

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
NÍVEL MESTRADO**

RAFAEL BREGOLIN DIAS

**O PAPEL DAS PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS E CONCESSÕES NO SETOR
DE SANEAMENTO BÁSICO:
O impacto na eficiência técnica das operadoras de água e esgoto**

Porto Alegre

2024

RAFAEL BREGOLIN DIAS

**O PAPEL DAS PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS E CONCESSÕES NO SETOR
DE SANEAMENTO BÁSICO:**

O impacto na eficiência técnica das operadoras de água e esgoto

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientadora: Prof.^a Dra. Raquel Pereira Pontes

Porto Alegre

2024

RAFAEL BREGOLIN DIAS

**O PAPEL DAS PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS E CONCESSÕES NO SETOR
DE SANEAMENTO BÁSICO:
O impacto na eficiência técnica das operadoras de água e esgoto**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Aprovado em 14/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Angélica Massuquetti – UNISINOS

Prof.^a Dr. Tiago Wickstrom Alves – UNISINOS

Prof.^a Dr. Marcelo Ferreira – UFV

AGRADECIMENTOS À CAPES

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a diversas pessoas que contribuíram de maneiras significativas para a realização deste trabalho.

Em primeiro lugar, agradeço profundamente à minha orientadora, Raquel, cujo apoio incansável, orientação e conselhos valiosos foram fundamentais para a conclusão deste projeto. Sua dedicação e comprometimento foram essenciais em todos os estágios deste trabalho.

À minha querida namorada, Giovanna, expresso minha gratidão por seu constante apoio, incentivo e crença em mim. Sua presença e encorajamento foram fontes de inspiração durante todo o processo.

Aos meus pais, José Antônio e Salete, mesmo enfrentando distâncias e desafios nos últimos meses, seu amor incondicional, apoio e orações estiveram sempre ao meu lado, motivando-me a persistir e alcançar meus objetivos.

Ao meu irmão, Henrique, mesmo estando longe, seu apoio e incentivo foram inestimáveis. Sua confiança em mim e palavras de encorajamento foram uma fonte constante de inspiração.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os meus amigos e familiares que, de alguma forma, torceram, incentivaram e contribuíram para este trabalho. Suas palavras de estímulo e apoio foram um grande estímulo para mim ao longo dessa jornada.

A todos vocês, minha profunda gratidão por fazerem parte deste importante capítulo da minha vida acadêmica.

RESUMO

O Sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, estabelecido em 2015, está centrado na universalização do acesso à coleta de esgoto e água potável. No contexto brasileiro, em 2020, foi promulgado o novo marco regulatório do saneamento básico (Lei 14.026/2020), visando flexibilizar e ampliar as garantias para fomentar a participação das empresas privadas nesse setor. O presente estudo tem como objetivo analisar a eficiência técnica de custos dos serviços prestados por empresas atuantes no setor de saneamento básico, com foco na investigação do impacto em municípios que contam com a presença do capital privado, por meio de Parcerias Público-Privadas (PPPs) e concessões. Os dados utilizados para essa análise foram obtidos a partir da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2023, abrangendo uma amostra de 2.355 prestadoras de serviços, no período de 2000 a 2022. Quanto à presença de concessões e PPPs, foram considerados os dados fornecidos pela Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto (ABCON SINDICON) de 2023, revelando que 526 cidades brasileiras já adotam algum tipo de PPP ou concessão para abastecimento de água, tratamento de esgoto ou ambos os serviços. A metodologia empregada neste estudo baseou-se na análise de fronteira estocástica, utilizando uma função de custo variável com as principais variáveis relacionadas à produção de água e esgoto. Esta foi estimada por meio de dados em painel, visando identificar a ineficiência persistente e variável presentes nas empresas do setor de saneamento. No que tange à ineficiência variável, observou-se uma tendência de redução nas empresas que adotam o modelo de concessões e PPPs parciais, sugerindo que essas formas de parceria podem contribuir para melhorias na eficiência operacional ao longo do tempo. Isso pode ser visto, onde, após a promulgação do novo marco regulatório, em 2020, observou-se uma tendência positiva, destacada pelo aumento do coeficiente de $-0,002$ em 2020 para $-0,019$ em 2023. Contudo, apenas as concessões parciais de água demonstraram um impacto estatisticamente significativo na redução do custo variável total, com um coeficiente de $-33,43$, apesar dos testes de Battese e Coelli (1988) com resultado de 93,33% nas PPPs parciais de água indicarem que em média uma menor ineficiência em comparação com outras formas contratuais envolvendo a iniciativa privada. Adicionalmente, na análise da ineficiência persistente, evidenciou-se que

ainda há desafios consideráveis a serem superados em termos de gestão e operação das empresas de saneamento. A persistência da ineficiência destaca a necessidade contínua de aprimoramento e implementação de práticas eficazes no setor. Em suma, este estudo proporciona insights para compreender o impacto da participação privada no setor de saneamento, destacando áreas de progresso e desafios persistentes. A contínua colaboração entre a comunidade acadêmica e os profissionais do setor é essencial para desenvolver soluções eficazes que promovam a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, em linha com os objetivos do novo marco regulatório do saneamento e com os da Agenda 2030 estabelecidos pela ONU.

Palavras-chave: Eficiência técnica de custos, Participação privada, Novo marco regulatório do saneamento.

ABSTRACT

The Sixth Sustainable Development Goal of the UN's 2030 Agenda, established in 2015, focuses on universalizing access to sewage collection and potable water. In the Brazilian context, in 2020, the new regulatory framework for basic sanitation (Law 14,026/2020) was enacted, aiming to provide flexibility and broaden guarantees to foster the participation of private companies in this sector. This study aims to analyze the technical cost efficiency of services provided by companies operating in the basic sanitation sector, focusing on investigating the impact on municipalities with the presence of private capital through Public-Private Partnerships (PPPs) and concessions. The data used for this analysis were obtained from the National Sanitation Information System (SNIS) database for 2023, covering a sample of 2,355 service providers from 2000 to 2022. Regarding the presence of concessions and PPPs, data provided by the Brazilian Association of Private Concessionaires of Public Water and Sewage Services (ABCON SINDICON) for 2023 were considered, revealing that 526 Brazilian cities already adopt some form of PPP or concession for water supply, sewage treatment, or both services. The methodology employed in this study was based on stochastic frontier analysis, using a variable cost function with the main variables related to water and sewage production. This was estimated using panel data to identify persistent and variable inefficiencies present in sanitation sector companies. Regarding variable inefficiency, a reduction trend was observed in companies adopting the partial concessions and PPPs model, suggesting that these partnership forms may contribute to improvements in operational efficiency over time. This can be seen where, after the enactment of the new regulatory framework in 2020, a positive trend was observed, highlighted by the increase in the coefficient from -0.002 in 2020 to -0.019 in 2023. However, only partial water concessions showed a statistically significant impact on reducing total variable costs, with a coefficient of -33.43, despite Battese and Coelli's tests (1988) resulting in 93.33% in partial water PPPs indicating on average lower inefficiency compared to other contractual forms involving private initiative. Additionally, in the analysis of persistent inefficiency, it was evident that there are still considerable challenges to be overcome in terms of management and operation of sanitation companies. The persistence of inefficiency highlights the continuous need for improvement and implementation of effective practices in the sector. In summary, this study provides insights into understanding the impact of

private participation in the sanitation sector, highlighting areas of progress and persistent challenges. Continuous collaboration between the academic community and sector professionals is essential to develop effective solutions that promote universal access to basic sanitation services, in line with the objectives of the new sanitation regulatory framework and those of the UN's 2030 Agenda.

Keywords: Cost technical efficiency, Private participation, New sanitation regulatory framework.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Empresas prestadoras de serviços de abastecimento água e coleta de esgoto entre os anos de 2000 e 2022	43
Gráfico 2 – Municípios com a participação do setor privado para prestação dos serviços de abastecimento água e coleta de esgoto, por meio de concessões ou PPPs, entre os anos de 2000 e 2022	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Revisão de literatura: Análises sobre eficiência do setor de saneamento	23
Quadro 2 – Dados utilizados na estimação do modelo	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis da amostra.....	47
Tabela 2 – Resultado da estimação da fronteira de custo	48
Tabela 3 – Resultado da estimação da ineficiência variável	52
Tabela 4 – Resultado da análise de ineficiência variável	54
Tabela 5 – Resultado da análise das eficiências técnicas variáveis por concessões e PPPs	55
Tabela 6 – Resultado da estimação da ineficiência persistente	57
Tabela 7 – Resultado da análise de ineficiência persistente	58
Tabela 8 – Resultado da análise de ineficiência técnica total	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Tema e delimitação	13
1.2 Problema	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo geral	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificativa	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Saneamento Básico no Brasil e Participação Privada	19
2.2 Saneamento e o papel do setor privado	23
2.3 Eficiência Econômica	30
3 METODOLOGIA	36
3.1 A Função Custo	36
3.1.1 O que é e como se estrutura a função custo?	36
3.1.2 A função custo variável e sua minimização	37
3.2 A Fronteira de Custo	39
3.3 Análise de Fronteira Estocástica (SFA)	40
3.4 Ineficiência persistente e transiente	42
3.5 Fronteira de custos estocástica, dados e variáveis	43
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 Análise dos resultados da estimação da fronteira de custo	47
4.2 Análise dos resultados das variáveis <i>dummies</i> de estados	49
4.3 Análise dos resultados das variáveis <i>dummies</i> de anos	50
4.4 Análise dos resultados da análise de assimetria	51
4.5 Análise da estimação da ineficiência variável	51
4.6 Análise dos resultados das ineficiências técnicas variáveis por concessões ou PPPs	55
4.7 Análise dos resultados da estimação da ineficiência persistente	56
4.8 Análise dos resultados da estimação da ineficiência técnica total	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema e delimitação

A Agenda 2030, adotada pela Organização das Nações Unidas em 2015, estabeleceu um conjunto de dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) inter-relacionados, com o propósito de proporcionar um plano de ação global abrangente para erradicar a pobreza, preservar o meio ambiente e promover a prosperidade em todas as nações.

O saneamento básico é amplamente reconhecido como um direito humano fundamental, pois desempenha um papel crucial na promoção da saúde e na melhoria da qualidade de vida das pessoas, sendo essencial para o desenvolvimento humano. No entanto, no contexto brasileiro, a situação do saneamento básico é alarmante. Conforme dados recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023), mais de 35 milhões de indivíduos no Brasil carecem de acesso à água potável, enquanto quase 100 milhões não possuem acesso à coleta de esgoto. Essas evidências reforçam a urgência de implementar medidas eficazes com vistas a aprimorar a situação do saneamento básico no país.

Conforme observado por Souza et al. (2020), o sexto ODS concentra-se especificamente na temática da disponibilidade de água potável e no acesso ao saneamento básico, os quais são elementos essenciais para o progresso sustentável do Brasil. O objetivo central desse ODS é promover a universalização do acesso à água potável e ao saneamento básico. No entanto, é notório que uma disparidade considerável existe entre as diferentes regiões do país nesse aspecto. De acordo com os dados fornecidos pelo SNIS (2023), aproximadamente 90,1% dos municípios na região Sudeste são atendidos por redes de abastecimento de água, enquanto esses índices são reduzidos para 44,3% e 69% nas regiões Norte e Nordeste, respectivamente. No que tange à coleta de esgoto, a disparidade é ainda mais acentuada, visto que cerca de 80,5% da população na região Sudeste possui acesso a esse serviço, em contraste com apenas 13,1% da população total na região Norte.

Diante desse cenário, pode-se inferir que o novo marco regulatório do saneamento básico, aprovado em julho de 2020, configura-se como uma iniciativa relevante para enfrentar os desafios desse setor, apresentando forte alinhamento com o sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização

das Nações Unidas. A Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020) tem como principal escopo a universalização dos serviços de saneamento básico, por meio do estímulo à concorrência entre empresas e à maior participação do setor privado, por meio de concessões e parcerias público-privadas (PPPs). Adicionalmente, o novo marco visa à melhoria da qualidade e eficiência dos serviços prestados à população brasileira, com meta de alcançar 99% de acesso à água potável e 90% de acesso à coleta e tratamento de esgoto.

De acordo com Carvalho (2022), a presença de entidades reguladoras no setor de saneamento básico no Brasil foi limitada até 2007, quando o Marco Regulatório, estabelecido pela Lei nº 11.445/2007, tornou obrigatória a regulação dos serviços de saneamento. Nesse contexto, o marco de 2007 tinha como objetivo aprimorar o planejamento, regulação, fiscalização e prestação de serviços, visando a universalização e ampliação progressiva do acesso dos domicílios ao saneamento básico, com ênfase na eficiência, equidade, segurança e qualidade. Essa legislação facilitou a prestação dos serviços pelos municípios, permitindo sua atuação direta ou indireta por meio de concessões e parcerias com empresas públicas e/ou privadas.

Segundo Neto e Vernaglia (2022), as parcerias públicos-privadas e concessões surgem como complementos no fornecimento de serviços de água e esgoto em áreas e situações em que o setor público não pode agir sozinho. Os autores identificam dois tipos de concessões: as plenas, em que a empresa é responsável tanto pelo abastecimento de água quanto pela coleta de esgoto, e as parciais, em que a empresa oferece apenas um dos dois serviços. Os contratos de concessões plenas, parciais e PPPs representam, de acordo com os autores, 59%, 29% e 10% dos contratos de prestação de serviços de saneamento básico. Para eles, um dos benefícios mais significativos da atuação do setor privado na prestação de serviços de saneamento básico é a mudança na perspectiva das empresas em relação aos beneficiários desses serviços. Para eles, os beneficiários deixam de ser vistos como meros "usuários" e passam a ser tratados como "clientes", o que direciona o atendimento para atender às necessidades individuais dos beneficiários, considerando sua localização geográfica e as particularidades da região em que vivem.

1.2 Problema

Considerando o período em que o Brasil enfrentou uma carência significativa de investimentos, uma lei foi implementada em 2007 com o intuito de aprimorar as diretrizes nacionais e regulamentações, visando proporcionar maior segurança ao setor de saneamento. No entanto, verificou-se a necessidade de modificações adicionais nessa legislação, o que culminou na criação de um novo marco regulatório. Com o advento das leis de Parcerias Público-Privadas (PPPs) em 2005 e as leis de saneamento de 2007 e 2020, ocorreu um movimento de maior abertura ao setor privado. Essa abertura pode resultar em um aumento da eficiência técnica e de custos das operadoras de saneamento, que serão objeto de estudo. Diante desse movimento de abertura para o setor privado que o Brasil tem promovido desde o início da segunda metade dos anos 2000, juntamente com as novas formas de participação do setor privado, como as PPPs, espera-se que as operadoras de saneamento alcancem maior eficiência técnica e de custos.

Nesse contexto, pode-se dizer que a eficiência na alocação de recursos no setor de saneamento é fundamental para alcançar a oferta universal de serviços básicos. Uma maior eficiência de custos implica em uma melhor utilização dos recursos disponíveis, o que pode reduzir os custos de universalização. Se as empresas forem mais eficientes tecnicamente, a universalização pode ser alcançada a um custo menor. Além disso, parcerias privadas eficientes podem reduzir os recursos necessários para atingir esse objetivo. Isso tem importantes implicações para as políticas públicas, incentivando estratégias que promovam a eficiência e a participação do setor privado na prestação de serviços de saneamento.

Ademais, segundo Chan, Silva e Martins (2007), as empresas estatais tendem a ser mais suscetíveis à ineficiência quando comparadas às empresas privadas, pois nas públicas geralmente prevalecem os objetivos sociais voltados para o bem-estar coletivo, os quais tendem a sobrepor-se aos objetivos de rentabilidade e maximização de lucros, das empresas privadas. Além disso, a natureza do controle governamental sobre empresas estatais implica que estas não enfrentam as mesmas pressões competitivas do mercado observadas nas empresas privadas. Essa condição proporciona maior flexibilidade aos gestores das empresas estatais, uma vez que sua exposição ao risco de falência e à possibilidade de tomada de controle acionário é significativamente reduzida em comparação às empresas do setor privado.

É importante observar que, ao contrário das empresas privadas, as empresas estatais em geral não participam de um mercado de controle acionário. Essas organizações têm a prerrogativa de buscar recursos nos cofres públicos e ao governo, ou seja, a população desfrutando, assim, de uma forma única de proteção contra os riscos de falência que normalmente afetam as empresas privadas. Nesse contexto, este estudo levanta o seguinte problema: os municípios que possuem PPPs ou concessões na área de saneamento, faz com que as operadoras consigam ser mais eficientes em termos de eficiência técnica?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo consiste em realizar uma análise da eficiência técnica de custos dos serviços prestados por empresas atuantes no setor de saneamento básico, tanto no âmbito público quanto no setor privado. Além disso, busca-se investigar o impacto da participação do setor privado, comparando PPPs e concessões.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Realizar uma investigação acerca dos municípios que apresentam a participação do setor privado no âmbito do saneamento básico e qual a forma de PSP adotada;
- b) Com base nos custos estimados das empresas prestadoras de serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto, o objetiva-se estimar a fronteira estocástica de custos;
- c) Analisar se as empresas prestadoras de serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto, localizadas em municípios que possuem concessão privada e/ou parcerias público-privadas (PPPs), apresentam maior eficiência técnica.

1.4 Justificativa

A presente proposta de pesquisa tem como objetivo investigar a eficiência técnica e os custos das empresas públicas e privadas no setor de saneamento básico, concentrando-se na manutenção de água e coleta de esgoto. Com a promulgação do novo marco regulatório do saneamento básico pela lei nº 14.026/2020, que estabeleceu diretrizes para a universalização dos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto em todo o território nacional, o referido mercado sofreu um impacto significativo.

A relevância desse novo marco regulatório reside na ampliação do acesso das empresas privadas ao setor, proporcionando-lhes garantias mais abrangentes de retorno de investimento em comparação com as disposições previamente estabelecidas pela Lei nº 11.445/2007. Essa legislação pioneira delimitou as primeiras diretrizes e atribuiu responsabilidades aos entes federativos em relação ao mercado de saneamento básico.

Neste contexto, é essencial investigar se o aumento da presença de empresas privadas no setor de saneamento resulta em maior eficiência. Portanto, o presente estudo propõe a utilização da análise de fronteira estocástica para identificar as empresas mais eficientes em termos de uso de recursos e para avaliar os possíveis benefícios decorrentes da participação do setor privado na prestação de serviços de saneamento básico.

O método empregado envolverá a construção de uma análise de fronteira estocástica para estimar os custos variáveis das empresas de água e esgoto. A coleta da maioria dos dados será realizada por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), conforme descrito pelo governo brasileiro em 2023. O período de estudo abrangerá os anos de 2000 a 2022, com uma amostra composta por 2.355 empresas.

Além disso, para investigar a presença de parcerias com o setor privado, especificamente Parcerias Público-Privadas (PPPs) e concessões no setor de água e esgoto no Brasil, serão utilizados dados do "Panorama da Participação Privada no Saneamento", produzido pela ABCON SINDCON, de acordo com Neto e Vernaglia (2023). Durante o período de 2000 a 2022, 526 cidades já adotavam alguma forma de Parceria Público-Privada de água ou esgoto, envolvendo a participação do setor privado.

Nesse contexto, é crucial examinar se a presença crescente de empresas privadas no setor resulta efetivamente em maior eficiência. Portanto, o presente estudo propõe a utilização da técnica da análise de fronteira estocástica para identificar as empresas mais eficientes em termos de utilização de recursos. Além disso, busca-se avaliar os possíveis benefícios decorrentes da participação de empresas privadas na prestação dos serviços de saneamento básico.

Portanto, a análise da participação do setor privado no setor de saneamento é de suma importância, pois permite compreender como essas PPPs e concessões podem contribuir para aprimorar a eficiência, a qualidade, o acesso e o desenvolvimento sustentável dos serviços de saneamento. O estudo desse envolvimento privado nesse contexto busca proporcionar *insights* sobre como as empresas privadas podem influenciar positivamente os serviços, através da atração de investimentos e melhores práticas de gestão. Ademais, destaca-se a capacidade das parcerias com o setor privado em auxiliar na consecução de metas relacionadas à universalização dos serviços e ao desenvolvimento sustentável, aspectos cruciais para garantir o acesso equitativo à água potável e ao saneamento básico, que estão entre os principais objetivos do novo marco regulatório do saneamento (lei nº 14.026/2020).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Saneamento Básico no Brasil e Participação Privada

Costa, Pierobon e Soares (2018) procedem com uma breve revisão histórica do saneamento básico no Brasil, remontando aos tempos do império, em que escravos, conhecidos como "tigres", eram responsáveis por despejar os dejetos da nobreza no mar. Os autores salientam que, até a promulgação da Constituição de 1988, a questão do saneamento básico não havia sido tratada de forma direta pelo governo, que dedicava sua atenção primordialmente à propriedade e utilização dos recursos hídricos, negligenciando o abastecimento e saneamento sanitário.

No decorrer das primeiras décadas do século XX, a população brasileira expandiu-se mais do que o dobro, e as cidades de pequeno e médio porte registraram um crescimento exponencial; no entanto, segundo Alves, Araújo e da Silva (2021), o desenvolvimento urbano e as questões sanitárias não acompanharam tal crescimento com a mesma velocidade. Somente durante a década de 1960, no período do regime militar, é que foram implementadas as primeiras políticas públicas direcionadas para o saneamento básico. Em 1960, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) foi estabelecido, e anos mais tarde, tornou-se uma autarquia incumbida com a meta de ampliar os serviços de saneamento básico em 50%, com a promulgação da Lei 4.089/1962.

Em 1971, o governo brasileiro instituiu o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), o qual, segundo Silva (2022), foi a primeira política pública do país que tinha o propósito de garantir o acesso universal às redes de água e esgoto em um curto período e promover a estadualização dos serviços. Como parte deste programa, foram criadas as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB). Na análise de Costa, Pierobon e Soares (2018), o plano obteve desempenho satisfatório, com um aumento significativo no acesso à água potável, que aumentou de 11,9 milhões para 49,6 milhões de pessoas atendidas, bem como na expansão da rede de esgoto, que cresceu de 6,1 milhões para 17,4 milhões de brasileiros atendidos, no período entre 1970 e 1980.

No ano de 1990, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) e o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) foram extintos. Conforme apontado por Costa, Pierobon e Soares (2018), tal extinção se deu em virtude de diversos fatores,

como o desequilíbrio financeiro ocasionado pela inadimplência das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), a falta de adesão de municípios de médio porte em regiões importantes do país e a dificuldade em manter as tarifas dos serviços de saneamento em patamares acessíveis para a população.

A Lei nº 8.987/1995 permitiu a participação do setor privado nos serviços de saneamento básico por meio de concessões. As concessões são contratos que permitem que uma empresa privada execute um serviço público específico. Esses contratos concedem exclusividade ao prestador de serviços, geralmente concedida por meio de licitações, e a empresa vencedora recebe uma tarifa pelo serviço prestado para garantir o retorno do investimento realizado no projeto visando a qualidade e eficiência do serviço.

Inicialmente, a Lei nº 8.987/1995 previa apenas as concessões comuns, nas quais o agente privado recebia do governo o direito de prestar serviços em uma determinada área por um período específico. Nesse modelo, a empresa concessionária poderia utilizar a infraestrutura existente na área de atuação para investir seus recursos em equipamentos e mão de obra, de acordo com o cronograma estabelecido no contrato de concessão.

As empresas concessionárias recebem seus dividendos por meio de tarifas pagas pela população pelo uso dos serviços prestados. Essas tarifas devem permanecer congeladas por seis anos a partir da assinatura do contrato. Além disso, as concessões têm um prazo determinado para encerramento dos contratos, no qual todos os bens públicos e equipamentos utilizados na obra ou serviço público devem retornar ao patrimônio do estado.

Segundo Zimmer (2021), as concessões se mostraram muito efetivas no período de 1996 a 2013, resultando em um aumento de 21% no número de conexões de água nos municípios brasileiros e uma redução pela metade dos índices de perdas nos sistemas, de 28% para 14%. As concessões criaram condições favoráveis para a manutenção das operações de saneamento, devido aos altos investimentos públicos e privados nas redes de abastecimento de água e coleta de esgoto.

O novo marco regulatório do saneamento, estabelecido pela Lei nº 14.026/2020, enfatiza o modelo de concessões ao aprimorar as cláusulas de metas de melhoria na qualidade e eficiência dos contratos de prestação de serviços. Ele também permite a exclusão de prestadores de serviços que não cumpram as metas e cronogramas estabelecidos nos contratos.

A Lei nº 11.079/2004, que trata das parcerias público-privadas (PPPs), modifica e facilita a participação do setor privado nos serviços públicos. Ela estabelece normas gerais para licitações e contratações de PPPs em âmbito federal, estadual e municipal, oferecendo melhores garantias na formulação dos contratos de prestação de serviços e obras públicas. As PPPs surgiram no século XX na Europa Central e se tornaram conhecidas no modelo atual por meio do governo de John Major, no Reino Unido, por volta de 1992. Atualmente, países como Alemanha, Espanha, Holanda, França, Portugal, Suíça, Estados Unidos, Canadá e vários países da América Latina utilizam amplamente esse modelo.

De acordo com a Lei nº 11.079/2004, as PPPs são realizadas por meio de contratos administrativos de delegação, na forma de concessão, e uma das principais modificações é a divisão das concessões em patrocinadas e administrativas. Nas concessões patrocinadas, a remuneração dos serviços prestados pela empresa concessionária é feita por meio da cobrança de tarifas e pelo subsídio do poder público. Já nas concessões administrativas, como as PPPs de saneamento, o governo paga ao investidor privado pelo serviço prestado, e a empresa contratada é responsável pela execução da obra, fornecimento ou instalação de bens, contratação de mão de obra e aluguel de equipamentos.

Além das concessões e PPPs, existem dois novos modelos de prestação de serviços por empresas privadas: a subdelegação e os contratos de performance. No modelo de subdelegação, as empresas titulares dos contratos de prestação de serviços podem delegar os serviços para empresas terceirizadas, desde que não haja impedimento contratual. Nesse caso, a empresa titular continua sendo responsável pelo cumprimento das metas e planos estabelecidos no contrato. Já nos contratos de performance, uma modalidade mais recente e ainda não prevista em lei específica, as empresas são remuneradas pelo governo de acordo com o cumprimento das metas estabelecidas no contrato, o que permite ao contratante público não se endividar antecipadamente, pagando apenas quando as metas contratuais forem atingidas.

Em 2013, foi instituído o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) com a finalidade de retomar a perspectiva de universalização estabelecida pela Lei 11.445/2007. Tal plano tem como base três programas distintos: saneamento básico integrado, saneamento básico rural e saneamento básico estruturante.

De acordo com Saiani (2010), a desigualdade na distribuição de água e coleta de esgoto é um dos principais fatores responsáveis pelas lacunas na qualidade e

eficiência dos serviços de saneamento básico no Brasil, o que impede a universalização desses serviços em algumas regiões. Essas falhas geram externalidades negativas que afetam a saúde pública e o meio ambiente, prejudicando, assim, o desenvolvimento sustentável. O autor destaca que um dos motivos para essa situação é o desequilíbrio inter-regional, em que os indicadores da Região Norte são muito inferiores aos da Região Sudeste, considerada ideal tanto para o abastecimento de água quanto para a coleta de esgoto.

Saiani (2010) realizou uma análise da evolução dos indicadores de abastecimento de água e coleta de esgoto no Brasil, no período de 1970 a 2000, e constatou um aumento significativo em ambos os serviços. O autor observou que, nas áreas com maior taxa de urbanização, as taxas de saneamento cresceram 50% mais do que nas demais regiões. Além disso, ressalta que essa distribuição desigual de serviços de saneamento básico contribui para a existência de lacunas na qualidade e eficiência desses serviços no país, gerando externalidades negativas para a saúde pública e meio ambiente, prejudicando assim o desenvolvimento sustentável.

Apesar dos avanços observados nos últimos anos, conforme revelado por dados provenientes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2022, evidencia-se que somente 74,1 milhões de domicílios brasileiros, correspondendo a 69,3%, possuíam acesso à coleta de esgoto. Em contrapartida, 85,5% dos lares tinham acesso ao abastecimento de água. Ressalta-se que 6,4 milhões de domicílios no Brasil careciam de fornecimento diário de água, apontando para desafios substanciais no tocante ao acesso a serviços essenciais de saneamento.

Para Zimmer (2021), o novo marco regulatório de 2020 veio para reforçar a cerne do modelo estabelecido pelo marco de 2007, e evidenciar a necessidade do auxílio das empresas privadas para enfrentar as dificuldades do setor de saneamento. Nesse contexto, o novo marco busca promover uma maior abertura do mercado à iniciativa privada e fortalecer a possibilidade de regionalização dos serviços de saneamento. Além disso, a Lei 14.026/2020 assegura que os contratos vigentes permanecerão válidos até o término do prazo estabelecido, exige a formalização de parcerias com a iniciativa privada para a abertura de contratos e licitações, permite a conversão dos contratos vigentes em concessões e a prorrogação de seus prazos pelo menos uma vez, visando garantir a amortização dos investimentos necessários para a universalização dos serviços de água e esgoto. A lei estabelece que os editais

para licitações devem ser publicados em até doze meses após sua aprovação pelo órgão regulador. Nos casos em que os serviços estão sendo prestados por empresas públicas ou sociedades de economia mista sem prévia formalização, é possível firmar contratos de concessão com empresas privadas por dispensa de licitação, com previsão de revisão a cada dez anos nos planos de saneamento estabelecidos pela Lei de 2007.

A nova Lei de Licitações (nº 14.133/2021) possui muitos aspectos alinhados com o novo marco regulatório do saneamento. Ela estabelece um comitê de regulação de disputas e arbitragem em contratos administrativos para resolver controvérsias em questões mais complexas, relacionadas a engenharia, critérios econômicos e financeiros ou regime jurídico. Esses contratos podem ter uma duração de décadas para permitir que as empresas privadas tenham tempo suficiente para recuperar o investimento em projetos e serviços de saneamento.

2.2 Saneamento e o papel do setor privado

Inicialmente, é relevante destacar que não existe um consenso consolidado acerca da influência do setor privado no aprimoramento da eficiência dos serviços. Diante desse cenário, a Quadro 1 sumariza as conclusões derivadas dos trabalhos de outros autores sobre a eficiência no âmbito do setor de saneamento, que serão discutidos no decorrer deste capítulo.

Quadro 1 – Revisão de literatura: Análises sobre eficiência do setor de saneamento

Autor(es)	Data	Local	Resultado
Roubicek	2020	Brasil	Ausência de concorrência gera um monopólio natural.
Ferreira e Oliveira	2022	Brasil	Necessário maior regulação do setor em função dos monopólios.
Silva, Feitosa e Soares	2022	Brasil	Concorrência limitada pela falta de regulação, dificuldade e entrada de empresas privadas.
Viana e Ehrl	2021	Brasil	Aumento da concorrência e investimento privado, pós novo marco regulatório.
Molinos-Senante e Sala-Garrido	2015	Chile	Queda na produtividade após a privatização do setor.
Deutschamann et al.	2023	Senegal	Queda na qualidade dos serviços após a privatização.
Greiner	2020	EUA	Aumento da eficiência das empresas após privatização do setor.

Molinos-Senante, Maziotis e Sala-Garrido	2014	Espanha	Queda na produtividade por falta de investimento privado.
Capanema	2022	Brasil	Novo marco regulatório gera confiança e aumenta expectativas aporte financeiro privado.
Guerrini, Romano e Lardini	2018	Itália	Aumento das fusões entre as empresas gerou economias de escala e escopo
Oliveira e Saiani	2022	Brasil	Regionalização dos serviços pode gerar ganhos de economia de escala
Urakami	2005	Japão	Economias de escala promoveram ganhos de eficiência
Melo e Neto	2017	Brasil	Economias de escala promoveram ganhos de eficiência
Pollitt e Steer	2012	Inglaterra	Economias de escala e escopo promoveram ganhos de eficiência
Mensah et al.	2022	Gana	Baixo investimento e regulação dificulta o avanço no setor
Kastchiev	2017	Bulgária	Aumento do investimento privada e da regulação aumentou eficiência das empresas
Santos, Kuwajima e Santana	2022	Brasil	Necessidade de aumento da regulação e garantias para atrair investimento privado.
Cavalcanti, Teixeira e Pontes	2020	Brasil	Melhoria na eficiência das empresas após o marco do saneamento de 2007.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O setor de saneamento básico, especialmente no que concerne ao fornecimento de água e à coleta de esgoto, pode ser visto, segundo Ferreira e Oliveira (2022), como um monopólio natural. Na visão desses autores, isso ocorre devido à capacidade intrínseca de um monopólio natural ter a possibilidade de impactar diretamente todo o setor em que está inserido. De acordo com Roubicek (2020), a inexistência de concorrência resulta na formação do monopólio natural, caracterizado pela presença de uma empresa detentora de considerável poder de mercado. Nesse contexto, uma agência reguladora pode ficar sujeita à influência dessa empresa, culminando em uma situação em que o Estado enfrenta dificuldades para exercer plenamente sua capacidade regulatória.

Conforme observado por Silva, Feitosa e Soares (2022), a prestação de serviços de água e esgoto é caracterizada pela limitada viabilidade de competição ou concorrência no contexto das concessões públicas, pois geralmente estabelece um monopólio natural. Essa condição se deve aos elevados custos fixos associados à instalação e manutenção das infraestruturas de distribuição de água e tratamento de esgoto. Portanto, a regulamentação governamental estabelece normas e diretrizes

para operação nesse setor, visando garantir eficiência e viabilidade econômica. Isso possibilita à empresa ganhos de economias de escala e escopo, o que, por sua vez, tem o potencial de resultar em preços mais acessíveis para os consumidores devido aos custos de produção reduzidos. Nessa perspectiva, a regulação torna-se ainda mais essencial para direcionar esses transbordamentos de forma a beneficiar a coletividade, permitindo a universalização do serviço para priorizar adequadamente os segmentos mais vulneráveis da população, evitando em possíveis prejuízos para a sociedade brasileira.

Ferreira e Oliveira (2022) destacam que a emergência de monopólios naturais no setor de saneamento constitui um sólido argumento para a regulação e organização, conforme estabelecido pelo primeiro marco regulatório (Lei 11.445/2007) e pelo segundo (Lei 14.026/2020) voltados ao saneamento básico. A fim de mitigar esses monopólios, torna-se crucial promover maior concorrência no setor, uma meta que tem sido facilitada pelo aumento da regulação, conforme evidenciado pelos Primeiro e Segundo Marcos Regulatórios.

Viana e Ehrl (2021) ao analisarem o desempenho do setor de saneamento entre 2008 e 2018, pós-implantação do primeiro Marco Regulatório (Lei 11.445/2007), destacaram o aumento significativo nos investimentos, resultando na redução dos custos relacionados à saúde pública, aumento da produtividade e diminuição da mortalidade infantil. Apesar desse avanço e da maior atenção governamental aos serviços de água e esgoto, observa-se uma lacuna considerável na busca pela universalização do acesso ao setor, conforme evidenciado pelo Novo Marco do Saneamento. A concretização dessa meta demanda vultosos montantes de capital, sendo fundamental não apenas o aumento dos investimentos, mas também uma coordenação eficiente desses recursos.

Ainda segundo Viana e Ehrl (2021), o Brasil enfrenta uma séria crise fiscal, cenário que poderia ser favorecido por uma maior participação da iniciativa privada, conforme previsto na nova regulação estabelecida pela Lei 14.026/2020. No entanto, os autores ressaltam que a presença do setor privado nem sempre ocorre de maneira otimizada, dada a existência de experiências malsucedidas na privatização do abastecimento de água em outros países.

No âmbito da privatização do abastecimento de água, as pesquisas fornecem perspectivas variadas sobre os resultados desse processo. Molinos-Senante e Sala-Garrido (2015), ao analisarem o caso chileno entre 1998 e 2011, constataram

melhorias na produtividade durante a fase de privatização, impulsionadas pelas práticas técnicas aprimoradas decorrentes do aumento dos investimentos privados. Contudo, observaram uma posterior queda na produtividade após a privatização, uma vez que os investimentos substanciais realizados durante o processo diminuíram consideravelmente. Deuschamann et al. (2023), ao examinarem os efeitos da privatização da indústria de saneamento em Senegal, identificaram um aumento significativo na quantidade de esgoto encaminhado para centros de tratamento legalizados, resultando em impactos adversos na saúde das comunidades urbanas.

Em contrapartida, Greiner (2020), ao investigar o processo de privatização das indústrias de água nos Estados Unidos, destacou um aumento na cobertura de atendimento domiciliar de 83% para 87%. Além disso, observou melhorias na eficiência dos sistemas, redução de custos e expansão mais ampla dos sistemas de água globalmente, atribuídas ao aumento da participação do setor privado.

Na análise de Molino-Senante, Maziotis e Sala-Garrido (2014), ao estudarem 22 empresas de água na Inglaterra e País de Gales entre 2001 e 2008, verificaram que a produtividade caiu ao longo dos anos, o que os autores acreditam que seja por falta de um maior investimento de capital para promover a produtividade e financiamento em pesquisa e desenvolvimento. Na visão de Capanema (2022), em consonância com Viana e Ehrl (2021), o aporte financeiro privado por si só não é suficiente para alcançar a universalização dos serviços. Os autores defendem a necessidade de uma maior interação entre os entes federativos e uma injeção de recursos públicos, tanto financeiros quanto regulatórios. Essa abordagem visa proporcionar garantias adicionais às empresas privadas, reduzindo os riscos dos empreendimentos e, por conseguinte, incentivando um aumento nos investimentos e no financiamento do setor.

Outro ponto importante sobre o setor, é discutido por Guerrini, Romano e Lardini (2018) quando analisaram o setor de abastecimento de água na Itália no período compreendido entre 2016 e 2019, que se refere à grande quantidade de empresas ofertantes de serviços de água e esgoto. Durante o período analisado, os pesquisadores observaram um aumento nas fusões de empresas de água, o que fez com que, apesar do aumento inicial nas tarifas, houvesse a evidência da presença de economias de escala.

A pesquisa de da Cruza et al. (2021), realizada em diversas cidades brasileiras entre 2010 e 2018, assim como o estudo de Oliveira e Saiani (2022), evidencia a

formação de agrupamentos ou unidades regionais de saneamento. Estas unidades, compostas majoritariamente por municípios com limitada capacidade financeira, têm como objetivo principal alcançar economias de escala. Essa configuração busca estabelecer um equilíbrio econômico-financeiro nessas localidades, facilitando a expansão dos investimentos para ampliação da cobertura dos serviços de saneamento.

Contudo, é importante ressaltar, conforme apontado por da Cruza et al. (2021) e Capanema (2022), que o aporte financeiro isolado não é suficiente. Ambos destacam a necessidade de políticas públicas que incorporem instrumentos e mecanismos de planejamento regional para superar possíveis obstáculos e gargalos nesse contexto. Adicionalmente, Oliveira e Saiani (2022) enfatizam que a regionalização pode contribuir para um maior controle social, reduzindo as assimetrias de informação relacionadas à qualidade dos serviços e às disparidades nas tarifas entre diferentes localidades.

No contexto da necessidade de regulação e implementação de políticas governamentais, Guerra e Vêras (2021) realizam uma análise do novo marco regulatório de 2020. Este, conforme destacado por da Cruz et al. (2021), tem como objetivo primordial a regionalização dos serviços de água e esgoto, visando potenciais ganhos de escala. Essa abordagem é considerada essencial para atingir a universalização dos serviços, além de garantir a viabilidade técnica e econômico-financeira dessas operações.

Na visão de Guerra e Vêras (2021), as economias de escala se manifestam quando uma prestadora de serviços suporta os elevados custos fixos necessários para o desenvolvimento das atividades de infraestrutura, maquinário e instalações operacionais, sem experimentar aumentos significativos nos custos marginais à medida que a quantidade de usuários é ampliada. Uma análise realizada por Urakami (2005) em 132 empresas fornecedoras de água no Japão entre 2001 e 2002 revelou que, apesar do porte relativamente pequeno, a maioria dessas empresas apresentou economias de escala. Por outro lado, a pesquisa de Melo e Neto (2007), que estimou uma fronteira para 44 empresas de abastecimento de água no Brasil de 1988 a 2001, indicou a presença de deseconomias de escala no setor, mesmo considerando uma amostra relativamente reduzida.

Ao abordar as economias de escopo, Guerra e Vêras (2021) destacam que esse fenômeno ocorre quando é possível realizar diversas atividades utilizando a

mesma infraestrutura. No setor de saneamento, exemplifica-se essa situação quando uma única operadora é responsável tanto pelo abastecimento de água quanto pela coleta e tratamento de esgoto. No mesmo contexto, a análise de Pollitt e Steer (2012) sobre a indústria de saneamento na Inglaterra evidenciou que a eficiência das empresas é influenciada pelos custos relacionados à realização de economias de escala e escopo proporcionadas pelos elementos essenciais da infraestrutura, como sistemas de abastecimento de água e redes de distribuição, que constituem a base estrutural para a execução eficiente das operações de saneamento.

No contexto da regulação e fiscalização do setor de saneamento, a eficiência e a qualidade dos serviços são afetadas por diferentes elementos. Pollitt e Steer (2012) destacam que potenciais economias de eficiência dependem do nível de competição no mercado ou da eficácia da regulação, considerando também os custos de transação inerentes à estrutura inicial da indústria. Capanema (2022) aborda o histórico regulatório e políticas públicas do setor, no Brasil, onde evidencia a presença de uma complexa estrutura de coordenação federativa em vista a presença de um monopólio natural para as empresas de água e esgoto.

Mensah et al. (2022), ao analisarem a regulamentação das empresas de saneamento em Gana, apontam lacunas, incluindo a falta de comprometimento governamental na regulamentação das agências de saneamento básico. Essas deficiências são atribuídas à limitada capacidade de fiscalização, altos índices de pobreza, escassa supervisão e assimetria de informações. Os autores defendem a necessidade de medidas regulatórias, fiscalização robusta, promoção de educação pública e envolvimento do setor privado para impulsionar a eficiência e o desenvolvimento do setor de saneamento básico.

Kastchiev (2017) contribui com *insights* de um estudo envolvendo empresas de abastecimento de água e coleta de esgoto na Bulgária. Ele destaca a importância da intensificação da regulação e da gestão eficiente de ativos, resultando em aprimoramento da eficiência e qualidade dos serviços. O autor também observa melhorias na qualidade das informações relacionadas ao setor, proporcionando uma gestão mais eficaz dos ativos. O modelo de redução no número de empresas, aplicado na Hungria com o objetivo de diminuir custos e aumentar a produtividade, também tem sido discutido em outros países da União Europeia desde a formulação do sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável pela ONU em 2015.

No cenário brasileiro, Santos, Kuwajima e Santana (2020) conduziram uma análise de cerca de 5.570 municípios, identificando a necessidade de uma regulamentação mais abrangente no que concerne ao abastecimento de água nas regiões sul e sudeste do país. De acordo com esses autores, a presença de uma diversidade de arranjos e atribuições regulatórias distintas nos serviços de saneamento no Brasil destaca a necessidade dos governos estaduais e prefeituras municipais buscarem parcerias políticas e institucionais. Essa busca visa alcançar ganhos de escala e de receita para sustentar as operações e promover uma regulação mais eficaz dos serviços. A pluralidade de arranjos, como enfatizado pelos autores, reflete aspectos culturais, regulatórios e prioridades de gestão relacionados à água e esgoto, assim como arranjos administrativos locais. Nesse passo, eles postulam que o novo marco regulatório pode desempenhar um papel crucial ao estabelecer regras gerais que abordem os arranjos institucionais no setor de saneamento. Esse papel facilitaria os contratos e investimentos no setor, criando um ambiente mais propício para uma gestão eficiente dos serviços.

Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2020) conduziram uma análise abrangendo 1628 municípios brasileiros durante o período de 2008 a 2016, com o propósito de avaliar os impactos do marco regulatório do saneamento básico estabelecido em 2007. De acordo com os autores, a melhoria na eficiência técnica de todas as entidades prestadoras de serviços, independentemente de sua natureza (privada, pública ou mista), poderia potencialmente resultar em uma expansão de 17% nos níveis de acesso à água e coleta de esgoto. Essa projeção é considerada a partir dos mesmos níveis iniciais de infraestrutura, recursos humanos e financeiros no setor de saneamento.

Para Capanema (2022), a principal mudança que o novo marco legal de 2020 traz é a substituição do estado “executor” pelo estado “regulador”, pois promove mudanças na administração pública para um modelo mais gerencial, com foco nos resultados e na performance, com maior participação da iniciativa privada. Segundo o autor, contratos de concessão serão fundamentais para aumentar a segurança jurídica, a fim de atrair as operadoras e o capital privado para investir no setor.

2.3 Eficiência Econômica

Na análise das Parcerias Público-Privadas (PPPs) e concessões no saneamento é vital compreender o cenário regulatório que dita as regras para essas parcerias. Este estudo busca fornecer uma compreensão dos motivos que levam à percepção de que empresas privadas são mais eficientes no setor de saneamento, ressaltando o aumento da participação do setor privado. Em um contexto econômico, a eficiência de uma empresa está em maximizar a produção com recursos otimizados, reduzindo custos e evitando perdas. Este estudo investiga os determinantes que conferem maior eficiência a empresas privadas em comparação com as públicas, considerando a crescente participação privada em setores anteriormente geridos pelo público. Incorporando *insights* de setores correlatos, como o rodoviário e elétrico, busca-se compreender os fatores que influenciam a eficiência organizacional em contextos similares, apesar das limitações na literatura específica de saneamento.

As análises de diversos autores destacam uma série de fatores que contribuem para a superioridade percebida das empresas privadas em relação às públicas, especialmente no setor de saneamento. A visão de Santos et al. (2022) ressalta a incapacidade governamental de financiar obras, bem como as dificuldades na eficiência da construção, operação e manutenção de infraestruturas rodoviárias. Leoneti et al. (2015) aborda o desempenho das PPPs no saneamento, identificando que estas ocorrem principalmente devido à necessidade de aporte financeiro privado e à falta de continuidade nos investimentos públicos. Entre os motivos, destacam-se a limitada capacidade de endividamento dos órgãos públicos, a não aplicação estratégica de recursos, a transferência de riscos ao setor privado, indefinições regulatórias e irregularidades contratuais.

Sousa e Barrocas (2017) examinam o contexto das empresas de saneamento no Rio de Janeiro, indicando que as PPPs surgem em resposta à crise financeira estadual, à demora nas obras públicas e à indefinição sobre as prioridades governamentais futuras. Albuquerque (2011) acredita que muitos desses desafios se devam ao tamanho e diversidade demográfica do Brasil, dificultando a padronização de qualidade e atendimento no saneamento, além das limitações do endividamento público.

Chan, Silva e Martins (2007) analisam o aspecto gerencial e estratégico, onde enfatizam a clareza de objetivos nas empresas privadas, em contraste com a

sobreposição de objetivos sociais nas empresas públicas. Destacam-se diferenças de sensibilidade ao risco e disciplina de mercado. Machado et al. (2009) apontam a ineficiência estatal relacionada a questões sociais, destacando que a desestatização proporciona maior competitividade e eficiência, superando a gestão econômico-financeira e desempenho operacional ou financeiro das empresas privadas. Além disso, Campos e Pereira (2016), Lopes et al. (2020) e Scriptori e Toneto (2012) destacam a corrupção, ineficiência e má gestão no setor público, prejudicando investimentos, produtividade e eficiência econômica. Portanto, essas perspectivas convergem para a ideia de que a iniciativa privada, ao contornar limitações do setor público, pode proporcionar maior eficiência na gestão de recursos, inovação tecnológica e resposta mais ágil às demandas do setor de saneamento.

Para iniciar esta discussão metodológica, portanto, é interessante abordar a análise de Kumbhakar, Wang e Horncastle (2015) sobre a função custo tradicionalmente utilizada para a medição de eficiência, bem como os métodos propostos por esses autores. Nesse contexto, segundo eles, a função de produção tradicional possui limitações intrínsecas ao analisar a simples relação entre insumos e produção. Eles argumentam que essa abordagem é incapaz de lidar com questões fundamentais relacionadas à formulação de estratégias empresariais, que são essenciais para empreendedores e tomadores de decisão. Para esses autores, a função de produção é, em sua essência, uma relação tecnológica que carece de integração com o comportamento econômico em sua concepção.

Na visão dos autores, a função de produção é uma relação tecnológica, desprovida da integração com o comportamento econômico em sua concepção. Conseqüentemente, os autores propõem que a função custo seja apropriada em ambientes de concorrência perfeita ou regulamentados, como no setor de saneamento. Neste cenário, a produção é considerada exógena, sendo os custos determinados pela entidade reguladora, geralmente o governo. Neste contexto, compreender de maneira abrangente como as empresas podem otimizar custos, mantendo um nível constante de produção, é imperativo dadas as peculiaridades desse ambiente específico.

Diante dessas considerações, Kumbhakar, Wang e Horncastle (2015) propõem o modelo de fronteira de custo como uma alternativa robusta para abordar questões relacionadas ao custo de produção, especialmente em ambientes regulamentados. Nesse passo, a fronteira de custos emerge como um elemento fundamental,

permitindo a identificação de como as empresas podem alcançar o mesmo nível de produção com custos menores, levando em consideração o arcabouço regulatório. Além disso, destacam sua relevância na análise das melhorias potenciais para o setor, explorando, conforme objetivo deste trabalho, o aumento da participação de empresas privadas por meio de parcerias público-privadas (PPPs) e concessões.

Segundo Kumbhakar, Wang e Horncastle (2015) e Farrel (1957), a eficiência pode ser abordada em duas dimensões: técnica e alocativa. A análise de eficiência técnica é fundamental para que as empresas otimizem a alocação de seus recursos, visando a maximização da produção e a minimização dos custos, tanto no processo produtivo quanto na gestão dos insumos. No contexto histórico do estudo da ineficiência técnica, destacam-se as contribuições de Färe, Grosskopf e Lovell (1983, 1994), Färe e Grosskopf (1985) e Lovell (1993), cujas pesquisas desempenharam um papel significativo na medição contemporânea da eficiência, fornecendo diversos estudos para a avaliação atual em diversas áreas. O trabalho seminal de Farrell (1957) introduziu uma métrica para avaliar a eficiência das empresas, influenciado por investigações anteriores de Debreu (1951) e Koopmans (1951), os quais consideravam múltiplos insumos tanto na produção quanto na utilização destes.

Por sua vez, a eficiência alocativa visa utilizar os fatores de produção em proporções ótimas, considerando os preços relativos desses fatores. Isso significa combinar os insumos de forma a minimizar os custos. Quando se alcança a combinação eficiente tanto em termos técnicos quanto alocativos, obtém-se uma medida de eficiência econômica global, em que os recursos estão sendo utilizados de forma ótima em relação aos objetivos da empresa.

A eficiência técnica (ET) de uma empresa, considerando uma abordagem orientada para insumos, pode ser representada por meio de uma função de distância de insumos (equação 01), indicada como $d_i(x, q)$. Essa função expressa quão distante a combinação real de insumos (x) está de uma situação ideal ou eficiente (q).

$$ET = \frac{1}{d_i(x, q)} \quad (01)$$

Em face das informações sobre os preços dos insumos, torna-se factível mensurar a eficiência de custos da empresa em consideração. Supõe-se que w represente o vetor de preços dos insumos e que x denote o vetor observado de insumos vinculado ao ponto P. Adicionalmente, x^{\wedge} e x' designam os vetores de insumos atrelados ao ponto Q, caracterizado como tecnicamente eficiente, e ao ponto

Q' , que minimiza os custos, respectivamente. A eficiência de custos (EC) da empresa é definida como a relação entre os custos de insumos relacionados aos vetores x e x' nos pontos P e Q' , conforme equação 02.

$$EC = \frac{w'x^*}{w'x} = \frac{OR}{OP} \quad (02)$$

Se a proporção de preços dos insumos, indicada pelo declive da linha de isocusto (AA'), a qual pode ser verificada na figura 1, estiver disponível, torna-se possível calcular a eficiência alocativa (EA) e a eficiência técnica (ET) utilizando a referida linha de isocusto, conforme respectivas equações 03 e 04.

$$EA = \frac{w'x^*}{w'x^{\wedge}} = \frac{OR}{OQ} \quad (03)$$

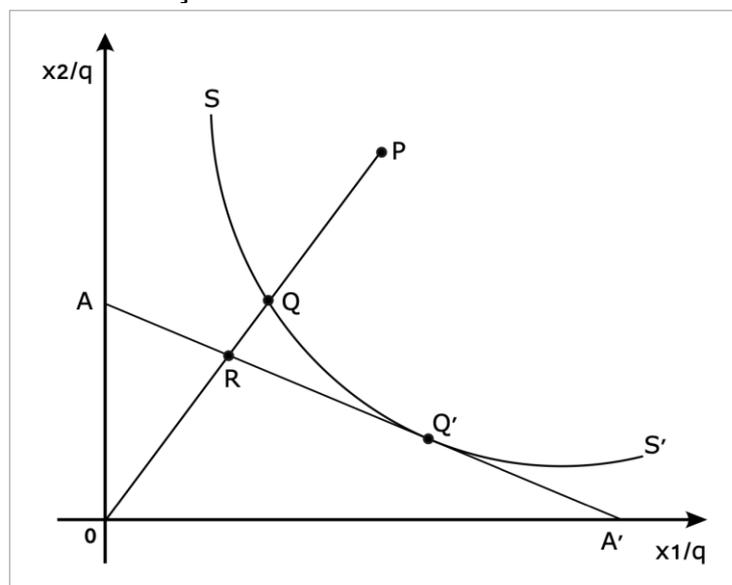
$$ET = \frac{w'x^{\wedge}}{w'x} = \frac{OQ}{OP} \quad (04)$$

Considerando a medida de eficiência técnica, a eficiência econômica (EC) pode ser representada pela equação 05, que representa resultado da multiplicação das medidas de eficiência técnica e alocativa.

$$EC = EA * ET = \left(\frac{OR}{OQ}\right) * \left(\frac{OQ}{OP}\right) = \left(\frac{OR}{OP}\right) \quad (05)$$

Para exemplificar o conceito de eficiência técnica e alocativa, Coeli et al. (2005) propõe um sistema de coordenadas cartesianas, onde é possível ilustrar o conceito de eficiência na produção por meio de uma firma que utiliza dois insumos, representados como x_1 e x_2 , para produzir um único produto, denominado q , conforme demonstrado na figura 1, abaixo.

Figura 1. Estimativa da curva de eficiência técnica e alocativa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Supõe-se que essa firma apresenta retornos constantes de escala, o que significa que o aumento proporcional dos insumos resulta em um aumento proporcional da produção. A curva SS' no gráfico representa as diferentes combinações dos insumos x_1 e x_2 que a firma pode utilizar para a produção. Ela também representa a fronteira de produção, indicando a máxima produção que a firma pode alcançar com os insumos disponíveis.

Qualquer ponto ao longo da curva SS' representa uma combinação de insumos que resulta em uma produção tecnicamente eficiente, como os pontos Q e Q' . Esses pontos são considerados eficientes porque estão exatamente na fronteira de produção, indicando o máximo aproveitamento dos insumos para obter determinada quantidade de produto.

A reta AA' no gráfico denota uma linha de isocusto, na qual todas as combinações de insumos ao longo desse traço apresentam o mesmo custo total. Esta linha constitui a representação da condição enfrentada pela empresa, refletindo a razão de troca exógena entre x_2 e x_1 , isto é, os preços relativos dos insumos. A empresa deve ajustar essa razão de preço externa, que corresponde ao preço dos insumos no mercado, à troca endógena, que é determinada pela sua própria tecnologia disponível.

No entanto, a firma localizada no ponto P do gráfico não apresenta eficiência técnica e nem alocativa, pois opera acima da fronteira de produção, utilizando insumos em excesso para produzir uma determinada quantidade. O grau de ineficiência técnica no ponto P é dado pela medida da distância OP em relação a OQ , indicando o desperdício de recursos. Além disso, o grau de ineficiência alocativa no ponto P é dado pela medida da distância OP em relação a OR , indicando a alocação inadequada de recursos. No entanto, quando a curva de isoquanta (curva que mostra diferentes combinações de insumos que produzem a mesma quantidade de produto) tangencia a linha de isocusto AA' , o ponto Q' é considerado eficiente tanto do ponto de vista técnico quanto alocativo. Isso significa que a um nível de produção Q a firma está minimizando custo.

De acordo com Kumbhakar, Wang e Horncastle (2015), a função de produção, ao focalizar a ineficiência técnica, verifica se os insumos estão plenamente utilizados em relação à tecnologia disponível, sem considerar se a combinação específica escolhida é a mais eficiente em termos de custos. Para avaliar a eficiência alocativa, que envolve otimização na escolha dos insumos, é crucial incorporar informações de

preço ao modelo econométrico. A função de produção, isoladamente, não aborda esses aspectos, necessitando da inclusão de elementos de custo para uma análise mais completa da eficiência alocativa.

Duas abordagens sugeridas pelos autores para avaliar a eficiência alocativa são a minimização de custos e a maximização de lucros. Na minimização de custos, busca-se a combinação mais econômica de insumos para determinada produção, com as condições de minimização estabelecendo que a inclinação da isoquanta deve ser igual à razão dos preços dos insumos. Os autores propõem uma solução para essa limitação, sugerindo a estimação do modelo em um framework de minimização de custos, que inclui um sistema de equações de função de custo e participação no custo. Outra opção é a estimação de um sistema com função de produção e condições de minimização de custos.

Empresas eficientes alocativamente alcançam a combinação ideal de insumos no ponto de tangência entre a isoquanta e a linha de isocusto. A maximização de lucros destaca a facilidade de lidar com a ineficiência técnica orientada para insumos. A extensão para múltiplas saídas é abordada, e a Função de Produção Indireta é introduzida como alternativa para lidar com a falta de fundos em contextos agrícolas em países em desenvolvimento, buscando maximizar a produção com um gasto especificado em insumos variáveis, considerado comportamento econômico racional.

Dados os conceitos de ineficiência, segundo os livros de Kumbhakar, Wang e Horncastle (2015) e Coeli et al. (2005), o presente trabalho irá se voltar especificamente para o estudo de ineficiência técnica e em sua transmissão ao longo do processo produtivo regulamentado. Essa abordagem visa proporcionar uma compreensão mais profunda dos fatores que influenciam os custos em um contexto em que a produção é determinada externamente, contribuindo, assim, para a análise econômica do setor de saneamento.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi embasada nos estudos de Coelli et al. (2005), Kumkhakar et al. (2014), Pontes (2019) e Medeiros (2022). Nesta perspectiva, a presente metodologia busca não somente reproduzir os métodos dos autores citados, mas também adaptá-los ao contexto específico da pesquisa em questão, garantindo a relevância e validade dos resultados obtidos.

3.1 A Função Custo

A análise de função custo é proposta a partir dos estudos de Pontes (2019) e Garcia e Thomas (2001).

3.1.1 O que é e como se estrutura a função custo?

A função custo (C_{LR}), representada pelas variáveis C (custo), L (trabalho) e R (recurso), desempenha um papel fundamental na análise de custos empresariais. Essa expressão matemática é essencial para determinar a quantidade de capital necessária para alcançar um determinado nível de produção, considerando uma série de fatores. Entre esses fatores, incluem-se os preços dos insumos utilizados na produção, a quantidade de produtos fabricados e as especificidades técnicas do setor em que a empresa atua.

Esta função é uma representação matemática que modela a relação entre os custos de produção de uma empresa e a quantidade produzida. Geralmente, essa função é formulada como uma combinação ponderada dos preços dos insumos, multiplicados pelas quantidades correspondentes desses insumos. Considerando uma firma que utiliza quatro tipos de insumos (capital, trabalho, energia e material), a função de custo (C_{LR}), a curva de custo de longo prazo, pode ser expressa da seguinte maneira:

$$C_{LR}(y, w; Z) = \sum_i x_i \cdot w_i \quad (06)$$

Onde, C_{LR} é a função custo, y é um vetor de saídas (produtos) produzidos pela firma, w é um vetor de preços dos insumos e Z é um vetor de características técnicas que pode influenciar os custos.

A função de custo representa a soma dos custos individuais de cada insumo multiplicados pelas quantidades correspondentes e pelos preços associados. Essa expressão matemática reflete a complexa relação entre a produção, os preços dos insumos e as características técnicas do processo produtivo. Além de ser uma importante ferramenta analítica, a função de custo desempenha um papel fundamental na compreensão do impacto da produção e dos preços dos insumos nos custos de uma empresa. Sua aplicação é bastante útil na tomada de decisões empresariais e na avaliação da eficiência do processo produtivo.

Um ponto importante sobre a função custo é que ela apresenta uma relação de dualidade com a função de produção. Enquanto a função de produção descreve a relação entre os insumos utilizados e a quantidade de produção obtida, a função custo expressa a despesa total associada à produção de uma quantidade específica de bens ou serviços. Essas duas funções estão intrinsecamente ligadas devido ao objetivo da empresa de maximizar a produção para um determinado conjunto de custos, ao mesmo tempo em que minimiza os custos para alcançar um nível específico de produção. Essa dualidade é fundamental para compreender como as empresas podem operar de maneira eficiente, otimizando seus processos produtivos e considerando os custos e as condições ambientais em que estão inseridas. Em resumo, a análise da dualidade proporciona uma visão abrangente do processo econômico, permitindo a avaliação dos insumos, custos e a otimização da produção.

3.1.2 A função custo variável e sua minimização

Na análise da eficiência dos custos de produção no setor de saneamento, os pesquisadores direcionam sua atenção para os custos variáveis das empresas desse segmento. Essa abordagem é justificada pela necessidade de considerar os custos dentro do contexto mais amplo dos custos totais de uma empresa, ainda que permaneçam como uma parte substancial da estrutura de custos da organização. A ênfase na função de custo variável permite uma compreensão mais específica e detalhada das decisões de curto prazo e da eficiência operacional da empresa no mercado de água.

A partir desse contexto, uma vez que a função de custo variável está mais intimamente ligada às decisões de curto prazo, os custos fixos são mantidos constantes para esse horizonte temporal. Além disso, a análise da função de custo

variável proporciona uma avaliação mais abrangente da flexibilidade operacional, em resposta às mudanças no cenário econômico. Ela também pode auxiliar os gestores na tomada de decisões rápidas sobre a alocação de insumos para lidar com possíveis flutuações na demanda, bem como com variações sazonais ou eventos específicos que o setor de saneamento possa enfrentar, como aumento de investimentos em obras ou manutenções específicas, ou alterações na regulação.

Quanto à avaliação da eficiência das empresas, essa análise permite demonstrar e otimizar a quantidade produzida e os custos associados. Empresas mais eficientes tendem a produzir a mesma quantidade de saídas com custos variáveis menores, indicando maior eficiência operacional. Portanto, a função de custo variável segundo os autores é dada por:

$$C_V(w_v, y; K, Z) = \sum_{i=L,E,M} w_i \cdot x_i(w, y; Z) \quad (07)$$

Onde, $C_V(w_v, y; K, Z)$ é o custo variável total, que depende dos preços dos inputs variáveis (w_v), da quantidade produzida (y), do vetor de inputs quase fixos (K), e de outros parâmetros (Z); w_i é o preço do input variável de i .; e $x_i(w, y; Z)$ é a quantidade do input i utilizada na produção, que depende dos preços dos inputs das variáveis (w), da quantidade produzida de (y) e de outros parâmetros (Z).

Nessa etapa, busca-se minimizar $C_V(w_v, y; K, Z)$ sujeita à restrição da função de produção $f(y, x_v, x_K; K) = 0$. Aqui, $f(y, x_v, x_K; K) = 0$ representa a função de produção, que relaciona a quantidade produzida (y) com os inputs variáveis (x_v) e os inputs quase fixos (x_K), e outros parâmetros (Z). O problema de otimização é resolvido encontrando os valores de y e x_v que minimizam o custo variável $C_V(w_v, y; K, Z)$ sujeito à função de produção $f(y, x_v, x_K, y; K) = 0$.

Posteriormente, procura-se entender a relação entre os custos totais de uma empresa em um horizonte temporal prolongado e os custos variáveis que ela incorre no curto prazo, levando em consideração as limitações impostas pela disponibilidade de seu estoque de capital. Aqui a função total de custo de longo prazo é expressa como a soma do custo variável condicional ao estoque e do custo associado ao estoque de capital, conforme a equação a seguir:

$$C_{LR}(y, w; Z) = \min_K C_V(y, w_v; K, Z) = 0 \text{ e } x_K = K \quad (08)$$

Onde, $C_{LR}(y, w; Z)$ representa a função de custo total de longo prazo, $C_V(y, w_v; K, Z)$ é a função variável condicional ao estoque de capital, x_K é o estoque de capital e K é o vetor de inputs quase fixos, neste caso, o estoque de capital.

Na sequência, substitui-se os parâmetros da função de custo variável pelos valores ótimos obtidos pela minimização dessa função em relação ao estoque de capital. Isso permite que se avalie o custo variável e o estoque de capital em suas condições ótimas.

$$C_V(y, w_v; K(y, w, Z), Z) + w_K K(y, w, Z) \quad (09)$$

Por fim, verifica-se que a função de custo total de longo prazo é igual à função de custo de curto prazo (C_{CP}), que representa os custos variáveis ótimos considerando o estoque de capital ótimo:

$$C_{CP}(y, w; K, Z) + C_F \quad (10)$$

Onde C_F são os custos fixo. Esse processo de minimização possibilita o entendimento de como as decisões de produção no curto prazo afetam os custos totais da empresa a longo prazo, levando em conta a limitação do estoque de capital como um input quase fixo.

Ademais, conforme observado por Cowing e Holtmann (1983), as condições de primeira ordem para a minimização do custo de longo prazo são satisfeitas quando a taxa de mudança da função de custo variável em relação ao estoque de capital é igual à taxa de mudança negativa do preço do capital. Essas condições indicam o nível ótimo de capital para cada fator específico e seu preço, garantindo assim a minimização dos custos de longo prazo.

3.2 A Fronteira de Custo

Segundo Coelli et al. (2005), a fronteira de custos representa uma formalização matemática que estabelece a relação entre os custos observados das empresas e os preços dos insumos e produtos, permitindo uma compreensão e previsão da eficiência de custos dessas empresas. Esta relação é frequentemente expressa como $c_i \geq c(w, q)$, onde c_i representa o custo observado da empresa i , w representa o preço dos insumos e q denota o preço dos produtos. A função $c(\cdot)$ é uma função de custo caracterizada por ser não decrescente, linearmente homogênea e côncava em relação aos preços.

Para estimar a fronteira de custos (c_i), é necessário especificar uma forma funcional para a função $c(\cdot)$. Uma escolha comum fronteira de custos Cobb-Douglas, que tem a seguinte forma:

$$\ln(c_i) = \beta_0 \ln(w_n i) + \sum \beta_n \ln(q_m i) + v_i + u_i \quad (11)$$

Onde v_i é uma variável aleatória simétrica representando os erros de aproximação e outras fontes de ruído estatístico, e u_i é uma variável não negativa representando a ineficiência. Ademais, se os coeficientes β_n satisfizerem a restrição $\beta_n = 1$, pode ser obtido o modelo de fronteira de custo Cobb-Douglas com homogeneidade restrita. Para estimar a eficiência de custos específica da empresa, pode-se obter a medição da eficiência de custos, verificando a razão entre o custo mínimo e o custo observado, que pode ser expresso como $EC_i = \exp(-u_i)$.

3.3 Análise de Fronteira Estocástica (SFA)

A análise de fronteira estocástica (*Stochastic Frontier Analysis*, em inglês) representa uma abordagem econométrica fundamental na avaliação da eficiência relativa das empresas, em comparação com uma fronteira de eficiência predefinida. Essa fronteira é concebida como uma representação matemática das melhores práticas de produção, delineando o máximo de produção alcançável para um determinado conjunto de insumos.

Denominada "estocástica", esta abordagem incorpora componentes aleatórios nos modelos, capturando as incertezas e variabilidades que influenciam o processo produtivo. Tal inclusão é particularmente relevante para considerar tanto fatores controláveis quanto externos que incidem sobre a eficiência das unidades produtivas, conferindo maior robustez e precisão às análises.

A consideração da fronteira estocástica permite uma modelagem mais realista das incertezas inerentes à produção, contemplando erros de medição e outras fontes de variação nos dados. Esse enfoque é especialmente valioso quando os dados disponíveis divergem da concepção de uma fronteira determinística, possibilitando estimativas mais precisas da eficiência e das mudanças na produtividade ao longo do tempo.

Para estimar as medidas de eficiência, tanto técnica quanto alocativa, é necessário determinar uma fronteira de produção que traduza a relação entre os insumos e os produtos de uma empresa. Uma escolha comum é a equação Cobb-Douglas, que descreve a produção por meio do logaritmo dos insumos, um vetor de parâmetros desconhecidos e uma variável aleatória não negativa associada à ineficiência técnica. Ademais, a estimação dos parâmetros desconhecidos no modelo pode ser realizada por meio de técnicas como programação linear, método de máxima

verossimilhança e mínimos quadrados ordinários modificados, contribuindo para uma análise detalhada e precisa da eficiência das unidades produtivas.

$$\ln q_i = f(x'_{it}\beta) - u_{it} \quad i = 1, \dots, I \quad (12)$$

O modelo da equação 01 apresenta uma limitação relevante, pois não considera os erros de medição e outras fontes de ruído estocástico. Para contornar essa limitação, Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977) propuseram um novo modelo, onde foi adicionado um termo de erro aleatório simétrico, representado por u_i , que captura o ruído estatístico presente nos dados.

Esse ruído estatístico surge devido à omissão acidental de variáveis relevantes no vetor x_i e a erros de medição e aproximação associados à escolha da forma funcional. O modelo definido pela equação 02 é conhecido como função de produção de fronteira estocástica, pois os valores de produção são limitados superiormente pela variável aleatória estocástica $f(x'_i\beta) + v_i$. O erro aleatório u_i pode assumir valores positivos ou negativos, resultando em variações nos produtos em torno da parte determinística do modelo, $f(x'_i\beta) + u_i$. Essa abordagem mais abrangente permite capturar a incerteza inerente aos processos de produção, fornecendo uma estimativa mais precisa das relações entre insumos e produtos das empresas.

$$\ln q_i = f(x'_{it}\beta) + v_{it} + u_{it} \quad i = 1, \dots, I \quad (13)$$

Um ponto importante é discutido por Wang e Schmidt (2002) é para abordarem as complexidades envolvidas na análise da ineficiência em um modelo econômico. Ao conduzirem a análise inicial e executarem o modelo de custo, os pesquisadores podem identificar ineficiências. No entanto, ao tentar explicar essas ineficiências em um segundo estágio, surgem duas fontes potenciais de viés na estimação do nível de ineficiência.

A primeira fonte é o viés no primeiro passo do procedimento de dois passos, que ocorre quando há correlação entre as variáveis observáveis e os insumos, afetando a precisão dos resultados. A segunda fonte é a subdispersão das ineficiências estimadas, que pode ocorrer mesmo quando insumos e variáveis observáveis são independentes, resultando em uma subestimação do impacto das variáveis observáveis na ineficiência e uma estimativa tendenciosa para baixo.

3.4 Ineficiência persistente e transiente

Conforme argumentado por Kumbhakar, Wang e Horncastle (2015), os modelos apresentados nas equações 12 e 13 possuem limitações ao lidar com os efeitos específicos das empresas e a ineficiência persistente, resultando em estimativas tendenciosas para baixo. Para abordar essas limitações, uma abordagem alternativa foi proposta por Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014), na qual os autores desagregam o erro (u_i) em quatro componentes distintos, levando consideram diferentes fatores que afetam a produção, conforme expresso na equação 03. Esses componentes incluem a heterogeneidade latente das empresas, a ineficiência de curto prazo, a ineficiência persistente e os choques aleatórios.

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_i + n_{it} + m_{it} \quad (14)$$

O modelo apresentado na equação 14 tem uma vantagem em relação aos modelos anteriores, pois leva em conta os efeitos específicos da empresa e a ineficiência persistente, que podem ter consequências permanentes e invariáveis ao longo do tempo. Nesse contexto, o termo μ_i representa o impacto não observado da empresa, refletindo as diferenças de custo decorrentes das características físicas e institucionais presentes em cada operação empresarial, com $N(0, \sigma^2_\mu)$. Já o termo λ_i expressa a ineficiência persistente dos fatores invariáveis que afetam a gestão da empresa, seguindo uma distribuição normal-truncada à direita com $N^+(n_{it}, \sigma^2_\lambda)$, tendo n_i com média diferente de zero. O termo n_i representa o erro aleatório, capturando o erro estatístico e com $N(0, \sigma^2_v)$. Por fim, o termo m_i representa a ineficiência variável dos fatores que variam e afetam a gestão da empresa no curto prazo, seguindo distribuição normal-truncada $N^+(m_{it}, \sigma^2_\lambda)$, com média m_i diferente de zero.

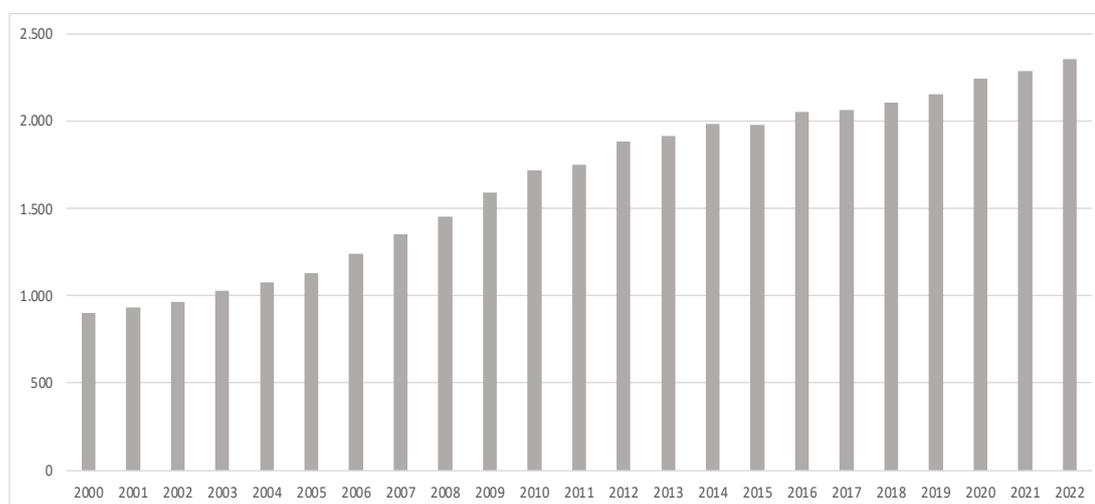
Essa abordagem permite que uma empresa reduza parte de sua ineficiência de curto prazo enquanto mantém outras fontes de ineficiência ao longo do tempo. Dessa forma, o modelo oferece uma perspectiva mais completa e realista da dinâmica da eficiência produtiva ao considerar a interação entre diferentes tipos de ineficiência e suas implicações de longo prazo.

3.5 Fronteira de custos estocástica, dados e variáveis

A coleta da maior parte dos dados referentes às empresas de limpeza de água e coleta de esgoto será realizada por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), conforme descrito pelo governo brasileiro em 2023. O SNIS foi estabelecido em 1996 com o propósito de compilar informações abrangentes acerca da prestação de serviços de água, esgoto, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais em todo o território nacional. Seu principal objetivo consiste em coletar, de forma anual, dados provenientes dos municípios e das prestadoras de serviços de saneamento. Adicionalmente, para a obtenção de dados relativos a parcerias público-privadas, serão utilizadas as bases do "Panorama da Participação Privada no Saneamento", um estudo anual conduzido pela Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto (ABCON SINDCON), conforme citado por Neto e Vernaglia (2023), uma entidade que congrega as operadoras privadas de saneamento no Brasil.

O período designado para investigação compreenderá a totalidade de 23 anos, entre 2000 e 2022, com o propósito de examinar os efeitos do primeiro marco regulatório (Lei nº 11.445/2007), e do segundo marco regulatório (Lei nº 14.026/2020), no contexto do saneamento básico. Nesse contexto, a amostra é composta de 2.355, onde se observa uma média de 1.753 empresas por ano, com um desvio padrão de 488 prestadoras de serviços, conforme pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Empresas prestadoras de serviços de abastecimento água e coleta de esgoto entre os anos de 2000 e 2022

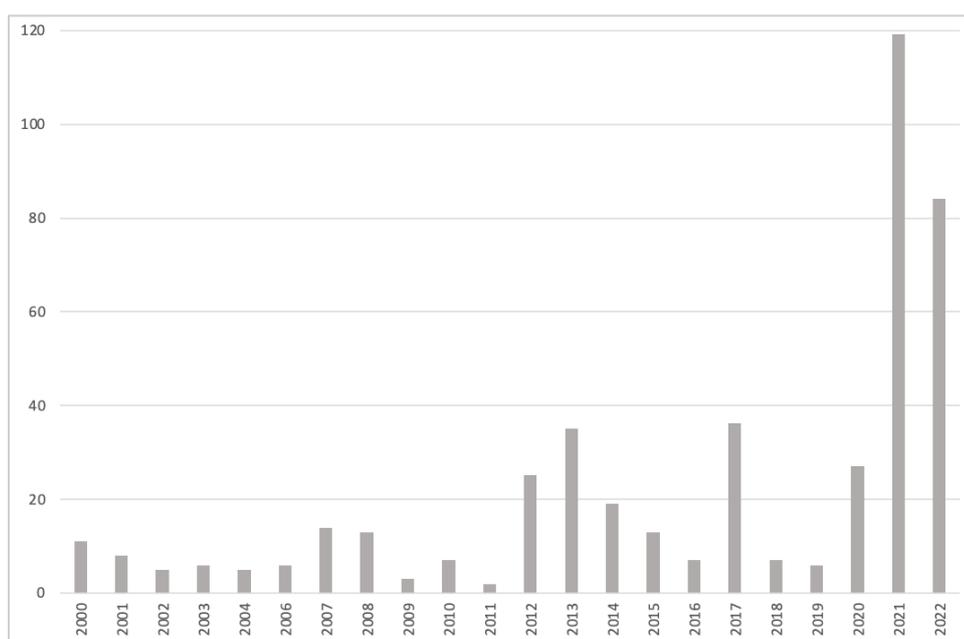


Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados do SNIS (2023).

No contexto das concessões e Parcerias Público-Privadas (PPPs) no setor de água e esgoto no Brasil, observa-se, conforme o Gráfico 2, que ao longo do período de 2000 a 2022, 526 cidades já adotavam uma dessas modalidades de prestação de serviços, envolvendo a participação da iniciativa privada. Além disso, antes do ano de 2000, 68 empresas já haviam estabelecido contratos envolvendo a atuação do setor privado.

Destaca-se que nos anos de 2021 e 2022, após a promulgação do segundo marco regulatório do saneamento, houve um notável aumento na participação do setor privado por meio de concessões e PPPs. Nesse período, constatou-se que um total de 203 municípios adotaram alguma dessas duas modalidades contratuais.

Gráfico 2 – Municípios com a participação do setor privado para prestação dos serviços de abastecimento água e coleta de esgoto, por meio de concessões ou PPPs, entre os anos de 2000 e 2022



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados da ABCON SINDICON (2023).

A seguir, para a estimação da função de custo variável total (C_V), os dados pertinentes podem ser consultados no Quadro 2 apresentado abaixo. O custo variável total, o preço da energia, mão de obra e materiais foram ajustados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (IBGE, 2020) para refletir a inflação. Além disso, para manter a homogeneidade de grau 1 na função de custo em relação aos preços dos insumos, os custos totais e o custo médio da mão de obra foram normalizados pelo custo médio da energia elétrica.

Quadro 2 – Dados utilizados na estimação do modelo

Dado	Variável	Unidade	Estimação
Custo Variável Total	C_V	R\$/ano	Soma de energia elétrica, mão-de-obra e materiais (produtos químicos)
Preço médio de energia	w_e	kwh/ano	Despesa com energia elétrica dividida pelo consumo total de energia elétrica
Preço médio de mão-de-obra	w_L	R\$/ano	Despesa com pessoal próprio dividida pela quantidade total de empregados
Capital	K	km	Proxy da variável extensão de rede e de esgoto
Produção	q	1.000m ³ /ano	Soma do volume de água produzido e de esgoto coletado
Custo médio de materiais	$C_m M$	R\$/ano	Despesas de produtos químicos divididos pela soma dos volumes de água produzido e esgoto coletado
Unidade federativa brasileira	UF	-	Variável de controle com <i>dummy</i> de unidade federativa brasileira

Fonte: Elaborado pelo autor.

Antes da estimação da função de custo variável total (C_V), é crucial compreender o contexto operacional do setor de saneamento, o qual opera em um ambiente regulado e caracterizado por particularidades específicas.

Na determinação da natureza jurídica da empresa prestadora de serviços, adotou-se uma variável *dummy* para distinguir entre empresas de caráter privado e público. Quanto à abrangência geográfica da prestação de serviços, empregou-se uma variável *dummy* para diferenciar entre serviços de alcance regional e local. No caso das empresas com atuação microrregional, estas foram categorizadas como regionais.

Anteriormente ao trabalho de Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014), essas particularidades eram frequentemente tratadas como erros ou ineficiências nos modelos propostos. Nesse sentido, o modelo de Fronteira Estocástica Cobb-Douglas adotado neste estudo se mostra relevante. Tal modelo é expresso na equação 15 da seguinte forma:

$$\ln CV_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln w_{it} + \alpha_2 \ln K_{it} + \alpha_3 \ln q_{it} + \alpha_4 \ln C_m M_{it} + \sum_{j=2}^{27} \rho_j UF_j + \sum_{t=1}^{23} \tau A n o_t + u_{it} \quad (15)$$

Para que se proceda com a estimativa da equação 15 é aplicado um método de múltiplas etapas proposto por Lien et al. (2018) e Musau et al. (2021), o qual

representa uma adaptação do procedimento descrito em Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014).

Na sequência, é verificada o procedimento para análise e estimação da ineficiência persistente e transitória. Nesse contexto, Kumbhakar, Lien e Hardaker (2014) conceituaram a ineficiência persistente como a incapacidade da empresa de operar eficientemente em comparação com seus pares durante um período prolongado, enquanto a ineficiência transitória é caracterizada por variações na eficiência operacional ao longo do tempo em relação aos seus pares.

No que se refere à ineficiência persistente (n_i), a mesma pode ser expressa, conforme verificado na equação 16.

$$n_i = \delta_1 Regional \quad (16)$$

Para a ineficiência transitória, são consideradas as variáveis que apresentaram variação ao longo do tempo, conforme representado pela equação 17.

$$m_{it} = \delta_1 PPP_{it} + \delta_2 Concessão_{it} \quad (17)$$

Ao encerrar o capítulo metodológico, é pertinente mencionar que a estimação e os resultados dos parâmetros serão abordados no próximo capítulo. Neste contexto, será realizada uma análise minuciosa das técnicas estatísticas e dos procedimentos utilizados para obter os resultados analíticos. A próxima seção do estudo se concentrará na análise dos parâmetros, o que contribuirá para uma compreensão mais profunda dos aspectos essenciais deste trabalho de pesquisa.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção se inicia com uma análise descritiva das variáveis presentes na amostra, ressaltando a necessidade de compreender de forma abrangente suas características antes de avançar para análises mais complexas ou a aplicação de técnicas de modelagem estatística. Ademais, serão investigados os resultados com o intuito de avaliar o impacto da participação do setor privado na eficiência operacional das empresas.

4.1 Análise dos resultados da estimação da fronteira de custo

Nessa etapa, a Tabela 1 apresentada as variáveis dependentes e independentes que serão abordadas no estudo, além da quantidade de observações na amostra, média, desvio padrão, e os valores mínimo e máximo observados de cada variável.

Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis da amostra

Variável	Quantidade de observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
C_V	35.780	1,32e+07	6.81e+07	0	2,12e+09
w_e	31.242	7.516,295	458.985,4	0	6,08e+07
w_L	35.359	169.673,8	342.298,1	0	5,17e+07
K	36.042	391,3308	1.428,177	0	110.306,6
q	36.083	9.200,331	46.987,29	0	1.728.955
C_mM	35.665	105,5127	868,4777	0	145.884,6

Fonte: Resultados da pesquisa.

A seguir, a Tabela 2 apresenta os resultados da estimação do modelo, embasado no referencial teórico delineado por Kumbhakar, Lein e Hardaker (2014). O escopo da análise consistiu na estimativa da fronteira de custo, a partir de um painel de efeito fixo, onde foi possível analisar a variável dependente

"custo variável total" (CV_{it}), com o propósito de investigar sua relação com um conjunto de variáveis independentes, incluindo o preço médio da mão-de-obra (w_L), o capital (K), a produção (q) e o custo médio de materiais (C_mM).

Nesse sentido, é importante destacar como cada uma dessas variáveis independentes podem afetar o custo variável total. O preço médio da mão-de-obra (w_L) pode impactar os custos totais, uma vez que salários mais elevados tendem a resultar em maiores despesas com mão-de-obra. O capital (K) pode exercer influência sobre os custos de investimento e depreciação dos sistemas de água e esgoto, o que se reflete diretamente nos custos variáveis totais. Por sua vez, a produção (q) pode afetar os custos associados à produção e ao tratamento.

A produção (q), por sua vez, pode exercer influência nos custos associados à produção e ao tratamento. Em tal contexto, a proximidade do coeficiente a zero pode sugerir a existência de economias de escala, onde um aumento na produção resulta em um impacto mínimo nos custos adicionais. Isso implica uma eficiente utilização dos recursos à medida que a produção é ampliada. Já o custo médio de materiais (C_mM) pode influenciar os custos totais mediante a aquisição dos materiais necessários para a produção ou operação.

Adicionalmente, a inclusão de variáveis *dummies* referentes ao ano e à unidade federativa (UF) possibilita a análise de fatores específicos pertinentes a cada período e a cada estado brasileiro, os quais podem exercer impacto sobre os custos variáveis totais, independentemente das variáveis independentes consideradas no modelo.

Tabela 2 – Resultado da estimação da fronteira de custo

Variável	Coefficiente	Erro Padrão Robusto	P-Valor
$\ln w_L$	0,7520609	0,0211088	0,000
$\ln K$	0,0690732	0,0157299	0,000
$\ln q$	0,1786377	0,0176932	0,000
$\ln C_m M$	0,0397729	0,004994	0,000

<i>Constante</i>	4.790,519	2.609.534	0,000
------------------	-----------	-----------	-------

Fonte: Resultados da pesquisa.

Quando analisados os coeficientes das variáveis independentes em relação à fronteira de custo variável total, percebe-se que os coeficientes associados preço de mão de obra, capital, produção e custo médio dos materiais são maiores do que zero e os p-valores associados a esses coeficientes são 0,00. Isso indica uma associação significativa entre as variáveis independentes e a dependentes. No entanto, é importante ressaltar que como essas variáveis são distintas em relação à variável dependente, isso não garante automaticamente a significância estatística, o que gera a necessidade de análise adicionais que serão analisadas nas próximas seções para confirmar se a associação entre variáveis independentes e dependente é de fato estatisticamente significativa.

4.2 Análise dos resultados das variáveis *dummies* de estados

Como discutido na seção anterior, para examinar o impacto dos anos compreendidos entre 2000 e 2022, assim como as características específicas dos estados brasileiros, foram empregadas variáveis *dummies* no modelo, referentes tanto ao ano quanto à unidade federativa (*UF*). Esta escolha foi motivada pelo potencial dessas variáveis em influenciar os custos variáveis totais.

No que diz respeito aos coeficientes estimados para os diferentes estados, eles oferecem uma medida do impacto relativo de cada estado sobre os custos totais, após o controle de outros fatores observados e não observados. Por exemplo, os estados do Amapá, Amazonas e Pernambuco exibem coeficientes positivos (351.877,1, 151.164,8 e 109.213,3, respectivamente), indicando uma influência positiva nos custos totais das operações de saneamento. Essa influência pode ser atribuída a uma variedade de fatores, como políticas locais, regulamentações, níveis socioeconômicos de desenvolvimento, geografia e características culturais específicas desses estados, que podem aumentar os custos das operações de saneamento.

Por outro lado, o estado de Goiás apresenta um coeficiente altamente negativo (-1.297.713), sugerindo uma influência negativa significativa nos custos totais das operações de saneamento. Esse resultado indica que Goiás pode adotar práticas mais eficientes ou políticas que resultem em custos mais baixos em comparação com outros estados brasileiros.

Essa disparidade na eficiência entre os estados do Brasil reforça a tese proposta por Albuquerque (2011), que atribui muitos desses desafios às dimensões geográficas e à diversidade demográfica do país. Esses fatores dificultam a padronização da qualidade e do atendimento no setor de saneamento, além de evidenciar as limitações do endividamento público.

4.3 Análise dos resultados das variáveis *dummies* de anos

Na sequência, quando são analisados os efeitos dos diferentes anos sobre a fronteira de custos, observou-se uma variação relativamente estável ao longo do período considerado. Entre os anos de 2004 e 2012, notou-se uma tendência geral de influência negativa sobre os custos, evidenciada pelos coeficientes negativos associados a cada ano nesse intervalo. Nos dois anos subsequentes à implementação do marco regulatório de 2007, houve uma leve melhora nos coeficientes, com o valor passando de -0,093 em 2007 para -1,026 em 2009. Isso sugere que o marco regulatório teve um impacto positivo na redução dos custos operacionais das empresas de saneamento durante esse período específico, conforme corroborado pelo estudo de Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2020). Esse estudo examinou os anos de 2008 a 2016 para investigar os impactos do marco regulatório de 2007, constatando uma melhoria na eficiência técnica de todas as entidades prestadoras de serviços, independentemente de sua natureza jurídica.

Em relação à promulgação do segundo marco regulatório, ocorrida em 2020, observou-se uma possível tendência positiva, destacada pelo aumento do coeficiente de -0,002 em 2020 para -0,019 em 2023. Esse incremento sugere que as políticas associadas ao segundo marco regulatório podem ter contribuído para uma redução adicional dos custos operacionais ao longo desses anos. É importante ressaltar que, apesar das variações observadas, todos os coeficientes permaneceram negativos nos últimos quatro anos, indicando uma

persistência na influência negativa dos anos sobre os custos das operações de saneamento nesse período mais recente. Esse cenário fortalece a argumentação de Viana e Ehrl (2021) e Capanema (2022), os quais defendem que melhorias para o saneamento no Brasil podem ser favorecidas por uma maior participação da iniciativa privada. A promulgação da Lei 14.026/2020 possibilitou um maior aporte financeiro e a participação do setor privado, conforme sugerido pelos autores citados.

4.4 Análise dos resultados da análise de assimetria

No passo seguinte da análise, os testes estatísticos de assimetria (*skewness*) e curtose (*kurtosis*) foram realizados nas variáveis de erro, que representam os resíduos do modelo estatístico em estudo. O objetivo desses testes é avaliar se a distribuição dos resíduos segue uma distribuição normal.

Os resultados indicaram que os valores estimados para a *skewness* e *kurtosis* foram próximos de zero, revelando um valor nulo para as variáveis de erro, sugerindo a ausência de evidência estatisticamente significativa de assimetria ou curtose nos componentes de erro e efeito. Este resultado indica que os resíduos e efeitos possivelmente seguem uma distribuição normal, uma vez que um valor de zero sugere simetria em torno da média, característica típica de uma distribuição normal.

Isso significa que os resíduos e efeitos que não obedecem a uma distribuição normal podem violar os pressupostos estatísticos de modelos, como os de regressão linear, comprometendo a validade das inferências estatísticas derivadas desses modelos. Conseqüentemente, um resultado nulo no teste de assimetria e curtose é considerado desejável, indicando que os resíduos e efeitos estão em conformidade com uma distribuição normal, o que fortalece a confiabilidade das análises estatísticas conduzidas.

4.5 Análise da estimação da ineficiência variável

Na etapa subsequente, procedeu-se à estimativa da ineficiência residual, que representa a variação da ineficiência ao longo do tempo, enquanto se investiga o impacto dos contratos com a iniciativa privada, como parcerias

público-privadas (PPPs) e concessões, sobre a ineficiência técnica variável dos custos. Este procedimento implica a execução de um modelo de fronteira estocástica com componente de erro previsto. A inclusão de uma constante foi considerada necessária para garantir a correta execução do modelo, como medida cautelar para mitigar possíveis problemas de multicolinearidade e viés nos resultados da estimação.

É relevante destacar que os resultados foram estimados considerando apenas as PPPs de água, PPPs de esgoto, concessões de água, concessões de esgoto e concessões plenas (água + esgoto), uma vez que somente uma cidade da amostra tinha contrato de PPP plena (água e esgoto), levando à exclusão dessa informação da análise. O resultado da estimação dessas variáveis pode ser conferido na tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Resultado da estimação da ineficiência variável

Variável	Coefficiente	Erro Padrão Robusto	P-Valor
<i>PPP_Água</i>	-14,07542	10,49236	0,180
<i>PPP_Esgoto</i>	-0,1559671	30,43709	0,996
<i>Conc_Água</i>	-33,43437	13,12901	0,011
<i>Conc_Esgoto</i>	-10,78001	8,403125	0,200
<i>Conc_Plena</i>	1,327662	2,437517	0,586
<i>Constante</i>	38,96366	12,49788	0,002

Fonte: Resultados da pesquisa.

No que tange aos contratos de PPP, observa-se que a variável independente *PPP_Água* apresenta um coeficiente de -14,07. Este coeficiente sugere uma associação negativa entre o aumento no índice das PPPs parciais de água e a diminuição do custo variável total. Entretanto, o p-valor correspondente (0,18) indica que essa relação não é estatisticamente significativa a um nível de significância de 5%. Similarmente, para a variável

PPP_Esgoto, apesar do coeficiente ser -0,015, o elevado p-valor (0,996) sugere que essa relação também não é estatisticamente significativa.

Em relação aos contratos de concessão, constata-se que a variável representando a concessão parcial de água possui um coeficiente de -33,43, indicando uma associação negativa com a diminuição do custo variável total. Além disso, o p-valor de 0,011 sugere que essa relação é estatisticamente significativa a um nível de confiança de 5%. Já a variável *Conc_Esgoto*, embora apresente um coeficiente de -10,78, também indicando uma associação negativa com a diminuição do custo variável total, possui um p-valor (0,200) relativamente alto, sugerindo que essa relação não é estatisticamente significativa a um nível de 5% de significância. O mesmo padrão é observado para a variável atribuída aos contratos de concessão plena (água + esgoto), cujo coeficiente sugere uma associação positiva, indicando um aumento no custo variável total. Contudo, o p-valor de 0,586 revela que essa relação não é estatisticamente significativa.

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que a presença de concessões parciais de água apresenta um impacto estatisticamente significativo na redução do custo variável total. Embora a presença de concessões parciais de esgoto também sugira uma diminuição nos custos, essa relação não é estatisticamente significativa devido aos p-valores relativamente altos. Por outro lado, as variáveis relacionadas a PPPs parciais de água e esgoto não demonstram impacto estatisticamente significativo nos custos. Quanto à presença de uma concessão plena (água + esgoto), não parece ter impacto significativo.

Apesar de não atingirem significância estatística, é possível observar uma correlação entre os coeficientes das variáveis relacionadas a PPPs parciais de água e esgoto, bem como as concessões de esgoto. Essa correlação sugere que o investimento privado sob esses tipos de contratos pode influenciar positivamente o setor de saneamento. Esta observação é sustentada pela análise de Deutschmann et al. (2023), realizada no Senegal, onde se identificou um aumento significativo na quantidade de esgoto coletado e na qualidade dos serviços após a participação do setor privado. Além disso, estudos conduzidos por Greiner (2020) nos Estados Unidos também evidenciaram melhorias na eficiência dos sistemas de abastecimento de água, redução de custos e uma expansão mais abrangente dos sistemas de água em escala global.

Na continuidade da análise de ineficiência variável, são empregadas previsões de eficiência técnica baseadas na abordagem proposta por Battese e Coelli (1988) (*bc*), bem como previsões de eficiência técnica conforme a metodologia apresentada por Jondrow et al. (1982) (*jlms*), juntamente com previsões dos componentes de ineficiência (*u*). Essas previsões são utilizadas para mensurar a ineficiência variável, como delineado e detalhado na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultado da análise de ineficiência variável

Variável	Quantidade de observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>bc</i>	29.952	0,9104072	0,0429297	0,0032922	0,9919217
<i>jlms</i>	29.952	0,9072413	0,0443675	0,0032194	0,9918891
<i>u</i>	29.952	0,0995662	0,0896748	0,008144	5,738553

Fonte: Resultados da pesquisa.

A metodologia proposta por Battese e Coelli (1988) é aplicada para gerar previsões de eficiência técnica, incorporando uma correção de viés. O propósito dessa análise é avaliar a proximidade das empresas em relação à fronteira de eficiência, onde valores mais próximos de 1 indicam uma operação altamente eficiente, enquanto valores menores sugerem níveis de ineficiência. É importante ressaltar que a correção de viés é particularmente significativa em amostras pequenas, onde as estimativas de eficiência podem ser distorcidas devido à variação nos dados.

Nesse contexto, é relevante observar que, por meio da análise das médias dos testes dos modelos de Battese e Coelli (1988) (0,9), do modelo de Jondrow et al. (1982) (0,9), e das previsões dos componentes de ineficiência (0,9), procurou-se estimar a eficiência técnica das empresas de saneamento em relação à fronteira de eficiência variável.

Por outro lado, a abordagem metodológica apresentada por Jondrow et al. (1982) se diferencia da proposta de Battese e Coelli (1988) ao estimar a eficiência técnica individualmente para cada observação, fundamentada na distribuição condicional da ineficiência nos resíduos. Essa metodologia

representa uma alternativa popular para derivar estimativas de eficiência a partir de modelos de fronteira estocástica.

Portanto, mediante as avaliações conforme os modelos propostos por Battese e Coelli (1988) e Jondrow et al. (1982), valores aproximados de 1 indicam uma operação mais eficiente, ao passo que valores inferiores denotam níveis de ineficiência. Assim, uma média de 0,9 sugere que, em média, as empresas operam a 90% de sua eficiência máxima.

Além disso, as projeções dos componentes de ineficiência, ao contrário das medidas de eficiência técnica, focalizam-se na magnitude da ineficiência. Enquanto valores mais baixos indicam menor ineficiência, valores mais altos sugerem níveis mais elevados de ineficiência. Dessa forma, uma média de 0,09 para o componente de ineficiência indica que, em média, as empresas apresentam uma ineficiência relativamente baixa em relação à fronteira de eficiência.

4.6 Análise dos resultados das ineficiências técnicas variáveis por concessões ou PPPs

A seguir, na tabela 5, são verificados os resultados dos cálculos para análise de eficiência técnica das variáveis de PPPs parciais de água e de esgoto, bem como das variáveis de concessões parciais de água, esgoto e plenas (água + esgoto). Para essa análise, também é empregado o modelo de Battese e Coelli (1988) (*bc*).

Tabela 5 – Resultado da análise das eficiências técnicas variáveis por concessões e PPPs

Variável	Quantidade de observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>PPP_Água</i>	347	0,9333828	0,0150967	0,8699472	0,9669935
<i>PPP_Esgoto</i>	318	0,9054136	0,0555085	0,5335107	0,9720364
<i>Conc_Água</i>	31	0,9498455	0,0035046	0,9403353	0,9549819

<i>Conc_Esgoto</i>	73	0,929478	0,0175778	0,8676353	0,9710336
<i>Conc_Plena</i>	1.231	0,908516	0,0460774	0,3757078	0,9730014

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com base nos resultados do teste de Battese e Coelli (1988), constatou-se que as parcerias público-privadas (PPPs) parciais de água apresentaram uma média mais elevada em comparação com as demais modalidades, alcançando o valor de 0,93338. Esse resultado sugere uma eficiência operacional superior em relação às outras formas contratuais examinadas.

Essa constatação ressalta a importância de todas as formas de parcerias com o setor privado no contexto do saneamento. No entanto, destaca-se a PPP parcial de água como uma modalidade especialmente eficaz em promover a eficiência operacional nas operações de saneamento. Isso pode indicar que a gestão conjunta dos serviços de abastecimento de água por parte do setor público e privado resulta em uma melhor utilização de recursos e em uma prestação mais eficiente dos serviços, contribuindo para a melhoria geral do setor de saneamento.

Ademais, é relevante mencionar que não apenas as PPPs parciais de água, mas também as concessões parciais de água e de esgoto, além dos três modelos de concessão (água, esgoto e plena), obtiveram índices acima de 0,9 no teste de eficiência operacional. Isso indica uma alta eficiência em todas essas formas de parcerias com o setor privado, evidenciando a importância dessas estratégias para o aprimoramento do setor de saneamento. No entanto, a destacada eficiência da PPP parcial de água destaca sua relevância como uma modalidade especialmente promissora e eficaz em melhorar a gestão e a eficiência das operações de saneamento.

4.7 Análise dos resultados da estimação da ineficiência persistente

Nesta etapa, pretende-se analisar os resultados da estimação da ineficiência persistente do modelo. Para isso, uma constante foi adicionada como termo suplementar, a fim de representar o efeito não explicado pelas variáveis independentes no modelo. Essa medida é crucial, visto que a inclusão da

constante visa controlar os efeitos não observados ou não capturados pelas variáveis independentes, reduzindo potenciais vieses na análise estatística. Além disso, como mencionado anteriormente, a eficiência persistente pode ser influenciada pela abrangência geográfica da prestação de serviços. Para investigar essa relação, uma variável *dummy* foi empregada para distinguir entre serviços de âmbito regional e local.

Os resultados apresentados na Tabela 6 revelam que o coeficiente associado à abrangência regional das empresas, indicado como -0,1617, influencia a ineficiência técnica dos custos. Um coeficiente negativo sugere uma relação inversa entre a abrangência regional da empresa e seus custos, o que significa que empresas com alcance regional tendem a ter uma ineficiência técnica de custos relativamente menor em comparação com aquelas de âmbito local.

Esses resultados corroboram com as conclusões de estudos anteriores, como os de Guerrini, Romano e Lardini (2018), os quais sugerem que o aumento das fusões de empresas de água está associado à presença de economias de escala. Além disso, pesquisas como as de Cruza et al. (2021) e Oliveira e Saiani (2022) destacam que agrupamentos ou unidades regionais de saneamento podem proporcionar ganhos de economia de escala e favorecer o equilíbrio econômico-financeiro, facilitando assim a expansão dos investimentos para a ampliação dos serviços de saneamento.

Tabela 6 – Resultado da estimação da ineficiência persistente

Variável	Coeficiente	Erro Padrão Robusto	P-Valor
<i>Regional</i>	-0,1617607	14.151,59	1.000
<i>Constante</i>	54,43643	15.522,31	0,997

Fonte: Resultados da pesquisa.

Posteriormente, para analisar a ineficiência persistente, também são empregadas as estimativas de eficiência técnica propostas por Battese e Coelli (1988) (*bc*), assim como as projeções de eficiência técnica do modelo delineado por Jondrow et al. (1982) (*jllms*), acompanhadas das previsões dos componentes de ineficiência (*u*), conforme demonstrado na tabela 7. É relevante observar que,

dado que o cálculo utilizando o modelo de Battese e Coelli (1988) é aplicável somente a quatro observações, este não será incluído na análise estatística subsequente.

Tabela 7 – Resultado da análise de ineficiência persistente

Variável	Quantidade de observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>bc</i>	4	0,0001059	0,0002117	4,913e-20	0,0004234
<i>jlms</i>	29.952	3,36e-28	2,92e-26	0	2,68e-24
<i>u</i>	29.952	111.437,9	376.807,8	54,27467	1,58e+07

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nesse contexto, os resultados das médias dos testes de Battese e Coelli (1988) e Jondrow et al. (1982), com valores de 0,0001 e 3,36e-28, respectivamente, indicam que, em média, a eficiência técnica das empresas em relação à fronteira de eficiência persistente é muito próxima de zero, sugerindo uma baixa eficiência persistente. Estes valores, próximos de zero, insinuam que as empresas, em média, estão operando significativamente abaixo do seu potencial máximo ao longo do tempo em relação à fronteira de eficiência persistente, o que indica uma ineficiência persistente significativa.

Portanto, os resultados das médias dos testes de Battese e Coelli (1988) e Jondrow et al. (1982), com valores de 0,0001 e 3,36e-28, respectivamente, indicam que, em média, a eficiência técnica das empresas em relação à fronteira de eficiência persistente é muito próxima de zero, sugerindo uma baixa eficiência persistente. Estes valores, próximos de zero, insinuam que as empresas, em média, estão operando significativamente abaixo do seu potencial máximo ao longo do tempo em relação à fronteira de eficiência persistente, o que indica uma ineficiência persistente significativa.

Ademais, a média das previsões dos componentes de ineficiência (111.437,9) também aponta para uma maior ineficiência persistente. Este cenário sugere que existe uma margem substancial para melhorias na eficiência operacional ao longo do tempo.

4.8 Análise dos resultados da estimação da ineficiência técnica total

Por fim, para investigar a ineficiência total, são consideradas as estimativas de eficiência técnica dos modelos de Battese e Coelli (1988) (*bc*), Jondrow et al. (1982) (*jlms*), e as previsões dos componentes de ineficiência (*u*), conforme apresentado na tabela 8. Vale ressaltar que os cálculos de Battese e Coelli (1988) e as previsões dos componentes de ineficiência foram aplicáveis apenas a quatro observações, sendo excluídos da análise estatística subsequente.

Tabela 8 – Resultado da análise de ineficiência técnica total

Variável	Quantidade de observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>bc</i>	4	0,0001059	0,0002117	4,91e-20	0,0004234
<i>jlms</i>	29,952	0,9104072	0,0429297	0,0032922	0,9919217
<i>u</i>	4	0,0000967	0,0001934	4,07e-20	0,0003868

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nesse contexto, mesmo que os cálculos tenham sido realizados para apenas quatro observações, a média do teste de Battese e Coelli (1988) foi de 0,0001, indicando que, em média, a eficiência técnica das empresas em relação à fronteira de eficiência total é praticamente insignificante, sugerindo uma operação muito aquém do potencial máximo em termos de eficiência técnica total. Além disso, a média das previsões dos componentes de ineficiência, de 0,00009, indica que, em média, as empresas apresentam uma ineficiência muito baixa em relação à fronteira de eficiência total, sugerindo uma margem mínima para melhorias na eficiência operacional em relação a essa fronteira.

Com base nas contribuições dos autores citados, é possível destacar que a ineficiência técnica total no setor de saneamento no Brasil é amplamente influenciada pela ineficiência das empresas públicas. Saiani (2010) aponta que a desigualdade na distribuição de água e coleta de esgoto é um dos principais fatores que contribuem para as lacunas na qualidade e eficiência dos serviços de saneamento básico no país, dificultando a universalização desses serviços

em algumas regiões e gerando externalidades negativas que afetam a saúde pública e o meio ambiente.

O novo marco regulatório de 2020, como destacado por Zimmer (2021), reforça a necessidade do auxílio das empresas privadas para enfrentar as dificuldades do setor de saneamento, evidenciando a importância da entrada do setor privado para melhorar a situação. Albuquerque (2011) ressalta que muitos dos desafios enfrentados pelo setor de saneamento no Brasil decorrem das dimensões geográficas e da diversidade demográfica do país, o que dificulta a padronização da qualidade e do atendimento no setor, além das limitações do endividamento público.

Adicionalmente, autores como Campos e Pereira (2016), Lopes et al. (2020) e Scriptore e Toneto (2012) destacam a corrupção, ineficiência e má gestão no setor público como fatores prejudiciais que afetam os investimentos, a produtividade e a eficiência econômica no setor de saneamento. Assim, a entrada das empresas privadas pode ser vista como uma oportunidade para melhorar a eficiência e qualidade dos serviços de saneamento, em um setor que ainda tem espaço significativo para avanços.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do setor de saneamento ressalta sua complexidade e a importância de aprimorar a eficiência na prestação de serviços, considerando sua regulamentação rigorosa e a presença do monopólio natural, que possibilita economias de escala e escopo. Após a promulgação do novo marco regulatório do saneamento (Lei nº 14.026), observou-se um aumento significativo no número de contratos de concessões e Parcerias Público-Privadas (PPPs) para serviços de saneamento básico no Brasil, nos dois anos subsequentes a 2020. Essa mudança legislativa indica um interesse renovado em buscar alternativas para aprimorar a eficiência e a eficácia dos serviços no setor.

O envolvimento do setor privado desempenha um papel crucial nesse contexto, destacando sua capacidade de investimento e expertise na gestão de recursos. A crescente participação privada, embora ainda em processo de consolidação, é uma estratégia promissora para impulsionar a inovação, melhorar a eficiência operacional e atender às crescentes demandas por serviços de saneamento em todo o país.

Os contratos de concessões e PPPs surgem como modelos eficazes para promover a colaboração entre os setores público e privado. Embora apenas as concessões parciais de água tenham demonstrado significância estatística em estudos recentes, é crucial reconhecer que diversos fatores, como a duração do período de análise e as particularidades dos projetos, podem influenciar os resultados.

Compreendendo a necessidade urgente de melhorias no setor de saneamento, é imprescindível destacar o impacto significativo dessas mudanças em áreas cruciais, como a saúde pública. O acesso a água limpa e o tratamento adequado de resíduos são pilares essenciais para a prevenção de doenças e promoção da saúde. Água contaminada e falta de saneamento básico estão diretamente ligadas a uma série de problemas de saúde, desde doenças gastrointestinais até infecções graves, afetando principalmente as populações mais vulneráveis. Investir em saneamento não apenas melhora as condições de vida das pessoas, mas também reduz os custos com saúde pública, proporcionando um retorno econômico e social substancial a longo prazo.

Ademais, aprimorar o setor de saneamento também tem implicações cruciais para o desenvolvimento econômico e sustentável. A disponibilidade de água limpa e saneamento adequado é essencial para diversos setores econômicos, incluindo agricultura, indústria e turismo. Investimentos nesse setor não apenas geram empregos diretos e indiretos, mas também aumentam a produtividade e a competitividade das empresas, impulsionando o crescimento econômico. Por outro lado, garantir o acesso equitativo aos serviços de saneamento contribui para reduzir as disparidades sociais e promover a inclusão social, criando uma base sólida para um desenvolvimento econômico sustentável e equitativo.

A regionalização e a formação de consórcios públicos são estratégias essenciais para maximizar os benefícios de escala e escopo. A flexibilidade nos modelos de gestão e governança corporativa permite uma abordagem adaptativa na resolução de desafios específicos de cada região. A importância da melhoria no saneamento é inquestionável, com impactos positivos na saúde pública, no meio ambiente, no desenvolvimento econômico e na redução das desigualdades sociais.

Ademais, é relevante ressaltar que os benefícios das parcerias público-privadas vão além dos resultados estatísticos imediatos. Esses modelos proporcionam oportunidades para a transferência de conhecimento e tecnologia, promovendo o desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis. A colaboração entre os setores público e privado também pode gerar externalidades positivas, como o fortalecimento das capacidades locais e a criação de empregos na comunidade.

Por outro lado, é imprescindível investir em capacitação e desenvolvimento de habilidades para maximizar os benefícios das parcerias público-privadas e garantir a implementação eficiente e transparente dos projetos. A regulação eficaz e a fiscalização rigorosa são igualmente essenciais para proteger os interesses públicos e garantir que os serviços de saneamento atendam aos mais altos padrões de qualidade e sustentabilidade.

Diante disso, é crucial que os tomadores de decisão reconheçam o potencial das parcerias com o setor privado como uma ferramenta poderosa para impulsionar o desenvolvimento do setor de saneamento. Estratégias para promover um ambiente propício ao investimento privado são fundamentais para

atrair capital e expertise para o setor, enquanto a simplificação de processos burocráticos pode agilizar o desenvolvimento de projetos.

Em síntese, a expansão das parcerias público-privadas no setor de saneamento é essencial para enfrentar os desafios crescentes de fornecimento de serviços de água e esgoto no Brasil. Ao adotar uma abordagem colaborativa e inovadora, podemos avançar em direção a um futuro em que todos os brasileiros tenham acesso a serviços de saneamento seguros, confiáveis e sustentáveis. Essa colaboração entre os setores público e privado não apenas promove o desenvolvimento econômico e social, mas também contribui para a preservação do meio ambiente e a promoção da saúde pública, construindo assim uma sociedade mais equitativa e próspera para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

- AIGNER, Dennis; LOVELL, C. A. Knox; SCHMIDT, Peter. **Formulation and estimation of stochastic frontier production function models**. Elsevier, v. 6, n. 1, p. 21-37, 1977.
- ALBUQUERQUE, Guilherme da Rocha. Estruturas de financiamento aplicáveis ao setor de saneamento básico. **BNDES Setorial**, n. 34, set. 2011, p. 45-94, 2011.
- ALVES, Mônica dos Santos; ARAÚJO, Wellington Candeira de; DA SILVA, Francisco Anderson Mariano. Uma revisão sistemática da literatura: análise sobre desigualdade estrutural em decorrência de casos de dengue e sua influência no cenário brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021.
- BATTESE, George Edward; COELLI, Tim J. Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production and panel data. **Journal of econometrics**, v. 38, n. 3, p387-399, 1988.
- CAMPOS, Francisco de Assis Oliveira; PEREIRA, Ricardo A. Corrupção e ineficiência no Brasil: uma análise de equilíbrio geral. São Paulo: **Estudos Econômicos**, v. 46, p. 373-408, 2016.
- CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos. Reflexões sobre o desafio da universalização do saneamento a partir da implementação do novo marco legal. Rio de Janeiro: **Revista do BNDES**, v. 29, n. 58, 2022.
- CARVALHO, Alfredo Assis de. Regulação econômica e contratos sob o novo marco legal do saneamento básico: estudo de caso da concessão da região metropolitana de Maceió. In: SILVA, Mauro Santos; Concessões e parcerias público-privadas: políticas públicas para provisão de infraestrutura. 1. ed. Brasília: **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, 2022. p. 456-476.
- CAVALCANTI, Alvaro; TEIXEIRA, Arthur; PONTES, Karen. Evaluation of the efficiency of basic sanitation integrated management in Brazilian municipalities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 24, p. 1-29, 2020.
- CHAN, Betty Lilian; SILVA, Fabiana Lopes da; MARTINS, Gilberto de Andrade. Destinação de riqueza aos acionistas e aos empregados: comparação entre empresas estatais e privadas. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 11, p. 199-218, 2007.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. An introduction to efficiency and productivity analysis. **Springer Science & Business Media**, 2005.

COSTA, Ilton Garcia da; PIEROBON, Flávio; SOARES, Eliane Cristina. A efetivação do direito ao saneamento básico do Brasil: do PLANASA ao PLANSAB. **Meritum**, v. 2, p. 335-358, 2018.

COWING, Thomas G.; HOLTAMANN, Alphonse G. Multiproduct Short-Run Hospital Cost Functions: Empirical Evidence and Policy Implications from Cross-Section Data. **Southern Economic Journal**, v. 5, n. 3, p. 637-653, 1983.

CRUZ, Felipe Ponciano da; Oliveira, Bruno Ferreira de, Acciolyc, Enzo Matheus Fernandez Barreira; Soares, Igor Masullo. A regionalização dos serviços de saneamento básico e os desafios da universalização no Brasil: Uma análise exploratória de dados espaciais para os anos de 2010 e 2018. **Encontro nacional de economia**, v. 49, 2021.

DEBREU, Gerard. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, v. 19, n. 3, p.273-292, 1951.

DEUTSCHMANN, Joshua W.; GARS, Jared; HOUDE, Jean-François; LIPSCOMB, Molly; SCHECHTER, Laura. Privatization of public goods: Evidence from the sanitation sector in Senegal. **Journal of Development Economics**, v. 160, 2023.

FARE, Rolf; GROSSKOPF, Shawna; LOVELL, C. A. Knox. Production Frontiers. Cambridge: **Cambridge University Press**, 1994.

FARE, Rolf; GROSSKOPF, Shawna; LOVELL, C. A. Knox. The Structure of the technical efficiency. **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 85, n. 2, p. 181-190, 1983

FARE, Rolf; GROSSKOPF, Shawna. A nonparametric cost approach to scale efficiency. **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 87, n. 4, p. 594-604, 1985

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, n. 3, p. 253-281, 1957

FERREIRA, Omar José Amazonas; OLIVEIRA, Ana Carolina Borges. Breves considerações sobre as formas de cobrança dos sistemas hídricos e o monopólio natural. **Anais do Congresso de Políticas Públicas e Desenvolvimento Social**, Vol. 4, No. 8, pp. 40-46, 2022.

GARCIA, Serge; THOMAS Alban. The structure of municipal water supply costs: application to a panel of French local communities. **Journal of Productivity Analysis**, v. 16, n. 1, p. 5-29, 2001.

GREINER, Patrick Trent. Community water system privatization and the water access crisis. **Sociology Compass**, v. 14, n. 5, 2020.

GUERRA, Sérgio; VÉRAS, Rafael. Novo marco regulatório do saneamento. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 12, n. 1, p. 196-215, 2021.

GUERRINI, Andrea; ROMANO, Giulia; LEARDINI, Chiara. Economies of scale and density in the Italian water industry: A stochastic frontier approach. **Utilities Policy**, v. 52, p. 103-111, 2018.

JONDROW J.; LOVELL, C. K.; MATEROV; I. S.; SCHIMIDT, P. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. **Journal of econometrics**, v. 19, n. 2-3, p. 233-238, 1982.

KASTCHIEV, Ivaylo. Control and Regulation of Water and Sanitation (WS) Services in Bulgaria: Effect on Quality and Efficiency. **The Political Economy of Local Regulation: Theoretical Frameworks and International Case Studies**, p. 309-317, 2017.

KOOPMANS, T. C. Activity analysis of production and allocation. **Oxford University Press**, v. 62, n. 247, p.625-628, 1952.

KUMBHAKAR, S. C.; WANG, H.; HORNCastle, A. P. A Practitioner's Guide to Stochastic Frontier Analysis Using Stata. Cambridge: **Cambridge University Press**, 2015.

KUMBHAKAR, S.; LIEN, G.; HARDAKER, J. Technical efficiency in competing panel data models: a study of Norwegian grain farming. **Journal of Productivity Analysis**, v. 41, n. 2, p. 321-337, 2014.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; SANTOS, Marcelo Elias dos; COSTA André Lucirton; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Parceria Público-Privada no contexto da universalização do saneamento no Brasil. Ijuí: **Desenvolvimento em Questão**, v. 13, n. 32, p. 78-102, 2015.

LIEN, Gudbrand; KUMBHAKAR, Subal C.; ALEM, Habtamu. Endogeneity, heterogeneity, and determinants of inefficiency in Norwegian crop-producing farms. **International Journal of Production Economics**, v. 201, p. 53-61, 2018.

LOPES, André Vaz; PANTOJA, Maria Júlia; GONÇALVES, Andrea de Oliveira; BILHIM, João Abreu de Faria. Profissionalização da Liderança Pública: Uma Revisão da Literatura sobre Valores, Competências e Seleção de Dirigentes Públicos. **Revista Gestão & Conexões**, v. 9, n. 1, p. 8-27, 2020.

LOVELL, C. A. Knox. Production frontiers and productive efficiency. Oxford: **Oxford University Press**, 1993.

MACHADO, Esmael Almeida; MORCH, Rafael Borges; VIANNA, Dilo Sergio de Carvalho; SANTOS, Ruthberg dos; SIQUEIRA, José Ricardo Maia de. Destinação de riqueza aos empregados no Brasil: comparação entre empresas estatais e privadas do setor elétrico (2004-2007). **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 20, p. 110-122, 2009.

MEDEIROS, Rodrigo de Vasconcellos Viana Medeiros. Saúde e saneamento: Efeitos da eficiência e da desigualdade de acesso aos serviços sobre a saúde

de crianças brasileiras. **Tese (Doutorado em Economia Aplicada)**. Viçosa, Minas Gerais, UFV/DER, 2022.

MEEUSEN, Wim; BROECK, Julien van den. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, v. 18, n. 2, p. 435-44, 1977.

MELO, Jose Airton Mendonca de; NETO, Paulo de Melo Jorge. Tecnologia de produção e eficiência no setor de saneamento básico: uma abordagem empregando fronteira estocástica de custos para estimar retornos de escala e eficiência. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 38, n. 4, p. 659-677, 2007.

MENSAH, Justice; MATTAH, Precious Agbeko D.; AMOAH, John Oti; MATTAH, Memuna Mawusi. Public compliance with environmental sanitation regulations in Ghana. **Open Health**, v. 3, n. 1, 1-12, 2022.

Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Brasília: **Ministério do Desenvolvimento Regional**, 2023.

MOLINOS-SENANTE, María; MAZIOTIS, Alexandros; SALA-GARRIDO, Ramón. The Luenberger productivity indicator in the water industry: an empirical analysis for England and Wales. **Utilities Policy**, v. 30, p. 18-28, 2014.

MOLINOS-SENANTE, María; SALA-GARRIDO, Ramón. The impact of privatization approaches on the productivity growth of the water industry: a case study of Chile. **Environmental Science & Policy**, v. 50, p. 166-179, 2015.

MUSAU, A.; KUMBHAKAR, S. C.; Mydland, O.; Lien, G. Determinants of allocative and technical inefficiency in stochastic frontier models: An analysis of Norwegian electricity distribution firms. **European Journal of Operational Research**, v. 288, n. 3, p. 983-991, 2021.

NETO, Percy Soares; VERNAGLIA, Teresa. Panorama da participação privada no saneamento 2023. **ABC ON SINDCON**, 2023.

OLIVEIRA, Welber Tomás de; SAIANI, Carlos César Santejo. Trade-off Custo-Qualidade na Provisão de Saneamento Básico no Brasil. São Paulo: **Estudos Econômicos**, v. 52, p. 769-808, 2023.

POLLITT, Michael G.; STEER, Steven J. Economies of scale and scope in network industries: Lessons for the UK water and sewerage sectors. **Utilities Policy**, v. 21, p. 17-31, 2012.

PONTES, Raquel Pereira. Impactos do planejamento e da regulação no desempenho das empresas do setor saneamento. **Tese (Doutorado em Economia Aplicada)**. Viçosa, Minas Gerais, UFV/DER, 2019.

ROUBICEK, Marcelo. O novo marco legal do saneamento básico sob análise. **Nexo Jornal**. v. 25, 2020.

SAIANI, Carlos César Santejo. Saneamento básico no Brasil: Análise do acesso domiciliar simultâneo ao abastecimento de água e à coleta de esgoto. **Revista de Economia Mackenzie**, v. 8, p. 81-107, 2010.

SANTOS, Gesmar Rosa dos; KUWAJIMA, Julio Issao; SANTANA, Adrielli Santos de. Regulação e investimento no setor de saneamento no Brasil: trajetórias, desafios e incertezas. Rio de Janeiro: **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, 2022.

SANTOS, Jair Adhonai Correia dos; PEREIRA; Suellen Carolina Ferreira de Andrade; SILVA; Pedro Henrique de França; OLIVEIRA Rosângela Guimarães de. Infraestrutura de transportes: investimento privado em obras de infraestrutura rodoviária no Brasil. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 5, n. 1, p. 156-176, 2020.

SCRIPTORE, Juliana Souza; TONETO JÚNIOR, Rudinei. A estrutura de provisão dos serviços de saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa do desempenho dos provedores públicos e privados. **Revista de Administração Pública**, v. 46, p. 1479-1504, 2012.

SILVA, Cláudia Serra Wermelinger. Universalização do saneamento básico no Brasil: a agenda 2030, o papel do estado e os impactos da Lei n. 14.026/2020. **Revista do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais**, v. 40, n.1, 2022.

SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira; FEITOSA, Maria Luiza Pereira de Alencar Mayer; SOARES, Aendria de Souza do Carmo Mota. O desmonte da estatalidade brasileira no caso da política pública de saneamento e a falácia da regionalização como vetor de desenvolvimento regional. **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**, v. 24, 2022.

SOUSA, Ana Cristina Augusto de; BARROCAS, Paulo Rubens Guimarães. Privatizar ou não privatizar: eis a questão. A única questão? A reedição da agenda liberal para o saneamento básico no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, 2017.

SOUZA, K. D.; SANTIN D. P. M.; BUENO, L. J. R.; CETOLIN, S. F.; BELTRAME, V. Água potável e saneamento no Brasil. **Evidência**, n. 2, p. 153-154, 2020.

URAKAMI, Takuya. Identifying scale economies for different types of water supply organizations in Japan. Amsterdam: **ERSA 2005 - 45th Congress of the European Regional Science Association**, 2005.

VIANA, Lee Anderson Gomes; EHRL, Philipp. O abastecimento de água e esgotamento sanitário brasileiro: a atuação das empresas públicas e privadas entre 2008 e 2018. **Razão Contábil e Finanças**, v. 12, n. 1, 2021.

ZIMMER, Aloísio. **Direito administrativo do saneamento: um estudo a partir no novo marco legal (lei 14.026.2020)**. Porto Alegre: Editora Evan, 2021.