



Universidade Federal do Amapá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais



CLEZIO JUNIOR TEIXEIRA VIEGAS

**PANORAMA GEOESPACIAL DE INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO E
DE SAÚDE DOS EX-TERRITÓRIOS FEDERAIS NA AMAZÔNIA**

MACAPÁ - AP

2022

CLEZIO JUNIOR TEIXEIRA VIEGAS

**PANORAMA GEOESPACIAL DE INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO E
DE SAÚDE DOS EX-TERRITÓRIOS FEDERAIS NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Alan Cavalcanti da Cunha

MACAPÁ – AP

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

- V656 Viegas, Clezio Junior Teixeira.
Panorama geoespacial de indicadores de saneamento básico e de saúde dos ex-territórios federais na Amazônia / Clezio Junior Teixeira Viegas. - Macapá, 2022.
1 recurso eletrônico. 61 folhas.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Macapá, 2022.
Orientador: Alan Cavalcanti da Cunha.
- Modo de acesso: World Wide Web.
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).
1. Água e Esgoto. 2. Qualidade de Serviços. 3. Estados Periféricos da Amazônia. I. Cunha, Alan Cavalcanti da, orientador. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 628.3

VIEGAS, Clezio Junior Teixeira. **Panorama geoespacial de indicadores de saneamento básico e de saúde dos ex-territórios federais na Amazônia**. Orientador: Alan Cavalcanti da Cunha. 2022. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2022.

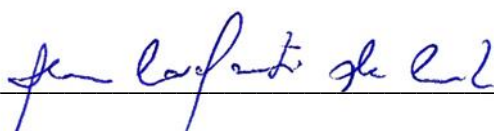
CLEZIO JUNIOR TEIXEIRA VIEGAS

**PANORAMA GEOESPACIAL DE INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO E
DE SAÚDE DOS EX-TERRITÓRIOS FEDERAIS NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Aprovada em 28 de dezembro de 2022.

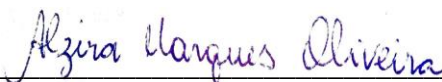
BANCA EXAMINADORA



Alan Cavalcanti da Cunha (UNIFAP)



Arialdo Martins da Silveira Junior (UNIFAP)



Alzira Marques Oliveira (UNIFAP)

Documento assinado digitalmente
gov.br DAIMIO CHAVES BRITO
Data: 23/01/2023 17:13:15-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Daímio Chaves Brito (UNIFAP)

Trabalho dedicado ao Sr. Raimundo Pinto
Teixeira, meu avô, mestre de vida e
grande conselheiro que agora descansa.

AGRADECIMENTOS

Ao PPGCA – UNIFAP por todo o suporte prestado durante o período caótico de pandemia que vivemos. Ao meu Orientador Dr. Alan Cunha, por confiar em meu trabalho, quando nem eu mesmo confiava. À Dra. Helenilza Cunha e MSc. Elizandra Perez, por todo o suporte para o andamento do trabalho. À CAPES pela bolsa de mestrado (processo nº: 88887.612225/2021-00), que me permitiu dar prosseguimento a pesquisa. Ao meu avô, Raimundo Pinto Teixeira, por todos os conselhos, que levarei para toda a vida. À minha mãe, Celina da Paula Teixeira, que me acolheu e buscou me compreender quando eu, psicologicamente adoecido, dependia de medicações para manter a vontade de viver. À minha mãe biológica, Cleonice de Paula Teixeira, que mesmo distante, se preocupou comigo, aos meus amigos que acompanharam de perto o processo e viram o quanto foi penoso. A Deus, por ter me dado forças quando eu não tinha. E por fim, a mim mesmo, que concluo com a certeza de que fiz o que pude, com os artifícios que eu tinha, num contexto pandêmico e com saúde debilitada; combati um bom combate, completei a jornada e guardei a fé.

RESUMO

VIEGAS, C. J. T. V. **Variação Geoespacial de Indicadores de Saneamento Básico e de Saúde dos Ex-Territórios Federais na Amazônia.** 2022. 61f. Dissertação – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2022.

Os estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima possuem a característica comum de terem sido Territórios Federais, administrados e financiados diretamente pela União. O objetivo geral é entender a evolução de indicadores de saneamento nestes estados e a sua interferência em indicadores de saúde pública, os quais foram correlacionados estatisticamente por meio de uso de uma série de 22 indicadores sanitários e 5 de saúde. Compreendidos entre os anos de 2008 e 2020. As séries de dados foram obtidas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e no Departamento de Informática do SUS (DATASUS). A metodologia seguiu três etapas principais: 1) organização e tabulação dos indicadores sanitários e de saúde pública, categorizadas por estados e seus municípios; 2) seleção dos indicadores sanitários mais relevantes da literatura (operacionais de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário e econômicos); 3) Tratamento estatístico para testar as seguintes hipóteses: a) a evolução dos indicadores sanitários está correlacionada com os indicadores de saúde pública; b) os indicadores sanitários e de saúde pública não variam significativamente entre diferentes estados, mas variam significativamente entre diferentes municípios do mesmo estado; 4) utilizar os testes de hipóteses estatísticas para georreferenciar e mapear os indicadores relevantes em nível de Estado e municípios e, ao mesmo passo, correlacioná-los com as dimensões de água de abastecimento e esgoto sanitário. Os principais resultados mostraram correlações significativas entre as variáveis de saúde e sanitárias, com significância ($p < 0,05$). Concluiu-se que 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, pois ocorrem variados paradoxos entre indicadores correlacionados, rejeitando-se algumas hipóteses genéricas, como a proporcionalidade entre investimentos no setor de saneamento e melhorias de parâmetros de saúde pública. Esse resultado só foi alcançado, em termos relativos, por Roraima, não ocorrendo o mesmo com os demais Estados. Tanto os indicadores sanitários quanto os de saúde pública, mostraram-se frequentemente contraditórios e, em alguns casos, antagônicos. Todavia, é possível concluir que há uma elevada desigualdade sanitária na Região Norte entre estados e entre seus municípios.

Keywords: Água e Esgoto, Qualidade de Serviços, Infraestrutura, Desigualdade Regional e Intrarregional, Estados Periféricos da Amazônia.

ABSTRACT

VIEGAS, C. J. T. V. **Geospatial Variation of Basic Sanitation and Health Indicators of the Former Federal Territories in the Amazon**. 2022. 61f. Dissertation – Department of Environment and Development, Federal University of Amapá, Macapá, 2022.

The states of Acre, Amapá, Rondônia and Roraima have the common characteristic of having been Federal Territories, administered and financed directly by the Union. The general objective is to understanding the evolution of sanitation indicators in these states and their interference in public health indicators, which were statistically correlated through the use of a series of 22 health and 5 health indicators. Covered between 2008 and 2020. The data series were obtained from the National Sanitation Information System (SNIS) and the Department of Informatics of the SUS (DATASUS). The methodology followed three main steps: 1) organization and tabulation of sanitary and public health indicators, categorized by states and their municipalities; 2) selection of the most relevant health indicators from the literature (operational of water supply and sanitary sewage and economic systems); 3) Statistical treatment to test the following hypotheses: a) the evolution of health indicators is correlated with public health indicators; b) health and public health indicators do not vary significantly between different states, but vary significantly between different municipalities in the same state; 4) use statistical hypothesis tests to georeference and map the relevant indicators at the state and municipal level and, at the same time, correlate them with the dimensions of water supply and sewage The main results showed significant correlations between the variables of health and sanitary, with significance ($p < 0.05$). It was concluded that Roraima was the state that most advanced in terms of water supply and sewage indicators, followed by Rondônia, Acre and Amapá. However, this was not a general rule for all indicators, as there are several paradoxes between correlated indicators, rejecting some generic hypotheses, such as the proportionality between investments in the sanitation sector and improvements in public health parameters. This result was only achieved, in relative terms, by Roraima, not happening with the other States. Both sanitary and public health indicators were often contradictory and, in some cases, antagonistic. However, it is possible to conclude that there is a high sanitary inequality in the North Region between states and between its municipalities.

Keywords: Water and Sewage, Quality of Services, Infrastructure, Regional and Intraregional Inequality, Peripheral States of the Amazon.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	13
2.1 Geral.....	13
2.2 Específicos	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Caracterização da área de estudo	14
3.2 Modelo conceitual da pesquisa.....	20
3.3 Levantamento de indicadores sanitários e de saúde pública: Etapa a.1 e a.2).....	21
3.4 Análise estatística dos dados das variáveis selecionadas: Etapa b.3 e b.4)	23
4. RESULTADOS.....	24
4.1 Índice de Atendimento Total de Água nos estados (InToaa)	24
4.2 Cobertura de esgoto sanitário nos estados (InCee)	37
4.3 Média de internações por diarreia por mil habitantes entre 2008 e 2020 nos estados (IntDIAhab)	39
4.4 Média de Mortalidade Infantil (MinfDIA)	41
5. DISCUSSÃO	47
6. CONCLUSÃO	53
6.1 Recomendações para trabalhos futuros.....	54
7. REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico no Brasil tem sido marcado pela falta de planejamento e baixos níveis de investimentos financeiros. Nestes quesitos, o setor vem apresentando historicamente graves e crescentes *déficits* de oferta em quantidade e qualidade dos serviços e de infraestrutura adequada, sendo estes mais marcantes na região Amazônica, onde se concentram os piores indicadores sanitários e de saúde país (SNIS, 2021; SOUSA; COSTA, 2016; ARAÚJO et al., 2021).

A região Norte do Brasil, por um lado, conta com uma população de 17.565,064 habitantes, distribuídos em 7 estados (IBGE, 2022). Contudo, apenas 58,9% dessa população tem acesso à água potável, contrastando com 84,1% da média brasileira (SNIS, 2020). Por outro lado, o acesso aos serviços de esgotamento sanitário é ainda mais deficiente. Apenas 13,1% da população na região é atendida por este serviço, contrastando com 55% da média nacional, ainda deficiente (SNIS, 2020). Estes indicadores parecem, definitivamente desafiar o Novo Marco Legal do Saneamento, principalmente na Amazônia, na busca pela modernização e flexibilização financeira e de gestão do setor no Brasil. Isto é, desafiam as metas de universalização de prestação de serviços de água e esgoto, as quais são, ainda, consideradas difíceis de superar, especialmente num período de curto e médio prazos, permanecendo ainda questionamentos consideráveis mesmo a longo prazo (HELLER; REZENDE; CAIRNCROSS, 2014; BRASIL, 2020).

Na Região Norte do país, os ex-territórios federais (Acre, Amapá, Rondônia e Roraima) apresentam aparentemente uma particularidade histórica, pois foram emancipados mais recentemente de Ex-Territórios Federais para a condição de Unidade Federativa da União. Isto é, a partir das décadas de 80 e 90 tornaram-se Estados, os quais eram administrados diretamente pela capital federal e eram financeira e economicamente financiados pela União. É notável que, quando ainda eram sedes municipais estas eram aparentemente mais bem planejadas e administrativamente mais bem organizadas, como demonstrado por 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 atual do Estado do Amapá, apresenta-se historicamente com uma das 10 piores em prestação de serviços de água e esgoto para a população (SNIS 2020).

Entretanto, não há na literatura pesquisas que tratem deste recorte geográfico (Acre, Amapá, Rondônia e Roraima), envolvendo o problema histórico de indicadores de saneamento básico e seus impactos em indicadores de saúde pública (mortalidade infantil, internações, óbitos, etc). Nossa hipótese é porque são regiões fronteiriças, distantes do Poder Executivo Central e das

outras regiões mais desenvolvidas do Brasil, além disso, apresentam condições geopolíticas, administrativas, geográficas, sociais e econômicas relativamente similares entre si, dado o contexto de serem Ex - Territórios Federais (VIEIRA, 2017). Portanto, a ausência de estudos com o foco específico sobre saneamento básico e os impactos na saúde pública nesses estados, caracterizando significativas lacunas de conhecimento.

Assim, pesquisas na região que tratam de indicadores sanitários nas dimensões de água de abastecimento, esgotamento sanitário e drenagem e águas pluviais (ARAÚJO et al., 2021; VIEGAS et al., 2021; SOUSA et al., 2021), têm buscado analisar a variação e a evolução espaço-temporal de diversos indicadores nestas dimensões do saneamento a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e suas potenciais influências sobre os indicadores de saúde pública (DATASUS) num período de até 12 anos.

Neste contexto, considera-se principalmente a importância histórico-geográfica da evolução do acesso da população aos serviços de água e esgoto, e quais seriam em hipótese as suas consequências ou influências (indicadores de água e esgoto sanitário) na redução da taxa de mortalidade infantil, redução de gastos em medicina curativa e queda na ocorrência de infecções parasitárias e alergias, internações e óbitos.

Nossa hipótese principal é fundamentada em que alguns indicadores de saneamento básico (população atendida por água e esgoto, volume de água tratada, extensão das redes de água e esgoto, investimentos em infraestrutura, etc) impactam diretamente os indicadores de saúde pública relacionados a diarreias agudas (BIDKHORI et al., 2018).

Uma segunda hipótese é se alguns indicadores oficiais de saneamento básico são suficientemente confiáveis quanto a sua qualidade, credibilidade e efetividade sobre os indicadores de saúde pública. Evidências contundentes nesta direção têm sido observadas para alguns indicadores do estado do Amapá na dimensão água de abastecimento (ARAÚJO et al., 2021) e esgotamento sanitário (VIEGAS et al., 2021), os quais suscitam dúvidas consideráveis quanto a sua aplicabilidade genérica, não refletindo exatamente a realidade do setor sanitário observado em campo nos municípios. Além disso, frequentemente não apresentam correlação confiável com os indicadores de saúde pública ($p > 0,05$).

Por exemplo, os referidos autores observaram que na cidade de Macapá (AP), onde há a alguma infraestrutura de esgotamento sanitário em termos geográficos foi justamente observado os piores índices de salubridade (índices mais baixos), o que tem gerado um paradoxo um tanto quanto inexplicável. Porque foi observado que nos bairros com melhor infraestrutura seria esperado os melhores indicadores de salubridade, o que não tem ocorrido. Essas inconsistências poderiam ser decorrentes tanto da confiabilidade das séries do SNIS quanto da vigilância

sanitária do estado (VSE). Por exemplo, nas zonas onde havia algum tipo de sistema de esgotamento sanitário foi aparentemente observado casos de diarreia mais evidentes (paradoxo). Esse fato mostra a importância dos sistemas de esgotos sanitários e sua premissa de afastar, tratar e oferecer destino adequado aos resíduos humanos, evitando a proliferação de doenças e as indesejáveis ocorrências de vetores e seus agentes etiológicos (MARA et al., 2010).

Com base nos estudos de casos anteriores e em contexto observado no Estado do Amapá, apresentamos uma abordagem geoanalítica mais ampla para verificar estas hipóteses, incluindo mais três estados da Amazônia (Acre, Rondônia e Roraima). E, apesar desta análise ser um tanto quanto simplificada, releva muito sobre como alguns indicadores podem ajudar a elaborar cenários atualizados sobre o setor de saneamento e sua correlação com a saúde na região amazônica utilizando-se bases de dados oficiais (SNIS, 2020; DATASUS, 2020), inclusive avaliando a confiabilidade e efetividade dos indicadores oficiais neste setor.

Mas estes tipos de cenários somente podem ser estudados ou avaliados utilizando-se a estatística e análise geoespacial (DESHPANDE et al., 2020; GHOSH, HOSSAIN, SAKAR, 2022) por meio de visualizações de mapas georreferenciados destes indicadores relevantes. Isto é, observando as correlações e a distribuição espacial dos indicadores e como estes são espacialmente influenciados pelos indicadores sanitários em nível municipal e estadual.

Assim, o objetivo geral da presente pesquisa foi mapear e, de forma inédita, testar estatisticamente os indicadores considerados relevantes para o abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário municipal e seus impactos na saúde pública nos estados fronteiriços amazônicos (Acre, Amapá, Rondônia e Roraima).

A pesquisa tem como objetivo específico analisar como os indicadores sanitários de água e esgoto (SNIS, 2020) explicam estatisticamente alguns indicadores de Diarreias Agudas da população (DATASUS, 2020), a partir de um recorte geográfico amazônico envolvendo os quatro Ex-Territórios brasileiros na Amazônia, no período de 2008 e 2020.

É importante frisar que a hipótese principal da pesquisa é que os indicadores sanitários (água e esgoto) podem ser utilizados com confiabilidade como variáveis explicativas independentes da variação dos indicadores de saúde pública durante um período representativo de 12 anos da série de dados coincidentes de saneamento básico entre 2008 e 2020. Parte-se também do pressuposto de que a melhoria dos indicadores sanitários, envolvendo exclusivamente as dimensões de serviços de água e esgoto, estão diretamente correlacionados com a redução de ocorrências de internações e óbitos por diarreia nos estados estudados (e seus municípios) ao nível de significância $\alpha < 0,05$.

Neste contexto, a presente pesquisa também analisa parcialmente o contexto histórico dos Ex - Territórios com ênfase em saneamento básico e sua condição geográfica, por exemplo, explicando como os indicadores de saneamento e de saúde pública (doenças de notificação compulsória de saúde, como diarreias agudas e amebíases) estão geograficamente distribuídos, a fim de contrastar e comparar suas séries históricas disponíveis.

A principal justificativa para este recorte geográfico e temporal é a relativa semelhança histórico-social e econômica apresentada no contexto de desenvolvimento regional desses quatro estados, incluindo-se principalmente a sua localização periférica, fronteiriça e a condição de extrema fragilidade socioeconômica na Amazônia. Além disso, por serem estes Ex-Territórios federais emancipados, com desenvolvimento econômico defasado e relativamente tardios, por exemplo, os Territórios Federais de Amapá e Roraima se tornaram Estados da Federação com a constituição de 1988 (BRASIL, 1988) com o Acre sendo elevado a Estado em 1962, por meio da lei 4070/62 (BRASIL, 1962) e Rondônia passa a ser elevado à categoria de estado pela Lei Complementar 41 de 22 de dezembro de 1981 (BRASIL, 1981). Estas condições, em nossas hipóteses, foram consideradas relevantes e potencialmente influenciadoras do atual ranqueamento dos indicadores ruins nos estados avaliados.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Testar geográfica e estatisticamente a variação de indicadores de saneamento obtidos pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS em relação aos indicadores de saúde pública obtidos pelo Sistema de Informática do SUS – DATASUS, considerando os Ex-Territórios na Amazônia no período entre 2008 e 2020.

2.2 Específicos

- Levantar os indicadores sanitários e de saúde pública dos Ex-Territórios federais da Amazônia
- Testar estatisticamente como os indicadores de saúde pública do DATASUS são influenciados e/ou correlacionados com os indicadores de saneamento básico registrados no SNIS ($p < 0,05$);
- Testar estatisticamente variações espaço-temporais dos indicadores sanitários relevantes (SNIS) e de saúde pública entre os quatros estados (e seus municípios) selecionados da Amazônia ($p < 0,05$);
- Testar modelos estatísticos de regressão que melhor explicam as variações dos indicadores sanitários e de saúde pública relevantes (SNIS e DATASUS) entre municípios de um mesmo estado ($p < 0,05$);
- Mapear os indicadores considerados mais relevantes entre os modelos estatísticos selecionados pelas regressões, tanto os sanitários quanto os de saúde pública.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

A Região Norte é a maior área territorial do país com aproximadamente 3.853.676 Km², equivalente a 42,3% do território brasileiro, fazendo fronteira com Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa e Guiana. O clima é predominantemente equatorial úmido com chuvas abundantes (acima de 2300 mm/ano) e altas temperaturas médias de $\approx 27^{\circ}\text{C}$, e mínimas sempre superiores a 20°C . A população foi estimada em 18,4 milhões de habitantes em 2019 (IBGE, 2019).

A área focal do presente estudo inclui os estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima, todos inseridos na fronteira da Amazônia Brasileira (Figura 1). A escolha destes estados foi devido a sua localização, exatamente nas zonas de fronteira geográfica brasileira. Isto é, nos antigos Ex - Territórios Federais, cujas características geográficas, fisionômicas, socioeconômicas podem ser consideradas como eminentemente similares (Tabela 1) em função de sua origem históricas, socioeconômicas e geopolíticas (IBGE, 2021).

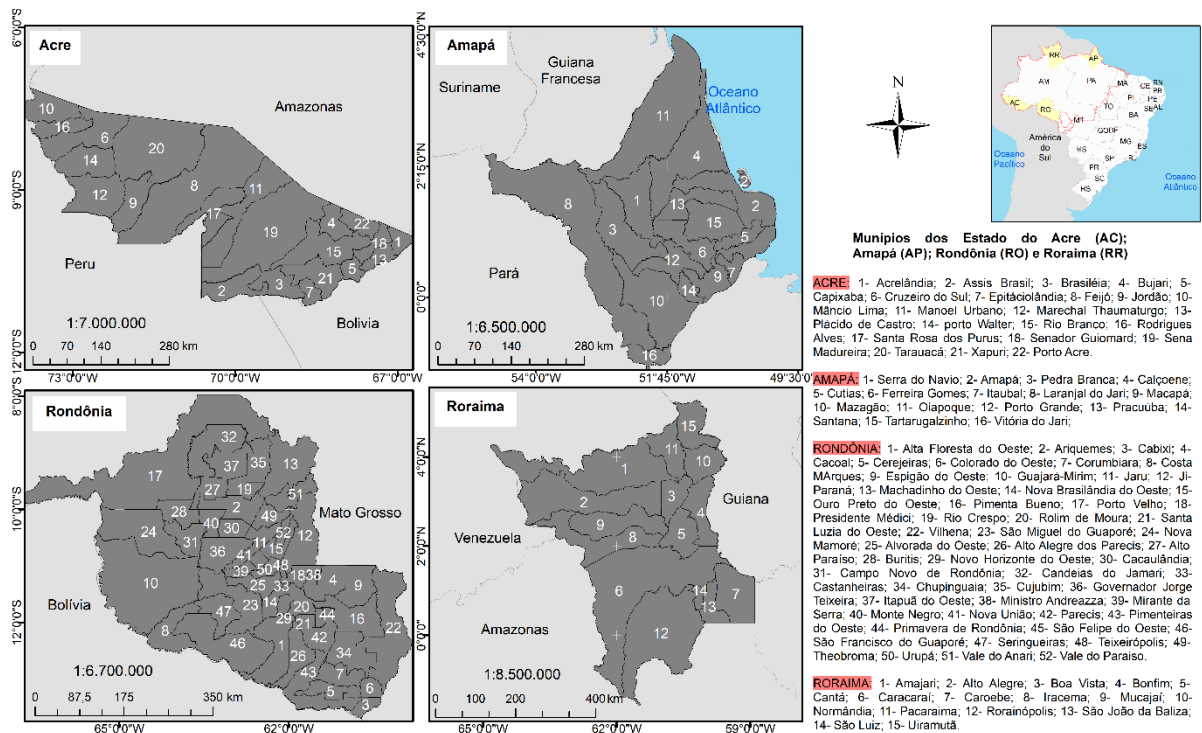


Figura 1 - Localização e Divisão Municipal dos estados do Acre (22 Municípios), Amapá (16 Municípios), Rondônia (52 Municípios) e Roraima (15 Municípios). Os municípios foram aleatoriamente enumerados objetivando a identificação específicas dos respectivos municípios (Legenda). Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Tabela 1: Informações socioeconômicas dos municípios Acre, Amapá, Rondônia e Roraima.

Informações socioeconômicas dos Estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima						
Acre (AC)						
Municípios	Área da unidade territorial (km ²) (IBGE 2021)	Densidade demográfica (hab./km ²) (IBGE 2010)	Produto Interno Bruto (PIB) per capita (R\$) (IBGE 2019)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (IBGE 2010)	População Estimada (hab.) (IBGE 2021)	Estabelecimentos de Saúde SUS (IBGE 2009)
Acrelândia	1.811,61	6,94	16.623,60	0,604	15.721	8
Assis Brasil	4.979,07	1,22	12.546,06	0,588	7.649	5
Brasileia	3.928,17	5,46	17.307,35	0,614	27.123	12
Bujari	3.034,87	2,79	15.357,06	0,589	10.572	2
Capixaba	1.705,82	5,17	13.058,02	0,575	8.978	5
Cruzeiro do Sul	1.811,61	8,94	16.623,60	0,604	78.507	50
Epitaciolândia	1.652,67	9,13	22.984,25	0,653	18.696	9
Feijó	27.976,87	1,16	10.263,53	0,539	34.884	11
Jordão	5.357,23	1,23	9.917,53	0,469	8.473	5
Manoel Urbano	10.630,60	0,75	13.908,96	0,551	9.336	5
Marechal Thaumaturgo	8.190,95	1,74	10.348,08	0,501	19.727	7
Mâncio Lima	5.451,62	2,79	10.847,10	0,625	19.643	16
Plácido de Castro	1.952,56	8,86	13.407,10	0,662	20.147	10
Porto Acre	2.604,42	5,71	12.294,58	0,576	19.141	6
Porto Walter	6.446,39	1,42	9.918,76	0,532	12.497	4
Rio Branco	8.835,15	38,03	22.448,30	0,727	419.452	165
Rodrigues Alves	3.076,342	4,68	10.118,01	0,567	19.767	6
Santa Rosa dos Purus	6.155,858	0,76	11.498,11	0,517	6.893	4
Sena Madureira	23.759,512	1,60	11.783,19	0,603	47.168	15

Senador Guiomard	2.320,169	8,69	15.696,56	0,640	23.446	7
Tarauacá	20.169,485	1,76	11.362,96	0,539	43.730	15
Xapuri	5.350,586	3,01	14.236,46	0,599	19.866	10

Amapá (AP)

Municípios	Área da unidade territorial (km²) (IBGE 2021)	Densidade demográfica (hab./km²) (IBGE 2010)	Produto Interno Bruto (PIB) per capita (R\$) (IBGE 2019)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (IBGE 2010)	População Estimada (hab.) (IBGE 2021)	Estabelecimentos de Saúde SUS (IBGE 2009)
Amapá	8.454,847	0,88	17.181,22	0,642	9.265	7
Calçoene	14.117,297	0,63	14.703,92	0,643	11.493	7
Cutias	2.179,114	2,22	13.711,69	0,628	6.217	6
Ferreira Gomes	4.973,855	1,15	63.545,77	0,656	8.151	5
Itaubal	1.622,867	2,50	13.616,72	0,576	5.730	7
Laranjal do Jari	30.782,998	1,29	19.249,72	0,665	52.302	9
Macapá	6.563,849	62,14	22.718,28	0,733	522.357	137
Mazagão	13.294,778	1,30	13.412,35	0,592	22.468	15
Oiapoque	23.034,392	0,91	16.891,97	0,658	28.534	23
Pedra Branca do Amapari	9.622,290	1,13	20.194,30	0,626	17.625	9
Porto Grande	4.428,013	3,82	15.395,73	0,640	22.927	7
Pracuúba	4.948,508	0,77	13.995,83	0,614	5.370	4
Santana	1.541,224	64,11	17.515,37	0,692	124.808	26
Serra do Navio	7.713,046	0,56	13.501,73	0,709	5.577	4
Tartarugalzinho	6.684,705	1,87	13.380,58	0,592	18.217	14
Vitória do Jari	2.508,979	5,01	12.303,06	0,619	16.572	8

Rondônia (RO)

Municípios	Área da unidade territorial (km²) (IBGE 2021)	Densidade demográfica (hab./km²) (IBGE 2010)	Produto Interno Bruto (PIB) per capita (R\$) (IBGE 2019)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (IBGE 2010)	População Estimada (hab.) (IBGE 2021)	Estabelecimentos de Saúde SUS (IBGE 2009)
Alta Floresta D'Oeste	7.067,13	3,45	21.600,73	0,641	22.156	7
Alto Alegre dos Parecis	3.958,27	3,24	21.802,07	0,592	13.268	2
Alto Paraiso	2.651,82	6,46	16.728,75	0,625	22.258	6
Alvorada D'Oeste	3.029,19	5,56	18.065,91	0,643	13.807	8
Ariquemes	4.426,57	20,41	23.908,38	0,702	111.148	16
Buritits	3.265,81	9,92	18.309,15	0,616	41.043	5
Cabixi	1.314,35	4,80	26.347,78	0,650	5.067	6
Cacaulândia	1.961,78	2,92	23.184,10	0,646	6.307	3
Cacoal	3.793,00	20,72	26.483,95	0,718	86.416	14
Campo Novo de Rondônia	3.442,01	3,68	19.423,40	0,593	14.391	3
Candeias do Jamari	6.843,87	2,89	20.526,69	0,649	28.068	4
Castanheiras	892,84	4,00	34.063,78	0,658	2.923	2
Cerejeiras	2.783,30	6,12	31.051,55	0,692	16.088	7
Chupinguaia	5.126,72	1,62	27.254,46	0,652	11.755	4
Colorado do Oeste	1.451,06	12,81	21.083,70	0,685	15.213	7
Corumbiara	3.060,32	2,87	47.253,06	0,613	7.052	1
Costa Marques	4.987,18	2,74	13.025,40	0,611	19.255	9
Cujubim	3.863,95	4,10	15.263,84	0,612	27.131	1
Espigão d'Oeste	4.518,04	6,36	19.298,21	0,672	33.009	9
Governador Jorge Teixeira	5.067,38	2,07	22.907,39	0,596	7.130	4
Guajará Mirim	24.856,88	1,68	19.337,36	0,657	46.930	13
Itapuã do Oeste	4.081,58	2,10	17.595,57	0,614	10.819	2

Jaru	2.944,13	17,66	28.988,70	0,689	51.649	17
Ji Paraná	6.896,65	16,91	29.332,41	0,714	131.026	29
Machadinho d'Oeste	8.509,27	3,66	15.828,73	0,596	41.724	14
Ministro Andreazza	798,08	12,97	22.402,58	0,638	9.461	2
Mirante da Serra	1.191,88	9,97	19.826,97	0,643	10.691	9
Monte Negro	1.931,38	7,30	18.405,76	0,607	16.158	11
Nova Brasilândia d'Oeste	1.703,01	11,67	17.560,03	0,643	20.504	4
Nova Mamoré	10.070,49	2,24	17.305,73	0,587	32.184	8
Nova União	807,13	9,28	16.834,09	0,587	6.822	4
Novo Horizonte d'Oeste	7.067,13	3,45	21.600,73	0,641	22.516	11
Ouro Preto do Oeste	1.969,85	19,25	23.148,83	0,682	35.445	23
Parecis	2.548,68	1,89	17.662,61	0,617	6.319	1
Pimenta Bueno	6.241,02	5,42	31.747,87	0,710	37.098	13
Pimenteiras d'Oeste	6.014,73	0,38	53.712,92	0,665	2.127	2
Porto Velho	34.090,95	12,57	33.825,46	0,736	494.013	212
Presidente Médici	1.758,47	12,69	22.529,85	0,664	18.165	11
Primavera de Rondônia	605,69	5,82	21.653,12	0,641	2.697	3
Rio Crespo	1.717,64	1,93	29.496,09	0,643	3.843	3
Rolim de Moura	1.457,81	34,74	23.310,58	0,700	55.748	10
Santa Luzia d'Oeste	1.197,80	7,42	21.957,13	0,670	5.942	2
São Felipe d'Oeste	541,65	11,11	17.252,60	0,649	4.962	2
São Francisco do Guaporé	10.959,77	1,46	17.430,53	0,611	21.088	13
São Miguel do Guaporé	7.460,12	2,93	26.768,26	0,646	23.147	7
Seringueiras	3.773,51	3,08	19.931,84	0,598	11.846	5
Teixeirópolis	459,98	10,63	21.431,82	0,643	4.160	3

Theobroma	2.197,41	4,85	18.336,70	0,589	10.348	2
Urupá	831,86	15,60	18.782,66	0,609	11.081	7
Vale do Anari	3.135,11	2,99	14.886,27	0,584	11.545	1
Vale do Paraíso	965,68	8,50	21.474,56	0,627	6.490	5
Vilhena	11.699,15	6,62	28.353,15	0,731	104.517	51

Roraima (RR)

Municípios	Área da unidade territorial (km²) (IBGE 2021)	Densidade demográfica (hab./km²) (IBGE 2010)	Produto Interno Bruto (PIB) per capita (R\$) (IBGE 2019)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (IBGE 2010)	População Estimada (hab.) (IBGE 2021)	Estabelecimentos de Saúde SUS (IBGE 2009)
Alto Alegre	25.454,30	0,64	20.335,17	0,542	15.249	31
Amajari	28.473,45	0,33	14.656,62	0,484	13.561	26
Boa Vista	5.687,04	49,99	26.482,05	0,752	436.591	112
Bonfim	8.079,91	1,35	27.231,41	0,626	12.701	21
Cantá	7.664,83	1,81	15.982,59	0,619	19.257	18
Caracaraí	47.379,90	0,39	17.238,65	0,624	22.635	23
Caroebe	12.065,90	0,67	19.607,60	0,639	10.595	10
Iracema	14.011,70	0,60	13.579,84	0,582	12.637	4
Mucajai	12.337,85	1,19	17.885,01	0,665	18.482	11
Normandia	6.959,87	1,28	15.837,16	0,594	11.772	58
Pacaraima	8.025,05	1,30	14.885,59	0,650	20.108	66
Rorainópolis	33.579,74	0,72	20.258,48	0,619	31.387	6
São João da Baliza	4.284,51	1,58	25.512,88	0,655	8.492	2
São Luiz	1.526,90	4,42	18.485,82	0,649	8.232	3
Uiramutã	8.113,60	1,04	11.522,07	0,453	11.014	53

Fonte: IBGE (2021). Adaptado pelos autores, 2022

3.2 Modelo conceitual da pesquisa

Um resumo sobre as principais etapas metodológicas está esquematicamente apresentado na Figura 2, com dois blocos principais dessas etapas, indicando as respectivas fases do desenvolvimento da pesquisa: a.1) o 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 doenças diarreicas agudas (DDA); b.3) organização, tabulação e análises estatísticas dos dados do SNIS e DATASUS, onde também foram selecionados os principais testes de significância para avaliar a variação espaço-temporal dos indicadores, entre estados, e dentro dos estados, através das informações municipais; e b.4) análise geoespacial dos indicadores de saneamento básico e de saúde pública (DDA) pré-selecionados na fase 3).

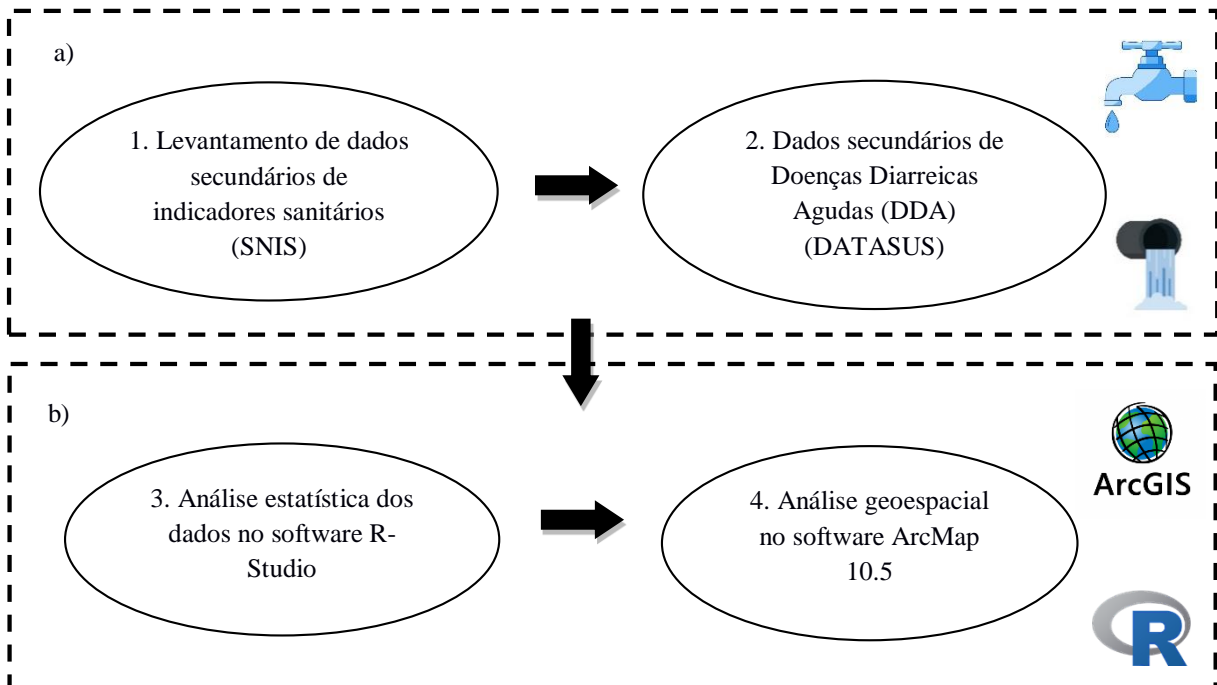


Figura 2: Modelo conceitual e fluxograma das etapas metodológicas: a1 e a2) obtenção das séries históricas coincidentes entre os Indicadores sanitários e de saúde pública; b3 e b4) Análise estatística e geoespacial dos dados (especialização). Legenda: as setas indicam interação entre os itens.

Fonte: Autores (2022).

3.3 Levantamento de indicadores sanitários e de saúde pública: Etapa a.1 e a.2)

Os dados secundários relacionados à água de abastecimento e esgotamento sanitários foram obtidos do portal do SNIS, enquanto os dados relacionados às Doenças Diarreicas Agudas (DDA), foram obtidos pelo portal do DATASUS. Tanto os dados do SNIS quanto do DATASUS para o período de 2008 a 2020. Todos os dados foram organizados e tabulados, utilizando-se o software Excel 2016 como base de preparação para a etapa de análise estatística no Software R-Project.

Para cada indicador foi atribuída uma sigla a fim de melhorar as análises estatísticas no software (Tabela 2) (CRAWLEY, 2007; R-CORE TEAM, 2018), gerando uma única planilha e *data frame* para todas as variáveis selecionadas e preparadas para os testes de hipóteses ao nível de significância $\alpha < 0,05$.

Tabela 2: Legenda dos Indicadores e suas respectivas siglas, divididos em: Dados Gerais; Dados Sanitários e Dados de Saúde.

Dados Gerais (Variáveis/ Fatores Independentes)	Dados de Saneamento (Indicadores Independentes)		Dados de Saúde (Indicadores Dependentes) (DATASUS, 2020)
	(SNIS, 2020)		
	ÁGUA	ESGOTO	
County: 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 m ³ /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 m ³ /ano)	IeeMun: Investimentos em esgoto realizados pelo Município (R\$/ano)	obitDIA: Óbitos por diarreia
Area: Área (km ²)	VaaCon: Volume de água consumido (1.000 m ³ /ano)	IeeEs: Investimentos em Esgoto realizados pelo Estado (R\$/ano)	IntDIAhab: Internações por Diarreia por Mil Habitantes
DensD: Densidade Demográfica (hab/km ²)	VaaDes: Volume de água tratada por simples desinfecção (1.000 m ³ /ano)	InCee: Índice de Coleta de Esgoto (%)	
	VaaFlu: volume de água fluoretada (1.000 m ³ /ano)	InTee: Índice de Tratamento de Esgoto (%)	

<p>IaaPS: Investimentos em água realizados pelo Prestador de Serviço (R\$/ano)</p> <p>IaaMun: Investimentos em água realizados pelo Município (R\$/ano)</p> <p>IaaEs: Investimentos em água realizados pelo Estado (R\$/ano)</p> <p>InPdis: Índice de perdas na distribuição (%)</p> <p>InToaa: Índice de Atendimento total de água (%)</p> <p>InFlaa: Índice de fluoretação de água (%)</p> <p>InCRFP: Índice de Cloro residual fora do padrão (%)</p> <p>InCTFP: Índice de coliformes totais fora do padrão (%)</p>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Estas variáveis dependentes (saúde pública) e independentes (sanitárias e demais) 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 multivariada para avaliar interdependência de uma ou mais variáveis independente influenciando as variáveis dependentes); ANOVA Não-Parmétrica de Kruskal-Wallis (multicomparações entre medianas ou médias), Matriz de Correlação e Análise de Componentes Principais – PCA (análise conjunta de múltiplos parâmetros). É importante observar que os modelos de regressões múltiplas gerados para avaliar os fatores explicativos das variáveis dependentes foram também avaliados a partir de múltiplos critérios de parcimônia (Akaike - AIC, Bayesiano-BIC e Inflação da Variância - VIF) (R-CORE TEAM, 2018; CRAWLEY, 2007). É importante frisar que os parâmetros estatísticos AIC, BIC e VIF foram utilizados para avaliar a parcimônia da escolha dos modelos explicativos mais eficientes observados pelo parâmetro R^2_{aj} . Assim, os indicadores de saúde pública e variáveis selecionadas e independentes (sanitárias) foram escolhidos de acordo com estes 4 parâmetros.

3.4 Análise estatística dos dados das variáveis selecionadas: Etapa b.3 e b.4)

Os dados foram adequadamente organizados e tabulados em um data *frame* do R-project (CRAWLEY, 2007; R CORE TEAM, 2018) com o objetivo de testar a significância entre as variáveis (indicadores quantitativos) e fatores (qualitativos) que hipoteticamente influenciam as variáveis dependentes (saúde pública) demograficamente e, eventualmente, sua variação ao longo do período das séries históricas (BISHOGE et al., 2022)

As variáveis foram pré-selecionadas com base em estudos similares realizados no Estado do Amapá (ARAÚJO et al., 2021; VIEGAS et al., 2021; SOUSA et al., 2021), e então posteriormente espacializadas por meio de mapas georreferenciados (Figura 1). Estes mapas foram confeccionados utilizando o software ArcMap 10.5, de modo que os principais indicadores fossem visualmente perceptíveis, tanto em nível de estado quanto em nível de município. Quando selecionados os indicadores relevantes, e com este propósito, estas variáveis foram incluídas ao Shapefile dos municípios de cada estado para contemplar visual e espacialmente os indicadores cujos modelos de regressão foram os mais representativos em relação aos parâmetros sanitários e de saúde a partir da análise estatística.

4. RESULTADOS

Os principais resultados da análise são mostrados a partir dos seguintes indicadores analisados e considerados relevantes após uma fase de pré-seleção: Índice de Atendimento Total de Água (InToaa) Índice de Coleta de Esgoto (InCoe), Média de Internações Anuais por Diarreia por Mil Habitantes (IntDIA) e Média da Mortalidade Infantil (MinfDIA), considerando-se os respectivos detalhamentos em nível municipal. O objetivo principal da análise foi fornecer um panorama geral da distribuição dos serviços sanitários nos respectivos estados e seus municípios e o impacto na saúde pública.

4.1 Índice de Atendimento Total de Água nos estados (InToaa)

No estado do Acre, é possível observar que, para este indicador de saneamento, o município de Manoel Urbano (Figura 1) apresentou a melhor cobertura para o ano de 2020 (Figura 3), com 71,27% de atendimento total de água (Tabela 3), enquanto o município de Feijó foi o município que apresentou a menor porcentagem, com 19,25%. No entanto, Feijó recebeu, entre 2008 e 2020, uma média de R\$ 391.627,4 em investimentos em água, enquanto Manoel Urbano recebeu, em média, R\$ 163.302,7 (Tabela 3). Isto é, o município com o pior indicador de abastecimento de água recebeu, em média, mais que o dobro de recursos que o município com o melhor indicador no estado do Acre.

Tabela 3: Médias (2008 a 2020) de dois indicadores de saneamento básico (InToaa e InCoe) e um de saúde (IntDIA) nos Estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima

Municípios	Média do Índice de Atendimento de Água – InToaa (%)	Média do Índice de Coleta de Esgoto – InCoe (%)	Média das Internações por diarreia – IntDIA	Média dos Investimentos em Água (R\$)	Média dos Investimentos em esgoto (R\$)
Acre (AC)					
Acrelândia	33,56		0,63	470659,5	19230,9
Assis Brasil	68,66		2,77	106381,7	48882,6
Brasiléia	61,9		0,06	337386,5	45082,5
Bujari	46,9	3,89	0,03	51369,6	5791,0
Capixaba	34,94		0,04	41235,3	13981,5
Cruzeiro do Sul	51,78		0,17	1177561,6	29087,4
Epitaciolândia	62,93		0,04	78366,9	15003,4
Feijó	19,25		0,38	391627,4	73098,0
Jordão	41,5	15,78	0,24	728077,2	388501,5
Mâncio Lima	63,35	74,58	0,42	171979,3	288060,1
Manoel Urbano	71,27		4,06	163302,7	11683,3
Marechal Thaumaturgo	26,36		0,19	655393,4	1183782,2
Plácido de Castro	43,44	14,89	2,69	423632,1	154830,8
Porto Walter	37,01		0,07	741907,4	688258,4

Rio Branco	53,16	36,39	0,09	7385471,2	8239550,2
Rodrigues Alves	30,49		1,02	166736,4	119195,3
Santa Rosa do Purus	51,6		5,33	955451,8	227136,6
Senador Guimard	29,07		0,11	181541,7	56154,4
Sena Madureira	34,04		0,03	434010,4	49884,1
Tarauacá	35		1,83	193564,9	93331,5
Xapuri	52,09		0,31	120787,8	66120,2
Porto Acre	20,72		0,05	433533,6	87299,9

Amapá (AP)

Municípios	Média do Índice de Atendimento de Água – InToaa (%)	Média do Índice de Coleta de Esgoto – InCoe (%)	Média das Internações por diarreia – IntDIA	Média dos Investimentos em Água (R\$)	Média dos Investimentos em esgoto (R\$)
Serra do Navio	34,44	72,72	0,10	30883,4	5397,3
Amapá	23,91	16,27	1,92	163453,4	705,1
Pedra Branca do Amapari	3,36		0,23	196802,3	0,0
Calçoene	12,57		1,13	79444,0	0,0
Cutias	45,14		0,28	65712,1	0,0
Ferreira Gomes	29,27		0,18	204903,3	917,1
Itaubal	28,27		0,55	51112,2	0,0
Laranjal do Jari	30,01		1,89	46674,6	0,0
Macapá	37,56	28,43	0,55	1548945,6	285155,0
Mazagão	15,49	10,47	0,41	147427,1	0,0
Oiapoque	6,89	12,41	1,17	33782,5	0,0
Porto Grande	2,99		0,62	363344,4	0,0
Pracuúba	21,37		0,24	48695,2	0,0
Santana	42,78	2,25	0,98	853827,1	2250,0
Tartarugalzinho	13,14		0,27	11794,6	0,0
Vitória do Jari	45,59		0,62	369444,0	0,0

Rondônia (RO)

Municípios	Média do Índice de Atendimento de Água – InToaa (%)	Média do Índice de Coleta de Esgoto – InCoe (%)	Média das Internações por diarreia – IntDIA	Média dos Investimentos em Água (R\$)	Média dos Investimentos em esgoto (R\$)
Alta Floresta D'Oeste	47,15		0,12	13929,05385	0,0
Ariquemes	84,7	2,47	0,64	3042388,637	382164,2
Cabixi	44,95		0,46	0	0,0
Cacoal	78,81	41,05	1,79	557434,1	336180,8
Cerejeiras	63,47	100	0,38	0,0	613404,8
Colorado do Oeste	91,4		0,34	102804,4	0,0
Corumbiara	27,83		0,28	24615,4	0,0
Costa Marques	17,14		2,14	97248,6	0,0
Espigão D'Oeste	44,76	3,58	1,71	0,0	264585,4
Guajará-Mirim	38,44	19,41	6,43	24562,1	823700,1
Jaru	52,91		1,02	1568825,8	208639,2
Ji-Paraná	62,65	0,93	2,01	4372357,7	563862,4
Machadinho D'Oeste	27,54		1,25	123892,6	0,0
Nova Brasilândia D'Oeste	37	15,77	8,92	0,0	1007879,2
Ouro Preto do Oeste	66,99		4,59	61557,5	0,0
Pimenta Bueno	86,98	3,46	6,21	573936,9	154986,7
Porto Velho	32,87	13,15	0,60	9970968,1	1649712,4

Presidente Médici	63,85	14,8	1,31	68851,2	413484,1
Rio Crespo	13,75		1,24	27334,0	0,0
Rolim de Moura	81,8	2,02	7,57	804501,2	27723,9
Santa Luzia D'Oeste	51,38		6,79	49156,3	0,0
Vilhena	100		2,18	240654,9	0,0
São Miguel do Guaporé	19,17		2,31	0,0	0,0
Nova Mamoré	8,92		3,07	24241,1	0,0
Alvorada D'Oeste	60,48	95,48	0,20	27506,9	0,0
Alto Alegre dos Parecis	23,28		5,41	24003,9	0,0
Alto Paraíso	6,37		1,69	45646,0	0,0
Buritis	10,84		0,25	390486,2	15401,9
Novo Horizonte do Oeste	32,51		5,59	31520,5	0,0
Cacaulândia	10,58	74,76	1,86	109733,9	395435,7
Campo Novo de Rondônia	27,02		4,26	6978,6	0,0
Candeias do Jamari	43,64		0,47	13800,4	0,0
Castanheiras	25,38		1,93	18608,8	0,0
Chupinguaia	100		0,69	12987,7	0,0
Cujubim	6,21		1,21	31349,9	0,0
Governador Jorge Teixeira	3,12		1,94	0,0	0,0
Itapuã do Oeste			0,51	2307,7	0,0
Ministro Andreazza	28,19		2,23	76893,3	460328,4
Mirante da Serra	24,49		7,84	11021,4	0,0
Monte Negro	30,07		13,21	8426,6	50769,2
Nova União	20,22		1,45	38461,5	0,0
Parecis	24,65		3,75	0,0	30769,2
Pimenteiras do Oeste	76,07		2,05	2047,3	0,0
Primavera de Rondônia			2,41	2523,4	0,0
São Felipe D'Oeste	39,34		0,57	13914,6	0,0
São Francisco do Guaporé	7,93		3,18	3961,4	0,0
Seringueiras	23,97		0,36	43038,2	0,0
Teixeirópolis	11,69		1,13	0,0	0,0
Theobroma	10,14		1,44	1597,2	0,0
Urupá	31,28		0,45	92203,8	0,0
Vale do Anari	9,03		0,64	27307,7	0,0
Vale do Paraíso	10,74		2,97	5000,0	0,0

Roraima (RR)

Municípios	Média do Índice de Atendimento de Água – InToaa (%)	Média do Índice de Coleta de Esgoto – InCoe (%)	Média das Internações por diarreia – IntDIA	Média dos Investimentos em Água (R\$)	Média dos Investimentos em esgoto (R\$)
Amajari	22,53		1,54	27432,0	0,0
Alto Alegre	39,47		3,06	18178,1	0,0
Boa Vista	97,7	86,13	1,13	7661460,0	38027508,9
Bonfim	51,83	27,47	3,29	659412,0	0,0
Cantá	49,47		1,07	50178,9	0,0
Caracaraí	72,34	100	1,44	12739,4	0,0
Caroebe	48,62		2,06	9861,5	0,0
Iracema	51,69	41,41	0,73	33167,8	7692,3
Mucajaí	66,7	100	1,15	609274,9	91870,9
Normandia	32,7		5,53	443684,0	0,0

Pacaraima	43,27		3,70	47673,6	76,9
Rorainópolis	53,67	5,13	0,92	49375,1	0,0
São João da Baliza	68,14		3,96	17911,2	0,0
São Luiz	80,8		2,50	563282,2	0,0
Uiramutã	13,04		2,90	27432,0	0,0

Fonte: SNIS (2022), DATASUS (2020). Adaptado pelos autores, 2022

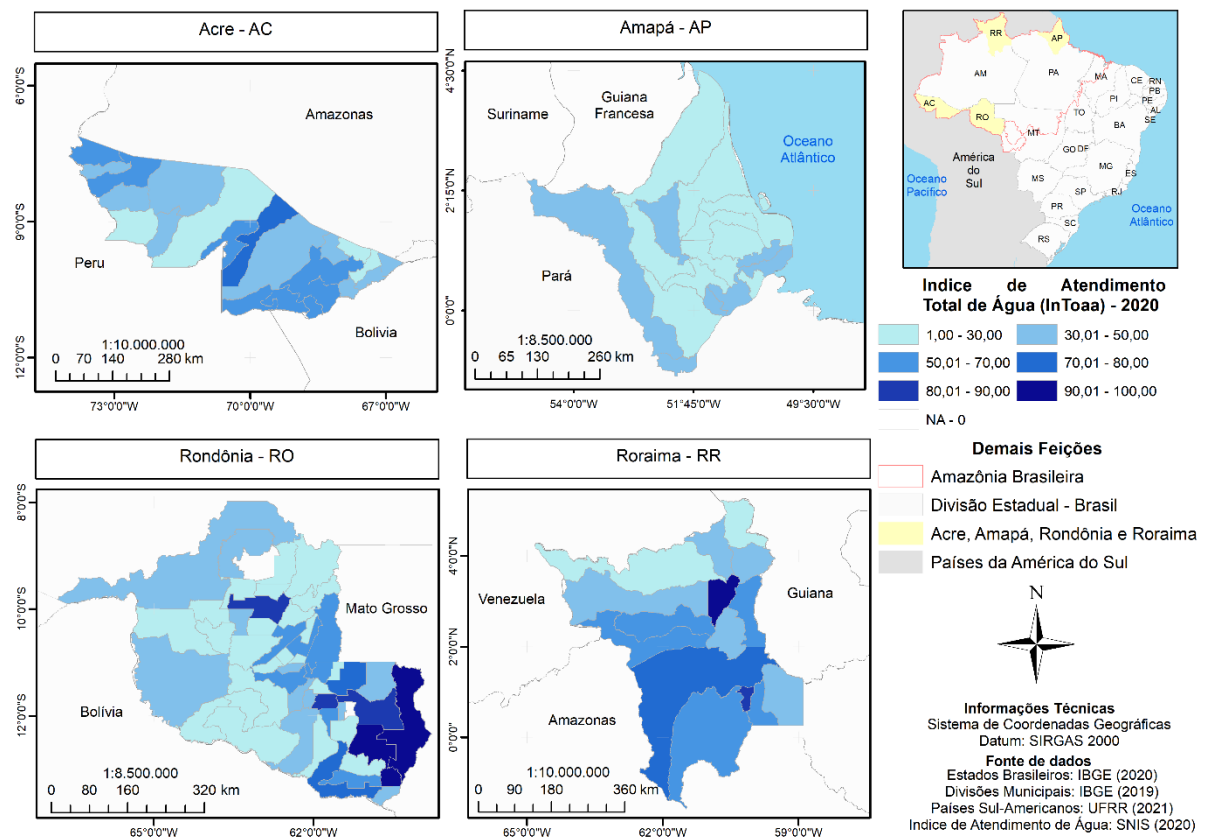


Figura 3: Índice de atendimento total de água (InToaa) no ano de 2020 nos estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Além disso, é importante pontuar que outros municípios do Estado do Acre que apresentam atualmente um desempenho mediano no abastecimento de água, como Assis Brasil (68,66%); Mâncio Lima (63,35%) e Epitaciolândia (62,93%), têm em comum o fato de terem acessado uma média de investimentos inferior a R\$ 180.000,00 entre 2008 e 2020. Por outro lado, municípios com um desempenho ruim, como Porto Acre (20,72%) e Marechal Thaumaturgo (29,07%), receberam, no período, uma média de investimentos de R\$ 433.533,60 e R\$ 655.393,40 respectivamente (Tabela 3). Ou seja, a média histórica de investimento em água não se traduziu necessariamente em melhorias no abastecimento para a população.

A capital, Rio Branco, segue este mesmo modelo, pois apesar de ser o município com a maior média histórica de investimentos, com mais de R\$ 7,3 milhões de reais (Tabela 3), apresenta um indicador de abastecimento de 53,16% (Tabela 3). Esses percentuais sugerem uma maior eficiência no gerenciamento da aplicação dos recursos financeiros neste município em relação aos demais e, muito provavelmente, revela um melhor gerenciamento operacional e manutenção do sistema de abastecimento de água daquele município do Estado do Acre.

É importante frisar que 17 dos 22 municípios do estado do Acre apresentam InToaa inferiores a 60%, e isso se traduz no mapa, quando é possível observar que os municípios do estado apresentam cores, predominantemente, claras em torno das médias (Figura 3). No estado do Amapá, por exemplo, os dados de 2020 indicam que os municípios com o melhor desempenho de InToaa são Vitória do Jari (45,59%); Cutias (45,14%) e Santana (42,78%). Por outro lado, os municípios com o pior desempenho são Porto Grande (2,99%); Pedra Branca do Amapari (3,36%) e Oiapoque (6,89%).

É importante pontuar que, dentre os quatro estados fronteiriços presentes no estudo, o Amapá é o que apresentou os menores InToaa em 2020, pois nenhum município do estado superou sequer 50% do índice (Tabela 3). Essa ineficiência no abastecimento de água se torna mais evidente quando se visualiza no mapa do abastecimento de água, com o estado do Amapá apresentando apenas cores claras, em comparação aos outros estados estudados (Figura 3).

Apesar da capital Macapá ser a que recebeu maior média de aporte de recursos no período estudado, com média de mais de R\$ 1,5 milhões entre 2008 e 2020 (Tabela 3), apresentou o Índice de Atendimento Total de Água de apenas 37,56%.

O estado de Rondônia apresenta a maior variação espacial do InToaa no período, sendo o Município de Governador Jorge Teixeira o de menor índice (3,12%) e os municípios de Vilhena e Chupinguaia os com os maiores indicadores (ambos com 100%) concernente à universalização do atendimento de água alcançado. Além destes, outros quatro municípios caminham a passos largos em direção a esta meta de universalização, com mais de 80% de atendimento total de água. São eles: Rolim de Moura (81,8%); Ariquemes (84,7%); Pimenta Bueno (86,98%) e Colorado do Oeste (91,4%).

No entanto, dentre os 52 municípios do estado de Rondônia, 39 apresentam índices inferiores a 60%, inclusive a capital Porto Velho, com um índice de 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. Essa grande desigualdade do InToaa é clara ao avaliar o mapa do estado, onde os municípios da região sul do estado concentram as cores predominantemente escuras e o restante do estado com cores claras a médias (Figura 3).

Em Roraima, o destaque no índice de atendimento de água é o município de Boa Vista (capital do estado), com 97,7% de atendimento. Isto é, muito próximo da universalização, enquanto Uiramutã é o município que apresenta o menor índice, com 13,4%. Assim, dentre os 15 municípios do estado, 5 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 (Tabela 3).

É importante também notar que o estado do Acre apresentou uma piora no atendimento com rede de água à população total entre 2010 e 2020. O estado possuía uma cobertura do serviço de distribuição de água de 53,7% e caiu para 47,2% (SNIS, 2020). Este tipo de tendência mostra que o sistema de abastecimento de água no referido Estado tende a aumentar o seu déficit no futuro se não houver uma mudança na eficiência da administração do setor (Figura 4a e 4b).

O estado do Amapá apresentou também uma piora no serviço entre 2010 e 2020. Tanto que possuía uma cobertura do serviço de distribuição de água de 37,9% e caiu para 33,7% (SNIS, 2020). Nestes termos, o mapa do índice de Atendimento Total de água (InToaa) mostra que os estados do Acre e Amapá apresentam cores predominantemente mais claras para este indicador, o que significa possuírem índices bem abaixo de 50% (Figura 4c e 4d).

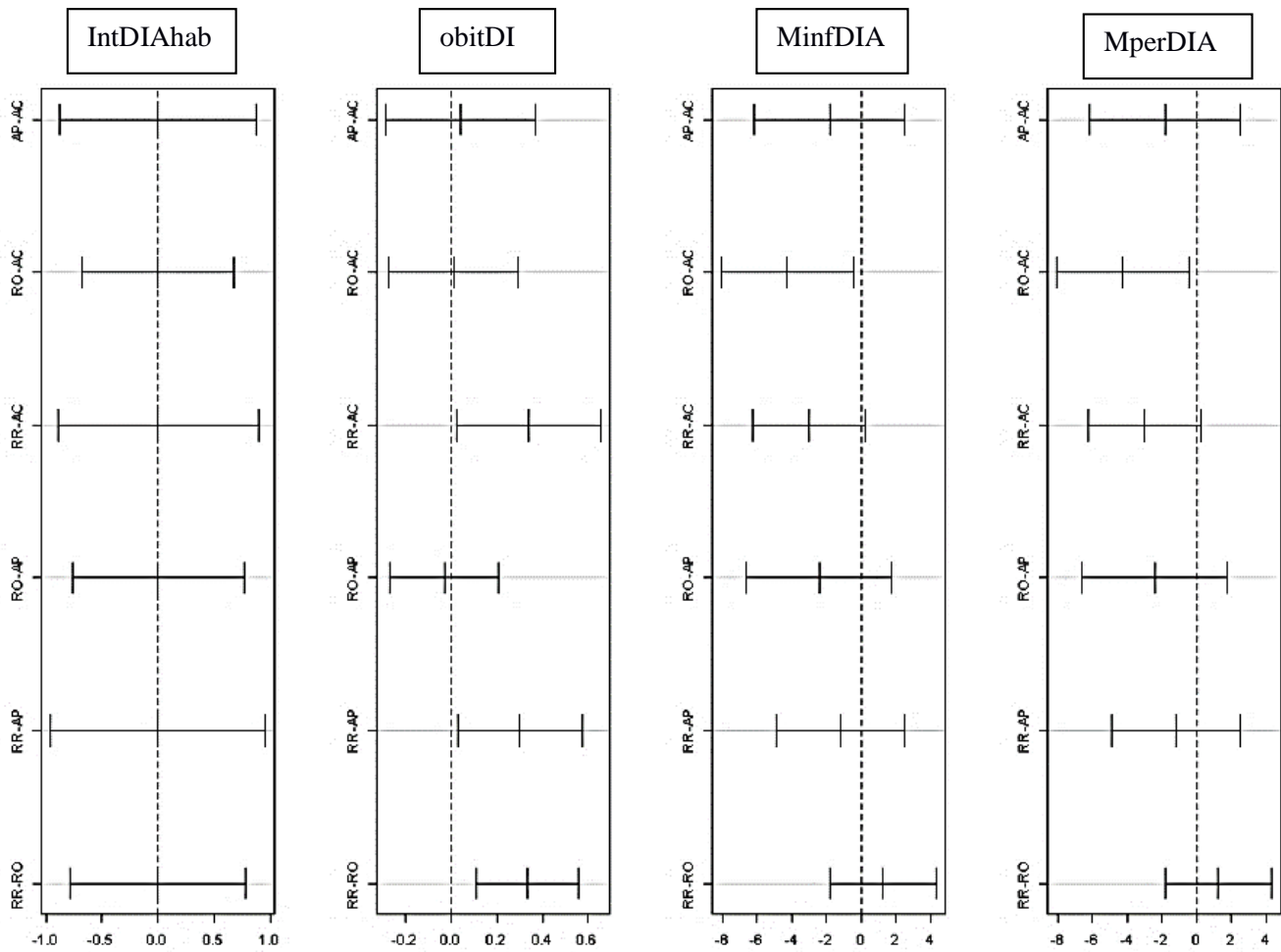
O estado de Rondônia apresentou um leve incremento no indicador de distribuição de água entre os anos 2010 e 2020, saltando de 42,6% para 47,4% (SNIS, 2020), refletindo num melhor índice de atendimento do serviço, se comparado ao Amapá e Acre. Em comparação, o estado de Roraima apresentou o melhor indicador no serviço de abastecimento de água, em comparação aos demais estados analisados. Saltou de 79,8% em 2010 para 81,9% em 2020. Portanto, Roraima é o Estado mais próximo de alcançar a universalização da distribuição de água. Todavia, há vários municípios ainda com baixos índices (distribuição geográfica desigual). Isso também se reflete nas médias dos estados, principalmente aqueles que apresentam cores mais escuras no Mapa do Índice de atendimento total de água (InToaa) Resultado dessa melhoria no serviço (Figura 3).

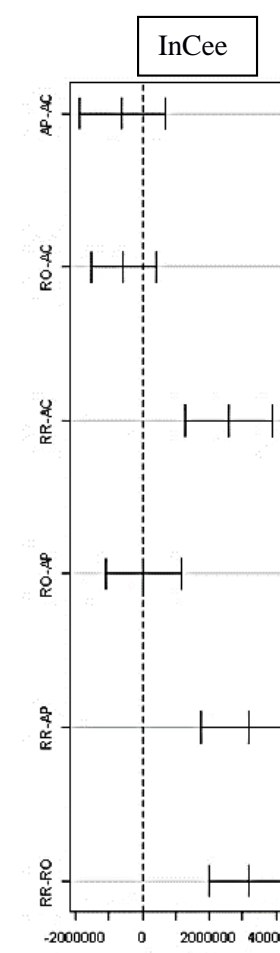
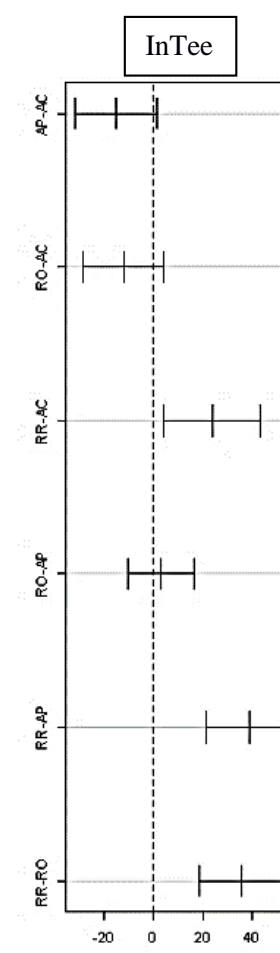
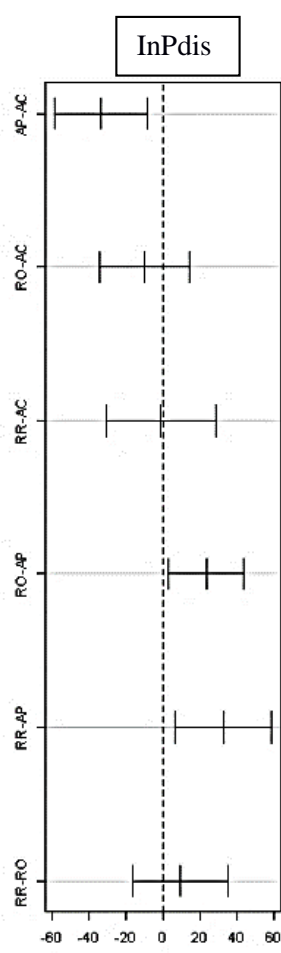
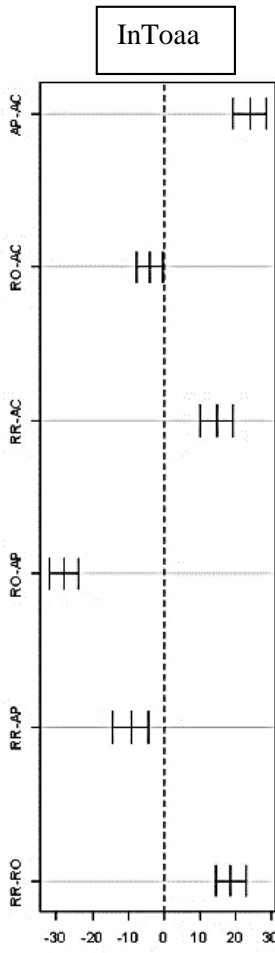
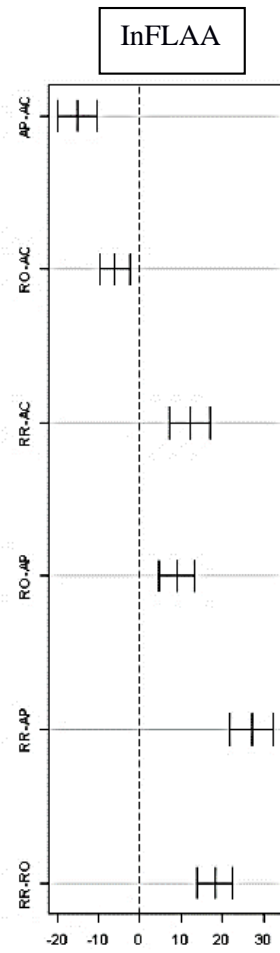
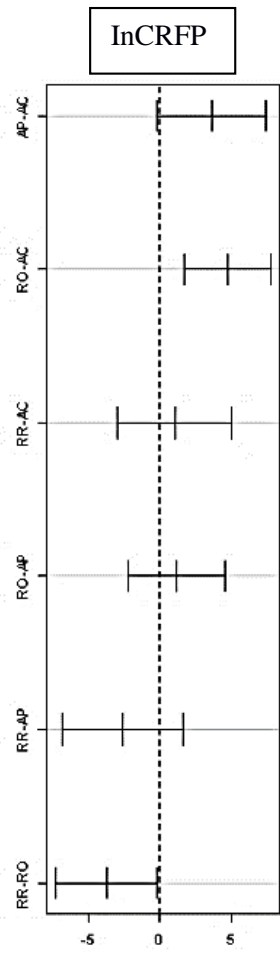
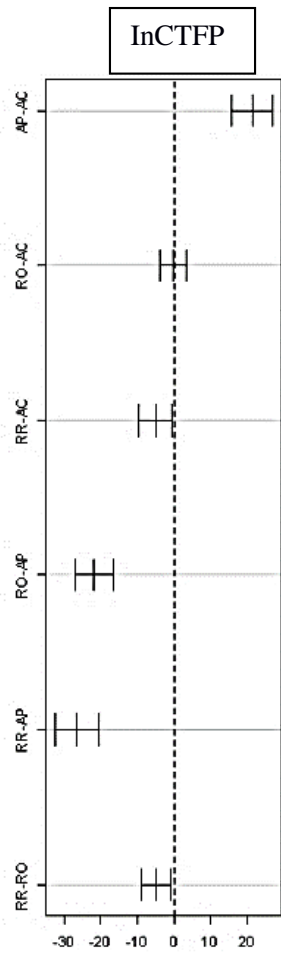
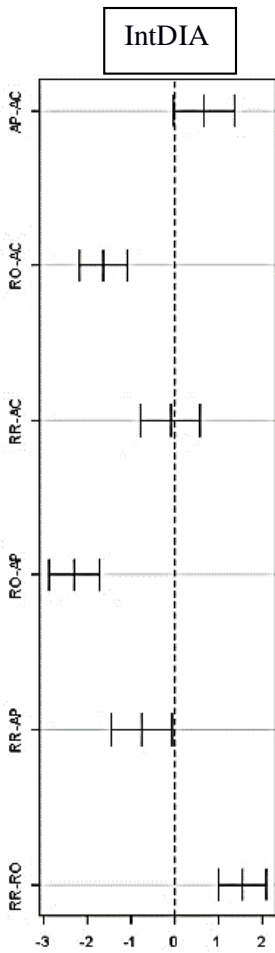
De maneira geral, os maiores investimentos foram feitos nas capitais dos estados, sendo Porto Velho, capital de Rondônia, com uma média de quase dez R\$ 10 milhões entre 2008 e 2020, em seguida, Boa Vista, Capital de Roraima, com uma média de pouco mais de R\$ 7,6 milhões, seguida por Rio Branco, Capital do Acre, com pouco mais de R\$ 7,3 milhões e Macapá, Capital do Amapá, com uma média de pouco mais de R\$ 1,5 milhões de reais, sendo também essa a ordem decrescente dos estados que apresentam municípios com os indicadores de atendimento total de água.

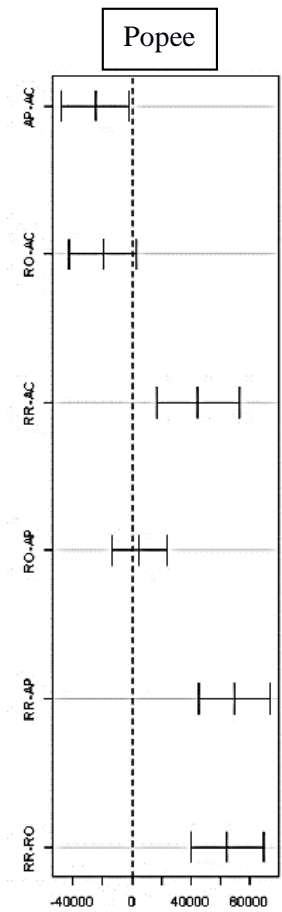
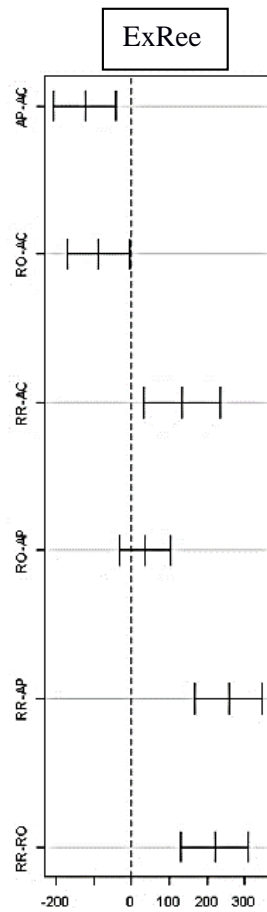
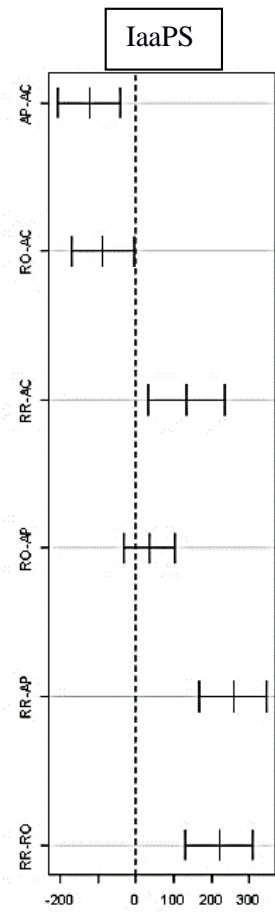
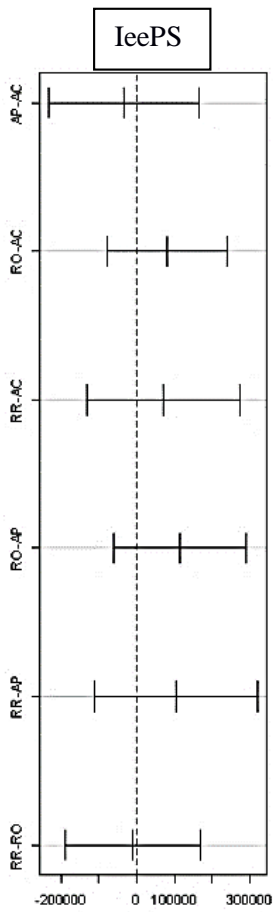
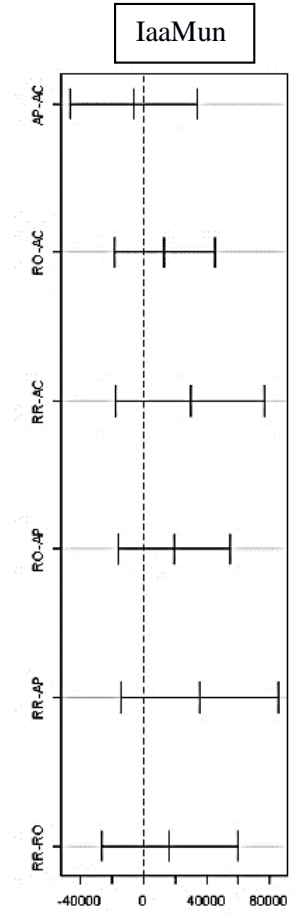
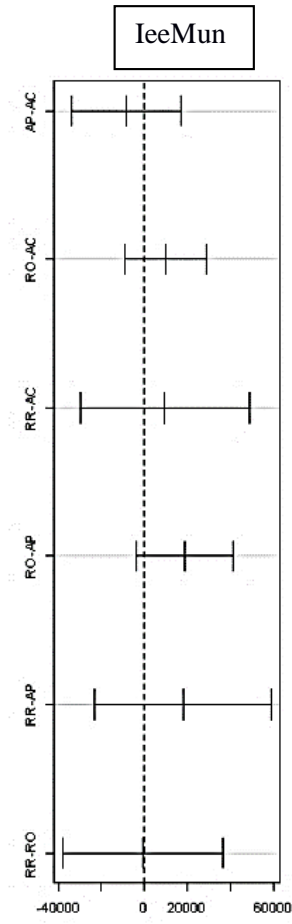
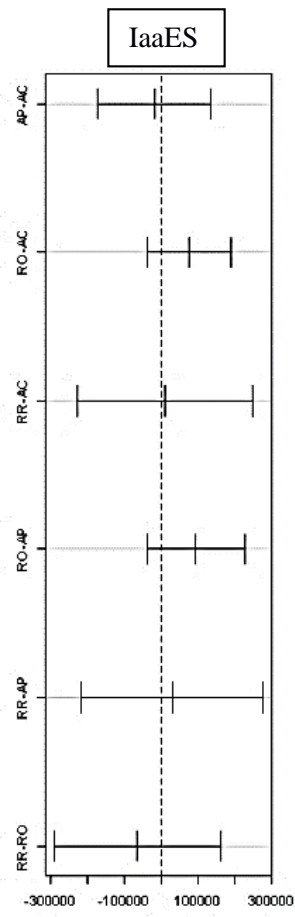
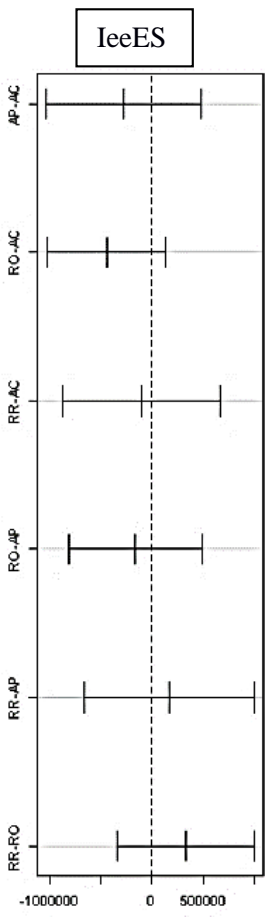
É importante ressaltar que essas capitais apresentam populações relativamente similares, com Macapá sendo a mais populosa (522.357 habitantes) e Rio Branco a menos populosa (419.452 habitantes) (Tabela 1)

Um resumo comparativo entre os estados, para alguns dos indicadores de abastecimento de água, é estatisticamente apresentado na Figura 4. Como a maioria das distribuições foram não normais (Teste de Shapiro-Wilk) nós aplicamos o teste multicomparativo de Kruskal-Walis para testar diferenças significativas entre os indicadores relevantes (nível de confiança de 95%

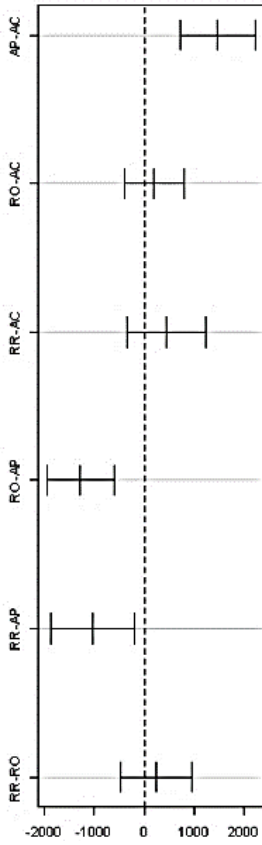
- teste de Kruskal-Wallis, Figura 4a-m). Dentre as 33 variáveis estudadas comparativamente para os quatro estados, praticamente todas foram significativas ($p < 0,05$), e pelos menos dois indicadores resultaram em comparações no limite da significância, com $p \approx 0,05$ (“obtDIA” e “MinfDia”), sendo três não significativas três (“IeePS”, “IaaMun” e “EeeMun”) com $p > 0,05$.



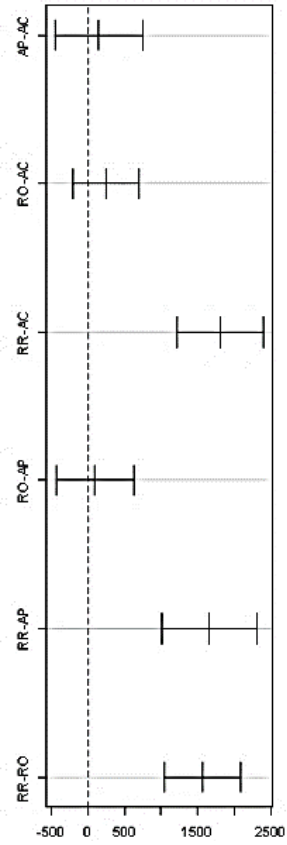




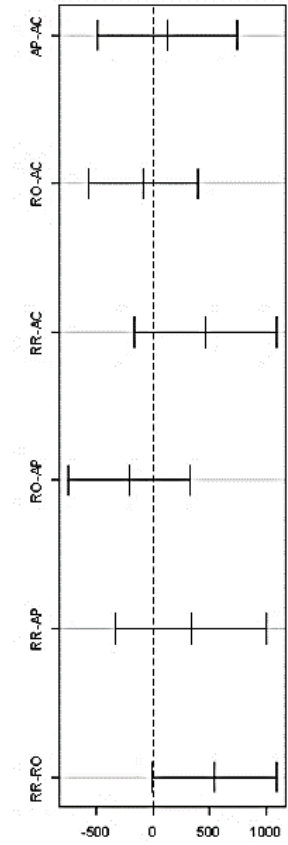
VaaFlu



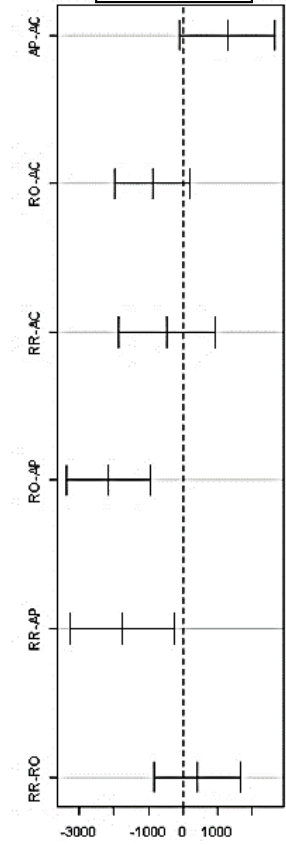
VaaDes



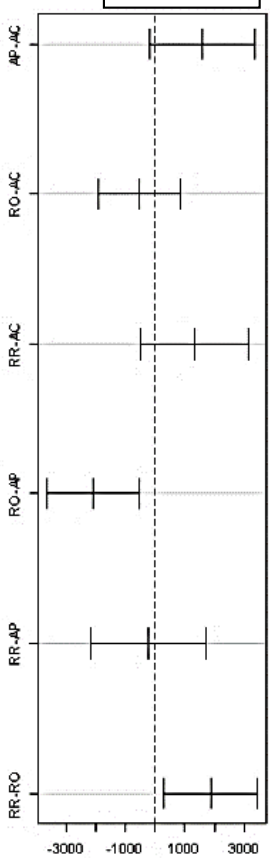
VaaCon



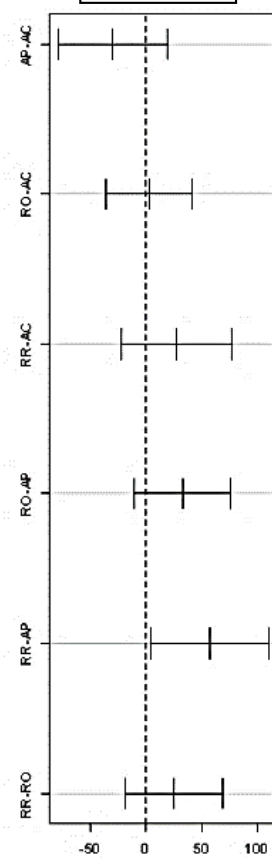
VaaETA



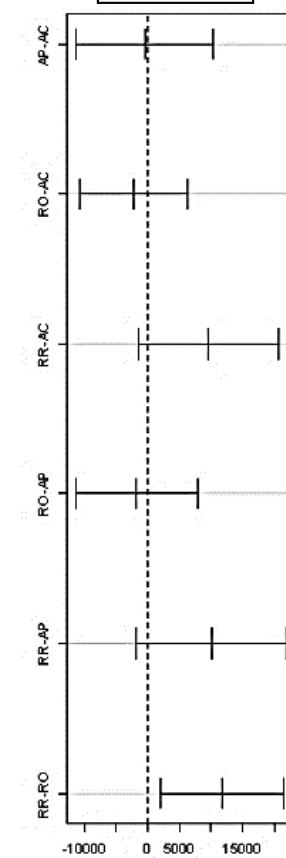
VaaPro



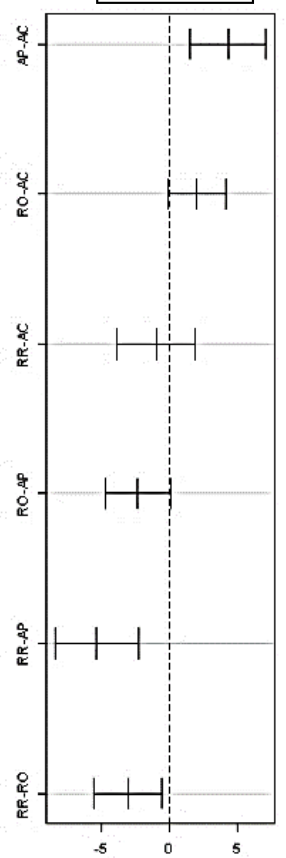
ExReaa



Popaa



DensD



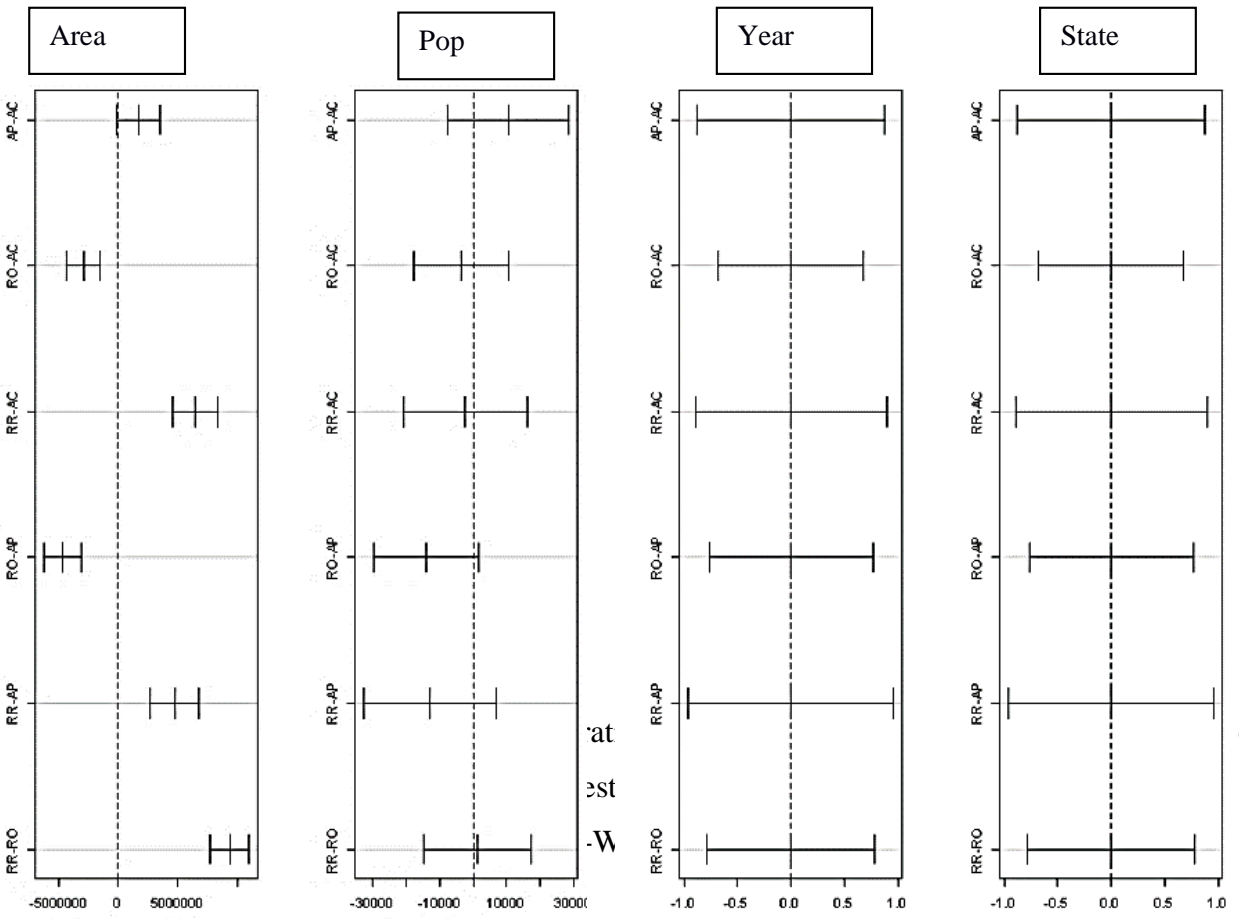


Tabela 5: Nível comparativo de significância entre os indicadores

Indicador	$\chi^2_{\text{chi-squared}}$	DF	P-value	Significância
InTDIAhab	288.72	3	< 0,0001	Altamente significativo
obtDIA	7.4812	3	0.05804	Limite da significância
MinfDIA	7.2121	3	0.06544	Limite da significância
MperDIA	241.59	3	< 0,0001	Altamente significativo
InCTFP	98.617	3	< 0,0001	Altamente significativo
InFlaa	16.34	3	0.00097	Altamente significativo
InToaa	183.59	3	< 0,0001	Altamente significativo
InPdis	363.04	3	< 0,0001	Altamente significativo
InCee	32.895	3	< 0,0001	Altamente significativo
IeeEs	141.82	3	< 0,0001	Altamente significativo
IaaMun	5.5389	3	0.1363	Não Significativo
IeePS	8.2225	3	0.04163	Significativo
IaaPS	32.995	3	< 0,0001	Altamente significativo
ExRee	42.27	3	< 0,0001	Altamente significativo
Poppe	64.763	3	< 0,0001	Altamente significativo
VaaFlu	15.708	3	0.0013	Altamente significativo
VaaDes	433.11	3	< 0,0001	Altamente significativo
VaaCon	85.526	3	< 0,0001	Altamente significativo
VaaETA	113.32	3	< 0,0001	Altamente significativo
VaaPro	98.067	3	< 0,0001	Altamente significativo
ExRaa	121.5	3	< 0,0001	Altamente significativo
Popaa	121.5	3	< 0,0001	Altamente significativo
DensD	367.65	3	< 0,0001	Altamente significativo
Area	289.11	3	< 0,0001	Altamente significativo
Pop	20.176	3	0.00016	Altamente significativo
Year	0	3	1	Altamente significativo
County	23.396	3	< 0,0001	Altamente significativo

Na Figura 4 e na Tabela 4, observa-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, o que significa a hipótese nula (não significativo ou $p > 0,05$). Todavia quando os intervalos de confiança comparativos se distanciarem da linha vertical segmentada significa que a hipótese é a alternativa ($p < 0,05$), isto é, a diferença entre os parâmetros é significativa (CRAWLEY, 2007; PETTERNELI e MELLO (2007).

Em resumo, os comparativos entre os indicadores médios de água de abastecimento dos ex-Territórios amazônicos, Roraima se destaca positivamente e RO, AP e AC se destacam negativamente, com predominância das maiores diferenças entre RR e 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 outros fatores relevantes (sanitários e demográficos, por exemplo). Nos próximos tópicos, o recorte da análise dos parâmetros (indicadores e outras variáveis demográficas), são descritos de forma mais detalhada.

4.2 Cobertura de esgoto sanitário nos estados (InCee)

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

Ainda, de acordo com o painel de informações sobre saneamento (SNIS, 2020), o estado do 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%.

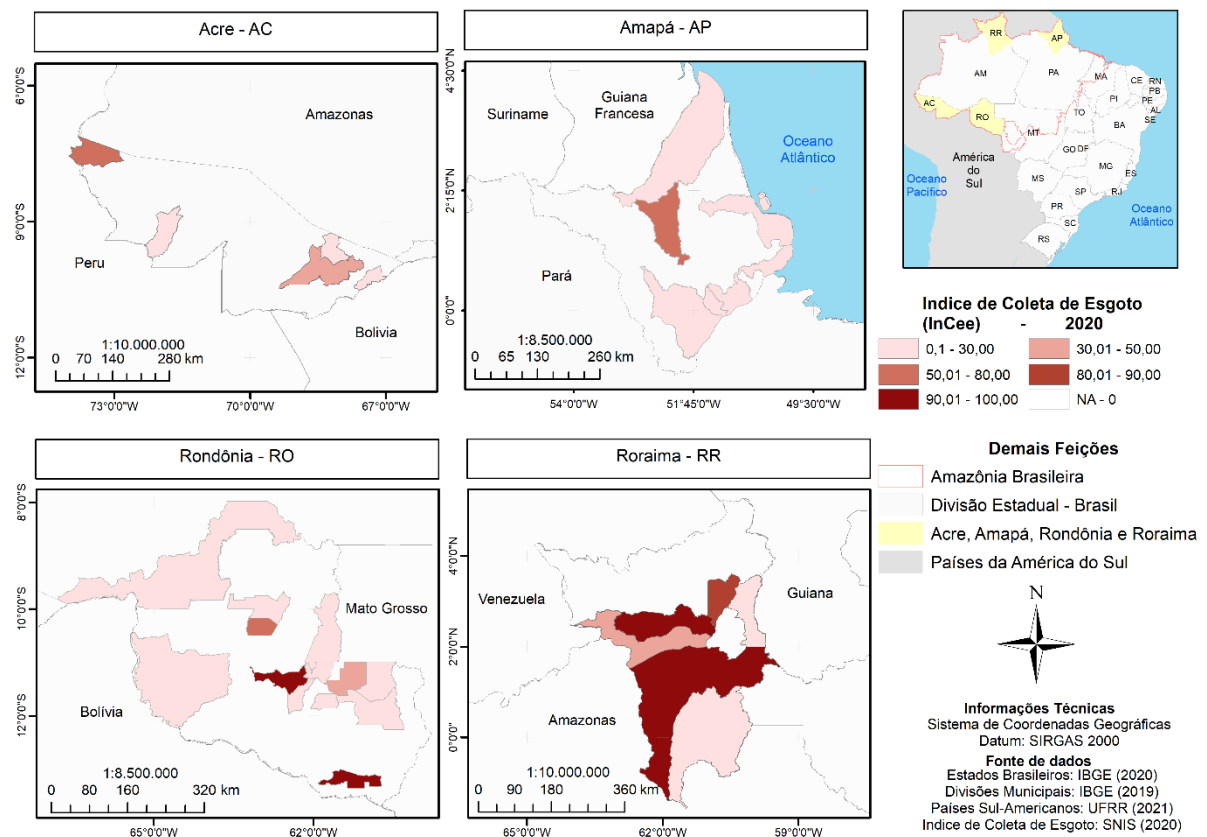


Figura 5: Média do índice de Cobertura de Esgoto (InCee) entre os anos de 2008 a 2020 nos estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Apesar do estado do Amapá também apresentar uma média histórica baixa, houve uma suave melhora no serviço de esgotamento sanitário entre 2010 e 2020, onde a cobertura de 4% passou para 6,9%. Do mesmo modo o estado de Rondônia seguiu uma leve tendência positiva, passando de 3,7% para 6,7%. Roraima, por outro lado, apresentou um crescimento positivo e vertiginoso para os padrões amazônicos no indicador de atendimento de esgoto no período, 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). Um resumo comparativo entre os estados (observando os indicadores com subíndices “ee”, para alguns dos indicadores de esgotamento sanitário, podem estatisticamente ser apresentados na Figura 5, tais como "Popee", "ExRee", "IeePS", "IeeMun", "InCee" e "InTee".

Em resumo, os comparativos entre os indicadores médios de esgotamento sanitário dos Ex-Territórios amazônicos são mais homogêneos do que para os indicadores de água de abastecimento (mais dispersos e heterogêneos), onde se destacam positivamente e RR e AP (só

de alguns municípios), com predominância das maiores diferenças entre RR-RO, AP-RO e AP-AC ($p < 0,05$).

4.3 Média de internações por diarreia por mil habitantes entre 2008 e 2020 nos estados (IntDIAhab)

Considerando as características sanitárias da Região Norte, em especial dos Ex-Territórios, compreende-se que as variáveis sanitárias (água e esgoto) influenciam significativamente as variáveis de saúde, principalmente nos municípios mais pobres (Figura 6). Todavia, estas variáveis somente não são capazes de explicar completamente as variáveis de saúde pública tais como se apresentam no DATASUS (2020).

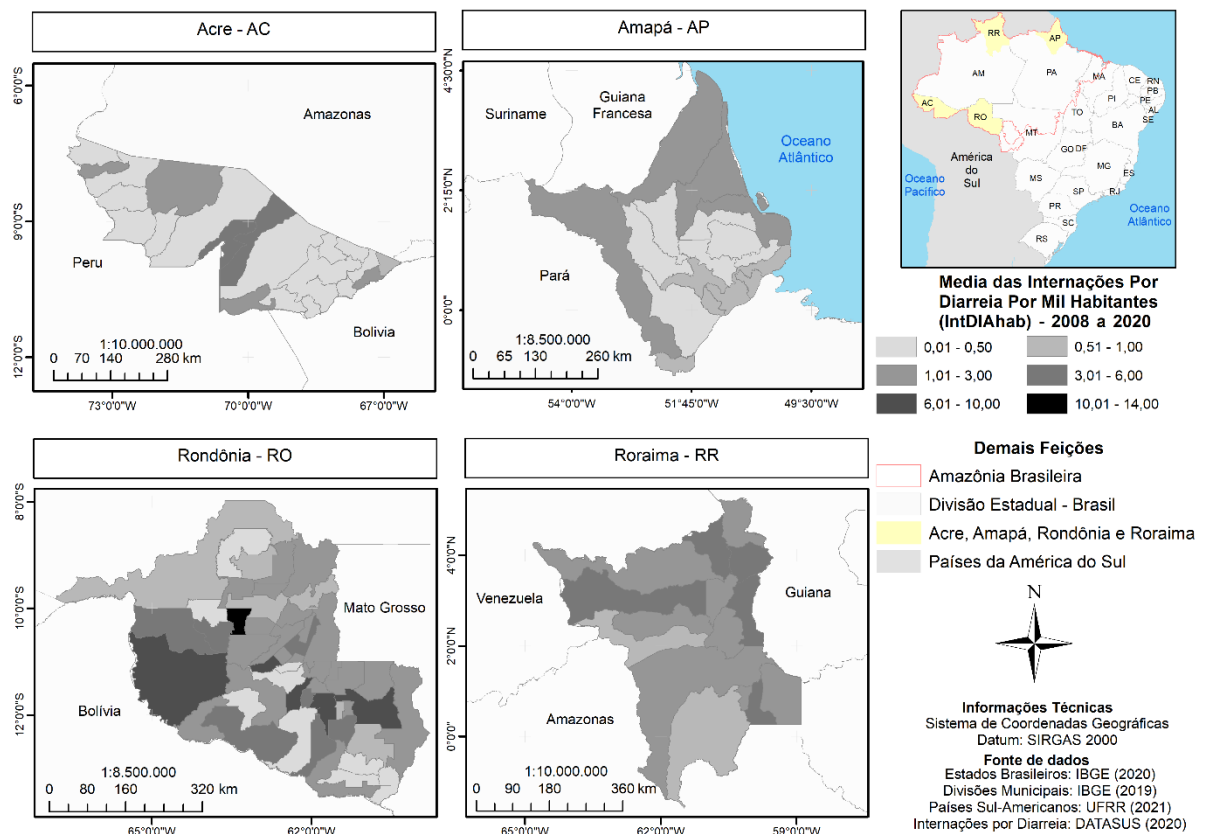


Figura 6: Média das Internações anuais (IntDiahab) entre 2008 e 2019 nos estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Ao observar a média de internações por diarreia por mil habitantes (IntDIAhab) entre os anos de 2008 e 2020 (Figura 6), observa-se que nos estados do Acre e Amapá este indicador se mantém predominantemente abaixo de uma (1) internação por mil habitantes, com apenas seis

municípios do Acre acima, sendo: 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 ainda quatro Municípios do Amapá: Calçoene (1,13); Oiapoque (1,17); Laranjal do Jari (1,89) e Amapá (1,92).

Curiosamente, estes municípios do Acre não possuem cobertura de coleta de esgoto, com exceção de Plácido de Castro, que possui uma cobertura de apenas 14,89%. Também são municípios que predominantemente possuem atendimento de água abaixo de 60%, com exceção de Assis Brasil, com 68,66% e Manoel Urbano, com 71,27%.

Dentre os municípios do Amapá, aqueles com maior média de internações por mil habitantes possuem Índice de atendimento total (InToaa) de água abaixo de 30%, com exceção de Laranjal do Jari, que possui 30,01%. Outro ponto importante é o município de Serra do Navio, que possui o maior índice de coleta de esgoto (72,72%). É também o município que apresenta menos internações por mil habitantes. Este município apresenta um diferencial histórico porque seu sistema de coleta de esgoto na sede municipal foi construído no período da 2ª Grande Guerra Mundial, quando serviu de cidade base para a exploração do Manganês e Ferro, atividade potencialmente poluidora dos corpos d'água na região (A FOSTIER, 2000; TIRELLO; COSTA, 2017). Neste período, e até a década de 70, a sede municipal já possuía sistema de abastecimento de água e sistema de tratamento de esgoto. Atualmente, a cidade possui 4.380 habitantes e toda esta infraestrutura permanece praticamente igual ao que os americanos construíram anteriormente (IBGE, 2020; SNIS, 2020).

O Estado de Rondônia apresenta médias elevadas de internação por diarreia por mil habitantes (IntDIAhab), com 22 municípios apresentando média de mais que duas internações (2) por mil habitantes. Em Rondônia também observamos o município com a pior média geral de internações por diarreia de todos os estados, sendo o município de Monte Negro, com 13,21 internações por mil habitantes. Além disso, é também um dos municípios sem coleta de esgoto e com baixo índice de atendimento de água (30,07%). Por exemplo, Rolim de Moura, registrou 398 internações, sendo também um município com baixa cobertura de coleta de esgoto, com uma cobertura da ordem de 2,2% em 2020.

No estado de Roraima, oito municípios apresentaram médias de internações por mil habitantes acima de 2. São municípios predominantemente sem coleta de esgoto, com exceção de Bonfim, que possui 27,47% de coleta de esgoto. Também são municípios que possuem Índice de atendimento de água abaixo de 50%, com exceção de São Luiz (80,8%); Bonfim (51,83%) e São João da Baliza (68,14%).

De maneira geral os estados de Acre e Roraima apresentam variações da média desse indicador relativamente similares, variando de 0,03 em Sena Madureira, no Acre a 5,53 em Normandia, em Roraima. Todavia, o estado de Rondônia foi o que apresentou a maior variação e o município com a maior média de internações por mil habitantes, sendo Montenegro com 13,21 e Alta Floresta do Oeste, com 0,12. Paradoxalmente, o estado do Amapá, apesar de ter os piores indicadores sanitários, apresentou baixa média de internações por mil habitantes, com a menor média de 0,1 pra Serra do Navio e a maior média com 1,92 para o município de Amapá.

4.4 Média de Mortalidade Infantil (MinfDIA)

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

O estado do Acre apresenta o município com a pior indicador de mortalidade infantil, no município de Feijó, com média de 21 mortes no período. No estado do Amapá, apenas quatro municípios apresentam dados relacionados com a mortalidade infantil, 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 mortalidade infantil relacionada à diarreia 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 de morte inferior a 1 no período. O município de Costa Marques obteve média de 1,8 Mortes e o município de Corumbiara 4 Mortes (Figura 7).

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 mortalidade do estado 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 que Normandia, Boa Vista e Cantá este indicador foi inferior a 1 (Figura 7).

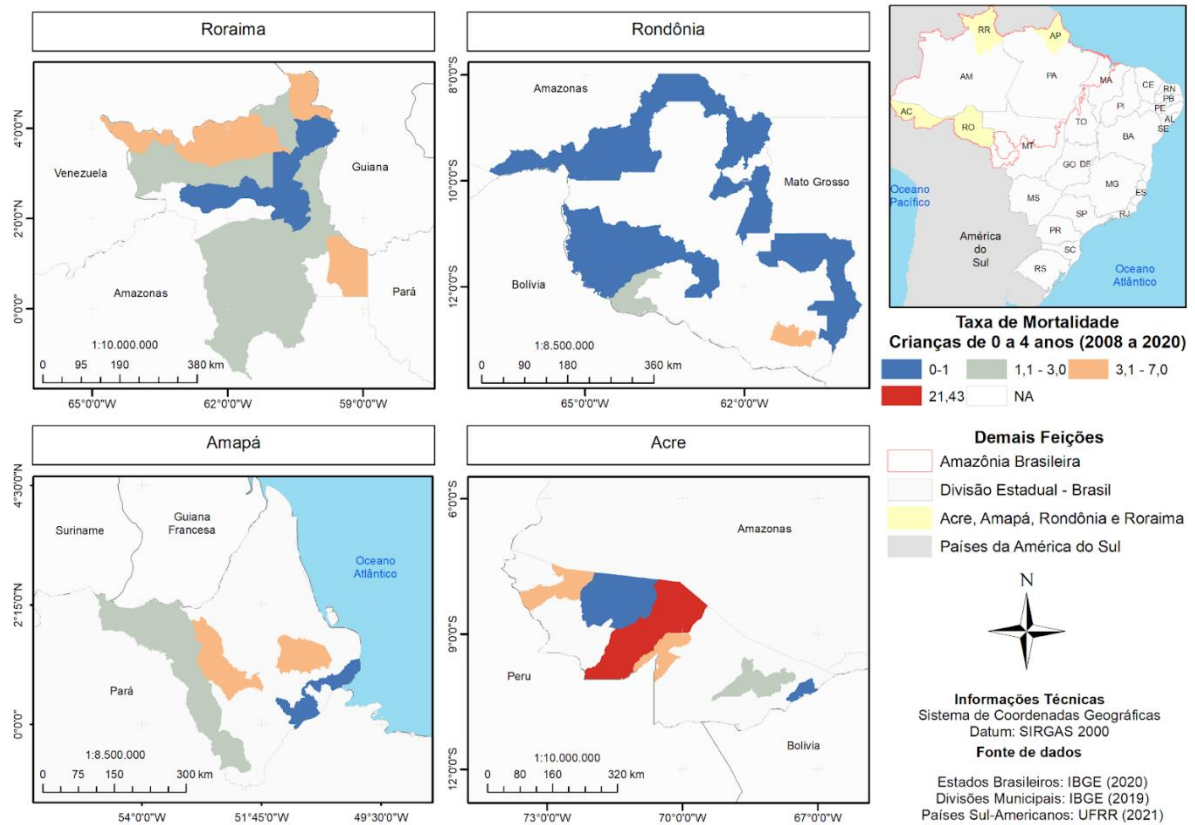


Figura 7: Média de mortalidade infantil (MperDIA) entre 2008 e 2019 nos estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

É relevante mostrar como que os indicadores analisados poderão estar totalmente, parcialmente ou não correlacionados entre si. Assim, foi elaborada uma análise discriminante, similar ao método de componentes principais (PCA), para mostrar o quanto estas variáveis estão correlacionadas e o quanto estas podem ser explicadas com base em dois eixos principais (RC 1, a RC 5).

Na Figura 8, esta análise é uma síntese da matriz de correlação (Spearman Não-Paramétrica) não mostrada neste texto por conveniência). A PCA gerou (no presente caso) cinco eixos sobre os quais são projetadas todas as correlações (eixos explicativos RC1, RC2, RC3, RC4 e RC5). Os gráficos biplot em vermelho dão uma ideia visual sobre como as variáveis independentes e/ou dependentes se projetam em cada um destes cinco eixos explicativos (matemáticos).

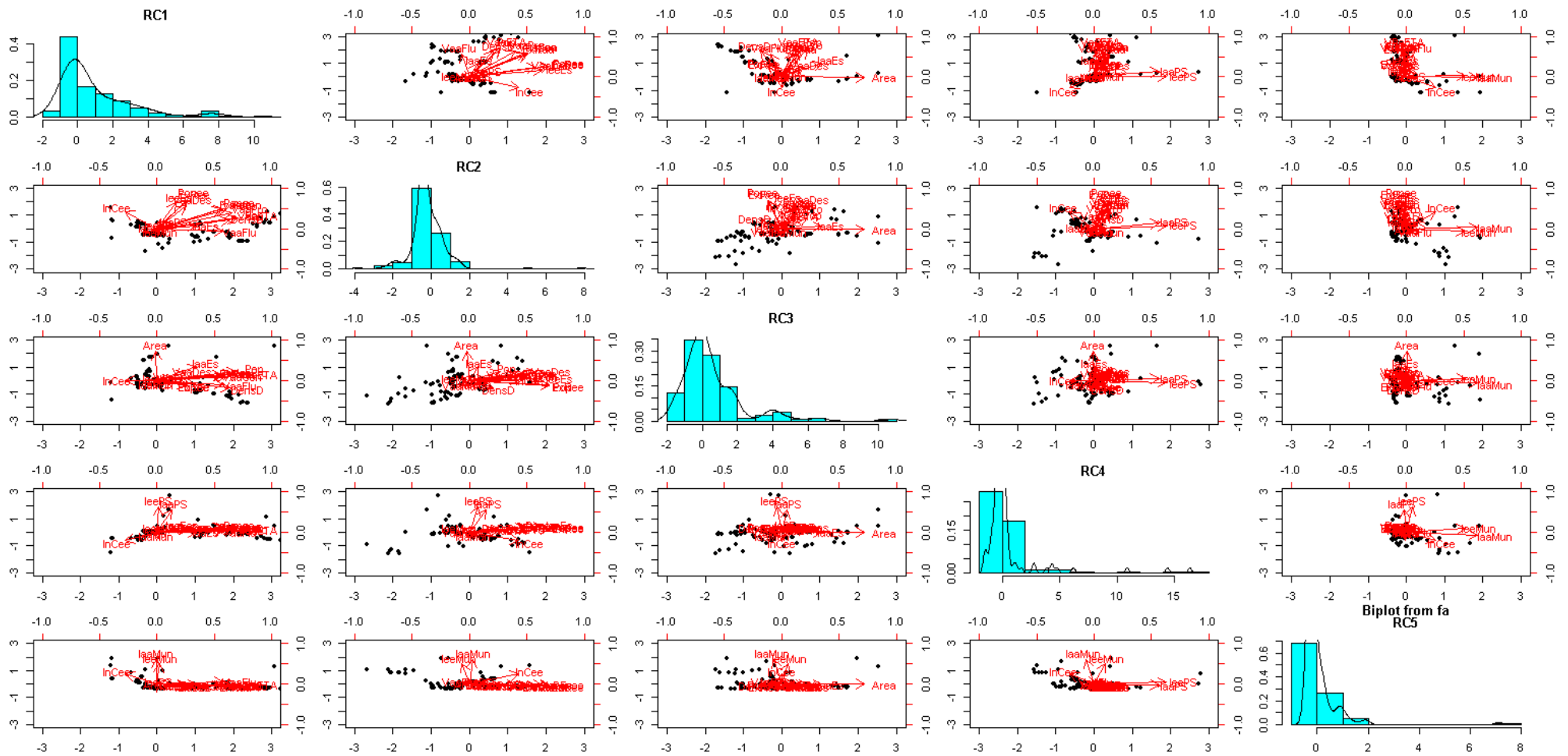


Figura 8: Análise PCA com cinco eixos e a as respectivas projeções das variações das variáveis em RC1, RC2, RC3, RC4 e RC5. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Observa-se na Figura 8 que a proporção acumulada em RC1, RC2 e RC3 somam 82% da explicabilidade das variações dos indicadores de saneamento no intervalo de variáveis sanitárias [3:22] sobre estes eixos (ajuste da diagonal de 98%). Os *SS loadings* (não mostrados por brevidade) representam as cargas ou correlações entre a respectiva variável sobre qualquer um dos eixos. Observe também a proporção da variação, a variação cumulativa e proporção explicada para cada uma das componentes principais (RC).

Na Tabela 5 podemos observar uma série de análises de regressão resultante de análises prévias das matrizes de correlação e da PCA. Os resultados dessas análises foram modelos propostos multivariados (regressões múltiplas) envolvendo uma seleção específica de escolha, considerando os seguintes critérios: 1) simplicidade (não complexidade da equação gerada – modelos com menos variáveis independentes); 2) critério de parcimônia (AIC, BIC, VIF e R^2_{aj}); 3) coerência entre os resultados observados e as séries históricas disponíveis dos indicadores sanitários (inclusive os demográficos) e os de saúde pública.

Por exemplo, temos o interesse de entender como ocorre a dependência (explicabilidade) das principais variáveis de saúde em função das variáveis de saneamento. Nela observamos que as internações por mil habitantes influenciam os óbitos diretamente, o que é previsível, pois quanto maior é a quantidade de internações, maior a possibilidade de óbitos acontecerem. Todavia, é relevante frisar que, frequentemente, as correlações esperadas não ocorrem. Nestes casos, sempre é possível especular que as séries de dados nem sempre são consistentes ou completamente simultâneas, apresentando resultados contraditórios daqueles esperados para os respectivos indicadores sanitários.

Tabela 5: Significância dos indicadores de saúde pública em função dos indicadores de saneamento básico (operacionais) ou demográficos por município. (*) significativo, (NS) não significativo, R^2_{aj} (Coeficiente de determinação ajustado), GL = Graus de Liberdade e EPR = Erro Padrão Residual. F- Fator Estatístico de Fischer (Variância).

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 , $EPR = 0.8269$. $AIC(RegModel) = 1913.75$, $BIC(RegModel) = 1927.71$. $VIF = NA$.
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 , $EPR = 97.23$. $AIC(RegModel) = 836.7393$, $BIC(RegModel) = 851.54$, $VIF(IntDIA) = 1.02$ e $VIF(MinfDIA) = 1.02$
obitDIA	$\sim 0.0072DensD + 6,7E^{-04} ExRaa + 0.0035ExRee + 0.0028IaaES + 7,7E^{-04} 5IaaMun + 1,04E^{-04} IaaPS + 0.27$	< 0,0001 (*)	.43	Número de óbitos pode ser explicado por cinco variáveis independentes (DenD , 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 , $EPR = 0.88$. $AIC(RegModel) = 393.67$ $BIC(RegModel) = 851.54$, $VIF(IntDIA) = 1.02$ 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 , $EPR = 97.04$. $AIC(RegModel) = 2131.$, $BIC(RegModel) = 2164.01$. $VIF < 3.6$.
MperDIA	$\sim - 172.01 + 0.0005Intee + 0.14MinfDIA + 0.000045VaaDes + 0.000068VaaETA + 0.087Year$	< 0,0001 (*)	.58	Média de permanência de internações é diretamente proporcional a (InTee , MinfDIA , VaaDes , VaaETA e Year) e explica 58% da variação de MperDIA ($R^2_{aj} = 0.58$), $F = 19.39$. $GL = 5$ e 61 , $EPR = 0.91$. $AIC(RegModel) = 184.60$, $BIC(RegModel) = 200.03$. $VIF < 1.2$.
MinfDIA	$\sim - 3.88 + 1.54MperDIA + 0.67ObitDIA + 1.01E^{-05} Pop + 4.51E^{-06} Popee$	< 0,0001 (*)	.58	A mortalidade infantil é diretamente proporcional a (MperDIA , ObitDIA Pop e Popee) e explica 58% da variação dos MinfDIA ($R^2_{aj} = 0.58$), $F = 8.42$. $GL = 4$ e 64 , $EPR = 2.69$. $AIC(RegModel) = 339.39$, $BIC(RegModel) = 352.79$. $VIF < 1.9$.
InCee	$\sim 37.34 + -0.31DensD + 0.12ExRaa + 1.01E^{-05} ExRee + 9.81E^{-08} EaaES + 0.00011 EaaMun$	< 0,0001 (*)	.16	Número de óbitos é diretamente proporcional às DensD , ExRaa , ExRee , EaaES e EaaMun e explica apenas 16% da variação de InCee ($R^2_{aj} = 0.16$), $F =$

				7.25. GL = 5 e 165, EPR = 2.69. AIC(RegModel) = 1668.6, BIC(RegModel) = 1690.7. VIF < 3.4.
InToaa	~ 45.04 + -7.01E ⁻⁰⁷ Area + 0.015 ExRaa + 0.026 ExRee + 4.8E ⁻⁰⁶ IaaPS + 6.7E ⁻⁰⁶ IeePS	< 0,0001 (*)	.44	Indicador InToaa é diretamente proporcional às Area, ExRaa, ExRee, IaaPS e IeePS e estas variáveis explicam 44% da variação de InToaa (R²_{aj} = 0.44), F = 34.39. GL = 5 e 202, EPR = 18.2. AIC(RegModel) = 1805.2, BIC(RegModel) = 1828.62. VIF < 3.5.

Legenda: AIC, BIC e VIF são, respectivamente, os critérios de parcimonia dos modelos (modelos menos complexos e mais eficientes): Akaike, Bayesiano e fator de inflação da variância. Estes três critérios foram utilizados juntos com o R^2_{aj} . Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

5. DISCUSSÃO

Como observado na Figura 3, a cobertura de água é deficitária, principalmente nos estados de Acre e Amapá, onde a maioria das pessoas recorre às soluções alternativas, como a utilização de poços ou a compra de água engarrafada (mineral). No entanto, a qualidade da água dessas fontes pode ser inadequada para o consumo, como frequentemente ocorre em Macapá (GROTT et al., 2018, FURTADO et al., 2017), considerando inclusive a os riscos de manipulação da água mineral, implicando em sua potencial perda de qualidade das águas após serem engarrafadas ou vendidas na cidade (CUNHA et al 2012). Mas este problema não é exclusivo da Amazônia ou do Brasil, mas também de outros lugares no mundo (UDDIN et al., 2021; GHANBARIAN; et al., 2022).

Esse contexto de acesso a água de qualidade questionável é um fator que prejudica a saúde da população, causando, por exemplo, a morte de crianças (FREITAS et al., 2021), principalmente devido à má qualidade da água mineral de procedência duvidosa.

Essas evidências são apenas sintomas da precariedade dos indicadores ruins observados ao longo da presente pesquisa. De acordo com as variações dos indicadores observados nas Figuras 3 e 5, no estado do Acre a falta de serviços de água de abastecimento e de esgotamento sanitário é generalizada. Isto é, menos da metade da população tem acesso ao abastecimento de água e 90% não têm acesso à rede de esgoto. O estado do Acre apresenta o maior índice de perda de água potável por vazamento, furtos e erros de leitura dos hidrômetros nos sistemas de distribuição. O nível de perdas totais é da ordem de 60% e, portanto, significativamente acima da média brasileira, da ordem de 39% (SNIS, 2020). Em geral, o valor admissível como normal é seria da ordem de no máximo 20% (TSUTYIA, 2006).

Os baixos índices de investimentos no setor continuam acentuando ainda mais o cenário caótico no Acre. Por exemplo, a média de investimentos em abastecimento e melhoria do sistema de água do estado entre 2008 e 2020 foi de apenas R\$ 612.682 (SNIS, 2020). Esses índices refletem a ausência de serviços e de financiamento específicos de saneamento básico, frequentemente causando o adoecimento da população (Figura 6). Porque, se os indicadores não melhoram, frequentemente podem interferir negativamente na qualidade da saúde pública (DELFINO et al., 2016).

Por isso, esforços e planejamentos no sentido de garantir a universalização ao acesso de serviços como água e esgoto nestes Estados da Amazônia deveriam ser de grande importância para a saúde pública brasileira, pois a melhoria no saneamento produz consequências positivas à saúde das pessoas (CAMERON et al., 2020). Se não, vejamos os indicadores de Roraima, muito superiores aos dos Estados de Acre, Amapá e Rondônia.

Além disso, com relação à ausência de sistemas de esgotos sanitários, onde os efluentes domésticos normalmente favorecem o contato direto de águas poluídas e de agentes etiológicos causadores de doenças de veiculação hídrica, em especial atingindo crianças menores de cinco anos (IMADA et al., 2016). A disseminação de doenças, provavelmente pode ser refletida pela variação espacial das doenças através de indicadores georreferenciados, sugerindo inicialmente a melhoria da confiança e a urgente mudança da qualidade dos indicadores nos estados avaliados na presente pesquisa.

Por exemplo, priorizar onde deveriam ser executados os principais programas, projetos e ações de melhorias no saneamento no estado (previstos em Planos Municipais de Saneamento Básico - PMSB, usando como critério análises geoespaciais fundamentadas, como visto em outros países (HAMMOURI et al., 2022; GHOSH; HOSSAIN; SARKAR, 2022). Assim, se implementados estes programas, projetos e ações, haveria disponibilidade de melhorias significativas nos serviços públicos de saneamento básico, e que poderiam impactar a qualidade da saúde pública (RIBEIRO; ABREU; LAPORTA, 2018).

Nesse mesmo cenário, o saneamento no estado do Amapá tem se mantido como significativamente deficiente, principalmente nas dimensões de esgotamento sanitário, água de abastecimento e até a gestão de águas pluviais, uma terceira dimensão do saneamento básico sempre desprezada em relação às dimensões anteriores (SOUSA et al. 2019). Por um lado, há essa deficiência de soluções individuais e sistêmicas para o abastecimento de água potável. Por exemplo, a existência de poços amazonas, poços artesianos, fossas rudimentares e fossas sépticas fora dos padrões e normas brasileiras, muitas vezes construídas muito próximas umas das outras, o que compromete a qualidade da água consumida pela população (mananciais), especialmente as subterrâneas de fácil acesso para a população não atendida pela concessionária (GROTT et al., 2018). Deste modo, ocorrem interações entre as fontes isoladas e susceptíveis à contaminação por águas pluviais poluídas por esgotos (SOUSA et al. 2021; VIEGAS et al., 2021). Por exemplo, é lamentável que, apesar de Macapá ser banhada pelo Rio Amazonas, é frequente a falta de água nas residências, a ponto dos poços terem sido disseminados quase em toda a capital Macapá e de outros municípios do Estado. Este fato gera um notável paradoxo, pois onde há a maior abundância de recursos hídricos do mundo é também onde está ocorrendo uma significativa insegurança hídrica (ARAÚJO et al., 2021).

Por outro lado, é importante frisar que o estado do Amapá conta atualmente com um sistema de esgotamento sanitário eminentemente defasado, com uma cobertura de aproximadamente 7% (SNIS 2020). Na capital, Macapá, a rede de esgotamento localizada no centro da cidade transborda em períodos chuvosos, onde o sistema de drenagem das águas pluviais também é

praticamente inexistente ou quando existente é precária (SOUSA et al., 2019), provavelmente prejudicando os índices de ocorrências de diarreias na população que habitam o perímetro urbano atendido por uma precária rede de esgoto (VIEGAS et al, 2019).

No estado de Rondônia, o saneamento também apresenta níveis coleta de esgoto insuficientes para atender as demandas da população (Figura 4). E esse fato tem reflexos diretos na saúde pública (Figuras 6 e 7), principalmente de crianças mais pobres. Por exemplo, a internação de crianças no estado de Rondônia (IntDIA) pode estar relacionada com infecções agudas, que têm sua transmissão influenciada principalmente pelo contato dessas crianças com o esgoto, resultado de um sistema de esgotamento desestruturado (SANTOS; LIMA; FONTES, 2019). Com efeito, é provável que a maior parte dos óbitos de crianças em período pós-neonatal no estado (obitDIA), ocorra entre a população mais pobre, sujeita às condições sanitárias precárias (GAVA; CARDOSO; BASTA 2017).

Além disso, estas são majoritariamente crianças pretas e indígenas infectadas pelo agente etiológico *Escherichia coli*, altamente relacionado ao contato com o esgoto e consumo de água imprópria (TABORDA et al., 2018). Este cenário induz ações obviamente necessárias de mais investimentos em saneamento, para que a população tenha melhor qualidade de vida e de moradia. Todavia, só haverá consequências positivas e melhoria das estruturas sanitárias e por consequência na saúde pública se houver investimentos eficientes no setor (FERREIRA; GRAZIELE; MARQUES; GONÇALVES, 2021) e melhoria da gestão.

É importante considerar que muitas pessoas utilizam como solução alternativa à ausência das estruturas sanitárias, as fossas, estruturas inadequadas e que podem causar prejuízos à saúde (GROTT et al., 2018; EMERSON et al., 2004). Estas evidências podem ser observadas nos Estados do Acre, Amapá, Rondônia e Roraima, a partir das Figuras 4, 5, 6 e 7, mesmo quando se faz uma análise superficial dos indicadores em suas diversas perspectivas observacionais (SNIS, 2020; DATASUS, 2020).

Na década passada, no estado de Roraima, o SNIS já havia dado sinais e evidências de que os recursos financeiros disponíveis, os quais já seriam suficientes para a universalização dos serviços de abastecimento de água (SNIS,2020). Isso explica os altos índices de cobertura desta dimensão naquele estado, o qual vem alcançando níveis de universalização de $\approx 80\%$, sugerindo uma possibilidade efetiva de atendimento das metas de para este eixo do saneamento. Isto é, próxima do que preconiza alguns estados brasileiros da região sudeste (a mais desenvolvida neste quesito) (Figura 3). Além disso, os indicadores de esgotamento sanitário passam dos 60% (Figura 4), mostrando também que houve um considerável avanço das metas de universalização, apesar de ainda haver necessidade de melhorias contínuas em função da

heterogeneidade espacial destes benefícios (SNIS, 2020; BROWN; HELLER, 2017). Esse fato confirma a hipótese de provavelmente as melhorias significativas no Estado de Roraima não são apenas resultados de (“baixos”) investimentos, mas também da forma como esses recursos foram aparentemente aplicados e gerenciados no tempo, de modo que foram muito mais eficientes no cumprimento das metas de universalização previstas, por exemplo, pelo PLANSAB (Plano Nacional do Saneamento Básico).

Apesar deste considerável avanço nas dimensões de água de abastecimento e esgoto sanitário, ainda há desafios estruturais e estruturantes relevantes para o estado de Roraima. Isto é, avanços deste setor nas zonas rurais, tais como as comunidades ribeirinhas, pois é onde os serviços sanitários tornam-se mais “complexos” de se implementar e universalizar de forma economicamente eficiente (VERAS; RIBEIRO; SANTOS, 2020). Por exemplo, para superar estes problemas na Amazônia, a FUNASA tem promovido ações relevantes como tecnologias sociais apropriadas para água de abastecimento de comunidades isoladas, de forma mais adequada para o consumo, tais como o uso do sistema SALTA-Z (FUNASA, 2017). Todavia, o Novo Marco Legal do Saneamento (BRASIL, 2020) não considera como prioridade e meta as zonas rurais, especialmente as comunidades isoladas. Este fato torna a nova Lei bastante ineficiente para suprir necessidades básicas de universalização dos serviços de água e esgoto nas diversas comunidades espalhadas no interior da Amazônia, em especial nos estados de Acre, Amapá, Rondônia e Roraima.

Por outro lado, é relevante afirmar que a região amazônica não foi ocupada de forma planejada e sua urbanização foi significativamente influenciada por processos demográficos desorganizados e relacionados com a ocupação sem o devido planejamento, além do fácil acesso de transporte pela sua rica rede hidroviária, traduzida pelos rios que cortam a região (NETO, 2018). Este processo histórico ocorreu frequentemente pela necessidade de se formar aglomerados subnormais disseminados em diversos centros urbanos da região. Estes locais normalmente se apresentam sem estrutura adequada para a garantia de um ambiente saudável, direito básico garantido pela constituição Federal. Portanto, o Brasil ainda enfrenta grandes desafios relacionados à cobertura desigual dos serviços sanitários, bem como os serviços de saúde (PASTERNAK, 2016). Este problema pode ser observado em todos os mapas gerados nas Figuras 3, 4, 5, e 6 do presente estudo.

Na história mais recente da região amazônica, as atividades de mineração, extração de madeira e agricultura geraram forte explosão demográfica onde se instalaram (HOMMA, 2018). Como resultado histórico, a escala de aglomeração na Amazônia segue ainda um padrão desordenado definido por falta de acessibilidade, interesses econômicos e geopolíticos, o que contribui para

a precarização do saneamento, comprometendo os corpos d'água (FERREIRA et al., 2021) e a qualidade da prestação dos serviços sanitários. Consequentemente, a falta de planejamento, infraestrutura e ações não estruturantes (educação ambiental e sanitária, por exemplo), têm sido impactantes para a ocorrência de diversos problemas sanitários e consequentemente o acometimento de doenças endêmicas na população, inclusive diarreias (RAMLAL et al., 2020). É preciso compreender, portanto, que a questão do saneamento é como uma política pública de saúde efetiva e essencial para promover a qualidade de vida das comunidades e criar um ambiente livre de agentes infecciosos (LIMA; COSTA; RIBEIRO, 2017; TAZKIYAH; HALIMATUSSADIAH; MOEIS, 2022).

A deficiência sanitária expôs, pelos mesmos motivos da importância da urbanização e da habitação, a desigualdade brasileira no seu mais alto grau durante a epidemia da COVID-19 (VILARINHO et al., 2022, GOVEIA, 2021). Por exemplo, as regiões mais pobres, menos desenvolvidas e com baixos níveis de escolaridade, são as que frequentemente apresentam indicadores sanitários mais defasados (TUROLLA, 2014). Um exemplo contundente da ausência de proteção sanitária foi o caso de Manaus, onde morreram milhares de pessoas em pouco tempo durante a pandemia de COVID-19, provavelmente graças às condições sanitárias precárias, típicas e recorrentes na Amazônia. Todavia, apesar de ocorrer numa proporção relativamente menor, ocorreram problemas similares nos demais estados da Amazônia.

Problemas gerais de saneamento podem ser observados na diferença do abastecimento dos serviços de água e esgoto entre os diferentes estados e municípios. Por exemplo, as regiões Norte e Nordeste do Brasil, que apresentam os piores indicadores de abastecimento de água (58,9% e 74,9% respectivamente), contrastam severamente com as demais regiões do país, com cerca de 90% de cobertura (Sul e Sudeste). Na dimensão de esgoto a situação não é diferente. As regiões Norte e Nordeste apresentam, respectivamente, 13,1% e 30,3%, em contraste com as demais regiões: 47,4% no Sul; 59,5% no Centro-Oeste e 80,5% no Sudeste (SNIS, 2020).

Essa desigualdade pode ser percebida, inclusive, entre as capitais de uma mesma região do Brasil. Por exemplo, a cobertura de abastecimento de água em Macapá é estimada em 37,56%, enquanto em Palmas no Estado do Tocantins é de 98,66% (SNIS, 2020). O PIB per capita de Macapá estava em torno de R\$ 22.718,28 em 2019, enquanto o de Palmas era de aproximadamente R\$ 34.933,66, uma diferença intrarregional de 53,7% (IBGE, 2022).

Esse fenômeno se repete ao compararmos os Ex-Territórios Federais da Região Norte, onde o estado do Amapá apresenta uma cobertura de rede de água de 33,7%, o Acre 47,2%, Rondônia com 47,4% e Roraima com 81,8% (SNIS, 2020). Esta notável diferença é facilmente visível ao se observar os mapas dos indicadores na Figura 2. Isto é, apenas fatores econômicos parecem

não explicar suficientemente estas tamanhas diferenças. Por exemplo, o rendimento médio mensal domiciliar per capita dos estados é de R\$ 855,00 no Amapá; R\$ 888,00 no Acre; R\$ 1.023,00 em Rondônia e R\$ 1.046,00 em Roraima (IBGE, 2022). Todavia, sugerem que os estados com maior renda familiar aparentemente apresentam maior cobertura de serviços de água. Mas, apesar disso, este fator isolado não explica os indicadores sanitários e de saúde pública variantes ao longo da série histórica analisada (2008 a 2020) (Figuras 5, 6, e 7).

Embora a extensão do abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário no Brasil tenha aumentado nas últimas décadas, as ineficiências das redes de saneamento básico e a oferta desigual desses serviços continuam sendo um importante falha do setor de atuação das políticas públicas de saúde, como é observado em Macapá, capital do Amapá (VIEGAS et al, 2019), entre outras capitais como o Acre, Roraima, Rondônia, Belém, Manaus e Palmas (SNIS, 2020). E, num cenário de baixos investimentos financeiros e econômicos, há um risco desses indicadores piorarem, como observamos nas análises anteriores do presente texto.

Todavia estes argumentam somente não explicam isoladamente por que Roraima, apesar de também ser um Ex-Território Federal, assim como Acre, Amapá e Rondônia, apresenta indicadores tão superiores em relação aos quatro estados da Amazônia analisados, onde Roraima aproxima-se inclusive dos indicadores dos estados das regiões Sul e Sudeste brasileiras. Isto é, mesmo se considerando tantas similaridades geográficas, históricas, econômicas e geopolíticas entre Acre, Amapá, Roraima e Rondônia, as discrepâncias positivas do Estado de Roraima foram positivamente destacadas em quase todos os indicadores sanitários e de saúde. Estes indicadores foram seguidos por Rondônia, Acre e Amapá, quando estatisticamente comparados e testados. Talvez, uma das explicações plausíveis seja a bom e eficiente gerenciamento dos recursos públicos, tempo e efetividade de planejamento, capacidade de gestão e capacidade e eficiência nas ações práticas do setor em Roraima. Esta hipótese tem sido parcialmente confirmada, principalmente porque também foi em Roraima que os indicadores do SNIS (2020) e DATASU (2020) apresentaram a melhor qualidade das séries históricas disponíveis.

6. CONCLUSÃO

É possível afirmar que os estados de Roraima e Rondônia estão à frente dos estados do Acre e Amapá com relação às metas de universalização do eixo de abastecimento de água, onde observamos 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 de 45,59%. Isto é, confirma-se a hipótese de desigualdade intra e inter-regional, sendo identificado um nível de máximo contraste inter-regional entre os quatro estados estudados, apesar de suas histórias geopolíticas serem muito similares no tempo, indicando uma significativa desigualdade inter e intra-regional rumo à universalização do acesso a água e esgoto sanitário ($p < 0,05$).

Na dimensão do esgotamento sanitário o mesmo fenômeno se repete. Nós observamos que a universalização da coleta de esgoto foi alcançada em apenas dois municípios de Roraima, Caracará e Mucajaí (100% de coleta de esgoto), algo extremamente raro na Amazônia. Em Rondônia o município de Cerejeiras também alcançou esta marca. Mas, paradoxalmente, o estado do Amapá, com os piores indicadores sanitários, apresenta menor média de internações por mil habitantes. Esse tipo de análise paradoxal levanta questões interessantes sobre a qualidade e a confiabilidade dos dados oficiais contidos tanto no SNIS e DATASUS.

Finalmente, um grande desafio existente na análise estatística dos indicadores é o fato de haver significativa ausência de dados das séries, principalmente na plataforma do SNIS. Estas falhas pioram significativamente para o eixo do esgotamento sanitário, onde frequentemente muitos municípios se apresentam sem informações (“NA”). Isto é, campos de dados nas séries com o registro NA (ausência ou não analisados), o que pode também ter prejudicado parcialmente as análises estatísticas da presente pesquisa, sugerindo três cenários de avaliação: a) ausência verdadeira dos serviços de esgotamento na grande maioria dos municípios ex-territórios, b) falhas sistemáticas de preenchimento ou monitoramento dos indicadores ou c) os dois cenários anteriores ocorrem concomitantemente.

Sendo óbvia a ausência dos indicadores básicos, principalmente durante as coletas de dados e referentes às dimensões de esgoto sanitário. Este problema pode ter forte influência na não explicabilidade de alguns indicadores de saúde pública, tais como ocorrências de internações de diarreias nos municípios. Isto é, não é porque não está registrada que a doença não exista. Entretanto, o problema da causa-efeito torna-se bastante prejudicada em qualquer análise desses indicadores (saneamento versus saúde pública).

Nestes termos, sugerimos que a confiabilidade dos bancos de dados presente nas séries de indicadores do SNIS e DATASUS seja constantemente avaliada. Na medida em que os dados dos indicadores sanitários e de saúde pública reflitam realisticamente o que está ocorrendo nos diversos municípios da Amazônia. Caso estas melhoras não ocorram (confiabilidade dos dados), os dados disponíveis tornam-se em si um novo problema do saneamento básico, porque decisões podem ser tomadas com base nesses mesmos indicadores potencialmente não confiáveis ou não consistidos.

6.1 Recomendações para trabalhos futuros

É importante, contudo, frisar que nossa pesquisa apresenta algumas limitações. Problemas das séries históricas, com muitos dados ausentes. Não houve tempo hábil para o aprofundamento estatístico dessas séries como, por exemplo, outras séries disponíveis, tais como IDHM, Índices de Salubridade Ambiental (ISA), entre outros. Portanto, recomendamos fortemente que os bancos de dados desses indicadores sejam cuidadosamente revistos, consistidos e auditados, haja vista que as inconsistências detectadas não esperadas (paradoxos) tornam as análises frequentemente rejeitadas. Isto é, as correlações esperadas não seriam confirmadas com tanta frequência (se os dados estivessem provavelmente verificados ou potencialmente corretos). Esse problema pode gerar uma certa falta de confiança nas informações deste setor (SNIS e DATAUS) nesta região fronteiriça da Amazônia, o que poderia gerar problemas atuais e futuros para os gestores, tomadores de decisão.

7. REFERÊNCIAS

- A FOSTIER,. Mercury fluxes in a natural forested Amazonian catchment (Serra do Navio, Amapá; State, Brazil). **The Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 260, n. 1-3, p. 201-211, 9 out. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0048-9697\(00\)00564-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0048-9697(00)00564-7).
- AGUIAR, Enilde Santos de; RIBEIRO, Mônica Moraes; VIANA, Jéssica Herzog; PONTES, Altem Nascimento. Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado e indicadores socioeconômicos na Amazônia brasileira. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 1-16, 6 set. 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7302>.
- ARAÚJO, Elizandra Perez; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque; BRITO, Alan Ubaiara; CUNHA, Alan Cavalcanti da. Indicadores de abastecimento de água e doenças de transmissão hídrica em municípios da Amazônia Oriental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 26, n. 6, p. 1059-1068, dez. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200179>.
- BIDKHORI, Mohammad; YOUSEFI, Mahmood; ROHANI, Hosein; EBRAHIMI, Hosein; MOHAMMADI, Ali Akbar. 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**, [S.L.], v. 25, n. 5, p. 1234-1241, 3 maio 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2018.1462089>.
- BISHOGE, Obadia Kyetuzza; AREMU, Ademola Kabir; AJAYI, Dickson Dare; MFINANGA, Sayoki Godfrey. Sanitation and hygiene practices of secondary school students from Mtwara town in Tanzania. **International Journal Of Health Promotion And Education**, [S.L.], p. 1-14, 26 jun. 2022. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14635240.2022.2092883>.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano nacional de saneamento básico - Plansab. Brasília: Ministérios das Cidades; 2013.
- BRASIL. Lei nº 4070, de 15 de junho de 1962. Eleva o Território do Acre a Categoria de Estado e dá Outras Providências. Brasília, DF,1962.
- BRASIL. Lei Complementar nº 41, de 22 de dezembro de 1981. Cria o Estado de Rondônia e dá outras providências. Brasília, DF,1981.
- BRASIL. Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. . Brasília, 2020.
- BROWN, Colin; HELLER, Léo. Development cooperation in water and sanitation: is it based on the human rights framework?. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 22, n. 7, p. 2247-2256, jul. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232017227.04872017>.

- CAMERON, Lisa; SANTOS, Paulo; THOMAS, Milan; ALBERT, Jeff. Sanitation, financial incentives and health spillovers: a cluster randomised trial. **Journal Of Health Economics**, [S.L.], v. 77, p. 1-13, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhealeco.2021.102456>.
- CRAWLEY, Michael J.. **The R Book**. 2. ed. London: Wiley, 2013. 1051 p.
- CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque; LIMA, Débora Cristina Isacksson; BRITO, Priscila Nazaré. de Freitas; CUNHA, Alan Cavalcanti da; SILVEIRA JUNIOR, Arialdo Martins da; BRITO, Daímio Chaves. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 155-165, 31 dez. 2012. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.908>.
- DATASUS. Ministério da Saúde. TABNET – Informações de Saúde. Disponível em: <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. Evolution of Socioeconomic Conditions and Its Relation to Spatial–Temporal Changes of Giardiasis and Helminthiasis in Amazonian Children. **EcoHealth**, vol. 13, no. 4, p. 743–760, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10393-016-1167-z>.
- DESHPANDE, Aniruddha; MILLER-PETRIE, Molly K; A LINDSTEDT, Paulina; BAUMANN, Mathew M; JOHNSON, Kimberly B; BLACKER, Brigitte F; ABBASTABAR, Hedayat; ABD-ALLAH, Foad; ABDELALIM, Ahmed; ABDOLLAHPOUR, Ibrahim. Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17. **The Lancet Global Health**, [S.L.], v. 8, n. 9, p. 1-24, set. 2020. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s2214-109x\(20\)30278-3](http://dx.doi.org/10.1016/s2214-109x(20)30278-3).
- EMERSON, Paul M; LINDSAY, Steve W; ALEXANDER, Neal; BAH, Momodou; DIBBA, Sheik-Mafuji; FAAL, Hannah B; LOWE, Kebbao; MCADAM, Keith Pwj; A RATCLIFFE, Amy; WALRAVEN, Gijs El. Role of flies and provision of latrines in trachoma control: cluster-randomised controlled trial. **The Lancet**, [S.L.], v. 363, n. 9415, p. 1093-1098, abr. 2004. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(04\)15891-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(04)15891-1).
- FERREIRA, Sávio José Filgueiras; PINEL, Sebastien; RÍOS-VILLAMIZAR, Eduardo Antonio; MIRANDA, Sebastião Átila Fonseca; PASCOALOTO, Domitila; VITAL, Ana Rosa Tundis; MONTEIRO, Maria Terezinha Ferreira; SILVA, Maria do Socorro Rocha da; CUNHA, Thaís Rivera Brandão da; SANTOS, Almir Salgado dos. Impact of rapid urbanization on stream water quality in the Brazilian Amazon. **Environmental Earth Sciences**, [S.L.], v. 80, n. 8, p. 1-16, abr. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-021-09621-7>.
- FERREIRA, Patrícia da Silva Figueiredo; MOTTA, Patrícia Constantino; SOUZA, Tayane Crispim de; SILVA, Thiago Paulo da; OLIVEIRA, Juliana Ferreira de; SANTOS, Ana

- Silvia Pereira. Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira. **Revista Internacional de Ciências**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 214-229, 22 dez. 2016. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/ric.2016.24809>.
- FERREIRA, Diogo Cunha; GRAZIELE, Ingrid; MARQUES, Rui Cunha; GONÇALVES, Jorge. Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: the brazilian case. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 779, p. 1-16, jul. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146279>.
- FREITAS, Jeanne Lúcia Gadelha; ALVES, Jéssica Cunha; PEREIRA, Priscilla Perez da Silva; MOREIRA, Kátia Fernanda Alves; FARIAS, Edson dos Santos; CAVALCANTE, Daniela Ferreira Borba. Child mortality for avoidable causes in Rondônia: temporal series study, 2008-2018. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, [S.L.], v. 42, p. 1-7, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-1447.2021.20200297>.
- FREITAS, Aimberê. **Políticas Públicas e Administrativas de Territórios Federais do Brasil**. 1990. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso da Escola de Administração de Empresas da FGV, Fundação Getúlio Vargas - Fgv, Boa Vista, 1990.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual da Solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará. Brasília: FUNASA; 2017.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde Decorrentes de Agravos Relacionados a um Saneamento Ambiental Inadequado. Brasília: FUNASA; 2010.
- FURTADO, RAFAEL NERI ; Cunha, Helenilza Ferreira Albuquerque ; XISTO DA SILVA, GEISON CARLOS ; Cunha, Alan Cavalcanti da . Avaliação da conformidade físico-química e microbiológica da água tratada e distribuída no município de Santana/AP. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, v. 8, p. 101-110, 2017. <https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.004.0009>
- GHANBARIAN, Marjan; ROUDBARI, Aliakbar; NAZEMI, Saeid; JAVID, Allah-Bakhsh. A comparative study of various parameters of drinking water quality in Shahroud city, Iran: tap water, well water and bottled water. **Water Policy**, [S.L.], v. 24, n. 6, p. 867-877, 19 maio 2022. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2022.201>.
- GAVA, Caroline; CARDOSO, Andrey Moreira; BASTA, Paulo Cesar. Infant mortality by color or race from Rondônia, Brazilian Amazon. **Revista de Saúde Pública**, [S.L.], v. 51, p. 1-9, 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1518-8787.2017051006411>.
- GHOSH, Pritam; HOSSAIN, Moslem; SARKAR, Sanjit. Inequality Among Social Groups in Accessing Improved Drinking Water and Sanitation in India: a district-level spatial analysis. **The Professional Geographer**, [S.L.], p. 1-22, 1 nov. 2022. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00330124.2022.2124181>.

- GOVEIA, Luis Alberto Miranda. COVID-19 and access to water in the Brazilian Amazonia. **Mundo Amazónico**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 18-42, 2021. DOI: 10.15446/ma.v12n1.88651
- GROTT, Silvana Lopes; FAÇANHA, Evellyn Brito; FURTADO, Rafael Neri; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque; CUNHA, Alan Cavalcanti da. Variação espaço-sazonal de parâmetros da qualidade da água subterrânea usada em consumo humano em Macapá, Amapá, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 645-654, ago. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018162018>.
- HAMMOURI, Nezar; TALAFHA, Mohammad; HAMARNEH, Qais; ANNAB, Zeina; AL-RUZOUQ, Rami; SHANABLEH, Abdallah. Vulnerability Hotspots Mapping for Enhancing Sanitation Services Provision: a case study of Jordan. **Water**, [S.L.], v. 14, n. 11, p. 1-19, 25 maio 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w14111689>.
- HELLER, Leo; REZENDE, Sonaly Cristina; CAIRNCROSS, Sandy. Water and sanitation in Brazil: the public-private pendulum. **Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers - Municipal Engineer**, [S.L.], v. 167, n. 3, p. 137-145, set. 2014. Thomas Telford Ltd.. <http://dx.doi.org/10.1680/muen.13.00019>.
- HOMMA, A. K. O. **Colhendo da natureza: o extrativismo vegetal na Amazônia**. Embrapa Amazônia Oriental-Livro científico (ALICE). 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, e Coordenação de População e Indicadores Sociais. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- IMADA, Katuscia Shiota; DE ARAÚJO, Thiago Santos; MUNIZ, Pascoal Torres; DE PÁDUA, Valter Lúcio. Socioeconomic, hygienic, and sanitation factors in reducing diarrhea in the Amazon. **Revista de Saude Publica**, vol. 50, p. 1-10, 2016. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2016050006505>.
- LIMA, Viviana Mendes; COSTA, Sandra Maria Fonseca da; RIBEIRO, Helena. Uma contribuição da metodologia Peir para o estudo de uma pequena cidade na Amazônia: ponta de pedras, Pará. **Saúde e Sociedade**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 1071-1086, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-12902017170861>.
- MARA, Duncan; LANE, Jon; SCOTT, Beth; TROUBA, David. Sanitation and Health. **Plos Medicine**, [S.L.], v. 7, n. 11, p. 1-7, 16 nov. 2010. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000363>.
- NETO, Jacy Soares Corrêa. O bioma como condicionante da urbanização na Amazônia. (Dissertação de mestrado) Universidade Estadual de Campinas. 2018. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/1088776>
- PASTERNAK, Suzana. Habitação e saúde. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 30, n. 86, p. 51-66, abr. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142016.00100004>

- RAMLAL, Preshod Sewnand; LIN, J.; BUCKLEY, C. A.; STENSTRÖM, T. A.; AMOAH, I. D.. Determinants of diarrhoeal infections among users of shared sanitation in informal settlements in Durban, South Africa. **Journal Of Water And Health**, [S.L.], v. 20, n. 10, p. 1517-1533, 29 ago. 2022. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/wh.2022.201>.
- RIBEIRO, Maura Regina; ABREU, Luiz Carlos de; LAPORTA, Gabriel Zorello. Drinking water and rural schools in the Western Amazon: an environmental intervention study. **Peerj**, [S.L.], v. 6, p. 1-16, 15 jun. 2018. PeerJ. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.4993>.
- SANTOS, Bruna Vanzella dos; LIMA, Diego da Silva; FONTES, Cor Jesus Fernandes. Internações por condições sensíveis à atenção primária no estado de Rondônia: estudo descritivo do período 2012-2016. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, v. 28, n. 1, p. 1-12, jan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100001>.
- SOUSA, Ana Cristina A. de; COSTA, Nilson do Rosário. Política de saneamento básico no Brasil: discussão de uma trajetória. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 615-634, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-59702016000300002>.
- SOUSA, Taís Silva; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque; CUNHA, Alan Cavalcanti da. Risco de alagamentos influenciados por fatores ambientais em zonas urbanas de Macapá e Santana/AP. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Macapá, v. 4, n. 12, p. 245-259, 2021.
- SOUSA, Taís Silva.; VIEGAS, Clezio Junior Teixeira.; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque; CUNHA, Alan Cavalcanti da. **Sistema de drenagem urbana no município de Macapá como dimensão relevand do saneamento básico**. In: IV Semana de Engenharia Civil da Unifap, 2019, Macapá. Infraestrutura e Saneamento, 2019. v. 1. p. 12
- SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>
- TABORDA, Roger Lafontaine Mesquita; SILVA, Luiz Antônio da; ORLANDI, Patricia Puccinelli; BATISTA, Flávia Serrano; RODRIGUES, Renata Santos; MATOS, Najla Benevides. Characterization Of Enteroggregative Escherichia Coli Among Diarrheal Children in Western Brazilian Amazon. **Arquivos de Gastroenterologia**, [S.L.], v. 55, n. 4, p. 390-396, dez. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0004-2803.201800000-84>.
- TAZKIYAH, Kiki Amalia; HALIMATUSSADIAH, Alin; MOEIS, Faizal Rahmanto. Does microcredit for water and sanitation improve household welfare? Evidence from Indonesia. **Journal Of Water, Sanitation And Hygiene For Development**, [S.L.], v. 12, n. 5, p. 405-416, 1 maio 2022. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/washdev.2022.143>.
- TIRELLO, Regina Andrade; COSTA, Ana Cynthia Sampaio da. Questões sobre conservação do patrimônio arquitetônico moderno e a Vila Serra do Navio. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 75-87, 21 dez. 2017. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v8i2.8648299>.

- TSUTYIA, M. T. Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento da EPUSP. São Paulo. 3ª Edição. 643p, 2006.
- TUROLLA, F.A. **Saneamento**: O Despertar de um Setor Estagnado. Novos rumos para a infraestrutura: eficiência, inovação e desenvolvimento. São Paulo: Lex, 2014.
- UDDIN, Md. Ripaj; KHANDAKER, Mayeen Uddin; ABEDIN, Md. Jainal; AKTER, Nahida; JAMAL, Ahm Shofiul Islam Molla; SULTANA, Rokaia; SULTANA, Shahnaz; HASAN, Mehedi; OSMAN, Hamid; ELESAWY, Basem H.. Quality Assessment of Bottled and Unbottled Drinking Water in Bangladesh. **Water**, [S.L.], v. 13, n. 15, p. 1-20, 24 jul. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w13152026>.
- UNESCO. UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk* (v. 1), *Knowledge Base* (v. 2) and *Facing the Challenges* (v. 3). Washington, 2012.
- VERAS, Antonio Tolrino de Rezende.; RIBEIRO, Wagner Costa.; SANTOS, Eder Rodrigues. Uma incursão ao Baixo Rio Branco (Roraima/Amazonas), saneamento básico. *Confins*, [S.L.], n. 47, p. 1-17, 22 set. 2020. OpenEdition. <http://dx.doi.org/10.4000/confins.31823>
- VIEGAS, Clezio Junior Teixeira; SOUSA, Taís Silva; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque; CUNHA, Alan Cavalcanti da. Sistema de esgotamento sanitário e casos de diarreia em Macapá/AP. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 303-316, 17 fev. 2021. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.002.0028>.
- VIEIRA, José Medeiros.. Aspectos do Controle Administrativo sobre os Territórios Federais. *Revista do Serviço Público*, [S.L.], v. 108, n. 2, p. 55-88, 28 jul. 2017. Escola Nacional de Administracao Publica (ENAP). <http://dx.doi.org/10.21874/rsp.v0i2.2397>.
- VILARINHO, Cíntia Maria Ribeiro.; SCHMITT, Vanessa Fernanda.; REIS, Bárbara Carolina.; MELILLO, Wagner José Silva.; COUTO, Eduardo de Aguiar do. 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 Sanitaria e Ambiental*, [S.L.], v. 27, n. 2, p. 335-346, abr. 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200403>