situação atual e perspectivas. *Análise: a Revista Acadêmica da FACE*, 21 (2), 151-161.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. (2020). Ministério do Desenvolvimento Regional.
<http://www.snis.gov.br/>
- Taborda, R. L. M., Silva, L. A., Orlandi, P. P., Batista, F. S., Rodrigues, R. S., Matos, N. B. (2018). Characterization Of Enteroaggregative Escherichia Coli Among Diarrheal Children in Western Brazilian

- Amazon. Arquivos de Gastroenterologia, 55 (4), 390-396.
<http://dx.doi.org/10.1590/s0004-2803.201800000-84>
- Tazkiyah, K. A., Halimatussadiah, A., Moeis, F. R. (2022). Does microcredit for water and sanitation improve household welfare? Evidence from Indonesia. *Journal Of Water, Sanitation And Hygiene For Development*, 12 (5), 405-416.
<http://dx.doi.org/10.2166/washdev.2022.143>
- Tirello, R. A., Costa, A. C. S. (2017). Questões sobre conservação do patrimônio arquitetônico moderno e a Vila Serra do Navio. *Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 8 (2), 75-87.
<http://dx.doi.org/10.20396/parc.v8i2.8648299>
- Turolla, F. A. (2014). Saneamento: O Despertar de um Setor Estagnado. In: Sennes, R., Lohbauer, R. M., Santos, R. M. M., Kohlmann, G. B., Barata, R. S. (Orgs.), *Novos rumos para a infraestrutura: eficiência, inovação e desenvolvimento* (Vol. 1, pp. 304-321). Lex Editora.
- Uddin, M. R., Khandaker, M. U., Abedin, M. J., Akter, N., Jamal, A. S. I. M., Sultana, R., Sultana, S., Hasan, M., Osman, H., Elesawy, B. H. (2021). Quality Assessment of Bottled and Unbottled Drinking Water in Bangladesh. *Water*, 13 (15), 1-20.
<https://doi.org/10.3390/w13152026>
- Vale, G. B., Ruggeri Junior, H. C., Scalize, P. S. (2022). Service and precariousness of sanitary sewage in rural communities in the state of Goiás, Brazil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 27(6), 1067-1075.
<https://doi.org/10.1590/S1413-415220220160>
- Veras, A. T. R., Ribeiro, W. G., Santos, E. R. (2020). Uma incursão ao Baixo Rio Branco (Roraima/Amazonas), saneamento básico. *Confins*, 47, 1-17.
<http://dx.doi.org/10.4000/confins.31823>
- Viegas, C. J. T., Sousa, T. S., Cunha, H. F. A., Cunha A. C. (2021). Sistema de esgotamento sanitário e casos de diarreia em Macapá/AP. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12 (2), 303-316.
- Vieira, J. M. (2017). Aspectos do Controle Administrativo sobre os Territórios Federais. *Revista do Serviço Público*, 108 (2), 55-88.
<http://dx.doi.org/10.21874/rsp.v0i2.2397>
- Vilarinho, C. M. R., Schmitt, V. F., Reis, B. C., Melillo, W. J. S., Couto, E. A. (2022). Água e esgoto na pandemia da COVID-19: o papel da regulação e o desafio para o objetivo de desenvolvimento sustentável 6 no brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 27 (2), 335-346.
<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200403>
- Vilarinho, C. M. R., & Couto, E. de. A. do. (2023). Saneamento Básico e Regulação no Brasil: Desvendando o Passado para Moldar o Futuro. *Revista Digital de Direito Administrativo*, 10 (2), 233-257.
<https://doi.org/10.11606/issn.2319-0558.v10i2p233-257>
- Zhou, C., Yu, Z., Wang, Q. (2023). Analysis of temporal and spatial changes and influencing factors of sewage treatment rates of small towns in Chongqing. *Frontiers in Environmental Sciences*, 11, 1066371.
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1066371>