

Dispêndios e investimentos no saneamento básico brasileiro: Impactos sob a receita

Karla Cristina Tyskowski Teodoro Rodrigues¹  | Jefferson Andronio Ramundo Staduto² 
| Knut Ingar Westeren³ 

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). E-mail: karlatyskowski@gmail.com

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) E-mail: jefferson.staduto@unioeste.br

³ Nord University. E-mail: knut.i.westeren@nord.no

RESUMO

O objetivo central deste artigo foi analisar o impacto dos dispêndios e investimentos das companhias de saneamento básico sobre a receita total nas macrorregiões brasileiras. As análises foram feitas entre 2007 e 2016. Foram estimados dados de painel, partir do Sistema Nacional e Informações Sanitárias e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contatou-se que o aumento de receita está diretamente ligado com a maior escala de produção, cujas localidades com maior número de atendimentos produzem maiores ganhos em todas as regiões brasileiras. A efetividade de ganho por meio de eficiência e eficácia de equipamentos e estruturas foi fundamental para o setor. A pesquisa mostrou a fragilidade dos sistemas de atendimento, gerando externalidades negativas. A coleta e o tratamento de esgoto estão muito distantes de atingir a universalização. A alocação de recursos deveria ser direcionada para mitigar as perdas de eficiência no sistema e gerar aumento de escala para atender à meta de universalização dos serviços de saneamento.

PALAVRAS-CHAVE

Saneamento Básico, Disparidades Regionais, Painel Econométrico

Expenditures and investments in Brazilian basic sanitation: Impacts on revenue

ABSTRACT

The main objective of the article was to analyze the impact of expenditures and investments by basic sanitation companies on total revenues in municipalities in Brazilian macro-regions. The analyses were carried out between 2007 and 2016. Panel data were estimated from the National Health Information System and the Brazilian Institute of Geography and Statistics. It was found that the increase in revenue is directly linked to a larger scale of production, whose locations with a higher number of services produce greater gains in all Brazilian regions. The effectiveness of gains through the efficiency and effectiveness of equipment and structures was fundamental for the sector. The research showed the fragility of the service systems, generating negative externalities. The collection and treatment of sewage are too far away to achieve universalization. The allocation of resources should be directed to mitigate efficiency losses in the system and increase in scale to meet the goal of universalization of sanitation services.

KEYWORDS

Basic Sanitation, Regional disparities, Econometric panel

CLASSIFICAÇÃO JEL

D61, Q50, R1

1. Introdução

O debate sobre saneamento básico é pauta presente nos países de renda baixa e média, vários desafios devem ser enfrentados, tais como acesso à água, coleta e tratamento para população em geral. Heller (2019) salienta que a não universalização da água de qualidade e a falta de coleta de esgoto são problemas sociais que afetam muitas pessoas em vários países, tornando-se, então, uma das pautas das discussões mundiais.

Os serviços relacionados ao saneamento básico, tais como água tratada, coleta e tratamento dos esgotos, proporcionam qualidade de vida e têm efeitos sobre o meio ambiente e sobre a prevenção e o controle das doenças (Oliveira, 2018). Uma estrutura apropriada de acesso à água de qualidade e ao esgotamento sanitário é essencial também para os processos produtivos (Wolfart, 2014; Rodrigues et al., 2022b).

A infraestrutura sanitária tem um papel fundamental na resposta às pressões sobre a segurança e os recursos hídricos (OCDE, 2012). A pressão sobre os recursos hídricos deve continuar crescendo nas próximas décadas particularmente como resultado de mudanças demográficas, crescimento econômico, poluição, mudança no uso da terra, degradação do ecossistema e mudanças climáticas .

O Brasil tem lacunas na estruturação sanitária, o que torna o serviço sanitário inadequado, o qual depende de investimentos e, também, de planejamento, pois são projetos de longo prazo com altos custos do tipo *sunk cost* (Gonçalves, 2015), os quais dificultam a implementação de projetos de saneamento e potencialmente aprofundam as disparidades regionais (Rodrigues et al., 2022a). Portanto, o saneamento básico não pode ser visto como restrito ao executor de obras públicas, é preciso pensar o saneamento a partir da capacidade de integração das ações direcionadas à preservação da qualidade ambiental (Kronemberger et al., 2011).

É fundamental que as discussões englobem as condições de salubridade ambiental por meio da implantação de serviços como abastecimento de água potável, coleta e disposição de resíduos líquidos (esgotos) e sólidos (lixo) e drenagem urbana (Motta, 2004). Além disso, há uma relação direta com a saúde pública da localidade, pois há diminuição dos focos de doenças relacionadas ao saneamento impróprio quando há disponibilidade de água de qualidade (BRASIL, 2017a).

O setor tem características de ofertante de bem público, porque produz externalidades e a sua infraestrutura gera impactos em outros setores, principalmente na saúde e no desempenho econômico das localidades. Por isso, é fundamental lembrar que água é monopólio natural, nesse sentido, Basso e Silva (2000, p. 73) destacam que “dos serviços de utilidade pública de monopólios naturais e essenciais à população surgiu uma teoria, chamada teoria do monopólio natural, que prega a regulamentação, pelo Governo [Estado], de todos os monopólios naturais, no intuito de evitar o abuso do poder de mercado”.

Mesmo considerando as companhias de monopólio natural, se não houver gestão dos recursos e investimentos, o resultado do processo de funcionamento das empresas pode ser a falência ou o prejuízo. Assim, a gestão dos dispêndios é fundamental para gerar receitas positivas (Motta, 2004).

Porém, faz-se necessário destacar que os elevados custos fixos do setor de saneamento básico vão além dos recursos dispendidos para sua infraestrutura, devem ser considerados os dispêndios com manutenção de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, redes de distribuição e coleta e equipamentos. Além disso, há custos incrementais, os quais envolvem custos de curto prazo, como materiais de tratamento, energia e depreciação de instalações (Ohira, 2005).

Para que o saneamento básico no Brasil tenha evolução em seu atendimento e sejam preenchidas as lacunas, é importante que elas sejam conectadas às políticas públicas e ao setor sanitário. Para que isso tenha efetividade, deve-se examinar quais são as variáveis que compõem os dispêndios, bem como a estrutura produtiva e de gestão. Essas estruturas podem ter vários arranjos, com a participação das esferas municipal, estadual e federal, em combinação com o setor privado, como nas parcerias pública-privadas e totalmente privada, as quais contribuem para o planejamento e o financiamento do setor (Rodrigues, 2020).

Assim, os órgãos reguladores são fundamentais para avaliar e alterar o cenário atual de déficit dos serviços de esgotamento sanitário e necessidade de investimentos no setor, tendo como base não apenas o contexto atual, mas também de médio e longo prazo, atentando-se às premissas da modicidade tarifária e da universalização de serviços (serviço entendido como direito humano). Pessoa (2019) destaca a necessidade de cobrarem a melhoria da eficiência da prestação do serviço em um cenário de monopólio natural, devido à pouca transparência causada pela assimetria de informações e pelos subsídios cruzados.

A alocação de recursos pelas companhias do setor sanitário, de acordo com o tipo de custo, é o fator que determina a ocorrência de uma atividade, em razão dela exigir recursos, o direcionamento é a verdadeira causa dos custos (Martins, 2008). Para Pessoa (2019), as atividades e os objetos de custeio são feitos por meio de direcionadores de custo da atividade. Um direcionador de custo da atividade é uma medida quantitativa do resultado de uma atividade.

Os gastos das atividades sanitárias têm aspectos diferenciados que estão incorporados em atividades de direcionamento de execução da atividade, como é o caso de empregados, manutenção de equipamento, distribuição de água e coleta de esgoto, como também nos *sunk costs* que está contido na infraestrutura sanitária. A estrutura do saneamento básico tem aplicação específica de atividade e/ou mesmo está instalada no subsolo ou em localidades que não possibilitam a reutilização.

O objetivo central do presente artigo foi analisar o impacto dos recursos alocados entre dispêndios e investimentos pelas companhias de saneamento básico têm sobre

a receita total das macrorregiões brasileiras, a partir dos dados municipais¹. Este artigo contribui para preencher a lacuna da literatura sobre os dispêndios realizados pelas companhias de saneamento básico considerando os vários arranjos produtivos e de gestão. Desta forma, espera-se contribuir para o debate sobre a eficiência das empresas de concessão pública.

2. Saneamento Básico no Brasil

O conceito de saneamento básico satisfaz o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água e esgotamento sanitário (BRASIL, 2017a). O saneamento básico conceitua-se de forma mais abrangente para saneamento ambiental, definindo um conjunto de ações socioeconômicas que objetiva alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, tendo como foco o abastecimento de água potável, a coleta e disposição sanitária dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos, o manejo das águas pluviais urbanas, o controle de doenças transmissíveis e a ocupação e o uso correto do solo, promovendo assim a melhoria das condições de vida nos meios urbanos e rurais (Braga et al., 2022).

No Brasil, as doenças relacionadas aos aspectos de saneamento básico ainda têm grande impacto, os problemas do setor têm ligações históricas com a falta de investimento e de planejamento, ou mesmo com as disparidades de construções em determinadas regiões do país. As lacunas do setor, em relação à abrangência do atendimento, são problemas históricos, os quais são associados à falta de recursos, a investimentos pouco eficientes e à fiscalização inadequada e, até mesmo, à inexistência de alguns parâmetros relativos à qualidade (Oliveira, 2018).

A Constituição Federal de 1988 foi a responsável por apoiar políticas sanitárias até o Marco Legal de 2007. A Constituição criada naquele ano estabeleceu que o saneamento básico juntamente com a saúde básica são fundamentais para o bem-estar das pessoas, então iniciou-se o processo mais expressivo de mudanças no setor. A preocupação sobre o tema intensificou-se gerando a necessidade de realizar dois Censos Sanitários para verificar a situação dos municípios brasileiros, um em 2000 e outro em 2008 (Rodrigues et al., 2022a).

Em 1990 foi instituída a Lei nº 8.080 para ajudar nas dificuldades enfrentadas pelo crescimento populacional e pela não normatização eficaz da responsabilidade de jurisdição, artigos 3º, 6º, 7º, 15º e 16º, que contempla a organização do Sistema Único de Saúde (SUS) e as atribuições relacionadas à área de saúde ambiental (BRASIL, 1990). Em 1991, foi criada a Fundação Nacional de Saúde (Funasa) que é vinculada ao Ministério da Saúde, a qual surgiu com o Decreto nº 100, de 16 de abril de 1991, sendo resultado da junção de várias áreas de saúde, dentre eles a Fundação Serviços de Saúde Pública e a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (FUNASA -

¹No estudo, foi realizada a análise das macrorregiões brasileiras com o objetivo de compreender as diferenças regionais e seus impactos em termos de saneamento e desenvolvimento. Contudo, para garantir maior precisão e linearidade nas análises, utilizamos dados municipais como base.

Fundação Nacional de Saúde, 2017). Após intensos debates sobre responsabilidade dos serviços de saneamento entre as Companhias Estaduais, Municípios e as Privadas, no ano de 2007 foi instituído o Plano Nacional de Saneamento Básico, previsto pela Lei 11.445/2007, que teve como intuito preencher as lacunas do setor do território nacional, onde ela abrange três componentes, que eram abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos².

Já em 2013, foi criado o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que tem como finalidade o planejamento integrado do saneamento básico da seguinte forma: i) abastecimento de água potável; ii) esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos; iii) drenagem das águas pluviais urbanas; e iv) planejamento de horizonte de 20 anos, período 2014 a 2033 (MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020). As mudanças constitucionais ocorreram ao longo do tempo para auxiliar lacunas existentes no setor e fomentar a melhora, a abrangência e o atendimento nos domicílios.

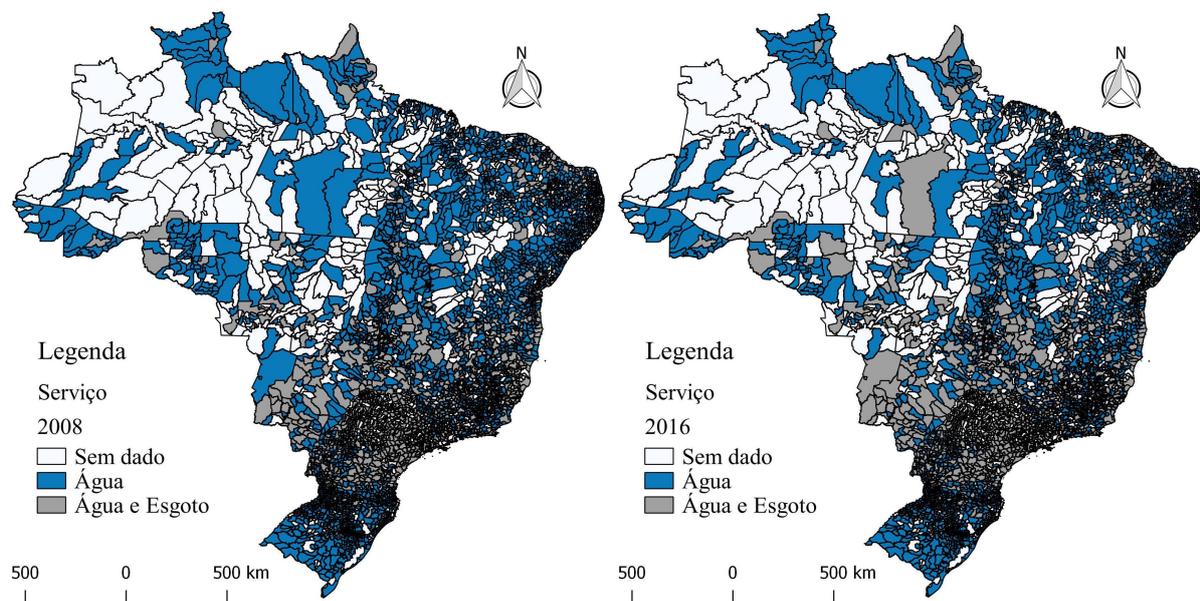
O Mapa 1 mostra a distribuição espacial dos tipos de atendimento prestados pelas empresas nos municípios do Brasil nos anos de 2008 e 2016. Apesar de alguns municípios, principalmente da região Norte, houve lacunas de informações da abrangência do atendimento, mas, de modo geral, ocorreu melhora na abrangência nos serviços sanitários. Os dois períodos evidenciam, em muitas partes, a falta de melhora no abastecimento de água e esgoto, o que mostra a importância de estudos e debates que fomentem o assunto e busquem oportunidades para melhora nas localidades, as regiões Norte e Nordeste têm destaque na falta de evolução de acesso à água e ao esgoto integrados, tanto para o ano de 2008 quanto para o ano de 2016, porém podem-se destacar os municípios dos estados da região Norte: Tocantins e Pará; região Centro-Oeste: nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul; região Nordeste: Bahia e Piauí; além de municípios da região Sudeste e do Paraná.

BRASIL (2019) destaca em seu estudo, corroborando dados apresentados em 2016, que ocorrerem apenas pequenos avanços nas redes de água e esgoto, entre 2015 e 2016, e, em relação à coleta e ao tratamento de esgoto, não houve variação no acesso à água tratada e pioraram os índices de perdas na distribuição e de investimentos no setor. Mesmo expandindo o estudo para ano de 2011, observou-se um avanço em todos os setores, porém com baixos índices de variação e uma queda no índice de investimento.

Os índices médios nacionais de atendimento a população em 2008 foram de 81,2% para o abastecimento de água e de 43,2% para a coleta de esgotos. Porém, os índices médios nacionais de atendimento a população em 2008 foram de 81,2% para o abastecimento de água e de 43,2% para a coleta de esgotos. Segundo dados do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2018), em 2017, o déficit de atendimento dos serviços de água na área urbana dos municípios brasileiros era de 2,3%, o que correspondia a 4 milhões de habitantes sem acesso aos serviços. Quando

²Em 2010 foi instituído para complementar o Plano Nacional de resíduos sólidos, estabelecidos pela Lei 12.305/2010, com relação a coleta seletiva de resíduos destinação final adequada (BRASIL, 2014).

Figura 1. Distribuição dos serviços sanitários nos municípios brasileiros (2008/2006)



Fonte: BRASIL (2008, 2017b). Elaborado pelos autores. *Nota*¹: Sem dados: refere-se a não possuir formalmente declarados os serviços ou a não possuir o tipo de atendimento nos municípios.

*Nota*²: Água - mostra os municípios com atendimento de água devidamente formalizados.

*Nota*³: Água e Esgoto - mostra os municípios que possuem atendimento de água e esgoto formalizado.

se consideram as áreas urbanas e rurais, o déficit era de 11,4 milhões de habitantes. Já em relação ao esgotamento sanitário, verifica-se um déficit de atendimento na área urbana igual a 20,1%, em 2017, correspondendo a 35 milhões de habitantes, já englobando as áreas urbanas e rurais, o déficit de 26,4%.

É importante destacar que cada região apresenta sua própria dinâmica e suas lacunas, bem como a coleta de dados³, porém, mesmo com esse problema, é possível observar desfalques em sua distribuição, segundo dados do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2023), no ano de 2015, a população da região Norte, cerca de 43,1%, não tinha acesso à água tratada, o autor destaca que, além de preocupantes, os dados, na macrorregião, se localiza a maior concentração de água doce do Brasil, o que mostra uma grande deficiência na alocação dos recursos.

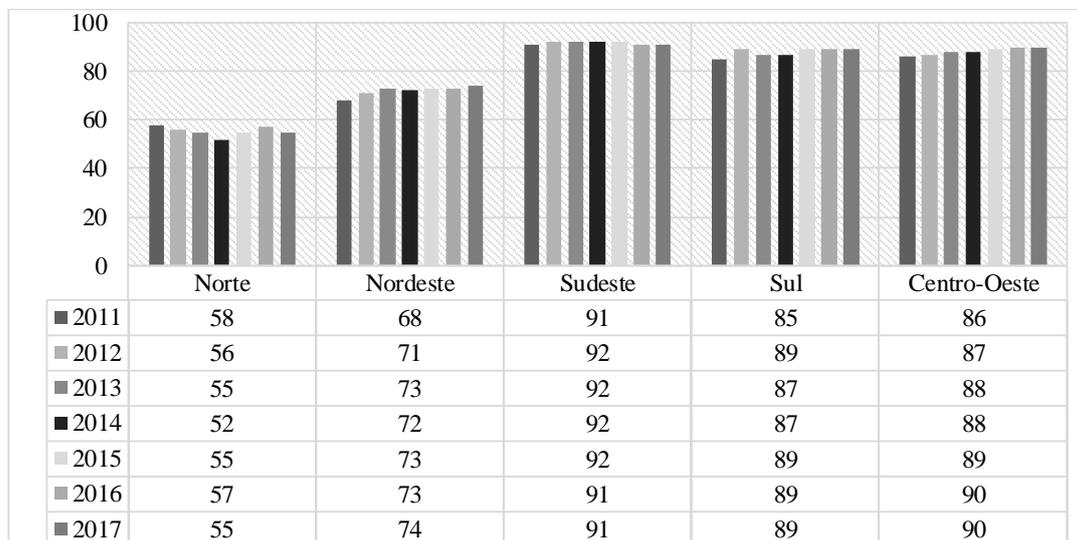
Para poder compreender melhor a situação do atendimento e a importância do saneamento nas macrorregiões, os Gráficos 1 e 2 apresentam a relação a domicílios que possuem ou não acesso à água e serviço de coleta de esgoto⁴, a abrangência do saneamento de 2011 a 2017 nas macrorregiões. É importante destacar que os dados são relacionados à população, não aos domicílios, isso é feito devido à disparidade populacional nas macrorregiões, onde existem em muitos locais, domicílios com pou-

³Detalhes explicados na metodologia sobre a região Nordeste, que teve uma defasagem de dados, pois não teve a dissipabilidade no banco de dados utilizado na análise.

⁴Ver em SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2018) sobre a coleta de esgoto, que é algo fundamental para a preservação da água.

cas habitantes com acesso à água e coleta de esgoto, em contrapartida domicílios sem acesso com muitos habitantes.

Figura 2. População que mora em domicílios com acesso à água tratada (%) (2010-2017).



Fonte: Elaborado com dados do ITB – Instituto Trata Brasil (2019)

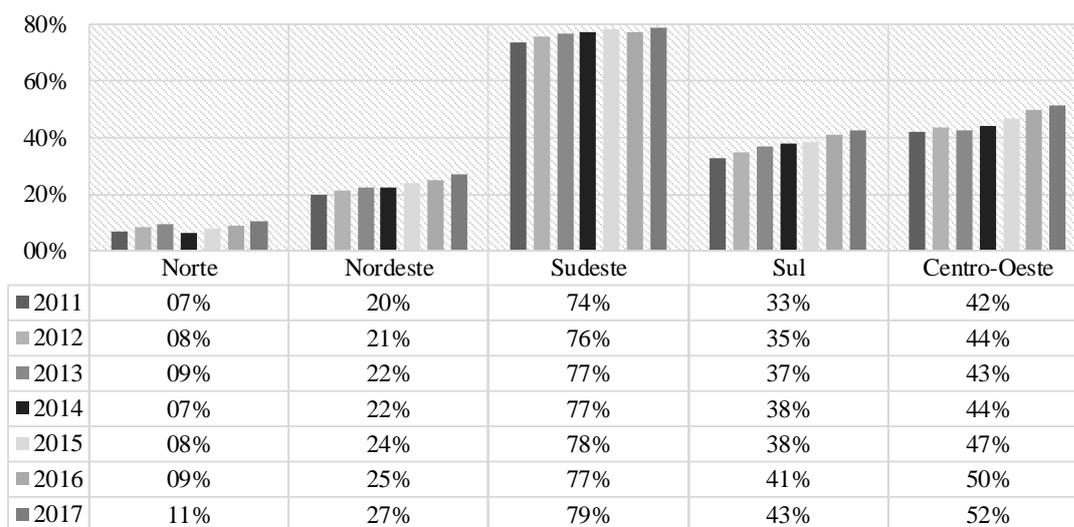
É possível constatar que as macrorregiões Norte e Nordeste, no quesito de atendimento populacional tanto de água como de esgoto, aprestaram os menos percentuais. Segundo SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2018), 58% da população brasileira tem acesso ao serviço de água, porém a coleta é em maior proporção nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. É destacado também que 100 milhões de brasileiros não têm acesso a esses direitos, problema que afeta 13 milhões de crianças e adolescentes, ou seja, esses não têm acesso ao saneamento básico.

Porém, a região Nordeste apresenta deficiência no atendimento de água e esgoto, dados do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2023) corroboram a análise, destacando que a região Nordeste é a mais escassa do ponto de vista de recursos hídricos disponíveis, cerca de 26,7% da população não tinha acesso à água tratada e 32,1% não tinha acesso ao esgoto no ano de 2015, o autor destaca uma deficiência profunda ligada às áreas rurais da região.

É notório que a forma como ocorreu o processo de ocupação do território foi desordenada e o crescimento populacional foi impulsionado pela desigualdade da distribuição de renda, destaca-se que estas lacunas não são geradas apenas pela infraestrutura, mas também por fatos externos. Vendo a necessidade de promover políticas públicas para a reversão da degradação ambiental com o uso de tecnologias apropriadas e protagonismo político, tanto das populações quanto dos tomadores de decisão (Rodrigues et al., 2022a).

É importante mencionar que as regiões Sul e Centro-Oeste tiveram um acréscimo

Figura 3. População que mora em domicílios com coleta de esgoto (2010-2017)



Fonte:

Elaborado com dados do ITB – Instituto Trata Brasil (2019)

de 10% em seu atendimento de coleta do esgoto no período analisado. Esse crescimento está fortemente associado ao custo crescente do setor nos últimos anos nas localidades dessas regiões, o que justifica um aumento do investimento na estrutura de esgoto (Rodrigues, 2020).

É possível verificar as grandes lacunas existentes nas regiões, segundo o artigo 11, da Lei 11.445/2007, a situação deveria estar regularizada, porém isso não foi colocado em prática. Para resolver esse problema, desde abril de 2019, foi firmado o compromisso entre ANA e Associação Brasileira de Agências Reguladoras (ABAR) para compartilhar essas experiências e debater as normas de referência a serem estabelecidas. E, em 2020, foi implementada a nova Lei de 2020, que se mostrou importante para compreender a necessidade de normatização, porém ainda é muito cedo para saber como essa nova mudança vai beneficiar o setor.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Descrição das variáveis utilizadas para os painéis econométricos e os mapas

Os dados foram extraídos do Sistema Nacional de Saneamento Básico (SNIS), para os anos de 2007 a 2016. A análise tem sua delimitação no ano inicial de 2007, quando houve a implantação da Lei de Saneamento Básico 11.445⁵, até 2017, último ano que os dados se encontravam disponíveis no momento do tratamento deles. O SNIS é um banco de dados que contém informações, atualizadas anualmente desde 1995, sobre a prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário,

⁵Foi aprovado o Projeto de Lei n. 4162/2019, em 2020, pelo Órgão do Poder Executivo Poder Executivo, que: “Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a administração para responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA), que tem como objetivo aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País regulados pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2020a).

de caráter operacional, administrativo, econômico-financeiro, de balanço contábil e sobre a qualidade dos serviços prestados.

Para estimar o painel econométrico das regiões brasileiras, utilizou-se a periodicidade anual para o período de 10 anos de análise: 2007 a 2016. A amostra inicial foi composta de 5.570 observações, totalizando 55.700 fusões delas. Porém, houve redução na amostra porque não havia dados referentes a todos os anos de análise no banco de dados do SNIS⁶. Assim, a amostra final foi composta por 4.211 municípios para 26 estados da federação, mais o Distrito Federal, o que representa 76% do total.

A variável dependente é a receita das empresas de serviços sanitários por municípios. Ela foi escolhida devido ao objetivo do artigo que é verificar dois aspectos, o primeiro analisar o impacto de um conjunto de variáveis sobre a receita. O segundo ponto analisado foi como a variável receita respondeu em cada macrorregião. O impacto da variável em localidades diferentes, pode estar ligado diretamente a conjuntura da localidade, ou mesmo com a eficiência do setor.

As variáveis independentes por municípios⁷ das macrorregiões foram organizadas em 5 grupos, além da variável dependente receita total, conforme o Quadro 1. As variáveis do volume da água tratada exportada e importada são importantes em razão do aumento do consumo das localidades vizinhas devido a prolongados períodos de seca ou mesmo falta de planejamento.

Essas atividades de ampliação ou melhoria do setor impactam diretamente em variáveis como luz elétrica e funcionários, pois é necessária mão de obra para realizar o serviço, essa mão de obra pode ser composta por funcionários já contratados pelas empresas ou por funcionários terceirizados (Rodrigues, 2020). Também é importante destacar que o setor conta com a necessidade constante de manutenção e melhoria de seu sistema, dessa forma, também se utiliza mão de obra especializada para realizar o serviço. Tanto nos casos de emergência como de manutenção e ampliação, a quantidade de trabalhadores pode impactar na receita.

⁶ Isso pode ter ocorrido devido ao SNIS não conter dados referentes ao Censo realizado pelas prefeituras e pelas empresas sanitárias, as quais podem não ter respondido no período, ou mesmo pelo fato de o município não ser emancipado em todo o período da análise. Mais informações: SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2019).

⁷ No estudo, foi realizada a análise das macrorregiões brasileiras com o objetivo de compreender as diferenças regionais e seus impactos em termos de saneamento e desenvolvimento. Contudo, para garantir maior precisão e linearidade nas análises, utilizamos dados municipais como base.

Quadro 1. Variáveis utilizadas para construir os painéis econométricos

Grupos/Variável	Descrição	Variável	Fonte	Sinal Esperado
Receita Total/Variável dependente	Arrecadação total	VC - R\$/ano	(i) ¹	Não se aplica
G1/Abra	Área de atuação do prestador de serviços de saneamento.	<i>Dummy</i> Abra_1 = local (omitida); Abra_2 = microrregional; Abra_3 = regional.	(ii) ¹	+
G1/Pop	População do município	<i>Dummy</i> pop_1 (omitida)	(iii) ¹	+
G1/Urb	Urbanização do município	<i>Dummy</i> Urb_1 (omitida)	(ii) ¹	+
G2/A_atendimento	População total atendida com abastecimento do município	VC - Habitantes/ano	(vi) ¹	+
G2/A_extensão	Extensão da rede de água	VC - km	(i) ¹	+
G2/A_produção	Volume de água produzido	VC - 1.000 m ³ /ano	(i) ¹	+
G2/A_tratada	Volume ETAs de água tratada	VC - 1.000 m ³ /ano	(i) ¹	-
G2/A_consumo	Volume ETAs de água consumida	VC - 1.000 m ³ /ano	(i) ¹	-
G2/A_desinfecção	Volume de água tratada por simples desinfecção	VC - 1.000 m ³ /ano	(v) ¹	-
G2/A_importada	Volume de água tratada importado	VC - 1.000 m ³ /ano	(v) ¹	-
G2/A_exportada	Volume de água tratada exportado	VC - 1.000 m ³ /ano	(v) ¹	+
G2/A_ligações	Quantidade de ligações totais de água	VC - Unidade de pontos	(v) ¹	+
G2/A_fluoretada	Volume de água fluoretada	VC - 1.000 m ³ /ano	(v) ¹	+
G2/A_eletricidade	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água	VC - 1.000 kWh/ano	(v) ¹	-
G2/E_atendimento	População atendida com esgotamento sanitário	VC - Habitantes/ano	(i) ¹	+
G2/E_extensão	Extensão da rede de esgotos	VC - Km	(i) ¹	+
G2/E_coletado	Volume de esgotos coletado	VC - 1.000 m ³ /ano	(v) ¹	+
G2/E_tratado	Volume de esgotos tratado	VC - 1.000 m ³ /ano	(v) ¹	+
G2/E_ligações	Quantidade de ligações totais de esgotos	VC - Habitantes/ano	(v) ¹	+
G2/E_eletricidade	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgoto	VC - 1.000 kWh/ano	(v) ¹	-
G3/D_trabalhador	Despesa com pessoal próprio	VC - R\$/ano	(vi) ¹	+
G3/D_químicos	Despesa com produtos químicos	VC - R\$/ano	(vi) ¹	+
G3/D_eletricidade	Despesa com energia elétrica	VC - R\$/ano	(vi) ¹	+
G3/D_terceiros	Despesas com serviços de terceiros	VC - R\$/ano	(vi) ¹	+
G3/D_exploração	Despesas de exploração	VC - R\$/ano	(vi) ¹	+
G3/Q_empregados	Quantidade de empregados próprios	VC - empregado/ano	(vi) ¹	+
G3/OD_exploração	Outras despesas de exploração	VC - R\$/ano	(vi) ¹	+
G3/OD_serviços	Outras despesas com os serviços	VC - R\$/ano	(vi) ¹	+
G4/Contas_receber	Créditos de contas a receber	VC - R\$/ano	(vi) ¹	-
G4/D_juros	Despesas com juros e encargos do serviço da dívida	VC - R\$/ano	(vii) ¹	-
G4/D_depreciação	Despesas com depreciação, amortização do ativo diferido e provisão para devedores duvidosos	VC - R\$/ano	(vii) ¹	+
G4/D_tributárias	Despesas fiscais ou tributárias computadas na DEX	VC - R\$/ano	(vii) ¹	+
G4/D_var.monetária	Despesas com variações monetárias e cambiais das dívidas	VC - R\$/ano	(vii) ¹	-
G5/Investimentos	Investimentos totais realizados pelo prestador de serviços	VC - R\$/ano	(i) ¹	+

Fonte: Compilado pelos autores.

Nota¹: i) Motta (2004); ii) BRASIL (2020b); iii) BARBOSA (2011); iv) Nirazawa e Oliveira (2018); v) Fabre et al. (2011); vi) Barbi et al. (2013); vii) Menezes Gomes (2014).

Nota²: Abreviações utilizadas A: água; E: esgoto; D: despesas; OD: outras despesas; Var: variação.

Nota³: O Índice Geral de Preços – Mercado (IGP-M) foi utilizado para a correção da inflação.

Nota⁴: VC representa que a variável é contínua.

Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos

Nota⁵: Abreviações utilizadas para os grupos (G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; G3: Grupo 3; G4: Grupo 4; G5: Grupo 5).

No Quadro 2, estão descritas as categorias dos municípios nas macrorregiões por tamanho da população. No Quadro 3, estão descritas as categorias dos municípios por taxa de urbanização.

Quadro 2. Categoria de *dummy* dos municípios nas macrorregiões por tamanho da população (Pop)

Variável	Tamanho da População
Pop_1	Menor que 5000
Pop_2	20000 a 49000
Pop_3	50000 a 99999
Pop_4	100000 a 499999
Pop_5	500000 a 999999
Pop_6	1000000 ou mais

Fonte: Elaborado com dados do ITB – Instituto Trata Brasil (2019)

Dos Santos e Santana (2020) relatam que melhorias na infraestrutura no saneamento básico impactam positivamente, geram oportunidades e desafios no setor e entender a distribuição populacional no município e o predomínio da população rural ou urbana também possui importância no atendimento sanitário. Assim, a distribuição das categorias dessa variável binária foi feita segundo o Quadro 3.

Quadro 3. Categoria de *dummy* dos municípios nas macrorregiões por taxa de urbanização (Urb)

Variável	Tamanho da População
Urb_1	Menor de 40
Urb_2	40 a 59
Urb_3	60 a 79
Urb_4	80 ou mais

Fonte: Elaboração dos autores com dados do IBGE.

3.2 O Modelo de Dados em Painel

O modelo geral para os dados em painel é representado pela Equação 1:

$$y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{nit}X_{kit} + e_{it} \quad (1)$$

Notação:

i = municípios;

t = anos;

β_0 = intercepto;

β_k = coeficiente angular das variáveis explicativas;

X = variáveis explicativas;

k = última variável explicativa do modelo.

s três modelos que dependem, especialmente, das premissas referentes ao inter-

cepto, aos coeficientes angulares e ao termo de erro, logo é preciso escolher o modelo estimado: dados empilhados (*pooled data*), efeitos fixos (*fixed effects*) e efeitos aleatórios (*random effects*).

O modelo de dados empilhados é conhecido por dados agrupados, dados empilhados ou mesmo *pooled* estimado pelos mínimos quadrados ordinários (MQO), porém, apresenta o problema de ser, muitas vezes, irrealista devido ao fato de considerar que o comportamento de todos os municípios, ao longo do tempo, é uniforme e que as observações são homogêneas, Equação 2 (Marques, 2010).

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{it} + u \tag{2}$$

Em que *i* é o *i*-ésimo indivíduo e *t* é o período. Nesse modelo, considera-se que os coeficientes de regressão sejam os mesmos para todos os indivíduos.

Já o modelo de efeitos fixos (MEF) estima o painel de dados de forma que os efeitos fixos sejam suprimidos, caso exista uma correlação da diferença entre os municípios nas macrorregiões e as variáveis explicativas deixem de existir. Assim, as informações oferecidas pelas variáveis, caso sejam significantes, são neutralizadas por esses efeitos. Considera-se o seguinte modelo proposto por Gujarati e Porter (2011), Equação 3, cujos interceptos a serem estimados são representados por *i*, sendo um parâmetro fixo e desconhecido, em que as diferenças de comportamento dos municípios podem ser captadas.

$$y_{1i} = \beta_{1i} + \beta_2 x_{1ti} + \dots + \beta_k x_{kit} + u_{it} \tag{3}$$

Por fim, o Modelo de Efeitos Aleatórios (MFA) o intercepto (comum) assume o valor médio de todos os interceptos (corte transversal), enquanto o componente de erro não é diretamente observável e fornece o desvio (aleatório) do intercepto individual desse valor médio, E Equação 4.

$$y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 x_{1ti} + \dots + \beta_k x_{kit} + u_{it} \tag{4}$$

Em vez de assumir β_{1i} como fixo, deve-se considerá-lo como uma variável aleatória com valor médio β_1 (sem o termo *i*). E o termo erro ϵ_i tem valor médio nulo e σ^2 , ou seja, os municípios observados têm um valor médio comum para o intercepto. Substituindo, encontra-se a Equação 5.

$$y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 x_{1ti} + \dots + \beta_k x_{kit} + \epsilon_i + u_{it} \tag{5}$$

Em suma e pelo exame dos modelos acima referidos, pode-se deduzir que os mo-

delos mais complexos, tal como o modelo de efeitos fixos, tendem a ser, teórica e empiricamente, mais apropriados do que o modelo de dados agrupados. No entanto, é conveniente efetuar os testes estatísticos para verificar a adequação desses modelos quanto à análise pretendida, de acordo com os dados em questão.

Assim, para auxiliar na escolha do melhor método de estimação entre os modelos MQO para dados agrupados, efeitos fixos e efeitos aleatórios, é possível utilizar diferentes testes formais, como pode ser visualizado no Quadro 4.

Quadro 4. Regras de decisão para a escolha do modelo econométrico de acordo com os resultados dos testes de Chow, Hausman e LM de Breusch-Pagan

Teste F de Chow	Teste de Hausman	Teste LM de Breusch e Pagan (Multiplicador de Lagrange)
<p>• REJEITA-SE A HIPÓTESE NULA</p> <p>É preferível o modelo de efeito fixo</p>	<p>• REJEITA-SE A HIPÓTESE NULA</p> <p>É preferível o modelo de efeito fixo</p>	<p>• REJEITA-SE A HIPÓTESE NULA</p> <p>É preferível o modelo de efeito aleatório</p>
<p>• NÃO SE REJEITA A HIPÓTESE NULA</p> <p>É preferível o modelo de dados agrupados</p>	<p>• NÃO SE REJEITA A HIPÓTESE NULA</p> <p>É preferível o modelo de efeito aleatório</p>	<p>• NÃO SE REJEITA A HIPÓTESE NULA</p> <p>É preferível o modelo de dados agrupados</p>

Fonte: Greene (2002), Gujarati e Porter (2011), Wooldridge (2002).

Foram aplicados os testes de heterocedasticidade e autocorrelação nos Dados em Painel para diagnosticar se a condição de homoscedasticidade é válida para uma regressão cujo método seja dos mínimos quadrados ordinários ou há presença de autocorrelação.

4. Resultados e Discussões

A Tabela 1 apresenta os resultados dos testes aplicados para selecionar o tipo de painel que foi estimado. O teste de Chow evidenciou que o modelo fixo ajusta melhor *pooled* em todas as macrorregiões. Em seguida foi realizado o teste Breuch-Pagan, que verificou que o modelo efeito aleatório *polled* foi preferível ao modelo aleatório em todas as macrorregiões. Por fim, dada a existência de efeitos não observados, aplicou-se o teste de Hausman para decidir entre efeitos fixos e efeitos aleatórios.

Tabela 1. Resultados econométricos dos testes de dados em painel para os modelos

Descrição p-valor	H0 = Pooled H1 = Efeito Fixo		H0 = Pooled H1 = Efeito Aleatório		H0 = Efeito Fixo H1 = Efeito Aleatório	
	Macrorregião Norte	0,000	Efeito Fixo	Prob>chibar2 0,000	Efeito Aleatório	Prob>chibar2 0,000
Macrorregião Nordeste	0,000	Efeito Fixo	Prob>chibar2 0,000	Efeito Aleatório	Prob>chibar2 0,000	Efeito Fixo
Macrorregião Sul	0,000	Efeito Fixo	Prob>chibar2 0,000	Efeito Aleatório	Prob>chibar2 0,000	Efeito Fixo
Macrorregião Sudeste	0,000	Efeito Fixo	Prob>chibar2 0,000	Efeito Aleatório	Prob>chibar2 0,000	Efeito Fixo
Macrorregião Centro-Oeste	0,000	Efeito Fixo	Prob>chibar2 0,000	Efeito Aleatório	Prob>chibar2 0,000	Efeito Fixo

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaboração dos autores.

Após os testes para identificar o melhor modelo, foram aplicados os testes de Wooldridge e Wald para testar existência de autocorrelação e heterocedasticidade no modelo, respectivamente. A Tabela 2 mostra os resultados dos testes para as macrorregiões. Nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, ocorreu a presença de autocorrelação de 1ª ordem. Para corrigir esse problema, utilizou-se o método de dois estágios de Durbin, o qual fez a correção do problema apresentado.

O teste de Wald não apresentou heterocedasticidade em nenhuma região, porém, para análise ficar mais robusta, foi aplicada nos dados linearização por expansão em séries de Taylor, o qual faz a linearização através da expansão da série de Taylor, truncada na primeira ordem, conforme Wooldridge (2002). O modelo fixo foi preferível, assim podem ser feitas algumas inferências sobre o comportamento de cada variável para as macrorregiões. A Tabela 3 mostra os resultados após esse teste de correção que foi necessário para os modelos de efeito fixo.

Tabela 2. Resultados econométricos dos testes de dados em painel para os modelos

Descrição p-valor	Autocorrelação (Wooldridge)		Heterocedasticidade (Wald)	
	H0 = Presença de AC da 1ª ordem H1 = Ausência de AC da 1ª ordem		H0 = Presença de heterocedasticidade H1 = Ausência de heterocedasticidade	
Macrorregião Norte	Prob>F 0,0000	Rejeita H0 = Ausência de AC da 1ª ordem	Prob>chi2 0,0000	Rejeita H0 = Ausência de heterocedasticidade
Macrorregião Nordeste	Prob>F 0,7290	Não Rejeita H0 = Presença de AC da 1ª ordem	Prob>chi2 0,0000	Rejeita H0 = Ausência de heterocedasticidade
Macrorregião Sul	Prob>F 0,1319	Não Rejeita H0 = Presença de AC da 1ª ordem	Prob>chi2 0,0000	Rejeita H0 = Ausência de heterocedasticidade
Macrorregião Sudeste	Prob>F 0,5070	Não Rejeita H0 = Presença de AC da 1ª ordem	Prob>chi2 0,0000	Rejeita H0 = Ausência de heterocedasticidade
Macrorregião Centro-Oeste	Prob>F 0,0069	Rejeita H0 = Presença de AC da 1ª ordem	Prob>chi2 0,0000	Rejeita H0 = Ausência de heterocedasticidade

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaboração dos autores.

Por fim, o diagnóstico de multicolinearidade foi realizado por meio do Fator de Inflação de Variância (FIV). O primeiro método, o FIV de cada variável explicativa foi obtido na diagonal da inversa da matriz de correlação $X'X$, ou seja, na diagonal da matriz $X'X^{-1}$ (Cruz e Carneiro, 2006; Hair et al., 2009). Considerou-se haver multicolinearidade severa quando os valores de FIV foram maiores que 10 (Hair et al., 2009), para correção foram modificadas as variáveis e foi refeito o teste.

O modelo em painel foi composto por 5 grupos de variáveis explicativas, como descrito no Quadro 1, cujos resultados estão descritos na Tabela. No primeiro grupo, especificamente a primeira variável sobre a área de atuação da empresa⁸ (Abra), os resultados foram os esperados para todas as regiões, as empresas com maior área de abrangência foram as que apresentaram maiores impactos positivos para receita total em relação às empresas com abrangência local, o que corrobora BRASIL (2019), o qual mostra que existe um ganho de eficiência com a maior quantidade de ligações de abastecimento. As regiões Norte e Centro-Oeste possuem as maiores magnitudes, ou seja, empresas microrregionais e regionais apresentaram os maiores impactos sobre a receita total, isso está relacionado à grande distância entre os municípios, o que proporciona também um maior custo para distribuir o recurso para todas as localidades, Rodrigues (2020) complementa que é importante também entender a estrutura geográfica, que muitas vezes mostra a necessidade de existir uma infraestrutura que forneça o abastecimento em grandes distância sem aglomeração populacional, o que pode impactar nos ganhos de escala.

Corroborando a fala sobre o impacto dos aglomerados populacionais, a segunda variável do grupo é relacionada ao tamanho da população; para as populações menores 99 mil habitantes, os coeficientes não foram significativos, o que pode se justificar pela distribuição de algumas dessas cidades, que não formam grandes aglomerados populacionais como as regiões metropolitanas federais e algumas estaduais, perdendo o ganho de escala no atendimento. Por outro lado, os municípios com população entre 100 e 999 mil habitantes apresentaram maior número de coeficientes significativos contribuindo para as evidências da importância do ganho de escala.

A terceira variável é a urbanização dos municípios, a qual apresentou significância estatística apenas nas regiões Norte e Centro-Oeste, as demais não apresentaram significâncias estatísticas. Essas duas regiões de baixa densidade populacional mostraram que a infraestrutura da localidade é mais importante do que a taxa de urbanização. A metodologia fiscal de definir as áreas dos municípios como urbanas ou não urbanas potencialmente leva à distorção e em parte pode contribuir para a pouca influência dessa variável sobre as receitas totais.

O segundo grupo avaliou a estrutura sanitária e sua abrangência de população devido à importância de entender a resposta do dispêndio⁹ de gastos nas localidades,

⁸Área de atuação do prestador de serviço pode ser mista, local ou regional. É importante relembrar que misto é referente a localidades em que existe mais de uma forma de abrangência.

⁹O dispêndio de gastos, é relacionado ao montante financeiro aplicado de estrutura e o retorno que

onde está sendo aplicada a receita financeira. Moreira et al. (2023) destacam que entender a infraestrutura ligada às necessidades de saneamento das localidades é um desafio contante, porém investimentos e melhora na infraestrutura geram um impacto positivo a médio e longo prazo. O Norte mostra que tem maiores impactos de forma positiva e, mais especificamente, para as variáveis “extensão da rede de água”, “volume de água consumida” e “quantidade de ligações”. Em contrapartida, essa região tem resultados negativos para “volume de água produzida”, devido às grandes perdas de água que ocorrem ao longo do sistema. Ainda para o Norte, para as variáveis de esgoto e, particularmente, “esgoto tratado”, como esperado, houve variação negativa, isso ocorreu em razão da carência do setor e da necessidade de ampliação e melhoria.

Na região Nordeste, “volume da água produzida” e “volume de água consumida” foram as variáveis que apresentam melhores impactos sobre a receita, o que é justificável devido à escassez de água na região, o valor praticado é maior e, assim, os retornos monetários também. Já as variáveis com respostas negativas são relacionadas ao “tratamento e importação de água⁸” e “exportação de água para consumo¹⁰”, é importante destacar que exportação é referente a localidades municipais, os resultados corroboram as discussões de BRASIL (2019), que destaca a carência de água da região Nordeste e aponta que existe a necessidade de um olhar mais profundo para região para sanar as grandes lacunas. Além dos problemas já existentes, Rodrigues (2020) ainda relata que a produção de petróleo da região exige um grande volume de água, o que agrava ainda mais a situação de carência do recurso.

No intuito de solucionar os problemas ocasionados pela água de produção de petróleo, houve um crescente volume de água produzida¹¹ Petrobras, no local onde está localizado o campo de petróleo na região Nordeste. Com o intuito de solucionar os problemas ocasionados pela água de produção de petróleo, o CENPES fez investimentos em estudos e pesquisas que possibilitam a realização de tratamento adequado para a água retirada dos poços, para utilização nas próprias atividades petrolíferas. Por consequência, ameniza-se o problema de escassez hídrica dessa região (PETROBRAS, 2014).

Outras variáveis relevantes desse grupo são “esgoto tratado” e “esgoto coletado”, que mostraram retornos positivos no montante financeiro, isso ocorreu em razão dos ganhos de escala na localidade, como justificado anteriormente, pois, no Nordeste, o serviço existe apenas em algumas áreas. Segundo Rodrigues et al. (2022b), essa variável é relevante, pois apresenta um retorno da água consumida para o estado salubre, o que impacta positivamente na conservação e no desperdício de recursos naturais.

está proporcionado.

¹⁰Volume de água bruta importante é referente ao volume anual de água bruta recebido de outros agentes fornecedores para tratamento ou distribuição direta, para mais informações no trabalho SNSA - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2013).

¹¹Volume de água tratada exportada é referente ao volume de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador, para mais informações no trabalho SNSA - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2013).

Já a região Sudeste mostrou que as variáveis de “volume de água produzida” e “quantidade de ligações” têm impactos positivos sobre a receita total. Já “extensão de rede de água”, “volume de água tratada”, “volume de água exportada”, “valor de água floreada” e “consumo de energia elétrica”, quando há aumento, não geram retornos positivos. Isso se justifica, porque, no período analisado, ocorreram problemas na distribuição de água na região, o que acarretou a necessidade de busca por outras formas de resolução dos problemas, tendo que mudar a forma de tratamento e a exportação para outras localidades que tinham demanda. Para as variáveis de esgoto, “esgoto tratado” e “esgoto coletado”, os retornos foram positivos, isso ocorreu, como anteriormente citado, devido aos ganhos de escala nas localidades e ao fato de que as regiões apresentam a melhor infraestrutura no setor.

Na região Sul, “quantidade de população atendida”, “volume de água produzida” e “volume de água consumida” mostraram retornos positivos, isso se justifica por vários aspectos. Segundo AEN – Agência Estadual de Notícias (2019), o estado do Paraná realizou vários investimentos no quesito de perda de água e distribuição. Os dados dos outros estados do Sul do país não apresentaram evoluções significativas quanto à melhora de abrangência e ao investimento no setor, segundo dados do SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2018), são necessários maiores investimentos na região que tem peculiaridades específicas regionais de território e geografia. Rodrigues (2020) complementa que o estado de Santa Catarina apresenta uma geografia montanhosa que dificulta a logística do setor e o estado do Rio Grande do Sul apresenta deficiências na infraestrutura proporcionadas pelos baixos investimentos e pela carência de planejamento a longo prazo.

Na região Centro-Oeste, os impactos positivos ocorrem em relação a “volume de água produzida”, “água tratada” e “água exportada” sobre a receita total. O comportamento positivo das duas primeiras variáveis mostra ganhos de eficiência. Por outro lado, as variáveis que apresentaram aspectos negativos são referentes a ganhos de escala, o que é esperado em razão da grande dispersão territorial dos municípios.

O terceiro grupo de análise que é relativo à manutenção do setor, de modo geral, gerou impactos positivos sobre a receita, principalmente quando associado às despesas para reduzir a perda de volume de água e eficiência do sistema. Segundo Souza et al. (2021), o retorno das despesas com manutenção do setor ocorreu por meio de custos na produção de água tratada, ou seja, produtos químicos, serviços de terceiros, materiais, máquinas e equipamentos e remoção de lodo.

Para o “esgoto coletado”, existem custos associados à coleta, ao afastamento dos efluentes coletados e à manutenção das redes e elevatórias, como pessoal, energia elétrica, serviços de terceiros, materiais, máquinas e equipamentos, dentre outros. Adicionalmente, existem os custos com tratamento de esgoto, com manutenção da estação de tratamento, com remoção e com descarte de lodo (Souza et al., 2021). Dessa forma, os resultados que contemplam esses custos no período são relevantes para o setor.

As regiões apresentaram resultados semelhantes na maioria das variáveis relativas a despesas realizadas no setor, destacando retornos positivos referentes às despesas com “eletricidade”, “despesas com trabalhadores”, “despesas com terceiros” – que são despesas realizadas na contratação de pessoas que não são fixas na empresa para realizar atividades temporárias para manutenção e produção do produto final – e “despesas com exploração” – que são relacionadas à exploração de localidades diferentes em busca de insumos necessários, ou seja, água. Há muitas localidades com escassez de água ou problemas enfrentados no período por secas severas, portanto ocorre necessidade de buscar outros meios de captação de água.

A região Sudeste não apresentou retorno positivo relacionado a outras despesas de exploração, isso ocorreu devido, em parte, à crise hídrica que afetou a região no período, gerando a necessidade de gastos para conter os problemas de racionamento de água. Já na macrorregião Centro-Oeste, observou-se um impacto positivo referente aos empregados, isso foi justificado pelos investimentos e pela ampliação que os estados da região fizeram, com a necessidade de contratação de empregados para atender às novas demandas, o que gerou um impacto positivo, com destaque para estado de Goiás.

O quarto grupo, “custos com encargos e empréstimos”, é importante para a alocação de recursos do setor com encargos e empréstimos que são resultado da existência das atividades e há necessidade de manutenção e melhora, porém, com captação de recursos onerosos, tem a contrapartida de pagamentos de juros. Os impactos para essas categorias não foram significativos, porém isso não elimina a necessidade de estudos mais amplos, esses resultados podem ser em decorrência de, no período analisado, o dinheiro investido em várias localidades, ter vindo do PAC¹², o qual provém de recurso não oneroso¹².

No quinto grupo de análise, relativo aos investimentos, apenas a região Centro-Oeste apresentou impactos significativos. Segundo ITB - Instituto Trata Brasil (2013), ocorreram relevantes investimentos nos estados de Goiás e no Distrito Federal em todo o período de análise, o que justifica o resultado. Nas regiões Norte e Nordeste, os coeficientes para investimentos foram pequenos, entretanto, ao contrário do sinal esperado, provavelmente o período de análise foi tão longo quanto os investimentos do setor precisam ser para produzirem retornos positivos. Especialmente no Sudeste e Sul, houve longos períodos de seca, portanto parte dos investimentos foram realizados com menos planejamento e mais urgência. Infelizmente, em muitos pontos, essa falta de abastecimento se sobressai, pois é uma demanda urgente e a segunda demanda, que ainda carece de muito cuidado, como o esgoto, tem seu tratamento e retorno da água tratada deixados em segundo plano.

¹²Lei nº 11.578, de 26 de novembro de 2007, que dispõe sobre a transferência obrigatória de recursos financeiros para a execução, pelos estados, Distrito Federal e municípios, de ações do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, e sobre a forma de operacionalização do Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social – PSH.

Tabela 3. Estimação dos dispêndios e investimentos sanitários sob as receitas totais dos municípios por regiões (2007-2016)

Var.	Macrorregião Norte		Macrorregião Nordeste		Macrorregião Sudeste		Macrorregião Sul		Macrorregião Centro-Oeste	
	Coef.	DP**	Coef.	DP**	Coef.	DP**	Coef.	DP**	Coef.	DP**
Const.	-0,228	0,215	0,212*	0,026	-0,035	0,049	0,303*	0,082	2,623*	0,224
Abra_2	0,997*	0,209	0,044*	0,011	0,078*	0,033	0,252*	0,037	1,150*	0,231
Abra_3	1,248*	0,188	0,043*	0,011	0,061*	0,032	0,298*	0,036	1,258*	0,218
Pop_2	0,074	0,062	-0,003	0,005	-0,013	0,011	0,001	0,018	0,078*	0,039
Pop_3	0,218*	0,090	-0,007	0,007	0,013	0,016	-0,023	0,026	0,131*	0,054
Pop_4	0,254**	0,121	0,022**	0,011	0,098*	0,022	0,088**	0,037	0,256	0,078
Pop_5	0,310**	0,152	0,029**	0,014	0,147*	0,031	0,109**	0,049	0,235*	0,105
Pop_6	0,394**	0,236	0,016	0,025	0,225*	0,081	-0,031	0,085	0,361**	0,183
Urb_2	0,224*	0,068	0,002	0,006	0,000	0,019	0,012	0,021	0,023**	0,056
Urb_3	0,314*	0,088	0,001	0,007	0,006	0,023	0,011	0,025	0,189*	0,078
Urb_4	0,301*	0,110	-0,008	0,009	0,010	0,026	0,013	0,032	0,373**	0,083
A_atendimento	0,341*	0,136	0,562*	0,033	0,504*	0,033	1,133*	0,079	-0,640**	0,098
A_extensão	2,941	2,069	0,036*	0,013	-0,114	0,470	0,043**	0,017	2,992	1,565
A_produção	-0,210	0,395	2,000*	0,111	1,021*	0,151	8,188**	0,366	-0,157*	0,747
A_tratada	0,120	0,386	-0,374*	0,064	-0,250*	0,131	-1,521*	0,203	-1,620*	0,744
A_consumo	1,155*	0,394	0,449*	0,078	0,262	0,198	1,595*	0,253	-0,681*	0,545
A_desinfecção	0,646**	0,382	-0,244*	0,054	-0,583*	0,130	-0,772*	0,164	-0,382**	0,790
A_importada	0,857	0,882	0,233*	0,079	0,593*	0,163	0,759*	0,257	0,961	1,775
A_exportada	0,021	0,131	-0,372*	0,098	-0,127	0,214	-2,346*	0,319	5,563**	3,683
A_ligações	1,072*	0,132	0,163*	0,013	1,030*	0,064	0,598*	0,037	2,478	0,154
A_fluoretada	-0,094	0,314	-0,023	0,019	-0,120	0,121	-0,102**	0,054	-0,828	0,293
A_eletricidade	0,349**	0,184	0,017	0,041	-0,057	0,051	-0,126	0,130	-1,110	0,291
E_atendimento	-0,097	0,212	0,120*	0,017	-0,036	0,024	0,763*	0,047	0,184	0,083
E_extensão	-0,171	1,156	-0,001	0,011	-0,021	0,030	0,032**	0,018	0,334*	0,164
E_coletado	1,244**	0,771	0,158*	0,022	0,145*	0,034	0,091**	0,035	0,094***	0,119
E_tratado	-1,673**	0,858	0,106*	0,014	0,287*	0,086	0,156*	0,016	1,794*	0,554
E_ligações	0,1267	0,192	-0,012*	0,002	0,046*	0,022	-0,016*	0,004	-0,106**	0,084
E_eletricidade	-1,292	1,158	0,036*	0,006	0,042	0,037	0,066*	0,010	-0,079**	0,211
D_trabalhador	-0,003	0,006	0,013*	0,004	0,009*	0,002	0,089*	0,004	0,319	0,020
D_químicos	-0,095*	0,013	0,016*	0,003	-0,024*	0,005	-0,029*	0,006	0,218*	0,016
D_eletricidade	0,132*	0,016	0,033*	0,004	0,023*	0,005	0,036*	0,005	0,099	0,016
D_terceiros	0,045*	0,019	-0,003	0,003	0,011*	0,005	0,099*	0,005	0,021	0,007
D_exportação	-0,056*	0,010	-0,066*	0,006	-0,003	0,004	0,012*	0,004	-0,380*	0,020
Q_empregados	0,019**	0,009	0,007*	0,003	-3,564	0,003	-0,132*	0,007	8,300*	11,14
OD_exploração	5,547	5,839	0,009*	0,004	2,291	2,291	-0,010*	0,004	0,069*	0,004
OD_serviços	-0,029*	0,008	0,016*	0,002	-0,007*	0,002	0,033*	0,003	0,004	0,004
Contas_receber	0,297*	0,013	0,029*	0,003	0,763*	0,006	0,001	0,002	0,039*	0,008
D_juros	0,277*	0,028	0,002	0,001	0,098*	0,008	0,008**	0,005	0,050*	0,043
D_depreciação	-0,065	0,053	0,018*	0,004	0,014	0,011	0,012*	0,003	0,046*	0,011
D_tributarias	-0,001	0,009	0,012*	0,003	0,015*	0,001	0,017*	0,003	0,118	0,015
D_var_monetária	0,093**	0,052	0,006*	0,001	0,003	0,004	-0,001	0,003	0,022	0,017
Investimento	-0,013*	0,005	0,000	0,002	-0,007	0,002	0,011*	0,002	6,010	0,004
R2 within	0,579		0,397		0,885		0,6034		0,643	
R2 between	0,266		0,710		0,846		0,8148		0,522	
R2 overall	0,355		0,658		0,862		0,7766		0,470	
Obs.	2870		9030		12390		9030		350	

Fonte: Compilado pelos autores.

Nota¹: *, **, *** indicam significância estatística a 1%, 5% e 10%, respectivamente. Nota²: A = água; E = esgoto; D = despesas; OD = outras despesas; pop = população; urb = urbanização.

Os resultados mostram disparidades entre as regiões, mesmo assim foi possível observar as lacunas regionais que fortaleceram as diferenças regionais. Outro ponto importante a ser ressaltado consiste nas mudanças que ocorreram de infraestrutura em algumas regiões, tais como Centro-Oeste e Sudeste, que passaram por dificuldades de abastecimento de água. Porém, seria fundamental um olhar atento a essa parte, devido ao fato de que seu tratamento pode gerar benefícios ambientais e poupar desgastes futuros, além disso, a água poder ser reutilizada nas casas e auxiliar o abas-

tecimento. Desta forma, fortalece-se a ideia de que políticas públicas e planejamento direcionado à execução de tratamento do esgoto se fazem fundamentais.

5. Conclusões

O objetivo central do presente artigo foi analisar o impacto dos recursos alocados pelas companhias de saneamento básico sobre a receita total nas macrorregiões dos municípios brasileiros. As análises foram feitas por meio de cinco painéis econômicos, um para cada região do Brasil, com o intuito de compreender os impactos da variável na macrorregião, entendem-se que as regiões possuem características específicas e uma realidade própria e necessitam de análise aprofundada sobre suas peculiaridades.

Nas análises, foi possível observar que os indicadores do tamanho da população e da urbanização apresentaram relação direta com a receita, principalmente para as regiões Sudeste, Norte e Nordeste. Os índices de estrutura para o Norte que tiveram impacto positivo sobre a renda foram: extensão, consumo e ligações referentes à estrutura de água; coleta e tratamento de esgoto e a exploração para melhora do saneamento básico. Na região Nordeste, a variável extensão foi a que apresentou retornos positivos em relação à receita, enquanto o Sudeste obteve em produção e ligações.

A região Sul tem um aspecto diferenciado, devido ao estado do Paraná ter a melhor empresa de saneamento básico do país, a produção e o tratamento de esgoto se destacam pela abrangência e pela eficiência. Já os altos indicadores de exportação de água estão associados aos problemas hídricos do período e os problemas de abrangência sanitária do estado do Rio Grande do Sul. Outras variáveis que merecem destaque na macrorregião foram o atendimento e abastecimento de água e esgoto.

No Centro-Oeste, as variações que se destacaram foram referentes à extensão da rede de água, exploração e quantidade de ligações de água, tratamento de esgoto, quantidade de empregados e investimento. Os indicadores de tratamento de água e consumo de energia elétrica para distribuição de água mostraram um impacto negativo relativamente à receita.

O estudo evidencia que as receitas estão diretamente ligadas à abrangência da companhia. As localidades com maior quantidade de atendimento geram ganhos superiores em todas as localidades do território. Outro resultado importante foi relativo ao volume de água produzida e tratada, mostrando que a busca pela efetividade de ganho por meio de eficiência e eficácia de equipamentos e estruturas é um ponto fundamental para o setor.

Este estudo mostrou uma visão abrangente do setor para o território nacional, porém a dificuldade em obter dados de todos os municípios para período foi uma limitação. Nesse contexto, é preciso pensar em políticas que auxiliem na abrangência de capital humano que consiga trabalhar com os dados de diagnóstico e gestão para

conseguir, assim, melhorar a disseminação dos dados e o planejamento de melhora do setor.

É preciso pensar em ações que considerem a região em que estão inseridas as pessoas, tendo em vista o tamanho no território brasileiro e as peculiaridades de cada região; são necessárias também ações para localidades específicas com maior déficit do saneamento básico. As políticas devem ser primeiramente preventivas, para evitar problemas futuros, dando uma situação digna à população para ter um local de qualidade sanitária para viver e trabalhar e, assim, desfrutar de uma qualidade de vida fundamental. A geração de emprego, renda e educação auxilia na melhora de vulnerabilidade social. A sociedade civil, assim como o Estado, deve pensar em como evitar, ou pelo menos diminuir, as lacunas da abrangência do saneamento básico nos municípios brasileiros.

Diante desses resultados, propõe-se que futuras pesquisas efetuem análises localizadas em cada região e estado, mais focadas na gestão dos contratos municipais de saneamento básico e no resultado na efetividade do serviço, bem como em estudos e regulações que contemplem diferentes localidades para direcionar o planejamento, a execução e a gestão do setor.

Referências

AEN – Agência Estadual de Notícias (2019).

Barbi, S., Cortes, L. S., Freitas Junior, M., e Netto, T. C. (2013). Indicadores em saneamento: avaliação da prestação dos serviços de água e de esgoto em minas gerais. *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais*, 20:335–357.

BARBOSA, L. P. (2011). Desigualdades no acesso ao saneamento no brasil: revisão bibliográfica e apontamentos para uma agenda de pesquisa futura. In: *Anais do XIII Seminário Discente da Pós-Graduação em Ciência Política da USP*, São Paulo. FFLCH/USP. Disponível em: <https://sdpsc.fflch.usp.br/sites/sdpsc.fflch.usp.br/files/inline-files/MESA07%20-%20Let%C3%ADcia%20Barbosa%20Pimentel.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2025.

Braga, D. L., Santos, S. L. D. X., Bezerra, N. R., Bernardino, T. E. S., Moraes, L. R. S., Moraes, V., Piza, F. J. T., Teixeira, D. A., e Scalize, P. S. (2022). Salubridade ambiental: conceituação e sua aplicabilidade. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 27:3.

BRASIL (1990). Lei federal nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Ministério do Meio Ambiente - Sistema Único de Saúde SUS, Brasília.

BRASIL (2008). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2007*. Ministério das Cidades, Brasília. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

- BRASIL (2014). Decreto nº 8.211. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8211.htm.
- BRASIL (2017a). Decreto nº 9.254. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9254.htm.
- BRASIL (2017b). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016*. Ministério das Cidades, Brasília. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.
- BRASIL (2019). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018*. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS / SNS/MDR, Brasília. 180 p.: il.
- BRASIL (2020a). Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Brasília.
- BRASIL (2020b). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto*. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento, Brasília. MDR.
- Cruz, C. D. e Carneiro, P. C. S. (2006). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Editora UFV, Viçosa.
- Dos Santos, G. R. e Santana, A. S. (2020). *Gestão comunitária da Água: Soluções e dificuldades do saneamento rural no Brasil*. Texto para discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília; Rio de Janeiro.
- Fabre, V. V., Alberton, L., e Pfitscher, E. D. (2011). Relevância econômica da perda de água tratada: análise dos dez maiores municípios produtores de Santa Catarina. *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ (ONLINE)*, 16:65–80.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde (2017). Disponível em: <http://www.funasa.gov.br>.
- Gonçalves, L. G. R. (2015). *Os mecanismos de governança do saneamento básico no Brasil: um estudo de direito administrativo sob a perspectiva da economia dos custos de transação*. Dissertação de mestrado, Escola de Direito do Rio de Janeiro da Fundação Getúlio Vargas. 99 f.
- Greene, W. (2002). *Econometric Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Gujarati, D. N. e Porter, D. C. (2011). *Econometria Básica*. AMGH, Porto Alegre, 5 edition.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., Tatham, R. L., e Sant'Anna, M. A. G. A. S. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora, Porto Alegre.

- Heller, L. (2019). Human rights to water and sanitation in spheres of life beyond the household with an emphasis on public spaces: report of the special rapporteur on the human rights to safe drinking water and sanitation. Texto para discussão, United Nations, Human Rights Council, Geneva. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/3823889>.
- ITB - Instituto Trata Brasil (2013). Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população: atualização do diagnóstico da situação nas 100 maiores cidades brasileiras. Texto para discussão, São Paulo. Disponível em: <http://www.tratabrasil.com.br>. Acesso em: dezembro 2017.
- ITB – Instituto Trata Brasil (2019). Saneamento - principais estatísticas. <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil>. Acesso em: 16 maio 2020.
- Kronemberger, D. M. P., Pereira, R. S., Freitas, E. A. V., Scarcello, J. A., e Clevelario Junior, J. (2011). Saneamento e meio ambientes. In: *Atlas de Saneamento 2011*, volume 1, Página 45–46. IBGE, Rio de Janeiro.
- Marques, L. D. (2010). Modelos dinâmicos com dados em painel: revisão de literatura. Texto para discussão, CEMPRES - Faculdade de Economia do Porto, Porto, Portugal.
- Martins, R. M. (2008). Titularidade do serviço de saneamento básico. *Revista de Direito Administrativo*, Página 171–198.
- MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional (2020). Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br>.
- Menezes Gomes, J. A. (2014). A execução orçamentária do ma de 1988 a 2012: enriquecimento privado e empobrecimento social. *Revista de Políticas Públicas*, 18(1):183–194.
- Moreira, F. D., Fonseca, P. R. S., Heller, L., e Rezende, S. (2023). O espaço público e o público que o frequenta: dilemas dos direitos humanos à água e ao saneamento. *Revista Brasileira De Estudos Urbanos E Regionais*, 25(1).
- Motta, R. S. (2004). Questões regulatórias do setor de saneamento no Brasil. Notas Técnicas 5, IPEA, Diretoria de Estudos Macroeconômicos Coordenação de Regulação e Estudos de Mercado.
- Nirazawa, A. N. e Oliveira, S. V. W. B. (2018). Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais. *RAP. Revista Brasileira de Administração Pública*, 52:753–763.
- OCDE (2012). *Water Governance in Latin America and the Caribbean: A Multi-level Approach*. OCDE Studies on Water. OCDE Publishing.

- Ohira, T. H. (2005). Fronteira de eficiência em serviços de saneamento no estado de são paulo. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Oliveira, L. L. d. (2018). *Análise de políticas públicas de saúde: proposição de um modelo de inter-relações complexas aplicado à política nacional de saneamento básico, no Estado da Paraíba*. Tese (doutorado em recursos naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil.
- Pessoa, L. M. (2019). Análise de custos de implantação e operação de sistemas de esgotamento sanitário, considerando a modicidade tarifária. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte.
- PETROBRAS (2014). Relatório de sustentabilidade da petrobras. <http://www.petrobras.com.br/pt/sociedade-e-meio-ambiente/relatorio-de-sustentabilidade/>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- Rodrigues, K. C. T. T. (2020). *Estrutura do saneamento básico no Brasil: Receita, dispêndio de gastos e atenção básica à saúde*. Tese (doutorado em desenvolvimento regional e agronegócios), Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- Rodrigues, K. C. T. T., Barrinha, R. N., Staduto, J. A. R., e Knut, I. W. K. (2022a). Os problemas de saneamento e seus impactos sobre a saúde pública. *International Journal of Environmental Resilience Research and Science*, 4(3):1–20. Acesso em: 5 dez. 2024.
- Rodrigues, K. C. T. T., Staduto, J. A. R., e Westernen, K. I. (2022b). Saneamento básico e o desenvolvimento de regiões. In: Alves, L. R., Mattei, T. S., e Silva, C. S., editores, *Economia e Desenvolvimento Local*, volume 1, Página 216–236. Núcleo de Desenvolvimento Regional, UNIOESTE, Toledo, 1 edition.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2018). Snis - série histórica. <http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Disponível em: <http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/>.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2019). Diagnóstico temático serviços de Água e esgoto. Disponível em: <http://www.gov.br/snis>. Acesso em: maio 2025.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2023). Diagnóstico temático serviços de Água e esgoto. Disponível em: <http://www.gov.br/snis>. Acesso em: maio 2025.
- SNSA - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2013). Sistema nacional de informações sobre saneamento: Diagnóstico dos serviços de Água e esgotos 2011.
- Souza, B. M., Duarte, M. A. C., e Tinôco, J. D. (2021). Custos de operação e manutenção de estação de tratamento de esgotos por reator anaeróbio e lodos ativados. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 26:505–515.

Wolfart, G. A. (2014). Saneamento básico como fator de desenvolvimento: um estudo da mortalidade infantil e da infância no estado do paraná. Disserta o de mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press, Cambridge, MA.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordena o de Aperfei amento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

 Este artigo está licenciado com uma *CC BY 4.0 license*.