

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL – GUARAPUAVA
ENGENHARIA CIVIL**

BRUNO RAFAEL ALVES

**UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) PARA
ESPACIALIZAÇÃO DE INDICADORES DE SANEAMENTO NA REGIÃO DE
GUARAPUAVA-PR**

GUARAPUAVA

2023

BRUNO RAFAEL ALVES

**UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) PARA
ESPACIALIZAÇÃO DE INDICADORES DE SANEAMENTO NA REGIÃO DE
GUARAPUAVA-PR**

**USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) FOR SPATIALIZATION
OF SANITATION INDICATORS IN THE GUARAPUAVA REGION, PARANÁ,
BRAZIL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof.^a Dra. Joice Cristini Kuritza

GUARAPUVA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BRUNO RAFAEL ALVES

**UTILIZAÇÃO DO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) PARA
ESPACIALIZAÇÃO DE INDICADORES DE SANEAMENTO NA REGIÃO DE
GUARAPUAVA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 11/Dezembro/2023

Joice Cristini Kuritza
Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Raynner Menezes Lopes
Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental
Universidade Federal do Pará

Mariane Kempka
Doutora em Recursos Hidricos e Saneamento Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

GUARAPUAVA

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder saúde e determinação, permitindo que eu não desanimasse diante das dificuldades. Expresso minha profunda gratidão aos meus familiares, que sempre me incentivaram e ofereceram suporte ao longo de toda a minha jornada.

Expresso minha profunda gratidão à minha orientadora, Prof. Dra. Joice Cristini Kuritza, pela sabedoria que ela compartilhou ao me guiar nessa trajetória. Sua dedicação, interesse, orientações e correções desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento deste estudo.

Estendo meu agradecimento aos meus colegas de sala e aos professores que estiveram presentes ao longo da minha jornada acadêmica. Em última análise, minha sincera gratidão se estende a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste estudo

RESUMO

Os serviços de saneamento básico são um dos principais fatores que demonstram o desenvolvimento econômico e social de um país, e desempenham um papel significativo para ampliar a saúde e a qualidade de vida da população. Acompanhar a evolução da cobertura no atendimento destes serviços pode contrivir para identificar os locais com maior necessidade de investimento. O presente estudo tem como objetivo analisar o desempenho do saneamento através de mapas temáticos, especificamente dos índices de atendimento urbano de água (IN023) e de atendimento urbano de esgoto (IN024), nos municípios que compõem a região de Guarapuava, atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), por meio de ferramentas de SIG, entre os anos de 2012 e 2021. Os dados foram obtidos por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e os mapas temáticos produzidos com o *software* livre de geoprocessamento QGIS. Os resultados indicam que, apesar de alguns avanços, ainda há desafios a serem enfrentados para a universalização dos serviços de saneamento na região em estudo. Conclui-se que a espacialização dos indicadores por meio de ferramentas de SIG pode contribuir para a identificação de áreas prioritárias para investimentos e para o planejamento de ações para a melhoria dos serviços de saneamento.

Palavras-chave: Saneamento Básico. Índice de Saneamento. SIG.

ABSTRACT

Basic sanitation services are one of the key factors demonstrating the economic and social development of a country, playing a significant role in enhancing public health and quality of life. Monitoring the evolution of coverage in these services can contribute to identifying areas with the greatest need for investment. This study aims to analyze sanitation performance through thematic maps, specifically focusing on the urban water coverage index (IN023) and urban sewage coverage index (IN024), in the municipalities within the Guarapuava region served by the Paraná Sanitation Company (SANEPAR). Geographic Information System (GIS) tools were employed for this analysis, covering the years from 2012 to 2021. Data were sourced from the National Sanitation Information System (SNIS), and thematic maps were generated using the open-source geoprocessing software QGIS. Results indicate that, despite some advancements, challenges remain for achieving universal sanitation services in the studied region. It is concluded that spatializing indicators through GIS tools can aid in identifying priority areas for investments and planning actions to enhance sanitation services.

Keywords: Basic Sanitation. Sanitation Index. GIS (Geographic Information System).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Descrição dos serviços de saneamento básico	17
Figura 2 - Mapa de localização de região de Guarapuava	27
Figura 3 - Representação espaço-temporal do índice de atendimento urbano de água dos municípios que compõe a regional de Guarapuava, 2012(a), 2013(b), 2014 (c), 2015 (d), 2016 (e), 2017 (f), 2018 (g), 2019 (h), 2020 (i) e 2021 (j).	35
Figura 4 - Representação espaço-temporal do índice de atendimento de esgoto dos municípios que compõe a regional de Guarapuava, 2012(a), 2013(b), 2014 (c), 2015 (d), 2016 (e), 2017 (f), 2018 (g), 2019 (h), 2020 (i) e 2021 (j).	38
Figura 5 - Comparação dos índices de saneamento dos anos de 2012 e 2021. 43	
Figura 6 - PIB per capita dos municípios em 2020.....	44

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Dados dos municípios da região de Guarapuava	28
Tabela 2 - Indicadores Saneamento	29
Tabela 3 - Critérios de avaliação de desempenho dos indicadores e parâmetros de referência.....	30
Tabela 4 - Ranking de saneamento ano de 2021	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ARCE	Agência Regulamentadora de Saneamento Públicos Delegados do Estado do Ceará
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IND	INDICE DE SANEAMENTO
IN023	Índice de Atendimento Urbano de Água
IN024	Índice de Atendimento Urbano de Esgoto Referido aos Municípios Atendidos com Água
LNSB	Lei Nacional do Saneamento Básico
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
NBR	Normas Brasileiras
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
QGIS	Quantum Geographic Information System (Sistema de Informações Geográficas Quantum)
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SNS	Sistema Nacional de Saúde
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas

LISTA DE SIMBOLOS

%	Porcentagem
hab.	Habitantes

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	16
3.1 SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL	16
3.2 INFLUÊNCIA DO SANEAMENTO NA SAÚDE, ECONOMIA E MEIO AMBIENTE	18
3.3 PILARES DA LEI NACIONAL DO SANEAMENTO BÁSICO	20
3.4 RELAÇÃO ENTRE O PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO (PMSB) E A LEI NACIONAL DE SANEAMENTO	22
3.5 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS	23
3.6 UTILIZAÇÃO DO SIG PARA MONITORAÇÃO DO SANEAMENTO	24
3.7 <i>QUANTUM GIS</i> (QGIS) E GEOPROCESSAMENTO.....	25
3.8 INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DE SANEAMENTO ...	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 AREA DE ESTUDO	27
4.2 BASE DE DADOS E SELEÇÃO DOS INDICADORES	29
4.3 ÍNDICES GLOBAL DE SANEAMENTO E RANKING	30
4.4 ELABORAÇÃO DE MAPAS	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1 ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ÁGUA (%) – (IN023)	33
5.2 ANÁLISE DO ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO DE ESGOTO REFERINDO AOS MUNICÍPIOS ATENDIDOS COM ÁGUA (%) – (IN024).....	37
5.3 ÍNDICE GLOBAL SANEAMENTO E RANKING	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A desigualdade no acesso à água potável e aos demais serviços de saneamento ainda é um dos principais problemas de saúde pública do século XXI. Estima-se que cerca de 2,2 bilhões de pessoas não tem acesso a água potável no mundo e 4,2 bilhões não dispõem de serviços de saneamento adequado (OMS e UNICEF, 2019).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações (SNIS, 2020) no Brasil a falta de saneamento afeta mais de 130 milhões de pessoas, aproximadamente 35 milhões de pessoas vivem sem acesso do serviço básico de água tratada e cerca de 100 milhões não tem acesso a coleta de esgoto. No país apenas 50% do esgoto produzido recebe tratamento adequado. Em 2020, o volume de esgoto despejado *in natura* somou em torno de 5,3 milhões de piscinas olímpicas.

Os serviços de saneamento básico são muito importantes no desenvolvimento econômico e social de um país. A melhoria desses serviços, segundo estudos realizados pelo Instituto Trata Brasil (TRATA BRASIL, 2022), é imprescindível para melhora da qualidade de vida da população, sendo de suma importância na saúde infantil, com diminuição da mortalidade, além das melhorias na educação, expansão do turismo, valorização de imóveis, entre outros aspectos. Além disso, esses serviços contribuem diretamente para a preservação dos recursos naturais, especialmente dos recursos hídricos.

No Brasil, em janeiro de 2007, foi promulgada a Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB) Lei nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes para a política nacional de saneamento básico, sendo considerada um marco para o saneamento do país. Em 2020, a lei do saneamento foi atualizada com a aprovação da Lei nº 14.026/2020, considerada o novo marco regulatório. Um dos princípios fundamentais descritos na legislação é a universalização e efetiva prestação dos serviços de saneamento como direito social até o ano de 2033. No entanto, para alcançar essa meta, há necessidade de acompanhamento da situação do saneamento em cada município, dimensionando esforços e recursos (NIRAZAWA e OLIVEIRA, 2018).

Nesse sentido, os municípios podem avaliar os serviços de saneamento prestados por meio do monitoramento, estabelecendo métricas de desempenho e

qualidade, desenvolvendo planos de ação específicos e auxiliando na formulação de políticas (NIRAZAWA et al., 2018).

Para isso, a utilização de indicadores vem sendo cada vez mais recorrente no Brasil e no mundo (VON SPERLING et VONSPERLING, 2013). Devido à sua capacidade de resumir os parâmetros mais importantes do tema para análise e fácil compreensão, os indicadores de desempenho estão sendo empregados como uma ferramenta-chave em inúmeros estudos, demonstrando a sua importância para o monitoramento dos serviços de saneamento (NIRAZAWA e OLIVEIRA, 2018; PEREIRA et al., 2018; SOUSA et al., 2017; SCHWEMLEIN et al., 2016, VON SPERLING et VONSPERLING, 2013).

Adicionalmente, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode contribuir com esta análise, pois permite a integração de dados a partir de múltiplas fontes, resultando na criação de um banco de dados georreferenciados (SANTOS e RIBEIRO, 2017).

No contexto dos serviços de saneamento básico prestados, analisar os indicadores em conjunto com a aplicação do SIG na criação de mapas temáticos, ajuda na identificação dos serviços com maior deficiência, auxiliando na formulação de estratégias para melhoria desses problemas (VIANA, CASTRO E ROCHA, 2020)

Diante do exposto, esta pesquisa trata da espacialização de indicadores de saneamento, especificamente dos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto nos municípios que compõem a regional de Guarapuava-PR, atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), nos últimos 10 anos, utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) e as informações de indicadores disponibilizados no Sistema Nacional de Informação de Saneamento (SNIS).

2 OBJETIVOS DO TRABALHO

2.1 Objetivo geral:

Espacializar o desempenho da cobertura dos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG) nos municípios que compõem a regional de Guarapuava-PR, atendidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

2.2 Objetivos específicos:

- Espacializar os dados com uso de SIG para elaboração de mapas temáticos;
- Avaliar o desempenho dos serviços de abastecimento de água e esgoto através dos mapas;
- Calcular um índice médio de saneamento para os municípios avaliados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

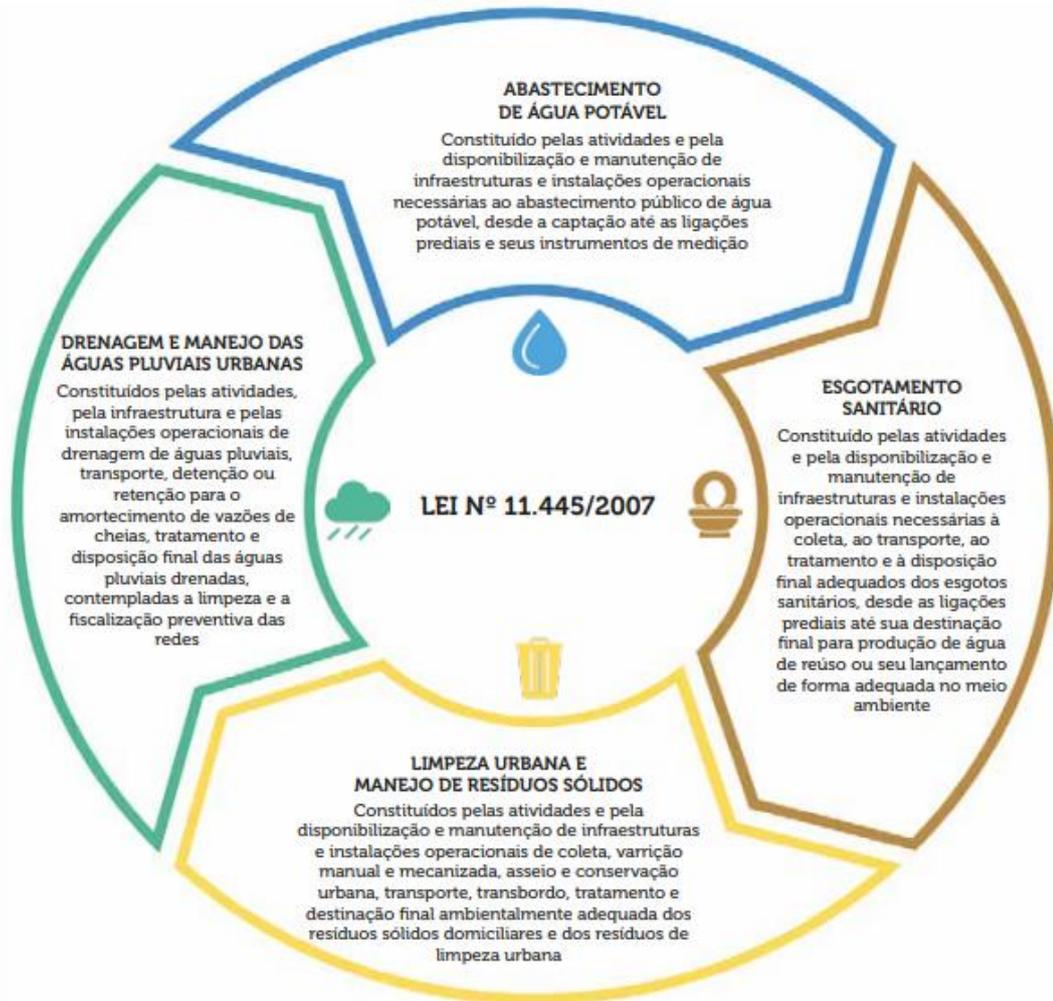
Este capítulo apresenta a fundamentação teórica da pesquisa. São expostos alguns conceitos para concepção de saneamento básico e para utilização de indicadores de desempenho para análise dos serviços prestados.

3.1 Saneamento básico no Brasil.

O saneamento básico é o conjunto de serviços públicos, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Tem como objetivo preservar as condições do meio ambiente, prevenir doenças e promover a qualidade de vida da população.

No Brasil, o saneamento é um direito garantido pela constituição e estabelecido pela Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020. O novo marco do saneamento (BRASIL, 2020) aponta que cabe a Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) estabelecer normas sobre a regulação tarifária dos serviços de saneamento e as metas de universalização para as concessões dos serviços, entre outras. A Figura 1 traz as descrições dos serviços de saneamento definidos pela Lei nº 11.445/2007.

Figura 1- Descrição dos serviços de saneamento básico



Fonte: SNIS, 2021.

Conforme as últimas estatísticas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2021), observa-se que, no Brasil, aproximadamente 213,3 milhões de pessoas têm acesso a algum tipo de serviço de saneamento, sendo 180 milhões dessa população residente em áreas urbanas. No contexto do abastecimento de água em nível nacional, notável é o alcance de 93,5% da população urbana. Já em relação ao serviço de rede de esgoto, cerca de 64,1% da população urbana é atendida.

Ao examinarmos a região sul do Brasil no mesmo período, as estatísticas do SNIS (2021) revelam um cenário bastante favorável no que diz respeito ao abastecimento de água, com 98,9% da população urbana sendo atendida por esse serviço. No entanto, é importante observar que, em comparação com os dados

nacionais, o serviço de esgoto apresenta uma cobertura menor, abrangendo 55,3% da população por meio de serviços de rede de esgoto.

No contexto específico do Paraná, os dados do SNIS (2021) revelam índices notáveis. Em termos de atendimento urbano de água, praticamente a totalidade da população, 99,97%, tem acesso a esse serviço. Quanto ao atendimento urbano de esgoto, cerca de 85,36% da população paranaense está coberta por esse serviço essencial.

3.2 Influência do saneamento na saúde, economia e meio ambiente.

O desenvolvimento da qualidade de vida da sociedade é influenciado diretamente pelo pelos serviços de saneamento básico, vários estudos demonstram que a melhoria nesse setor impacta tanto no desenvolvimento econômico como na saúde pública e meio ambiente. Segundo estudos do Trata Brasil a universalização do saneamento básico pode gerar mais de R\$ 1,4 trilhões em benefícios socioeconômicos para o país em menos de 20 anos, como por exemplo: ganhos na área da saúde, educação, produtividade do trabalho, turismo e valorização imobiliária (TRATA BRASIL, 2022).

Também, do ponto de vista da saúde no Brasil, foram notificadas mais de 273 mil internações por doenças de veiculações hídricas em 2019 (DATASUS, 2019). Em escala global, aproximadamente 297 mil crianças menores de 5 anos morrem por ano devido à diarreia e outras infecções causadas por consumo de água imprópria, saneamento e higiene inadequados (OMS e UNICEF, 2019).

Nesse íterim, a escassez de saneamento adequado tem custos sociais consideráveis, devido ao alto custo do tratamento de doenças infecciosas e parasitárias, absenteísmo e perda de produtividade e degradação da natureza (BNDES, 2016). Segundo a FUNASA, o investimento e a melhoria de saneamento trazem benefícios para saúde, como (FUNASA, 2017): redução e controle de diarreias, cólera, dengue, febre amarela, tracoma, hepatites, conjuntivites, poliomielite, escabioses, leptospirose, febre tifoide, esquistossomose e malária diminuição da incidência de casos de peste, febre amarela, dengue, toxoplasmose, leishmaniose, cisticercose, Salmonelose, teníase, leptospirose, cólera e febre tifoide,

eliminação de vetores da malária, diarreias, verminoses, esquistossomose, cisticercose e teníase.

O cenário de serviços de saneamento básico precário, somado a ocupação desordenada da população, são responsáveis por gerar vítimas fatais e prejuízos econômicos ao patrimônio (BARBOSA e IBRAHIN, 2014). Economicamente, a prestação adequada dos serviços no setor, além de trazer economia nos gastos com a saúde para tratamento de doenças decorrentes de falta de saneamento, também reduz os custos para tratamento da água de abastecimento, já que os mananciais se tornam menos poluídos (FUNASA, 2006).

Ainda, com a diminuição da poluição nas praias, locais de recreação, rios e terrenos baldios, os imóveis têm valorização, além da expansão do turismo, que tem papel importante para a economia de muitas cidades pequenas, gerando emprego e renda para as famílias. Estimam-se que os ganhos de renda com turismo no país devido a universalização do saneamento seriam de R\$ 4 milhões anuais (TRATA BRASIL, 2022).

Outro ponto importante que deve ser levado em consideração é a influência dos serviços de saneamento na preservação dos recursos naturais já que a falta ou a precariedade desses serviços é a principal causa de degradação ambiental das águas urbanas das bacias hidrográficas, principalmente em grandes metrópoles. Os problemas ambientais são decorrentes do tratamento precário dos esgotos, destinação inadequada dos resíduos sólidos urbano e ausência de drenagem das águas pluviais, contribuindo com a intensidade de enchentes (LAHOZ e DUARTE, 2015).

Quando o esgoto não é coletado de maneira correta ou não existe uma coleta, a população utiliza fossas sépticas ou lança seus efluentes contaminados diretamente em valas, córregos, rios e praias (LINS e LINS, 2019). As praias são alvos constantes das edificações próximas, que tem uma facilidade para o despejo do esgoto no mar.

Esse tipo de atitude provoca a morte principalmente da vida marinha, muitos dos organismos não sobrevivem por longo tempo em ambientes marinhos, especialmente devido à ação das radiações solares, temperatura, salinidade, predação e competição e antibióticos produzidos por organismos marinhos, enquanto muitos patógenos podem sobreviver por mais tempo sob tais condições e representar risco potencial à saúde pública (LINS e LINS, 2019, p. 227)

Os padrões de qualidade ambiental são comprometidos pelo descarte dos esgotos *in natura* em corpos hídricos. Alguns parâmetros levados em consideração são o oxigênio disponível no meio, a matéria orgânica, o pH, os nutrientes, a temperatura do curso d'água, dentre outros (SOARES et al., 2002), que dependendo da magnitude das alterações trazem consequências desastrosas para o ecossistema aquático.

Um exemplo de impacto ambiental negativo provocado por falta de tratamento de esgoto é a baía de Guanabara-RJ, que em 2014 recebia em média 864 milhões de toneladas de esgoto por dia, causando redução da biodiversidade, contaminação de solos marginais e mau cheiro ao seu redor (SOUZA, MIRANDA e MEDEIROS, 2014).

Outro ponto importante que pode ser enfatizado é a redução da disponibilidade de recursos hídricos em quantidade e qualidade adequada para população. A falta de uma infraestrutura adequada piora ainda mais esse cenário. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS-2020) no Brasil, apenas 50% do esgoto gerado recebe tratamento adequado, o restante é lançado *in natura* na natureza causando contaminação de solos, mananciais e lençóis freáticos, além de outros problemas com impacto direto na saúde e na qualidade de vida da população.

Outro problema que a infraestrutura ineficiente causa, além da contaminação da água, são as perdas de água na distribuição nos Sistemas de Abastecimento. Dados apresentados pelo SNIS, 2022 apontam que índice de perdas na distribuição de água é próximo a 40%, sendo que, em alguns estados, a perda é superior a 70%.

Desta forma, buscar melhorias no setor de saneamento básico é indispensável para melhoria da qualidade de vida da população e desenvolvimento da sociedade.

3.3 Pilares da lei nacional do saneamento básico

O Brasil tem trabalhado ativamente para aperfeiçoar sua infraestrutura de serviços de saneamento. Um dos principais esforços legislativos nesta área é a Lei Nacional do Saneamento Básico (LNSB) (Lei nº 11.445 de 2007), atualizada pela Lei nº 14.026 de 2020, que foi promulgada para estabelecer o enquadramento dos

serviços de saneamento no país. Os pilares e princípios fundamentais da LNSB podem ser citados:

- **Acesso Universal aos Serviços de Saneamento:** O essencial intuito da Lei de Saneamento Básico é garantir que todos os residentes do Brasil possuam acesso a serviços de saneamento adequados, incluindo fornecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto e gestão de resíduos sólidos. Este princípio é plausível com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 da ONU, que se centra no fornecimento de água potável e saneamento para todos.
- **Expansão e Melhoria dos Serviços:** A lei destaca a expansão e melhoria dos serviços de saneamento, principalmente em regiões mal servidas e de baixa renda, incentivando investimentos em infraestruturas e tecnologias para melhorar a qualidade e o fornecimento destes serviços.
- **Regulamentação e responsabilidade:** A lei estabelece estruturas regulatórias nos níveis federal e estadual para supervisionar os serviços de saneamento. As agências regulamentadoras são responsáveis por definir padrões de serviços, tarifas e monitorar o desempenho dos prestadores de serviços, garantindo a transparência e a responsabilização no setor.
- **Participação Pública e Privada:** A Lei de Saneamento Básico permite a participação do setor público e privado na prestação de serviços de saneamento. Promove a concorrência e incentiva parcerias para impulsionar a eficiência e a inovação, garantindo ao mesmo tempo que o interesse público é protegido.
- **Sustentabilidade Ambiental:** A sustentabilidade ambiental é um princípio fundamental da lei. Os serviços de saneamento devem ser prestados de forma ambientalmente responsável, incluindo o tratamento e eliminação adequados de esgotos e resíduos sólidos para minimizar o seu impacto nos ecossistemas e na saúde pública.

- **Regulamentação Tarifária:** A lei estabelece mecanismos de regulação tarifária para garantir que os serviços de saneamento sejam financeiramente sustentáveis e, ao mesmo tempo, acessíveis a todos os cidadãos. Podem ser implementados subsídios cruzados e tarifas sociais para ajudar as famílias de baixos rendimentos.
- **Planejamento e Visão de Longo Prazo:** O planejamento do saneamento nos níveis municipal e estadual é crucial. A lei incentiva o desenvolvimento de planos de longo prazo para orientar os investimentos, o desenvolvimento de infraestruturas e a expansão dos serviços, garantindo uma abordagem sustentável ao saneamento.
- **Inclusão Social:** A lei enfatiza a inclusão social, concentrando-se nas necessidades das comunidades vulneráveis e marginalizadas. Procura reduzir as disparidades no acesso aos serviços de saneamento e melhorar as condições de vida das pessoas que vivem em áreas desfavorecidas.

Esses pilares e princípios da Lei de Saneamento Básico no Brasil visam abordar de forma abrangente os desafios de saúde do país, com foco na melhoria da saúde pública, na proteção do meio ambiente e na promoção do desenvolvimento social e econômico.

3.4 Relação entre o plano municipal de saneamento (PMSB) e a lei nacional de saneamento

Com aprovação da Lei ° 11.445/2007 todos os municípios brasileiros têm obrigação de elaborar e implementar o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), como condição para acesso aos recursos orçamentários da União ou aos recursos de financiamento geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal quando destinados a projetos de saneamento básico (BRASIL, 2007).

A Lei fornece as diretrizes e regulamentações abrangentes para os serviços de saneamento em todo o país, assim, delinea os princípios e padrões que os municípios devem aderir ao formular seus PMSBs. Estas leis estabelecem as bases para o acesso universal ao saneamento, à qualidade dos serviços e à sustentabilidade

ambiental, garantindo uma abordagem padronizada e equitativa aos serviços de saneamento em todo o país (BRASIL, 2007).

As autoridades municipais são encarregadas pelo desenvolvimento desse documento estratégico que inclui um conjunto de diretrizes, estudos, programas, projetos, prioridades, metas, atos normativos e procedimentos, onde asseguram os quatro serviços básicos do saneamento. Após aprovado, torna-se instrumento para o planejamento e a gestão participativa, tornando-se referência de desenvolvimento de cada município (FUNASA, 2012).

Conforme a legislação pertinente, para elaboração do PMSB deve-se considerar:

- Participação social efetiva em todas as fases;
- Compatível e integrado com todas as políticas e planos do município;
- Toda a área do município: localidade urbanas e rurais, adensadas e dispersas;
- Planejamento integrado dos quatro setores do saneamento: abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos manejo e águas pluviais;
- Planejamento para 20 anos;
- Revisão a cada 4 anos.

Além de ser importante para atender aos requisitos legais, o PMSB também é um documento útil para gerir e desenvolver os serviços de saneamento básico (BARACHO, 2015). O esforço coordenado entre os níveis local, estadual e nacional é essencial para alcançar o acesso universal a serviços de saneamento de qualidade e melhorar a qualidade de vida geral dos residentes de cada município.

3.5 Sistema nacional de informações sobre saneamento – SNIS

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) foi criado em 1996, sendo parte do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS). Administrado pela Secretaria de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR), é um sistema público e de acesso gratuito, que reúne

informações e indicadores sobre a prestação dos serviços de água, esgotos, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais, provenientes dos prestadores que operam no Brasil (SNIS, 2021).

Os dados são coletados anualmente junto às prestadoras de serviço e municípios de todo país. Os prestadores de serviço são prefeituras municipais (titulares do serviço), companhias estaduais, empresas públicas, autarquias municipais, empresas privadas ou organizações sociais. O processo de coleta de dados é feito por meio de plataformas digitais (SNIS Web e SNIS-AP), visando facilitar o maior número possível de municípios na amostra (SNIS, 2021).

O SNIS tem como principais objetivos:

- Planejamento e execução de políticas públicas;
- Orientação da aplicação de recursos;
- Conhecimento e avaliação do setor de saneamento;
- Avaliação de desempenho dos serviços;
- Aperfeiçoamento da gestão;
- Orientação de atividades regulatórias e de fiscalização;
- Exercício do controle social.

Contendo um enorme conjunto de dados estruturados, o sistema contribuiu para formulação do Marco Legal do Saneamento, instituído pela Lei N° 11.445/2007 e atualizado pela Lei N° 14.026/2020. A avaliação desses dados possibilita o monitoramento e avaliação da prestação desses serviços, além de ser uma ferramenta importante auxiliando na tomada de decisões para políticas públicas, projetos e ações para melhoria do setor. Essas avaliações ajudam a identificar as prioridades de investimentos e orientar a aplicação de recursos públicos, visando melhorar a qualidade do atendimento à população (SNIS, 2021).

3.6 Utilização do SIG para monitoramento do saneamento

O Sistema de Informações Geográficas – SIG se mostra um instrumento importante para o monitoramento de diversos setores. Pode ser definido como um sistema utilizado para capturar, armazenar, visualizar, comunicar, transformar, analisar e arquivar informações geográficas (GOODCHILD, 2006). Com auxílio de um

software como o QGIS na análise de indicadores, o SIG beneficia as companhias de saneamento nas suas gestões, favorecendo a obtenção de informações de clientes, elaboração projetos e planejamento, além de ajudar na identificação da eficiência dos serviços prestados (JUQUEIRA, LAUTENSCHLAGER E PAREDES, 2009).

Este sistema tem capacidade de executar análises complexas, relacionando dados a partir de diversas fontes, criando um banco de dados georreferenciados (SANTOS E RIBEIRO, 2007). A utilização do SIG permite a espacialização de informações, ou seja, representação gráfica dos dados em mapas temáticos, facilitando a visualização e interpretação destes. Outra vantagem da elaboração de análises espaciais é a criação de modelos de estudo, combinando funções em estruturas lógicas e automatizadas disponíveis nos softwares de SIG, possibilitando a suposição de diversos casos com diferentes cenários (DO CARMO E CUNHA, 2013).

Por fim, vale ressaltar que a aplicabilidade do SIG no monitoramento do saneamento básico é uma prática proposta pelo Ministério das Cidades, pelo Programa de Modernização do Setor Saneamento e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, 2015).

3.7 Quantum GIS (QGIS) e Geoprocessamento

O Quantum GIS (QGIS) constitui-se como um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que viabiliza a análise e espacialização de dados, bem como sua visualização e edição. Este *software* possibilita aos usuários a criação de mapas multicamadas, empregando diversas projeções cartográficas. Tais mapas são aplicáveis a diversas finalidades, como análises ambientais, urbanas, demográficas, entre outras (PEJOVIC et al., 2014).

O QGIS é um sistema desenvolvido como parte de um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Trata-se de um software gratuito, com uma interface gráfica simples e licenciamento de código aberto seguindo os termos da Licença Pública Geral GNU. Em decorrência dessas características, o QGIS tornou-se uma escolha popular em várias empresas, instituições e entre indivíduos que preferem softwares livres ou de código aberto devido à sua gratuidade ou custo relativamente baixo. Um dos aspectos notáveis do QGIS é sua acessibilidade, facilitando o download e instalação em computadores com capacidade de

processamento mais restrita. Além disso, destaca-se pela participação ativa de uma extensa comunidade de usuários, conforme indicado por Almeida (2011).

A interface gráfica do QGIS foi concebida com o propósito de oferecer simplicidade e facilidade de uso. Essa interface facilita a realização de consultas espaciais, identificação e seleção de geometrias, exploração interativa de dados, pesquisa, visualização e seleção de atributos, incluindo a criação de simbologia vetorial e raster. Além disso, proporciona funcionalidades abrangentes, como o geoprocessamento de camadas raster e vetor, manipulação de camadas raster, entre outras, conforme destacado por Almeida (2011).

No contexto do geoprocessamento, que compreende a manipulação de informações geográficas desde a extração até a interpretação de dados relacionados à localização e características espaciais, o QGIS desempenha um papel significativo. Sua interface amigável e funcionalidades avançadas contribuem para facilitar a execução de tarefas complexas nesse domínio, proporcionando eficiência e praticidade na análise de dados geoespaciais.

3.8 Indicadores de desempenho para avaliação de saneamento

Os indicadores de desempenho são essenciais para avaliar diversos aspectos dos serviços como a qualidade da água, a eficiência do tratamento de esgoto e cobertura dos serviços e a satisfação dos usuários (ALEGRE ET AL, 2000).

Para que esses indicadores sejam efetivos na avaliação do saneamento básico, é de extrema importância que sejam definidos de forma clara e objetiva, levando em consideração as particularidades de cada serviços e as necessidades dos usuários. Do mesmo modo, os indicadores devem ser mensuráveis e os dados coletados de uma fonte segura e confiável, atualizados regularmente, como o SNIS.

A seleção do conjunto de indicadores de desempenho pode ser definida por revisão da literatura e consulta aos especialistas do setor, como proposto por Oliveira e Souza (2018). É importante que os indicadores escolhidos sejam significativos para os quatros setores do saneamento: as prestadoras de serviços, as agências reguladoras, a administração pública e os usuários.

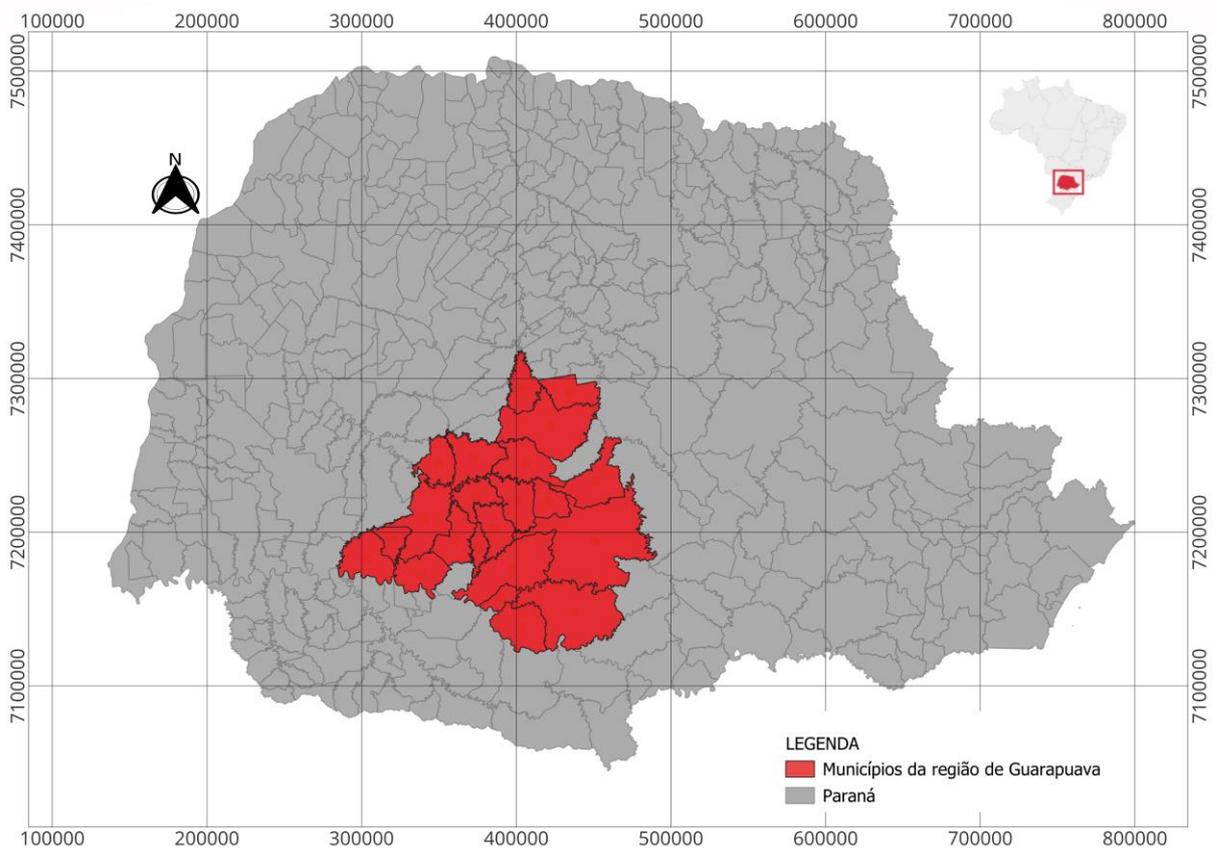
Além disso, a definição dos conjuntos de indicadores relevantes e mensuráveis é fundamental para que a avaliação seja assertiva e possa contribuir para a melhoria dos serviços prestados.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

Os municípios destacados nesta pesquisa estão situados na região de Guarapuava, abrangendo uma área específica que engloba os 22 municípios próximos a Guarapuava e que sofrem alguma influência por essa localidade. Essa região é atendida pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Estrategicamente a região está posicionada no centro do estado, conforme mostrado na Figura 2, essas localidades se destacam pelas suas notáveis diversidades topográficas, incluindo áreas de relevos montanhosos, e pela presença abundante de recursos naturais¹

Figura 2 - Mapa de localização de região de Guarapuava



Fonte: Autor, 2023.

A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) atende a uma população que ultrapassa 450 mil habitantes na região, conforme detalhado na Tabela

Tabela 1 - Dados dos municípios da região de Guarapuava

Nº	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO (2020) (hab)	PIB per capita (2020)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (2010)
1	Campina do Simão	3.831	R\$ 33.842,89	0,641
2	Candói	16.126	R\$ 45.146,82	0,654
3	Cantagalo	13.340	R\$ 22.946,83	0,645
4	Espigão Alto do Iguaçu	3.980	R\$ 39.523,58	0,672
5	Foz do Jordão	4.466	R\$ 37.602,43	0,716
6	Goioxim	6.997	R\$ 40.064,44	0,635
7	Guarapuava	183.755	R\$ 41.171,47	0,706
8	Laranjal	5.719	R\$ 17.449,17	0,614
9	Laranjeiras do Sul	32.167	R\$ 27.682,17	0,651
10	Manoel Ribas	13.517	R\$ 34.071,43	0,639
11	Marquinho	4.283	R\$ 24.788,62	0,722
12	Nova Laranjeiras	11.462	R\$ 21.983,88	0,630
13	Nova Tebas	5.252	R\$ 29.864,85	0,609
14	Palmital	12.755	R\$ 22.648,20	0,636
15	Pinhão	32.722	R\$ 48.027,99	0,731
16	Pitanga	29.686	R\$ 36.477,73	0,635
17	Quedas do Iguaçu	34.707	R\$ 37.550,93	0,629
18	Reserva do Iguaçu	8.127	R\$ 29.530,70	0,648
19	Rio Bonito do Iguaçu	13.240	R\$ 30.778,99	0,642
20	Santa Maria do Oeste	9.210	R\$ 21.873,17	0,585
21	Turvo	12.977	R\$ 41.508,69	0,702
22	Virmond	4.051	R\$ 43.450,83	0,681
TOTAL REGIÃO		462.370		
PARANÁ		11.444.380		

Fonte: IBGE, 2021.

A população total dos municípios escolhidos, representada pela soma de 462.370 habitantes, equivale a, aproximadamente, 4,04% da população total do estado do Paraná, que é de 11.444.380 habitantes (IBGE, 2021).

4.2 Base de dados e seleção de indicadores

Os indicadores considerados nesta pesquisa foram obtidos por meio dos dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), amplamente reconhecido como o principal repositório de informações neste setor no Brasil. A espacialização e análise dos mapas foi embasada no Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto Municipais referente aos anos de 2012 a 2021. A seleção dos indicadores mencionados na Tabela 2 teve como finalidade a avaliação do saneamento básico nas localidades, abrangendo os serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto.

Tabela 2 - Indicadores Saneamento

Indicador	Equação
Índice de atendimento urbano de água (%)	$IN023 = \frac{AG026}{GE06a} \times 100$
Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)	$IN024 = \frac{ES026}{GE06a} \times 100$

Fonte: BRASIL, 2021.

Parâmetros:

- AG026: população urbana atendida com abastecimento de água;
- ES026: População atendida com esgotamento sanitário;
- GE06A: População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água;
- CO050: População urbana atendida nos municípios, abrangendo o distrito-sede e localidades; e
- POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE).

Adotando a abordagem metodológica proposta por Viana, Castro e Rocha (2020), foi empregada uma classificação em quatro níveis como critério de avaliação de desempenho dos indicadores, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios de avaliação de desempenho dos indicadores e parâmetros de referência.

Classificação	Target	Valores de referência	
		IN023	IN024
 Azul	Excelente	≥ 95%	≥ 95%
 Verde	Bom	≥ 80% e < 95%	≥ 80% e < 95%
 Amarelo	Mediano	≥ 60% e < 80%	≥ 50% e < 80%
 Vermelho	Ruim	< 60%	< 50%

Fonte: Elaborado conforme ARCE, 2017, apud Viana, Castro e Rocha, 2020.

4.3 Índices médio de saneamento e ranking

Com o objetivo de analisar a universalização do saneamento básico na região em análise, efetuou-se o cálculo do índice médio de saneamento (IND), nos anos de 2012 e 2021, utilizando a Equação 1. Esse cálculo envolveu somente os indicadores de análise do percentual da população urbana atendida pelos serviços de abastecimento de água (IN023) e coleta de esgoto (IN024).

$$IND = \frac{IN023 + IN024}{2} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- Índice de atendimento urbano de água (%)
- Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)

Alguns municípios da região de Guarapuava, incluindo Campina do Simão, Espigão Alto do Iguaçu, Foz do Jordão, Goioxim, Laranjal, Marquinho, Nova Tebas, Rio Bonito do Iguaçu, Santa Maria do Oeste, Virmond, Manoel Ribas, Palmital e Turvo, não dispunham de informações sobre a coleta de esgoto (IN024). Por esse motivo, esses municípios foram excluídos do cálculo do índice médio. Em seguida, foi elaborado um ranking com os 9 municípios restantes que possuíam todos os dados de saneamento na região, utilizando como critério os índices calculados.

4.4 Elaboração de mapas

A espacialização de indicadores de saneamento é uma etapa crucial para compreender o desempenho dos serviços relacionados ao abastecimento de água e coleta de esgoto em uma determinada região. No contexto deste estudo, a utilização de mapas temáticos no *software* QGIS, facilita a compreensão dos dados geoespaciais, proporcionando uma representação visual clara e objetiva.

Para elaboração dos mapas, com a escolha dos indicadores destacados na Tabela 2, o próximo passo envolve a seleção dos dados geoespaciais pertinentes, que incluem limites municipais e informações específicas sobre saneamento. Esses dados são representações digitais de elementos do mundo real, vinculados a coordenadas geográficas na superfície terrestre. Eles podem incluir características físicas, sociais ou ambientais e são frequentemente utilizados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para análises espaciais, planejamento urbano, tomada de decisões e mapeamento. Esses dados são adquiridos e, posteriormente, importados para o ambiente do QGIS.

No decorrer desta pesquisa, conforme mencionado anteriormente, as informações de referência empregados de indicadores foram coletados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Esta abordagem visa assegurar a confiabilidade e precisão dos dados, empregando o SNIS como fonte reconhecida para informações sobre saneamento. Adicionalmente, a implementação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) envolve o uso de shapefiles, um tipo de arquivo em formato geoespacial que armazena informações como pontos, linhas e polígonos, incluindo dados atributivos dos municípios. O uso do Shapefile decorre de sua versatilidade e compatibilidade com diversas plataformas de software SIG, possibilitando análises espaciais e a visualização eficaz de dados geográficos, como as fronteiras municipais, os arquivos foram baixados diretamente do site do IBGE garantindo informações claras e atualizadas.

No software, realiza-se a configuração de estilos, estabelecendo representações visuais para os indicadores. Isso envolve a definição de paletas de cores, parâmetros predefinidos, conforme indicado na Tabela 3, para orientar a classificação dos indicadores, e a seleção de símbolos apropriados. Essa etapa

proporciona uma apresentação visual clara e padronizada dos dados, contribuindo para uma interpretação dos indicadores de saneamento na região em análise.

Após a elaboração, os mapas temáticos e os resultados da espacialização são utilizados na produção de relatórios detalhados, oferecendo uma síntese informativa que pode orientar a tomada de decisão, além de promover compreensão abrangente das condições dos serviços de saneamento na região em estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Índice de atendimento urbano de água (%) – (IN023)

O abastecimento de água potável é reconhecido como um serviço essencial pela Organização Mundial da Saúde (OMS), desempenhando um papel crucial na promoção da saúde pública e na melhoria dos padrões de qualidade de vida. A legislação brasileira, notadamente a Lei do Saneamento (Lei nº 11.445/2007, atualizada em 2020 pela aprovação da Lei nº 14.026/2020), está alinhada aos objetivos da OMS, buscando garantir o acesso apropriado à água potável, visando não apenas à saúde pública, mas também à aprimoração das condições sanitárias da população brasileira.

Conforme destacado por Cairncross (2018), os benefícios derivados dos serviços de saneamento ultrapassam a esfera da saúde, abrangendo diversos aspectos do desenvolvimento populacional. Nesse contexto, a meta para a universalização do saneamento até 2033 se torna uma prioridade.

Após a criação dos mapas temáticos (Figura 3) no QGIS, espacializando os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), ao analisar esses mapas de abastecimento de água (IN023) na região selecionada ao longo de 10 anos, percebe-se que os 22 municípios em estudo demonstraram desempenho excelente, com média de 99%, superando a média nacional de 93,4% e a média da região sul de 98,8%, que é considerada a região com a melhor desempenho (SNIS, 2021).

Durante o período estudado, 21 dos 22 municípios mantiveram seus índices acima de 95%. No que diz respeito ao município de Nova Laranjeiras, entre os anos de 2012 e 2015, inicialmente apresentou um índice de atendimento urbano de água (IN023) classificado como bom, registrando um desempenho de 84% em 2012. Nos dois anos seguintes, houve um notável avanço, atingindo um desempenho superior de 95%, classificado como excelente.

Entretanto, em 2015, o município apresentou uma tendência decrescente em relação ao ano anterior, com o desempenho do índice atingindo 91,8%. Este declínio pode ser atribuído a uma variedade de fatores, incluindo dispersão populacional, presença de infraestrutura antiga e obsoleta, falta de investimentos, entre outros

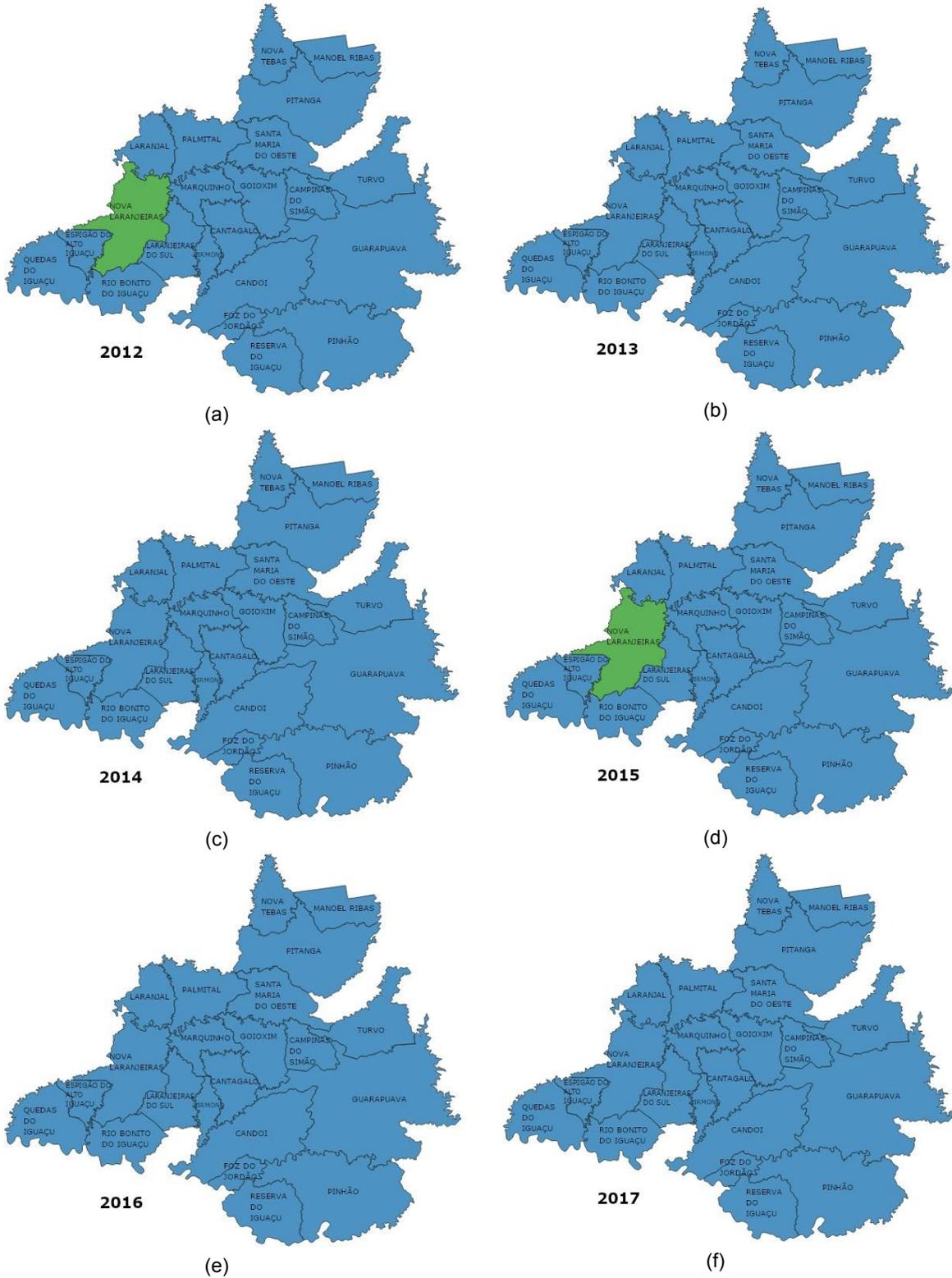
fatores. Avaliando os anos subsequentes no período de 2016 a 2021, os mapas mostram que o indicador retornou ao patamar considerado excelente.

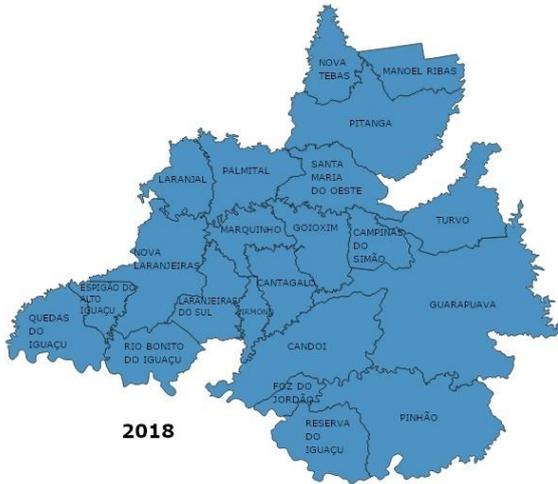
Ao comparar a presente pesquisa com o estudo realizado para a região metropolitana de Fortaleza, conforme conduzido por Viana, Castro e Rocha (2020) e abrangendo 19 municípios, verifica-se uma performance melhor da região de Guarapuava. No ano de 2013, na região metropolitana de Fortaleza, apenas três cidades demonstravam um desempenho classificado como excelente. O referido estudo sobre a região de Fortaleza indica que no intervalo entre 2011 e 2017, a média para o serviço apresentou uma tendência decrescente a uma taxa anual de 2,33%, ocasionando uma redução nos valores dos indicadores em 2017, quando comparados com o ano de pico, ou seja, 2011. Em 2017, a média para o serviço na região em questão era de 67,3%, ao passo que, no mesmo ano, na região de Guarapuava, a média excedia os 95%.

Entretanto outras pesquisas que empregam também abordagens metodológicas semelhantes para a análise desse indicador, revelam que o alcance de sua universalização deixou de ser uma preocupação para outros estados brasileiros há quase uma década. Conforme destacado por Costas et al. (2013), em 2010, mais de 89% dos municípios mineiros já haviam alcançado a universalização desse serviço. Já em Caldo e Filho (2014), ao longo de todos os anos entre 2007 e 2012, o indicador aproximava-se de seu valor máximo, indicando que os municípios da Bacia do Alto do Paraguai, Mato Grosso do Sul, estavam prestes a atingir a universalização.

Sendo assim, de maneira geral, os resultados da análise dos mapas deste indicador então dentro do esperado e mostram universalização deste serviço na região de Guarapuava. Todavia, para garantir a efetividade contínua desse serviço, torna-se imprescindível a realização de investimentos periódicos, bem como da implementação de medidas corretivas.

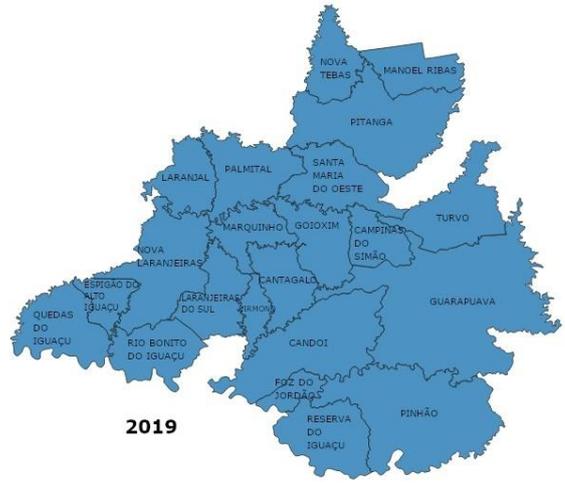
Figura 3 - Representação espaço-temporal do índice de atendimento urbano de água dos municípios que compõe a regional de Guarapuava, 2012(a), 2013(b), 2014 (c), 2015 (d), 2016 (e), 2017 (f), 2018 (g), 2019 (h), 2020 (i) e 2021 (j).





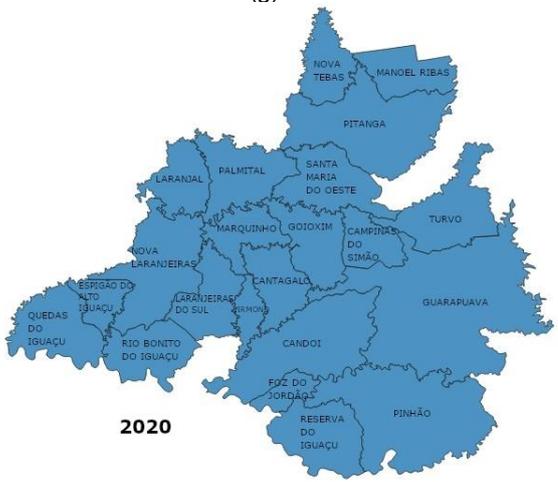
2018

(g)



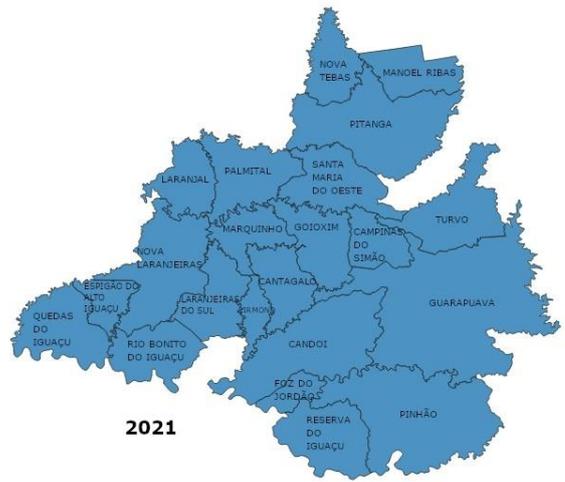
2019

(h)



2020

(i)



2021

(j)

Legendas

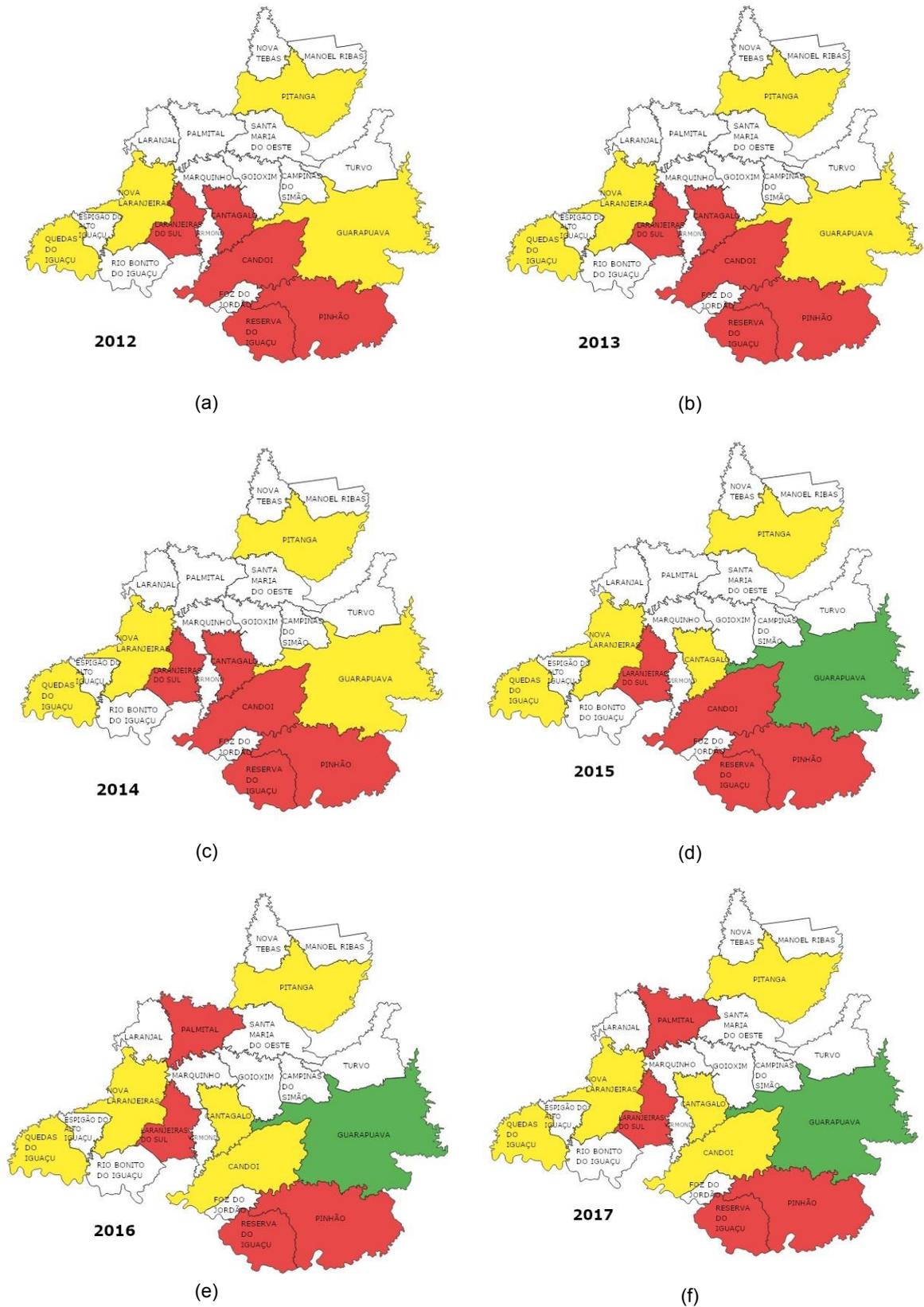
Classificação	Target	Valores de referência		
		IN023	IN024	
	Azul	Excelente	≥ 95%	≥ 95%
	Verde	Bom	≥ 80% e < 95%	≥ 80% e < 95%
	Amarelo	Mediano	≥ 60% e < 80%	≥ 50% e < 80%
	Vermelho	Ruim	< 60%	< 50%

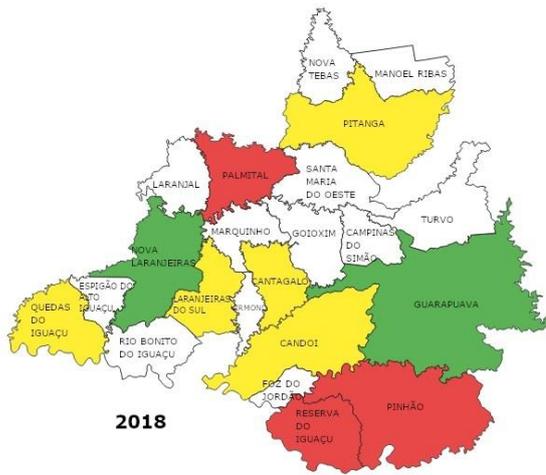
Fonte: Autor, 2023.

5.2 Análise do índice de atendimento urbano de esgoto referindo aos municípios atendidos com água (%) – (IN024)

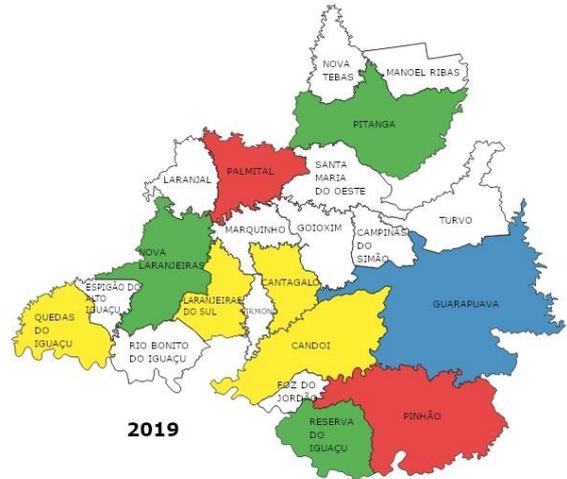
A exemplo do fornecimento de água potável, a gestão adequada do sistema de coleta de esgoto emerge como um elemento crucial para o progresso populacional. De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2020, apenas 50% do esgoto produzido é submetido a tratamento adequado. A análise da Figura 4, a qual representa os mapas dos índices de atendimento de esgoto urbano (IN024), evidencia a deficiência desse serviço na área de estudo, revelando que, ao longo de um período de 10 anos, apenas 2 dos 22 municípios analisados conseguiram alcançar a classificação de excelente.

Figura 4 - Representação espaço-temporal do índice de atendimento de esgoto dos municípios que compõe a regional de Guarapuava, 2012(a), 2013(b), 2014 (c), 2015 (d), 2016 (e), 2017 (f), 2018 (g), 2019 (h), 2020 (i) e 2021 (j).

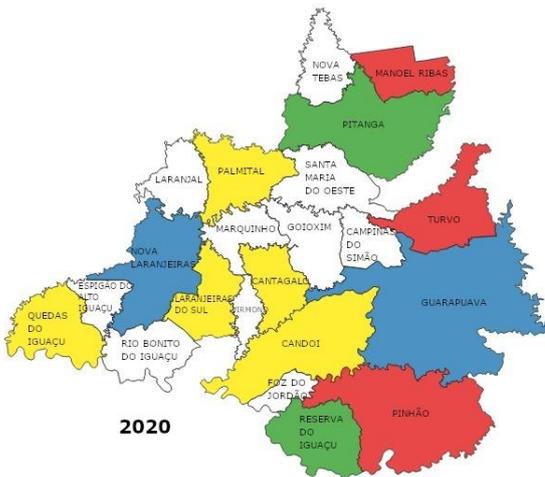




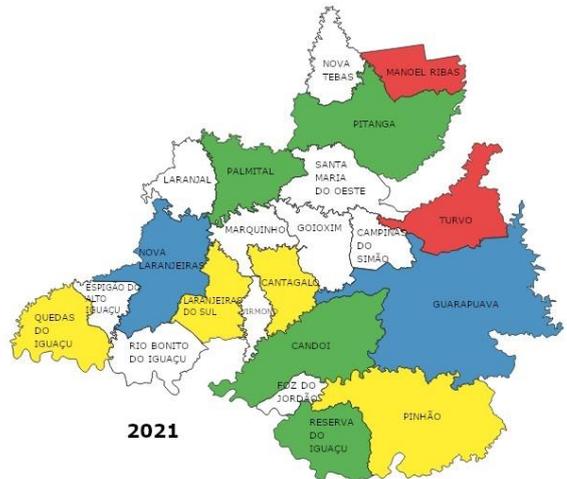
(g)



(h)



(i)



(j)

Legendas

Classificação	Target	Valores de referência		
		IN023	IN024	
	Azul	Excelente	$\geq 95\%$	$\geq 95\%$
	Verde	Bom	$\geq 80\%$ e $< 95\%$	$\geq 80\%$ e $< 95\%$
	Amarelo	Mediano	$\geq 60\%$ e $< 80\%$	$\geq 50\%$ e $< 80\%$
	Vermelho	Ruim	$< 60\%$	$< 50\%$

Fonte: Autor, 2023

De acordo com Cabedo Junior *et al.* (2018) a preocupação com os baixos índices de saneamento básico é significativa, uma vez que a falta de infraestrutura adequada nesse contexto pode gerar problemas econômicos, desigualdades sociais, impactos ambientais e aumentar a incidência de doenças ambientais, além de constantes casos de contração de algumas doenças.

Outro aspecto importante de destaque é a escassez de dados relacionados a esse serviço, em 10 municípios dos 22 estudados não há qualquer informação sobre o sistema de esgoto sanitário. Em outros 3 municípios, havia dados disponíveis apenas de alguns anos. Desse modo, somente 9, dos 22 municípios, possuem dados completos e abrangentes relativos ao serviço de coleta de esgoto urbano (IN024).

Analisando o período entre 2012 a 2014, dentre os 9 municípios analisados, apenas 4 apresentaram desempenho classificado como mediano para os indicadores de esgoto urbano (IN024). Este desempenho intermediário foi caracterizado por uma porcentagem situada entre 50% e 80%. Os outros 5 municípios demonstraram desempenho considerado insatisfatório, registrando percentuais inferiores a 50% para o indicador em questão.

No ano subsequente, em 2015, observou-se uma tendência positiva em relação ao desempenho de dois municípios da região, Cantagalo e Guarapuava. Cantagalo elevou seu desempenho para uma classificação considerada intermediária, conforme a classificação estipulada. Já Guarapuava alcançou desempenho considerado bom, apresentando uma porcentagem situada na faixa de 80% a 95%. Contrariamente, os demais municípios mantiveram-se na mesma faixa de desempenho. Neste período a média na região delimitada foi de 56,8%,

A partir de 2016, os dados relativos a este serviço para o município de Palmital começaram a ser disponibilizados. Ao analisar os indicadores através da espacialização em mapas, verifica-se que o município se encontra na faixa mais baixa de desempenho, inferior a 50%, classificado como ruim. Essa constatação sugere que nos anos anteriores, nos quais não há dados disponíveis, a situação do município também não era satisfatória.

No entanto, no mesmo ano, é possível identificar uma tendência positiva para o município de Cândói, que registrou um desempenho considerado mediano. Em uma análise dos municípios que possuíam dados disponíveis, a média dos indicadores atingiu 60,8%, superando a média nacional de 59,7% para o mesmo período. Este

resultado sugere que, apesar das variações individuais nos desempenhos municipais, a média geral aponta para um cenário relativamente mais favorável em comparação com a média nacional, indicando progressos notáveis na gestão do serviço de coleta de esgoto.

Em 2017, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a média nacional registrou crescimento de 0,4 ponto percentual tanto no índice de atendimento urbano com rede de esgoto (IN024) em relação ao ano de 2016. No mesmo intervalo de tempo, os municípios que compõem a regional de Guarapuava apresentaram um aumento mais expressivo, alcançando um crescimento de 1,7% em sua média.

Entretanto, apesar desse aumento nas médias regionais, analisando os mapas, a classificação dos municípios em relação permaneceu inalterada. Os níveis observados anteriormente foram mantidos, indicando que o crescimento nas médias pode não ter se traduzido em melhorias substanciais nos indicadores individuais de cada município.

Para o ano seguinte, observou-se que a evolução dos desempenhos permaneceu modesta, com apenas dois municípios alcançando faixa de desempenho superior. Nova Laranjeiras e Laranjeiras do Sul foram os municípios destacados nesse aspecto. Nova Laranjeira teve seu desempenho classificado como bom, enquanto Laranjeiras do Sul atingiu uma classificação de desempenho mediano, apesar do progresso observado.

Ao analisar os 3 últimos anos, entre 2019 a 2021, destaca-se uma notável progressão em grande parte dos municípios estudados. A partir de 2019, o município de Guarapuava apresentou desempenho qualificado como excelente e no ano subsequente, Nova Laranjeiras também ascendeu a essa classificação.

Pode-se perceber também que nos três últimos anos de estudo, três municípios consolidaram-se com desempenho mediano não havendo uma evolução em relação aos parâmetros estabelecidos e dois municípios permaneceram com desempenho classificado como ruim. É de suma importância destacar que os dois últimos municípios mencionados disponibilizaram dados apenas nos últimos anos. Tal fato sugere que essas localidades estão, possivelmente, em estágios iniciais de estruturação e implementação dos serviços de saneamento. Essa recente divulgação de dados pode indicar o início da aplicação da metodologia estabelecida pela

legislação do saneamento, onde as agências regulamentadoras devem garantir monitoramento do desempenho de serviços além da transparência no setor.

Contudo, de maneira geral, o atendimento urbano de esgoto não mostra a mesma performance do serviço de abastecimento de água, embora evidencie-se uma trajetória evolutiva nos municípios ao longo dos 10 anos, tanto no que tange ao desempenho do serviço (IN024) quanto à disponibilização dos dados. Ao longo do período avaliado, registrou-se acréscimo no número de municípios que responderam ao indicador, passando de 9 para 12. Apesar disso, essas lacunas de informações dificultam a análise pois há incerteza sobre a real situação da prestação desse serviço na região, impossibilitando uma previsão sobre a meta estipulada para universalização do saneamento.

Com o propósito de garantir a qualidade e veracidade das informações relacionadas ao saneamento básico, a Portaria nº 719 foi promulgada em 2018. Esta normativa estabelece uma metodologia específica para a auditoria e certificação das informações constantes no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), concentrando-se nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, incumbindo tal responsabilidade às agências reguladoras. A implementação dessa medida visa assegurar a confiabilidade e precisão dos dados, promovendo, desse modo, uma gestão mais eficaz e transparente dos serviços de saneamento básico nos municípios sujeitos a escrutínio.

5.3 Índices médios de saneamento e ranking

A criação de índices, gráficos e mapas desempenham papel essencial na análise da prestação de serviços de saneamento nos municípios. Servem como ferramentas que proporcionam uma representação visual clara e concisa dos dados, simplificando a identificação de padrões e tendências relacionados aos serviços de saneamento. Além disso, possibilitam a comparação e avaliação de desempenho, tornando mais acessível a comunicação de informações complexas para um público amplo. Do ponto de vista da gestão pública, a vigilância dos dados é imperativa para acompanhar o progresso das iniciativas, aprimorar a transparência na prestação de contas e evidenciar os impactos das ações (SCHWEMLEIN et al., 2016).

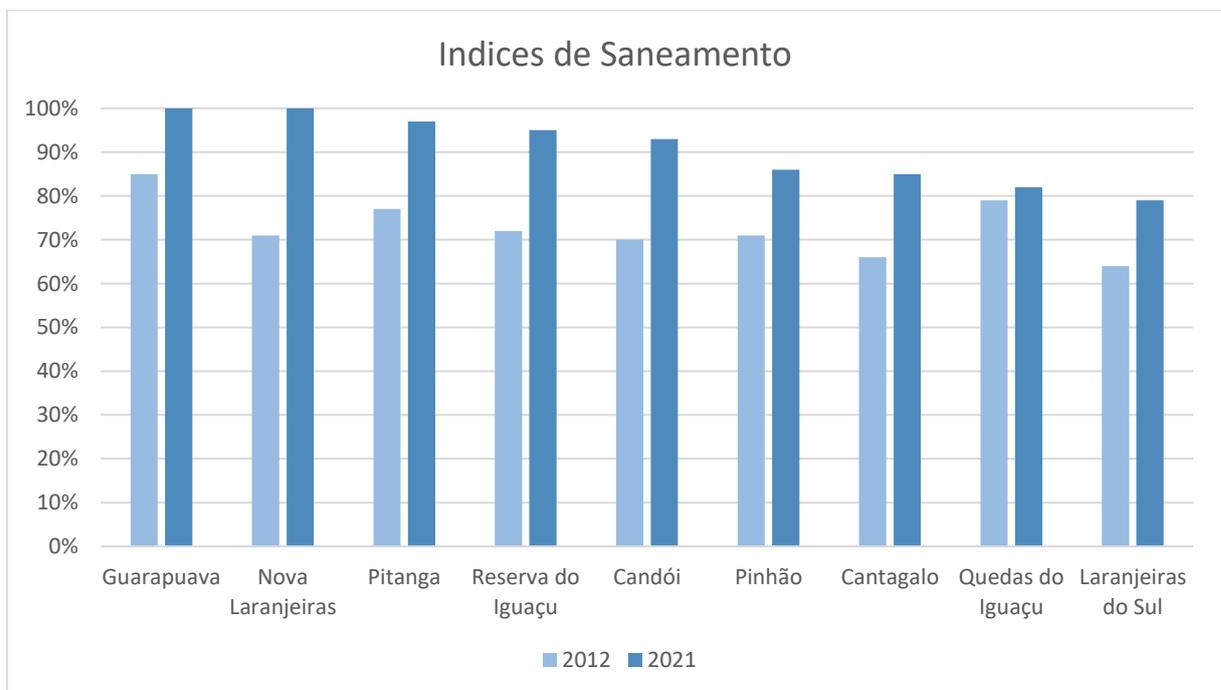
Os resultados dos índices médios de saneamento dos municípios estudados estão apresentados na Figura 5, no qual foram calculados utilizando somente os dois

serviços do saneamento em questão, abastecimento de água e esgoto, devido falta de dados de alguns municípios para o serviço de esgoto, foram selecionados apenas os municípios com todos os dados disponíveis dos dois serviços ao longo de todo o período analisado, sendo eles, Candói, Cantagalo, Guarapuava, Laranjeiras do Sul, Nova Laranjeiras, Pinhão, Pitanga, Quedas do Iguaçu e Reserva do Iguaçu.

Na Figura 5 observa-se um destaque para a cidade de Nova Laranjeiras, que apresentou a maior evolução, passando de aproximadamente 71% para 100%. Por outro lado, Quedas do Iguaçu mesmo detendo o segundo maior índice de desempenho em 2012, somente atrás de Guarapuava, registrou a menor evolução, com um acréscimo de apenas 3%, elevando-se de 79% no ano de 2012 para 82% em 2021.

Outras cidades que merecem destaque em sua progressão incluem Reserva do Iguaçu e Candói, ambas apresentando aumento de 23% em seus índices. Na sequência, destaca-se o crescimento de 20% em Pitanga, 19% em Cantagalo, 15% em Guarapuava, Pinhão e Laranjeiras do Sul. Vale ressaltar que, apesar de alguns municípios não terem experimentado evolução tão expressiva, todos alcançaram índice global de saneamento acima de 79% atualmente.

Figura 5 - Comparação dos índices de saneamento dos anos de 2012 e 2021.

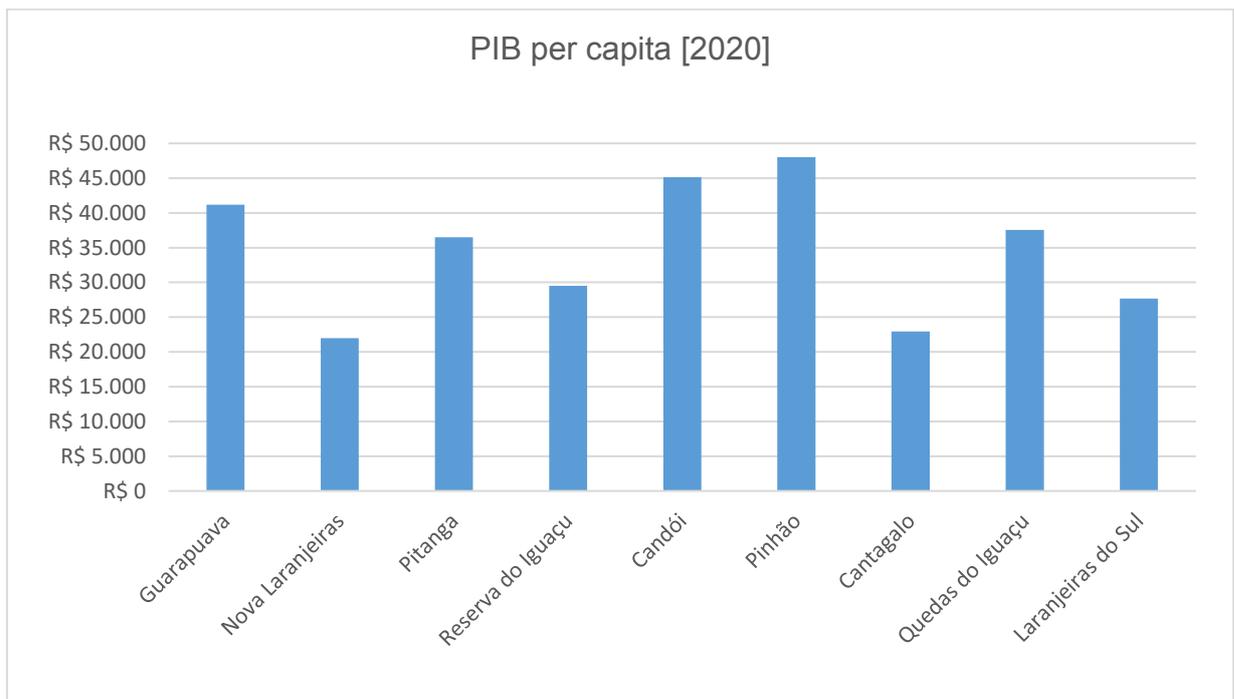


Fonte: Autor, 2023.

A análise da relação entre o Produto Interno Bruto (PIB) per capita e o Índice de Saneamento revela nuances interessantes sobre o desenvolvimento urbano, indicando que a prosperidade econômica nem sempre se traduz diretamente na qualidade dos serviços básicos. A interconexão entre esses indicadores desempenha um papel crucial na determinação das condições de vida, saúde pública e produtividade econômica de uma cidade.

Observando os dados, conforme apresentados na Figura 6, revela que, embora cidades com PIB per capita mais elevado geralmente invistam mais em infraestrutura de saneamento, nem sempre esse investimento se reflete no índice médio de saneamento. Notavelmente, alguns municípios apresentam discrepâncias notáveis entre seu PIB per capita e o desenvolvimento do saneamento.

Figure 6 - PIB per capita dos municípios em 2020



Fonte: IBGE, 2023.

Tomemos como exemplo os municípios de Pinhão e Candói, que possuem os dois maiores PIB per capita entre os nove analisados. Surpreendentemente, ao compararmos seus índices médios de saneamento com o município de Guarapuava, que tem um PIB per capita menor, observamos que Guarapuava supera ambos em termos de qualidade dos serviços básicos. Essa discrepância destaca que a correlação direta entre riqueza econômica e desenvolvimento do saneamento não é linear.

Outra constatação intrigante ocorre ao compararmos Novas Laranjeiras, o município com o menor PIB per capita dentre os nove. Apesar da posição econômica menos favorecida, o índice médio de saneamento de Novas Laranjeiras é notavelmente superior ao de alguns municípios com PIB per capita mais elevado, incluindo Pinhão e Candói. Isso sugere que, em alguns casos, municípios com recursos financeiros mais limitados podem direcionar eficientemente seus investimentos em saneamento, alcançando resultados notáveis.

Essas análises apontam para a complexidade da relação entre PIB per capita e Índice de Saneamento, destacando a importância de uma abordagem holística para o desenvolvimento urbano. O equilíbrio entre o crescimento econômico e o investimento eficaz em serviços básicos é essencial para garantir uma melhoria significativa na qualidade de vida e na saúde pública de uma comunidade, independentemente de seu status econômico isolado.

Ao criar a classificação com os índices de saneamento de 2021, conforme exposto na Tabela 4, torna-se possível identificar com precisão as áreas que experimentaram melhorias notáveis e aquelas que necessitam de atenção especial. Esse tipo de ranking proporciona uma análise clara das localidades que se destacaram positivamente e daquelas que exigem medidas prioritárias para aprimorar suas condições sanitárias.

Tabela 4 - Ranking de saneamento ano de 2021

Posição	Município	Índice médio de saneamento	PIB per capita [2020]
1°	Guarapuava	100%	R\$ 41.171,47
2°	Nova Laranjeiras	100%	R\$ 21.983,88
3°	Pitanga	97%	R\$ 36.477,73
4°	Reserva do Iguaçu	95%	R\$ 29.530,70
5°	Candói	93%	R\$ 45.146,82
6°	Pinhão	86%	R\$ 48.027,99
7°	Cantagalo	85%	R\$ 22.946,83
8°	Quedas do Iguaçu	82%	R\$ 37.550,93
9°	Laranjeiras do Sul	79%	R\$ 27.682,17

Fonte: Autor, 2023.

O município de Guarapuava, demonstrou um desempenho positivo durante o estudo, com seus índices excelentes conforme os parâmetros estabelecido tanto para o abastecimento de água quanto para o atendimento de esgoto, alcançando um índice médio de saneamento de 100%, em paridade com a cidade de Nova Laranjeiras mencionada anteriormente. Na 3ª a 5ª posição com índices médios de 93% a 97% aparece Pitanga, Nova Iguaçu e Cândói, na faixa etária de 82% a 86% na posições de 6ª a 8ª aparecem a cidade de Pinhão, Cantagalo e Quedas do Iguaçu, a 9ª posição com 79% de índice médio temos Laranjeiras do Sul.

Contudo, a ausência de dados disponíveis de outras cidades na região torna desafiador determinar com precisão a situação do saneamento básico nessa área específica delimitada. A obtenção de informações abrangentes é crucial para uma avaliação mais completa e para a implementação eficaz de medidas corretivas, visando a melhoria contínua dos serviços de saneamento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para espacializar os indicadores dos serviços de saneamento e analisar os mapas temáticos dos municípios da Região de Guarapuava mostrou-se uma ferramenta essencial. Ao possibilitar a espacialização dos dados e a apresentação por meio de mapas temáticos, o SIG facilitou a interpretação clara dos indicadores, contribuindo significativamente para a avaliação do desempenho de cada município. Isso permitiu a identificação precisa daqueles que demandam uma atenção prioritária, visando aprimorar efetivamente a prestação dos serviços de saneamento na região.

Os índices de atendimento de abastecimento de água urbano nos municípios demonstraram um desempenho excelente conforme os parâmetros estabelecidos para estudos. As 22 cidades estudadas evidenciam que a universalização desse serviço é uma realidade consolidada há muitos anos, apresentando uma média que supera a média nacional. Este cenário sugere uma efetiva cobertura e acesso à água potável, destacando o êxito alcançado na oferta desse serviço essencial nas localidades analisadas.

Entretanto, os indicadores de atendimento urbano de esgoto não refletem a mesma excelência. Muitos municípios não disponibilizam seus dados, e entre aqueles que o fazem, o desempenho não se iguala ao indicador de atendimento urbano de água, com exceção de dois municípios. Neste contexto revela um desequilíbrio na prestação de serviços de esgoto urbano, indicando a necessidade de aprimoramentos significativos em diversas localidades para alcançar uma maior cobertura e desempenho.

De modo geral, os resultados do atendimento ao saneamento na região selecionada, em conformidade com os princípios da universalização do saneamento estabelecidos pela Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, indicam que a região está no caminho certo. No entanto, vale destacar a importância que os municípios disponibilizem seus dados de indicadores, assim, ao avaliar os indicadores de saneamento, não apenas se mensura o desempenho atual dos municípios, mas também se identificam áreas que demandam intervenções específicas. Esse conhecimento embasa tomadas de decisão estratégicas para o planejamento e

execução de projetos de infraestrutura sanitária, contribuindo para o avanço sustentável das comunidades.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Guilherme da Rocha. Estruturas de financiamento aplicáveis ao setor de saneamento básico. **BNDES Setorial**, n.34, p. 45-94, 2011. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3402.pdf>. Acesso em: maio 2023.
- ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. (2000) Performance indicators for water supply services. Londres: IWA Publishing. 160 p.
- BARACHO, R. O. **Análise e avaliação de Planos Municipais de Saneamento Básico no Paraná: Um estudo de caso de cinco cidades**. 2015. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015.
- BARBOSA, R. P.; IBRAHIN, F. I. D. **Resíduos sólidos: impactos, manejo e gestão Ambiental**. 1.ed. São Paulo: Érica, 2014. 176p.
- BRASIL. **Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 8 jan. 2007.
- BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Diagnóstico manejo de resíduos sólidos urbanos – 2017. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Brasília: SNSA/MCIDADES. 2019.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Brasília: SNSA/MCIDADES. Disponível em: Acesso em: 10 out. 2022.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos. 2013. Brasília, 2015. 1 CD-ROM**.
- BURROUGH, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. 193 p. Oxford, 1986.
- CAVALCANTE, L.; ALMEIDA, C.; MORAIS, M. **Utilização de SIG para monitoramento de indicadores de desempenho de sistemas de abastecimento de água**. In: Anais do 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre: ABES, 2010.
- CABEDO JUNIOR, F. das C. S.; CUNHA, K. B. da S.; AGUIAR, A. L. da S.; ARAÚJO, F. D. N. Saneamento: interferência na saúde pública e no desenvolvimento socioeconômico. **Revista da FAESF**. vol.2, n.3, p. 2-8. 2018.

CIRINO, J. P. M. **Impactos socioambientais decorrentes da falta de saneamento ambiental no bairro da várzea, São José de Piranhas, Paraíba.** 2018. 67 f. TCC (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2018.

DO CARMO, C. M.; CUNHA, D. G. F. Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. **Elsevier Brasil**, 2013

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE, FUNASA. **Termo de referência para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico.** Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2012. 68 p. Disponível em: < http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2012/04/2b_TR_PMSB_V2012.pdf>. Acesso em: 24 set. 2023.

JUNQUEIRA, R.; LAUTENSCHLAGER, R.; PAREDES, M. **Utilização de SIG em SAAS.** In: Anais do 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife: ABES, 2009

LAHOZ, R. A. L.; DUARTE, F. C. Saneamento básico e direito à saúde: considerações a partir do princípio da universalização dos serviços públicos. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito**, Curitiba, v.1, n.7, p.62-69, jan., 2015.

LINS, K. J. P.; LINS, M. A. F. Saneamento básico: impacto do esgoto despejado na orla de Olinda-PE. **Holos Environment**, Rio Claro, v.19, n.2, p.220-234, jun., 2019.

NIRAZAWA, A. N.; OLIVEIRA, S.V. W. B. Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/index>>. Acesso em: 22 nov. 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7612168118>

OLIVEIRA, J. A.; SOUZA, R. M. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 327-336, 2018.

OMS e UNICEF. **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines.** Geneva, p. 2 – 3. 2017

SANEPAR. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Disponível em: <<https://site.sanepar.com.br/prefeituras/plano-municipal-de-saneamento-basico>> Acesso em: 05 out. 2023.

SANTOS, A.C.P.A.; PEREIRA, J.A.R. SIG no gerenciamento de sistema de abastecimento de água. **Revista DAE**. v. 64, n. 202, p. 76- 86. 2016. <http://doi.org/10.4322/dae.2016.001>

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; NETTO, O. M. Cordeiro. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p. 1713-1724. nov-dez., 2002.

SOUZA, Luis Gabriel; MIRANDA, Antônio Carlos; MEDEIROS, Herika. **O lixo, o esgoto na Baía de Guanabara e os programas de despoluição: a mídia versus os dados.** Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/articloe/viewFile/871/895>. Acesso em: nov, 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Novo estudo do ITB aponta que universalização do saneamento pode gerar mais de R\$ 1,4 tri em benefícios para o Brasil.** Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/novo-estudo-do-itb-aponta-que-universalizacao-do-saneamento-pode-gerar-mais-de-r-14-tri-em-beneficios-para-o-brasil/>>. Acesso em: 25 abr. 2023

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Objetivo do Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/objetivo-do-desenvolvimento-sustentavel/>>. Acesso em: 25 abr. 2023.

VENTURA, F. S.; LOPES, R. A. **Utilização do SIG para a avaliação de indicadores de saneamento na Região Metropolitana de Fortaleza.** In: Anais do 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Natal: ABES, 2015. p. 1-14.

VON SPERLING, T. L.; VON SPERLING, M. Proposição de um Sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 313-322. 2013. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000400003>