

Avaliação dos serviços de saneamento na Região Metropolitana de Belém (RMB) usando o Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Evaluation of sanitation services in the Metropolitan Region of Belém (RMB) using Geographical Information System (GIS)

Rebeca Pina Nunes¹ , Francisco Carlos Lira Pessoa² , Fábio Sergio Lima Brito³ 

¹Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, PA, Brasil. E-mail: rebeca.pina@hotmail.com

²Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, PA, Brasil. E-mail: fclpessoa@ufpa.br

³Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – PPG-SMARH, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: fabiobrito@ufmg.br

Como citar: Nunes, R. P., Pessoa, F. C. L., & Brito, F. S. L. (2024). Avaliação dos serviços de saneamento na Região Metropolitana de Belém (RMB) usando o Sistema de Informação Geográfica (SIG). *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 21, e17. <https://doi.org/10.21168/rega.v21e17>

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho da cobertura dos serviços de saneamento de municípios da Região Metropolitana de Belém (RMB) por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG). A metodologia consistiu em três principais etapas: inicialmente, foram consultados os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS); em seguida, foram calculados os índices de atendimento à população quanto aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos; posteriormente, houve a elaboração de mapas temáticos sob uso da ferramenta SIG. Os resultados revelaram uma condição sanitária “REGULAR”, com pontuação de 47,04% de atendimento aos serviços de saneamento nos municípios. Os principais problemas diagnosticados estão relacionados ao sistema de esgotamento sanitário em virtude da ausência e/ou do baixo atendimento à população. Portanto, esse eixo do saneamento deve receber maior atenção do poder público municipal, visando reverter o atual quadro de degradação ambiental.

Palavras-chave: Serviços de Saneamento; Índice de Atendimento; Meta de Atendimento.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the performance of the coverage of sanitation services in municipalities in the Metropolitan Region of Belém (RMB) through the Geographic Information System (GIS). The methodology consisted of three main stages: initially, data from the National Sanitation Information System (SNIS) were consulted; subsequently, the rates of service to the population with water supply, sanitary sewage and solid waste collection services were calculated; in addition to the elaboration of thematic maps using the GIS tool. The results revealed a “REGULAR” sanitary condition with a score of 47.04% of attendance to sanitation services in the municipalities. The main problems diagnosed are related to the sanitary sewage system due to the absence and/or low service to the population. Therefore, this sanitation axis should receive greater attention from the municipal public authorities, aiming to reverse the current situation of environmental degradation.

Keywords: Sanitation Services; Attendance Rate; Goal of Service.

INTRODUÇÃO

Historicamente, as cidades brasileiras se desenvolveram sem o planejamento adequado do uso e da ocupação do solo, o que, conseqüentemente, ocasionou um crescimento desordenado no país (Rocha et al., 2019). Essa ausência de infraestrutura é mais evidente no setor de saneamento, uma vez que aproximadamente 35 milhões de brasileiros, isto é, 15,1% da população, não possui acesso à água tratada e quase 100 milhões de pessoas, ou seja, 52,2%, não são atendidas pela rede coletora de esgotos sanitários (Trata Brasil, 2023).

Recebido: Março 31, 2024. Revisado: Julho 16, 2024. Aceito: Agosto 14, 2024.



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

A Lei Federal 14.026, de 2020, conhecida como o marco legal do saneamento, no seu art. 3º, define o saneamento como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2020).

A ausência e/ou precariedade dos serviços de saneamento provocam problemas estéticos visuais, poluição das matrizes ambientais e agravos à saúde pública pela disseminação de doenças de veiculação hídrica (Brasil, 2015; Brito et al., 2021). Sendo assim, o saneamento é um dos principais aspectos para a promoção da saúde ambiental, visto que pode melhorar a qualidade de vida da população (Viana et al., 2020).

Por outro lado, um dos principais entraves para a universalização do saneamento no Brasil é que ele não é visto como uma política pública autenticada como garantia social, para que se ratifique o acesso equitativo a todos os segmentos sociais (Heller et al., 2018). Além disso, apesar de ser considerado um direito humano básico reconhecido pela Organização das Nações Unidas (ONU), os serviços de saneamento não são ofertados a toda população (Reis & Carneiro, 2021).

A ONU (ONU, 2015), por sua vez, tem incentivado o acesso universal aos serviços de saneamento, dado que o sexto Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) é assegurar a disponibilidade da água e do saneamento para todos até 2030. No entanto, sabe-se que são metas audaciosas frente às diversas dificuldades institucionais, infraestruturais, orçamentárias e de gestão e governança (Santos & Santana, 2022).

Nesse contexto, um instrumento que pode auxiliar os gestores públicos na tomada de decisão é a avaliação dos serviços de saneamento. Essa prática é uma ferramenta de planejamento dos serviços prestados à população, além de que pode estabelecer métricas de desempenho e qualidade; e serve para orientar as políticas públicas municipais, estaduais e nacionais (Nirazawa & Oliveira, 2018).

Com isso, a lei de Saneamento Básico afirma que os titulares, na figura dos municípios, são os responsáveis pela elaboração e pela construção do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), em que são definidas as diretrizes para o adequado planejamento e a forma na qual ocorrerá a implantação do desenvolvimento urbano. Nesse sentido, o Decreto Federal nº 7.217/2010 – que regulamenta a referida Lei – faz do Plano de Saneamento Básico um pré-requisito para o acesso a recursos federais destinados a investimentos no setor.

O PMSB deve instituir metas progressivas de aumento da população atendida com os serviços de saneamento básico, a fim de estabelecer a democratização do acesso em curto, médio e longo prazo. Dessa forma, estudar os níveis de atendimento com os serviços – Sistema Abastecimento de Água (SAA), acesso à rede coletora de esgotos sanitários, coleta de resíduos sólidos e manejo das águas pluviais – é indispensável, não apenas pelo papel de impulsionadores do crescimento urbano, mas também pela interface que estabelecem com a conservação do meio ambiente e com a atenuação dos problemas de saúde pública.

Segundo o Trata Brasil (2022), a região Norte apresenta os piores índices de saneamento do Brasil. Nesse ínterim, o Estado do Pará também se insere nessa estatística ao atender somente 51,1% da população com água tratada e 8,5% com acesso à coleta de esgoto sanitário. Diante desse cenário, faz-se necessário avaliar os índices de saneamento, com intuito de identificar quais são os serviços que precisam receber os investimentos públicos de maneira mais emergencial.

Um mecanismo que pode facilitar a compilação de uma grande quantidade de dados é o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o qual é uma ferramenta de geoprocessamento que contribui para a representação das informações ao resumir uma grande quantidade de dados por meio de elementos específicos, como: mapas temáticos espaciais, tabelas e imagens digitais que retratam uma determinada realidade (Ramadan et al., 2019). Ademais, pode ser empregado como um importante recurso para utilização e interpretação dos indicadores de saneamento, buscando melhorar o desempenho dos serviços prestados à população (Viana et al., 2020).

Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os serviços de saneamento da Região Metropolitana de Belém (RMB), utilizando o Sistema de Informação Geográfica (SIG). Concomitantemente, pode auxiliar, ainda, na identificação das metas atingidas para a prestação dos serviços de saneamento de forma mais democrática, tornando-se uma importante ferramenta para a tomada de decisões.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O estudo abrangeu os municípios de Ananindeua, Belém, Benevides, Marituba e Santa Bárbara do Pará que integram a maior parte da Região Metropolitana de Belém (RMB) no Estado do Pará, Brasil

(Figura 1). A população estimada é de 2.677.089 habitantes, onde se concentram aproximadamente 29% dos residentes do Estado. A unidade territorial é de 4.876.121 km², com densidade demográfica de 549,02 hab/km² e índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,745, considerado alto (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é equatorial de floresta tropical úmida e encontra-se na zona clima de monção – Am (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020). Apresenta temperatura com médias mensais superiores a 20°C e regime com uma precipitação média acima de 400 mm, com chuvas regulares no primeiro trimestre do mês de março (Menezes et al., 2015). É uma das metrópoles mais importantes da região amazônica brasileira (Cardoso et al., 2015).

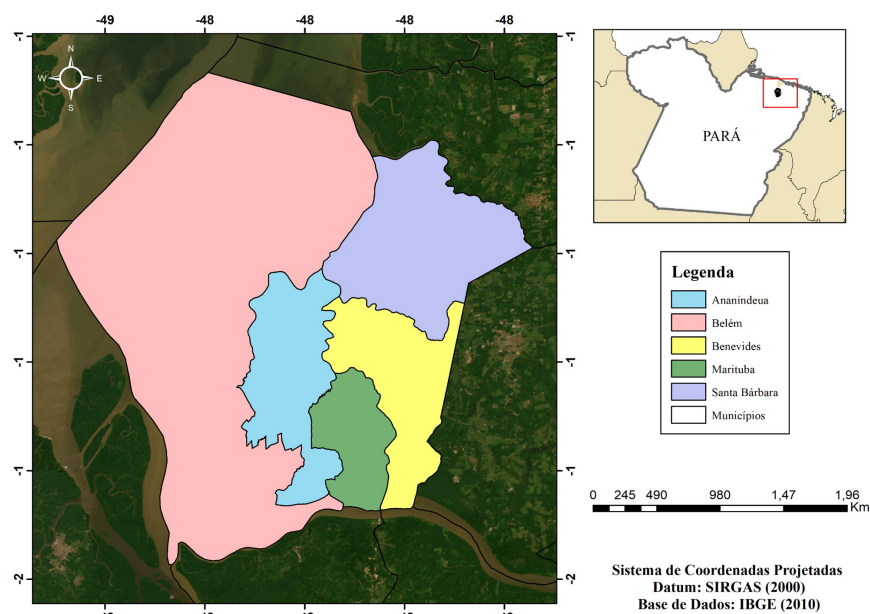


Figura 1. Mapa de localização dos municípios da RMB.

Fonte: Autores (2024).

Na Tabela 1, encontram-se as informações referentes aos municípios estudados, as quais são: população, índice de desenvolvimento humano (IDH) e coordenadas geográficas.

Tabela 1. Cidade, população, IDH e coordenadas geográficas.

Cidade	População	IDH	Coordenadas Geográficas	
			Latitude	Longitude
Ananindeua	540.410	0,718	1°21'59"	48°22'20"
Belém	1.506.420	0,746	1°27'18"	48°30'9"
Benevides	64.780	0,665	1°21'41"	48°4'43"
Marituba	135.812	0,676	1°21'19"	48°20'36"
Santa Bárbara	21.811	0,627	1°13'27"	48°17'38"

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023).

Base de dados

O levantamento de dados da pesquisa foi realizado com base na série histórica do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2023) de 2010 a 2020, a partir dos dados de população total. Os municípios foram selecionados com base na disponibilidade de informações, considerando o mesmo período de dados para todas as cidades. Os indicadores com os serviços de cobertura, como abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos, foram selecionados por apresentarem uma maior quantidade de dados.

Análise dos dados

Os indicadores de atendimento foram analisados mediante as fórmulas contidas na Tabela 2, em que se calculou o desempenho dos serviços de saneamento para cada um dos indicadores; consecutivamente, uma média aritmética, envolvendo todos eles, foi elaborada para compor o índice global de saneamento da RMB, conforme a pesquisa de Viana et al. (2020). Tal índice é baseado no barômetro da sustentabilidade, no qual todos os eixos do saneamento receberam o mesmo peso, ou seja, consideraram-se graus de importância iguais por se entender que a ausência de um ou mais serviços de saneamento impacta na qualidade de vida da população de forma igualitária. Logo, o índice global de saneamento fornece uma avaliação de forma mais integrada, sem excluir a captação das particularidades dos indicadores de forma individual (Veiga, 2010).

Tabela 2. Índice de atendimento com serviços de saneamento e fórmulas utilizadas.

Indicador/Índice	Fórmula
Indicador de abastecimento de água (I_{AA})	$\frac{\text{População atendida com água}}{\text{População total}} * 100$
Indicador da Diretriz do Plano de amostragem do controle qualidade da água (I_{DPA})	$\frac{\text{Número de amostras obrigatórias}}{\text{Número de amostras obrigatórias realizadas}} * 100$
Indicador de coleta do esgoto sanitário (I_{CES})	$\frac{\text{População atendida com coleta de esgoto}}{\text{População total}} * 100$
Indicador do tratamento de esgoto sanitário (I_{TES})	$\frac{\text{Volume de esgoto coletado}}{\text{Volume de esgoto coletado/tratado}} * 100$
Indicador de coleta dos resíduos sólidos (I_{CRS})	$\frac{\text{População atendida com coleta de resíduos}}{\text{População total}} * 100$
Índice global de saneamento (I_{GS})	$\frac{(I_{AA} + I_{DPA} + I_{CES} + I_{TES} + I_{CRS})}{5}$

Fonte: Adaptado de Viana et al. (2020).

Os dados foram analisados conforme a Tabela 3, na qual se classificou a avaliação de desempenho dos serviços de saneamento mediante o proposto por Veiga (2010), de acordo com as faixas de pontuação de 0 (zero) a 100 (cem).

Tabela 3. Avaliação de desempenho dos indicadores dos serviços de saneamento.

Pontuação do serviço	Classificação	Cor
0-20	Péssimo	Red
21-40	Ruim	Yellow
41-60	Regular	Grey
61-80	Bom	Blue
81-100	Excelente	Green

Fonte: Adaptado de Veiga (2010).

A organização do banco de dados e o tratamento das informações ocorreram por meio da utilização do *software* livre de geoprocessamento Qgis versão 3.30.3, cujo objetivo consistiu em tratar as informações espaciais para permitir a organização e a elaboração dos mapas temáticos utilizando a ferramenta SIG. A pontuação dos serviços de saneamento foi fomentada conforme as cores da Tabela 3, para melhor visualização dos dados. Inclusive, vale ressaltar, que os municípios os quais não informaram dados ao SNIS foram sinalizados com a cor branca.

O critério de avaliação dos indicadores de desempenho do SNIS baseou-se em analisar os dados para cada dois anos, objetivando identificar as mudanças no atendimento à população quanto aos serviços de saneamento. Por fim, foi realizada uma comparação da evolução do atendimento da população da RMB com os serviços de saneamento em função das metas estabelecidas no Plano Estadual de Saneamento Básico (PESB) do Pará.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Indicador de Abastecimento de Água (IAA)

Na Figura 2, estão dispostos os dados referentes à cobertura com o serviço de abastecimento de água nos municípios estudados. A partir da análise dos mapas, constatou-se que o indicador de atendimento à população com água potável apresentou uma variabilidade na cidade de Belém, pois, em 2010, o serviço era de 87,7%, classificado como “EXCELENTE”, e progresso com vistas à universalização. Em contrapartida, em 2020, o percentual caiu para 73,41%, com “BOM” desempenho. Esse fato pode estar relacionado ao crescimento populacional, o que aumenta a demanda por mais acesso à água tratada.

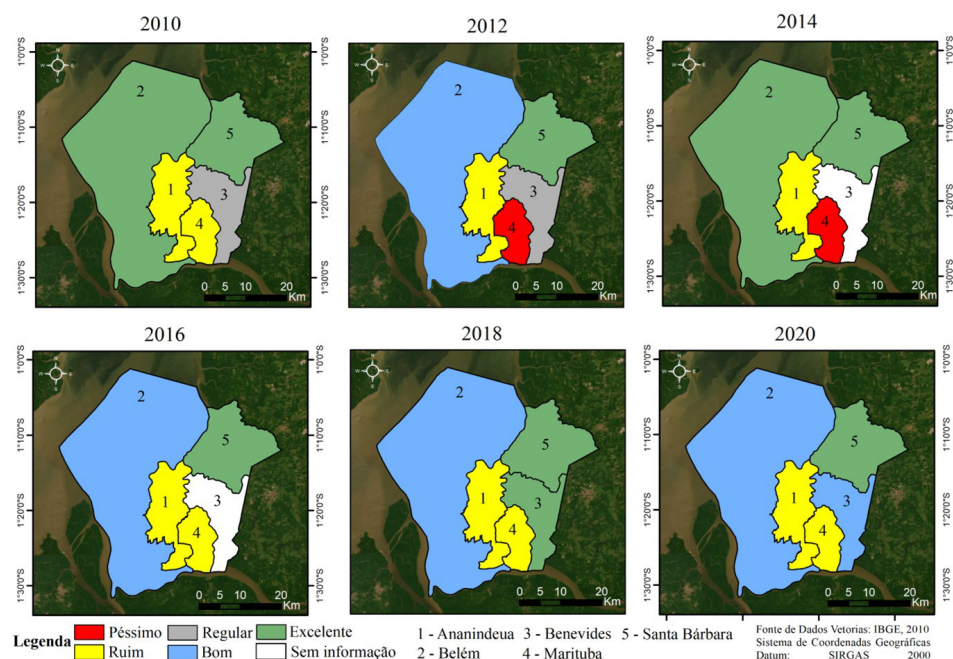


Figura 2. Indicador de cobertura com abastecimento de água em relação à população total dos municípios da RMB.
Fonte: Autores (2024).

Em Santa Bárbara do Pará, o indicador obteve “EXCELENTE” desempenho em todos os anos pesquisados. Apesar da alta pontuação, na inspeção realizada pela CGU - Controladoria Geral da União (2018), foi constatado que a grande maioria dos reservatórios existentes no município não estavam operando com capacidade máxima e/ou encontram-se desativados. Assim, as Estações de Tratamento da Água (ETA) simplificadas não estavam operando a unidade de tratamento, ou seja, toda água captada do manancial subterrâneo era direcionada para a rede de distribuição sem a etapa de desinfecção da água.

O município de Ananindeua apresentou déficits no sistema de abastecimento de água em todos os anos analisados, obtendo pontuação média de 30,47%, com performance situacional “RUIM”. O mesmo comportamento foi observado na cidade de Marituba, pois a média foi de 22,19%, sendo classificada como “RUIM” desempenho. Em Benevides, houve um aumento paulatino na cobertura do serviço de abastecimento, partindo de 47,71% em 2010 para 80% em 2020.

Na pesquisa de Bordalo (2017), o autor concluiu que o cenário de vulnerabilidade da água potável na Amazônia brasileira é causado pelo baixo investimento financeiro e tecnológico para a ampliação dos serviços prestados à população. No estudo de Brito et al. (2021), os autores verificaram que os sistemas de abastecimento da RMB enfrentam problemas, tais como: elevado índice de perdas, vazamento nas tubulações, baixa pressão nas redes e grande incidência de ligações clandestinas. Desse modo, faz-se necessário um gerenciamento adequado da água potável, com o objetivo de ampliar a prestação do serviço.

É oportuno mencionar, sobretudo, no que concerne a esse cenário, que os municípios de Belém, Benevides e Santa Bárbara apresentaram índices de abastecimento de água superiores à média do Estado do Pará, que era de 45,62% em 2020. Enquanto que as cidades de Ananindeua e Marituba

obtiveram indicadores inferiores aos percentuais estaduais. Não obstante, todos os municípios apresentaram índices de atendimento menores do que a média nacional, que era de 83,62% em 2020 (Plano de Saneamento Básico Integrado do Estado do Pará, 2020).

Na Figura 3, a seguir, estão os dados de atendimento populacional da RMB com serviço de abastecimento de água para o ano de 2020 e as metas estabelecidas no PESB para serem cumpridas, em curto prazo, entre os anos 2020 e 2023. Levando em consideração esse contexto, pode-se observar que apenas o município de Benevides atendeu ao percentual previsto que era de 78,12% até 2023. As cidades de Belém e Santa Bárbara apresentaram índices de 73,41% e 65,79% respectivamente, com bom progresso nas metas definidas no plano estadual.

Já os municípios de Ananindeua e Marituba apresentaram sequencialmente percentuais de 33,8% e 30,67%. Ao analisar esses resultados, constatou-se que os indicadores de atendimento à população com água potável estão abaixo de 50%, apontando que dificilmente essas cidades irão atingir o percentual estipulado no PESB para a RMB. Além dos entraves no âmbito urbano, sabe-se que o atendimento com serviços de saneamento em áreas rurais, até então, é um dos maiores desafios devido a problemas técnicos, econômicos e/ou políticos.

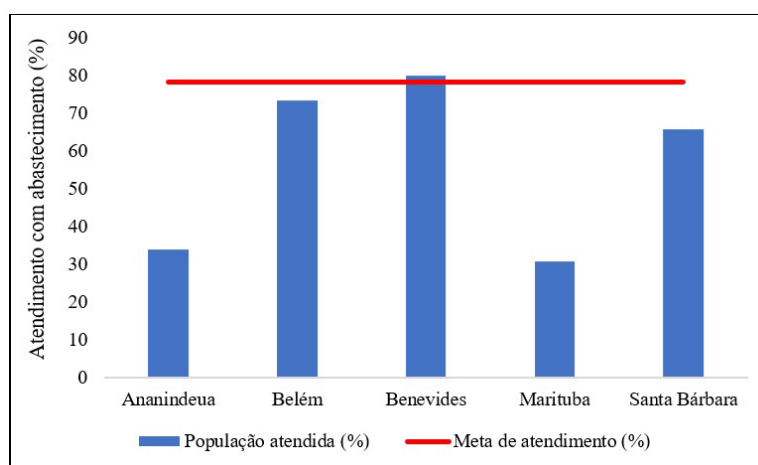


Figura 3. Metas de atendimento para o abastecimento de água em relação às atingidas conforme estabelecido no PESB.
Fonte: Autores (2024).

Indicador da diretriz do plano de amostragem do controle de qualidade da água (IDPA)

O indicador da diretriz do plano de amostragem do controle de qualidade da água (IDPA) buscou acompanhar se o controle da qualidade da água é efetivo nos municípios da RMB. Isto é, verificou-se, necessariamente, se o número de amostras realizadas pela concessionária acompanha o número mínimo de amostras obrigatórias exigidas pela Portaria de nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde (MS) (Brasil, 2021), de acordo com o porte populacional de cada município. Nesse viés, a companhia de saneamento fornece ao SNIS os dados acerca dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de turbidez, cloro residual e coliformes totais.

Ao analisar a Figura 4, constatou-se que somente o município de Santa Bárbara atingiu o número mínimo de amostras exigidas pelo MS, apresentando um “EXCELENTE” controle da qualidade da água a partir de 2014. As demais cidades não realizaram o monitoramento adequado da qualidade da água das ETAs. Consoante essa verificação, não se pode afirmar que a água distribuída pelas concessionárias seja potável, ou seja, não oferece riscos à saúde da população, posto que esse teste analítico é a única forma de comprovar a potabilidade das águas distribuídas à sociedade.

É válido mencionar, diante disso, que a averiguação do cumprimento do número de análises realizadas, em função da quantidade exigida, possibilita que os gestores responsáveis pelo controle das ETAs façam uma avaliação da atual conjuntura dos municípios. Somado a isso, possibilita que desenvolvam estratégias para aperfeiçoar o monitoramento da qualidade da água, aumentando, por conseguinte, a capacidade dos municípios em inferir sobre a qualidade da água consumida pela população (Brasil, 2019).

No estudo realizado por Almeida (2014), analisou-se a qualidade microbiológica da água consumida em 169 residências situadas no município de Belém-PA. A autora concluiu que 69% das amostras de água encanada estavam contaminadas por bactérias heterotróficas totais e 21,05% por coliformes totais. Por isso, é essencial monitorar a qualidade da água distribuída à população.

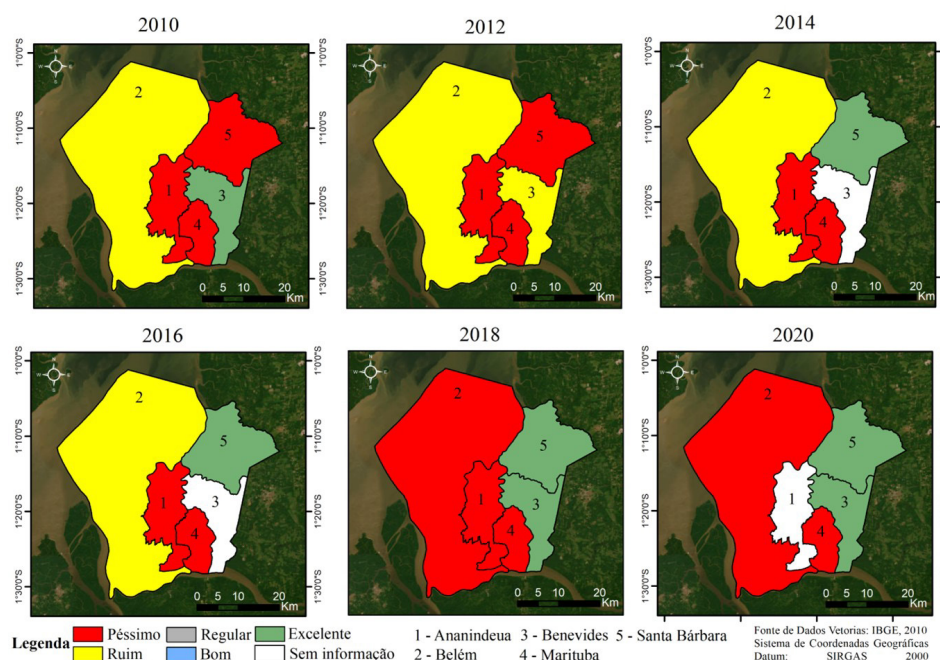


Figura 4. Indicador de atendimento ao número mínimo de amostras exigidas para o monitoramento da qualidade da água nos municípios da RBM.

Fonte: Autores (2024).

Em conformidade a isso, no estudo realizado por Colina (2018), a autora revelou que a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) justificou que não realizava o controle da qualidade da água das ETAs em virtude dos altos custos com análises laboratoriais. Guerra & Silva (2018) destacaram, em sua pesquisa, que o Laboratório Central do Estado (LACEN), ligado às secretarias estaduais, pode realizar as análises, desde que a concessionária solicite. Porém, na maioria das cidades, esse envio de amostras “não ocorre em virtude de entraves de ordem política, muitas vezes, ocasionados pela indiferença dos gestores dos órgãos”.

Indicador de coleta do esgoto sanitário (Ices)

Na Figura 5, observa-se a espacialização dos dados de cobertura com coleta do sistema de esgotamento sanitário. Verificou-se, nessa perspectiva, que todos os municípios apresentaram déficits com relação à prestação do serviço, classificando-se como “PÉSSIMO” desempenho. Esse fato pode estar atrelado ao crescimento populacional desordenado das cidades, que não foi acompanhado pelas concessionárias locais, seja pela falta de investimentos estaduais; ou pela baixa arrecadação dos serviços prestados, para que as companhias investissem em projetos de expansão da rede coletora.

Outro aspecto a ser destacado é a inconsistência e a imprecisão das informações que os prestadores declararam no SNIS. Na cidade de Belém, por exemplo, o ano de 2018 apresentou um percentual de coleta isolado de 25,7%, mas nos anos anteriores e posteriores os valores foram abaixo de 10%. O mesmo ocorreu na cidade de Santa Bárbara, visto que, em 2012, o índice era de 88%, e posteriormente o atendimento decaiu, de forma exponencial, para 0,86% no ano de 2016. À vista disso, essas informações não apresentam coerência com a série histórica de dados, devido ao SNIS administrar e organizar as informações concedidas pelas prestadoras do serviço, todavia, não fiscalizar a veracidade dos dados.

Na pesquisa de Souza Filho & Alves (2022), foram analisadas as condições de esgotamento sanitário da cidade de Manaus no Estado do Amazonas. Os autores constataram que o percentual de atendimento com rede coletora de esgoto era de 12,43% em 2018, com forte degradação da qualidade das águas em virtude da poluição difusa em vários pontos da cidade, o que não difere da realidade dos municípios da RMB e da região Norte como um todo.

Na Figura 6, estão ilustrados os dados referentes à população total atendida com esgotamento sanitário e a meta estabelecida em curto prazo no PESB para 2020 a 2023. Nos dados, verificou-se que o município de Marituba atingiu o valor estipulado de 27,38% para a prestação do serviço de rede coletora de esgotos. A cidade de Ananindeua, por sua vez, superou o percentual definido, pois o valor foi de 68,5% para o ano de 2020.

Nos demais municípios, observou-se uma evolução lenta e as metas estabelecidas em curto prazo ainda não foram atingidas. Isso evidencia falhas na execução e, conseqüentemente, um maior prazo para o completo fornecimento do atendimento ao serviço, o que demanda uma maior atenção do poder público municipal, que é o agente responsável, por lei, pela prestação dos serviços de saneamento básico.

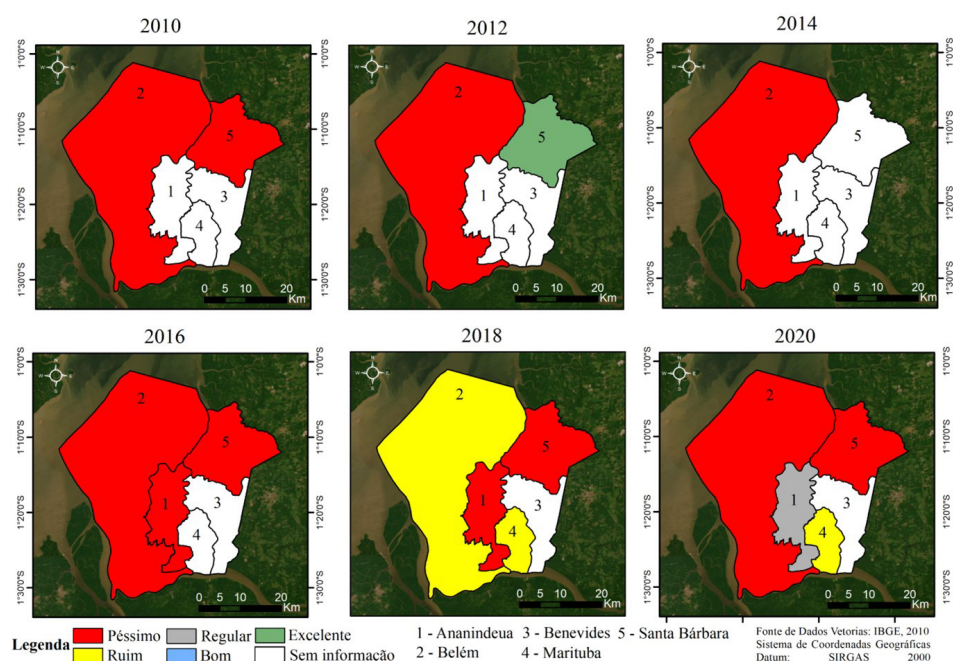


Figura 5. Indicador de cobertura com esgotamento sanitário em relação à população total dos municípios da RMB. Fonte: Autores (2024).

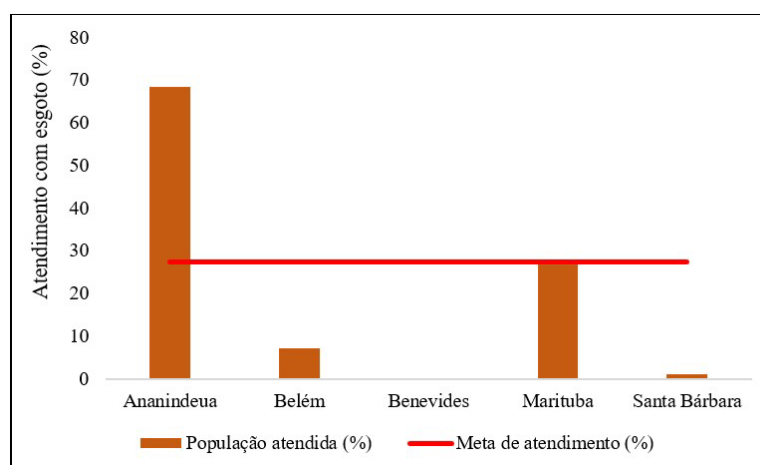


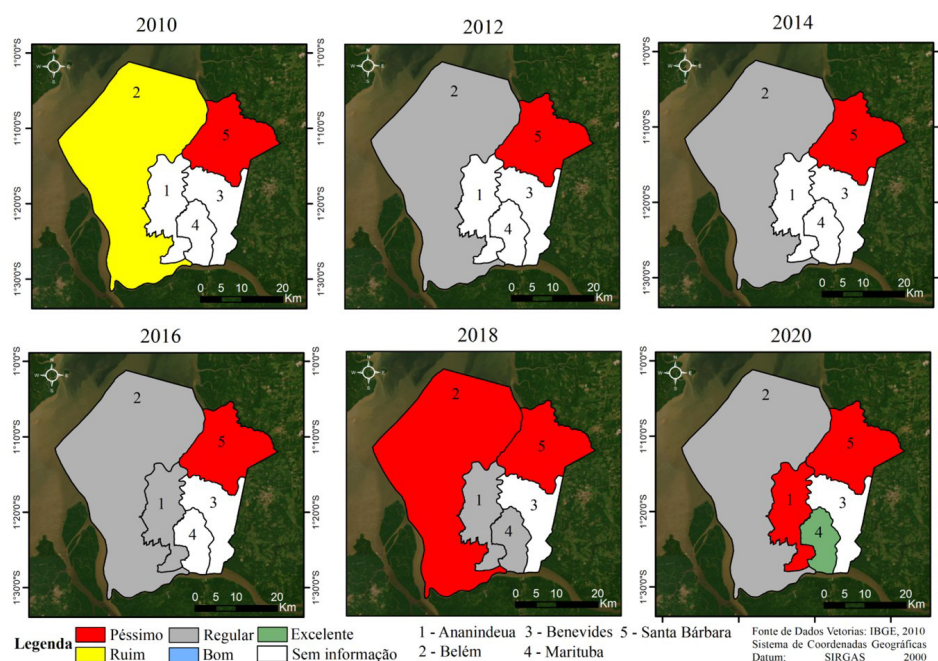
Figura 6. Metas de atendimento com esgotamento sanitário em relação às atingidas conforme estabelecido no PESB. Fonte: Autores (2024).

Indicador do tratamento de esgoto sanitário (I_{TES})

No que diz respeito ao indicador de tratamento de esgoto referente ao volume coletado em cada um dos municípios, constatou-se uma atuação “RUIM” nos municípios de Ananindeua e Belém. Na cidade de Marituba, apenas dois anos apresentaram dados, sendo então classificada com “BOM” desempenho; enquanto em Santa Bárbara o índice foi “PÉSSIMO” (Figura 7).

Ressalta-se que nesse último município, os dados de coleta de esgoto não foram cadastrados na plataforma do SNIS, porém existem informações sobre o tratamento. Logo, pode-se inferir que os dados são de sistemas unifamiliares como fossas e sumidouros, mas também podem ser informações inconsistentes.

Dessa forma, o esgoto bruto gerado nas residências dos municípios da RMB é direcionado para fossas, valas, canais e redes de drenagem urbana (PMB, 2020; Brito et al., 2021). A maior parte é lançada *in natura* nos corpos hídricos, ocasionando, assim, impactos ambientais à flora e à fauna. Além disso, a ausência do tratamento provoca impactos como poluição dos corpos hídricos, pois altera a qualidade das águas e contribui, de forma significativa, para o surgimento dos problemas de saúde pública.



Na pesquisa da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) – (2020) sobre a qualidade das águas no Estado do Pará, foi verificado que na bacia hidrográfica do Guamá, onde os municípios do presente estudo estão inseridos, houve alterações na qualidade das águas superficiais para o parâmetro de oxigênio dissolvido tanto no período menos chuvoso quanto no mais chuvoso. Isso provavelmente se deve ao lançamento de esgotos brutos, evidenciando, com isso, a necessidade de se investir em obras de saneamento básico.

Cabe ressaltar, sob esse viés, que existem apenas duas estações de monitoramento da qualidade das águas nos municípios da RMB. Dessa forma, pode-se inferir que a performance situacional do diagnóstico da qualidade das águas pode ser ainda pior, uma vez que o número de pontos não é representativo, levando em consideração a extensão territorial e a quantidade de mananciais superficiais existentes nos municípios. Tal conjuntura reforça a necessidade de mais estudos na região para identificar as alterações nos corpos hídricos e os impactos no equilíbrio ecológico dos ecossistemas locais.

Indicador de coleta de resíduos sólidos (ICRS)

Com relação ao indicador do serviço de coleta de resíduos sólidos nos municípios constituintes da RMB, foi observado que as cidades de Belém, Ananindeua e Marituba obtiveram atuação situacional considerada “EXCELENTE” em virtude dos altos percentuais de atendimento à população. Em Benevides, apenas dois anos apresentaram dados referentes à coleta de resíduos, com classificação de “REGULAR” desempenho (Figura 8).

Outra constatação, que merece atenção, é no município de Santa Bárbara, posto que os indicadores decaíram ao longo do tempo; em 2010, o município tinha alcançado a universalização com 100% de atendimento, mas em 2020, os valores foram de 46,62%. Nesse sentido, pode-se interpretar que o município realizou a estimativa de forma equivocada e/ou cedeu informações inconsistentes ao

SNIS, por isso seria importante que os dados fossem auditados, visando à obtenção de uma maior confiabilidade das informações.

Na pesquisa de Condurú & Pereira (2017), foi avaliada a gestão da informação sobre os serviços de saneamento no Estado do Pará. Os autores confirmaram que o ciclo informacional apresenta falhas em virtude da falta de integração entre o banco de dados dos órgãos públicos, ausência de periodicidade e regularidade na coleta de informações, bem como dados incompletos e/ou desatualizados.

Ademais, um dos principais problemas que os municípios da RMB enfrentam em relação a coleta dos resíduos é o descarte em lugares inadequados. Silva et al. (2019), Brito et al. (2020) e Siqueira et al. (2023) identificaram, em suas pesquisas, o despejo irregular de resíduos sólidos nas cidades de Belém, Ananindeua e Marituba. Essa prática pode ocasionar problemas de ordem sanitária e ambiental em curto, médio e/ou longo prazo.

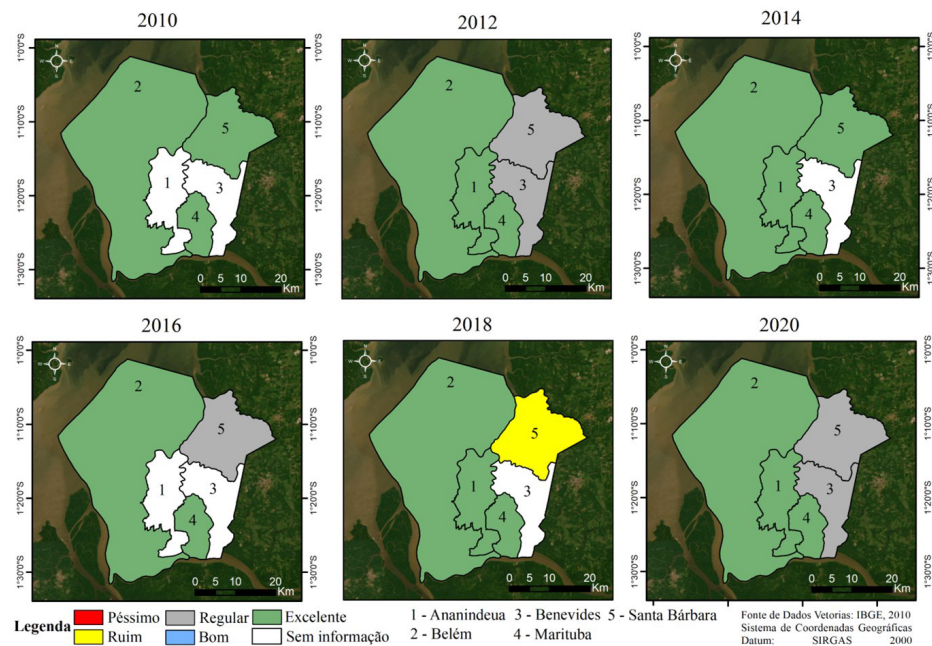


Figura 8. Indicador de cobertura regular com coleta de resíduos sólidos em relação à população total dos municípios da RMB.

Fonte: Autores (2024).

Com base nos dados da Figura 9, percebe-se que todos os municípios, com exceção de Santa Bárbara do Pará, atingiram as metas de atendimento com o serviço de coleta pública de resíduos sólidos, prevista em 96,51% para o Estado do Pará até o ano de 2023. Tais resultados demonstram bom progresso com vistas à universalização.

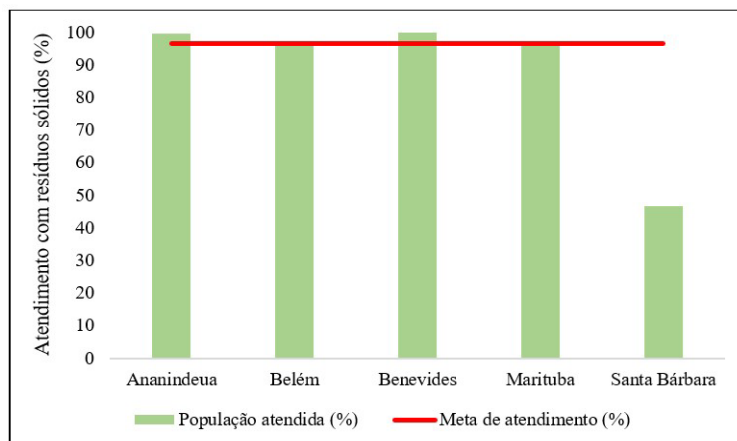


Figura 9. Metas de atendimento com resíduos sólidos em relação às atingidas conforme estabelecido no PESB.

Fonte: Autores (2024).

Outro viés a ser discutido é a disposição final dos resíduos sólidos coletados nos municípios, visto que, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305 de agosto 2010 (Brasil, 2010), os rejeitos devem ser dispostos de maneira ambientalmente adequada. A partir disso, verificou-se que todos os municípios encaminham os resíduos para aterro sanitário, segundo os dados registrados no SNIS. Apesar das informações cadastradas, na RMB, só existe um aterro sanitário que atende aos municípios de Ananindeua, Belém e Marituba, as demais cidades como Benevides e Santa Bárbara ainda destinam seus resíduos em lixões a céu aberto, o que provoca impactos ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública.

Nesse contexto, os resíduos coletados nas cidades de Ananindeua, Belém e Marituba são encaminhados para a Central de Processamento e Tratamento de Resíduos (CPTR), a qual é gerenciada por uma empresa privada que presta serviços aos municípios da RMB. Na CPTR, existe uma Central de triagem de resíduos recicláveis, porém apenas 1% de todos os resíduos que chegam ao local são separados pela associação de catadores (Duarte et al., 2018).

Índice global de saneamento (I_{GS}) para RMB

Ao analisar a série histórica de 2010 a 2020, com intermitência de dois anos para cada um dos serviços: abastecimento de água, coleta e tratamento do esgoto sanitário e coleta de resíduos sólidos para cada um dos municípios da RMB, obteve-se o índice de atendimento à população com os serviços de saneamento em uma pontuação de 47,04%. Isso o classifica como “REGULAR” desempenho (Tabela 4).

Tabela 4. Índice global de atendimento à população com os serviços de saneamento na RMB.

Município	Pontuação	Classificação
Ananindeua	40,59	Ruim
Belém	48,56	Regular
Benevides	57,25	Regular
Marituba	45,96	Regular
Santa Bárbara	42,86	Regular
RMB	47,04	Regular

Fonte: Autores (2024).

Essa classificação indica que os serviços de saneamento prestados à população da RMB ainda são baixos e necessitam de uma intensa intervenção pública para melhorar as condições sanitárias e ambientais. Em meio aos serviços nos municípios estudados, o esgotamento sanitário foi o que apresentou maior déficit tanto pela ausência de rede coletora quanto pelo baixo percentual de tratamento das águas residuárias. Logo, esse serviço de saneamento deve receber prioridade nas políticas públicas de saneamento.

O cenário encontrado neste estudo é confirmado pelo que retrata o Trata Brasil (2023), por intermédio do ranking do saneamento nos cem maiores municípios do país, pois Belém ocupou a 95ª posição e Ananindeua a 91ª. O relatório do instituto revelou, também, que nos últimos nove anos, ambas as cidades sempre ocuparam uma das dez últimas colocações, expondo que poucos investimentos têm sido aplicados no setor de saneamento dessas cidades.

CONCLUSÃO

Com a utilização da ferramenta SIG, realizou-se a espacialização dos dados do SNIS sobre os serviços de saneamento na RMB. O estudo atingiu seu objetivo ao avaliar o desempenho dos indicadores de atendimento à população com cobertura de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos, por meio da visualização de mapas temáticos. Esse recurso mostrou-se de fácil aplicação e interpretação, o qual pode auxiliar no sistema de informação sobre a gestão dos serviços de saneamento.

Na avaliação, analisou-se que aproximadamente 25% dos habitantes não são atendidos com rede de abastecimento de água nos municípios de Belém, Benevides e Santa Bárbara do Pará. Nas cidades de Ananindeua e Marituba, quase 70% dos habitantes não têm acesso ao serviço. Além disso, a

companhia de saneamento não cumpre o plano de amostragem do monitoramento da qualidade da água distribuída à população. Logo, não há como afirmar que a água fornecida à população seja potável.

Os sistemas de esgotamento sanitário apresentaram déficit em todos os municípios, porque o percentual da população atendida por rede coletora ainda é baixo, sendo classificado como “PÉSSIMO” desempenho. Desse volume coletado, a grande maioria das águas residuárias não são tratadas, reforçando a importância de investimentos em ampliação da coleta e tratamento dos esgotos gerados nos municípios, uma vez que esta é a principal forma de alteração da qualidade das águas superficiais.

A coleta dos resíduos sólidos nos municípios apresentou resultados satisfatórios para a universalização do serviço, conforme a meta estabelecida no PESB do Estado do Pará para a RMB. A disposição final em aterro sanitário, conforme obriga a PNRS, é respeitada nas cidades de Belém, Ananindeua e Marituba, o que é um aspecto positivo. Contudo, nos municípios de Benevides e Santa Bárbara, a destinação final é ambientalmente inadequada, o que pode causar impactos socioambientais.

Por fim, ressalta-se que a base de dados do SNIS pode ser empregada como um sistema de informação, desde que acompanhada de uma análise crítica e cautelosa, para evitar conclusões incondizentes com a realidade. Por isso, recomenda-se o uso do período histórico dos serviços de saneamento, conhecimento prévio das localidades pesquisadas e respaldo ancorado em literatura, uma vez que nem todos os dados disponíveis são fidedignos e isso geraria diagnósticos errôneos, o que, conseqüentemente, pode impedir que as políticas públicas de universalização aos serviços de saneamento sejam, de fato, implementadas nos municípios da RMB.

REFERÊNCIAS

- Almeida, M. K. C. (2014). *Análise microbiológica da água consumida pelos habitantes do município de Belém – PA. Projeto de investigação científica do Curso de Farmácia*. Faculdade Integrada Brasil Amazônia, Belém, 2013 -2014.
- Bordalo, C. A. (2017). O paradoxo da água na região das águas: o caso da Amazônia brasileira. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, 21(1), 120-137. Recuperado em 20 de janeiro de 2023, de <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/107531>
- Brasil. (2010). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília. Recuperado em 15 de agosto de 2021, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm
- Brasil. (2015). Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento* (4. ed.). Brasília: FUNASA.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2019). *Indicadores institucionais do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano – 2019* (37 p.). Brasília: Ministério da Saúde.
- Brasil. (2020). Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília. Recuperado em 26 de fevereiro de 2023, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6
- Brasil. (2021). Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Recuperado em 1 de junho de 2023, de https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html
- Brito, F. S. L., Pimentel, B. A., Duarte, J. M., Rabelo, M. F., Gomes, N. C. R., Ferreira, R. S., & Braga, R. L. (2021). Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) nos municípios de Belém e Ananindeua, região amazônica do estado do Pará, PA - 2000 a 2017. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 12(3), 283-298. <http://dx.doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0024>
- Brito, F. S. L., Rosário, K. K. L., Morais, M. S., & Cruz, R. H. R. (2020). Drenagem urbana e sua influência na epidemiologia de leptospirose na cidade de Belém – região amazônica do estado do Pará. *Revista de Geografia*, 37(3), 181-200. <http://dx.doi.org/10.51359/2238-6211.2020.245991>
- Cardoso, A., Fernandes, D., Bastos, A., & Sousa, C. (2015). A Metrópole Belém e sua centralidade na Amazônia Oriental Brasileira. *EURE (Santiago)*, 41(124), 201-223. <http://dx.doi.org/10.4067/s0250-71612015000400010>
- Colina, V. L. A. C. (2018). *Índice de salubridade ambiental (ISA) aplicado ao município Belém do estado do Pará* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Condurú, M. T., & Pereira, J. A. R. (2017). Gestão da informação em saneamento básico no Estado do Pará sob o enfoque do ciclo informacional. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 22(6), 1225-1232. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017145238>

- Controladoria Geral da União – CGU. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Ministério das Cidades. (2018). *Relatório*. Belém.
- Duarte, J. M., Brito, F. S. L., Pimentel, B. A., Nunes, R. P., & Rodrigues, T. M. (2018). Atual situação do aterro sanitário da região metropolitana de Belém-PA. In *Anais do 29º Congresso Nacional de Saneamento e Meio*. São Paulo.
- Guerra, L. V., & Silva, B. D. (2018). Vigilância da qualidade da água para consumo no Estado do Rio de Janeiro. *Ambiente & Sociedade*, 21, e00972, <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0097r2vu18L3TD>
- Heller, L., Menicucci, T., D'albuquerque, R., Britto, A. L., Sarti, F., & Ultrmare, F. (2018). *Saneamento como política pública: um olhar a partir dos desafios do SUS*. Rio de Janeiro: Fiocruz. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019S718>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2023). *Panorama das cidades*. Recuperado em 20 de abril de 2023, de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. (2020). *Monitoramento Brasil*. Recuperado em 10 de junho de 2023, de <http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>
- Menezes, F. P., Fernandes, L. L., & Rocha, E. J. P. (2015). O uso da estatística para regionalização da precipitação no estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 16, 64-71. Recuperado em 10 de maio de 2023, de <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/40023>
- Nirazawa, A. N., & Oliveira, S. V. W. B. (2018). Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. *Revista de Administração Pública*, 52(4), 753-763. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7612168118>
- ONU. (2015). *Objetivo de Desenvolvimento Sustentável*. Recuperado em 15 de maio de 2023, de <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>
- Plano de Saneamento Básico Integrado do Estado do Pará – PESB. (2020). *Relatório de pesquisa*. Belém. Recuperado em 10 de maio de 2023, de <https://www.sedop.pa.gov.br/consulta-p%C3%BAblica-plano-de-saneamento-b%C3%A1sico-integrado-do-estado-do-par%C3%A1>
- PMB. (2020). *Plano municipal de saneamento básico de Belém*. (Vol. 3). Sistema de esgotamento sanitário.
- Ramadan, E. M., Fahmy, M. R., Nosair, A. M. M., & Badr, A. M. (2019). Using geographic information system (GIS) modeling in evaluation of canals water quality in Sharkia Governorate, East Nile Delta, Egypt. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(4), 1925-1939. <http://dx.doi.org/10.1007/s40808-019-00618-7>
- Reis, C. A. S., & Carneiro, R. (2021). O Direito Humano à Água e a Regulação do Saneamento Básico no Brasil: Tarifa Social e Acessibilidade Econômica. *Desenvolvimento em Questão*, 19(54), 123-142. Recuperado em 3 de junho de 2023, de <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/10995>
- Rocha, L. A., Rufino, I. A. A., & Barros Filho, M. N. M. (2019). Indicador de salubridade ambiental para Campina Grande, PB: adaptações, desenvolvimentos e aplicações. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24(2), 315-326. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019166209>
- Santos, G. R., & Santana, A. (2022). Água, saneamento e objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) na amazônia: dificuldades na gestão integrada e universalização dos serviços. *Revista Tempo do Mundo*, (27), 325-354. <http://dx.doi.org/10.38116/rtm27art12>
- Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. (2020). *Relatório de monitoramento da qualidade das águas superficiais no Estado do Pará. Relatório*. Belém.
- Silva, V. P., Hianes, A. C., Hianes, A. C., Costa, M. M. C., Moura, A. G. A. F., Duarte, L. C., & Catete, C. P. (2019). Mapeamento de pontos de disposição irregular de resíduos sólidos na avenida Bernardo Sayão, em Belém-Pará. *Brazilian Journal of Development*, 5(12), 31137-31146. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n12-216>
- Siqueira, M. A. S. L., Almeida Júnior, J. C., & Siqueira, G. W. (2023). Análise de crime ambiental praticado por pessoa jurídica no aterro sanitário de Marituba (RMB) e seus impactos socioambientais. *Research, Social Development*, 12(4), e18712441191. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i4.41191>
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. (2023). *Série Histórica*. Recuperado em 15 de abril de 2023, de <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>
- Souza Filho, E. A., & Alves, S. B. S. M. (2022). Análise das condições de esgotamento sanitário na cidade de Manaus-Amazonas. *Geofronter*, 8, 01-21. Recuperado em 4 de abril de 2023, de <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/issue/view/291>
- Trata Brasil. (2022). *Ranking do saneamento do instituto trata brasil de 2022*. Recuperado em 10 de maio de 2023, de <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2024/>

- Trata Brasil. (2023). *Ranking do saneamento do instituto trata brasil de 2023*. Recuperado em 10 de maio de 2023, de <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2023/>
- Veiga, A. J. P. (2010). *Sustentabilidade urbana, avaliação e indicadores: um estudo de caso sobre Vitória da Conquista – BA* (Tese doutorado). Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador.
- Viana, R. S., Castro, B. P. L., & Rocha, E. J. T. (2020). Utilização do SIG para a avaliação de indicadores de saneamento na Região Metropolitana de Fortaleza. *Revista Dae*, 68(227), 88-102.
<http://dx.doi.org/10.36659/dae.2020.083>

Contribuição dos autores:

Rebeca Pina Nunes: concepção, contextualização, estrutura, organização, análise formal, escrita original e edição.

Francisco Carlos Lira Pessoa: concepção, contextualização, análise formal, estrutura, orientação, supervisão e revisão.

Fábio Sergio Lima Brito: concepção, contextualização, análise formal, escrita original, orientação, supervisão, revisão e edição.