

idp

idn

MESTRADO PROFISSIONAL

EM ECONOMIA

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS PÚBLICOS EM POLÍTICAS AMBIENTAIS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM PRESTAÇÃO DIRETA DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO SANITÁRIO E COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – 2020 A 2022

**OLGA MARIA LIMA DE OLIVEIRA
SINIMBUH**

Brasília-DF, 2025

OLGA MARIA LIMA DE OLIVEIRA SINIMBUH

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS PÚBLICOS EM POLÍTICAS AMBIENTAIS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM PRESTAÇÃO DIRETA DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO SANITÁRIO E COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – 2020 A 2022

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador

Professor Doutor Carlos Eduardo Gasparini.

Brasília-DF 2025

OLGA MARIA LIMA DE OLIVEIRA SINIMBUH

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS PÚBLICOS EM POLÍTICAS AMBIENTAIS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM PRESTAÇÃO DIRETA DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO SANITÁRIO E COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS – 2020 A 2022

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovado em 15 / 12 / 2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Eduardo Gasparini - Orientador

Prof. Dr. Alisson Carvalho de Alencar

Prof. Dr. Paulo Alexandre Batista de Castro

Código de catalogação na publicação – CIP

S617a Sinimbuh, Olga Maria Lima de Oliveira
Avaliação da eficiência na utilização de recursos públicos em políticas ambientais nos municípios brasileiros com prestação direta dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos - 2020 a 2022 / Nome da ordem direta. — Brasília: Instituto Brasileiro Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, 2025.
70 f. :

Orientador: Prof. Dr Carlos Eduardo Gasparini

Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) — Instituto Brasileiro Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, 2025.

1. Abastecimento de água. 2. Rede coletora de esgoto. 3. Administração municipal. 4. Política ambiental. I.Título

CDD 352.14

Elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência dos municípios brasileiros nos quais os serviços de água e esgoto são prestados integralmente pela administração pública direta, quanto à aplicação de recursos direcionados às políticas públicas ambientais, relacionando as despesas empregadas na função Gestão Ambiental com os resultados na prestação de serviços essenciais (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos) no período de 2020 a 2022. A hipótese central foi a de que municípios com maiores recursos não são necessariamente os mais eficientes, ressaltando a importância da qualidade da gestão. Empregou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) em dois estágios, utilizando o modelo de Retornos Variáveis de Escala (VRS) orientado a inputs, em uma amostra de 140 municípios após tratamento de outliers pelo método jackstrap. A hipótese do trabalho foi confirmada, demonstrando que o volume de despesas não determina por si só a eficiência. Esse resultado evidencia a centralidade da qualidade da gestão sobre o mero dispêndio orçamentário. Os fatores contextuais de arrecadação tributária própria, extensão territorial e densidade demográfica mostraram-se estatisticamente significativos e positivamente associados à eficiência, apontando para a influência de características estruturais. A conclusão principal é que a eficiência na gestão ambiental municipal é um fenômeno multifatorial, que transcende a mera execução orçamentária. A busca pela excelência depende fundamentalmente da qualidade da gestão pública local, mas também é influenciada pelo contexto socioeconômico e territorial. Os achados reforçam a necessidade de se aprimorar a governança e os processos de alocação de recursos, especialmente diante das fragilidades do arranjo federativo ambiental brasileiro e da escassez de dados padronizados, que limitam a avaliação e a accountability.

Palavras-chave: despesas liquidadas; gestão; eficiência; Data Envelopment Analysis - DEA; municípios.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficiency of Brazilian municipalities where water and sewage services are fully provided by direct public administration, regarding the application of resources allocated to environmental public policies, relating the expenses employed in the Environmental Management function with the results in the provision of essential services (water supply, sewage disposal, and solid waste collection) in the period from 2020 to 2022. The central hypothesis was that municipalities with greater resources are not necessarily the most efficient, highlighting the importance of management quality. Data Envelopment Analysis (DEA) was employed in two stages, using the input-oriented Variable Returns to Scale (VRS) model, on a sample of 140 municipalities after outlier treatment using the jackstrap method. The hypothesis of the work was confirmed, demonstrating that the volume of expenses does not, by itself, determine efficiency. This result highlights the centrality of management quality over mere budgetary expenditure. The contextual factors of own tax revenue, territorial extension, and population density proved to be statistically significant and positively associated with efficiency, pointing to the influence of structural characteristics. The main conclusion is that efficiency in municipal environmental management is a multifactorial phenomenon that transcends mere budget execution. The pursuit of excellence fundamentally depends on the quality of local public management, but is also influenced by the socioeconomic and territorial context. The findings reinforce the need to improve governance and resource allocation processes, especially given the weaknesses of the Brazilian environmental federal arrangement and the scarcity of standardized data, which limit evaluation and accountability.

Keywords: liquidated expenses; management; efficiency; Data Envelopment Analysis - DEA; municipalities.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A3P	Agenda Ambiental na Administração Pública
CKA	Curva de Kuznets Ambiental
CGU	Controladoria-Geral da União
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Decision Making Unit
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MG	Minas Gerais
MOG	Ministério de Estado do Orçamento e Gestão
MTO	Manual Técnico do Orçamento
NPM	New Public Management
PA	Pará
PIB	Produto Interno Bruto
PMVA	Programa Município Verde Azul
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RJ	Rio de Janeiro
RS	Rio Grande do Sul
SFA	Stochastic Frontier Analysis
SICONFI	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SISMUMA	Sistemas Municipais de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNIPC	Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor
SP	São Paulo
TCU	Tribunal de Contas da União



UFV Universidade Federal de Viçosa
USP Universidade de São Paulo
VRS Variable Returns to Scale



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Dados dos Municípios, Fontes e Referências	39
Tabela 2 Estatísticas Descritivas das Variáveis dos Municípios	40
Tabela 3 Cinco Municípios Mais Eficientes	47
Tabela 4 Cinco Municípios Mais Ineficientes	52
Tabela 5 Fatores Associados aos Níveis de Eficiência dos Municípios	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

2. REFERENCIAL TEÓRICO 16

2.1 ABORDAGENS TEÓRICAS SOBRE POLÍTICA AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ...
..... 16

2.2 POLÍTICA AMBIENTAL, SISNAMA E SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL ...
..... 20

2.3 EFICIÊNCIA NA GESTÃO DE RECURSOS DIRECIONADOS ÀS POLÍTICAS
PÚBLICAS AMBIENTAIS: METODOLOGIAS IDENTIFICADAS 22

2.4 INFLUÊNCIA DE FATORES ESTRUTURAIS 23

2.5 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS NO BRASIL 23

2.6 DIRECIONAMENTO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO BRASIL
..... 25

3. METODOLOGIA 30

4. BASE DE DADOS 34

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES 44

6. CONCLUSÕES 57

REFERÊNCIAS 61



1

INTRODUÇÃO

A Constituição Federal brasileira de 1988 traz em seu art. 225 que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” Este dispositivo constitucional criou um direito fundamental dentro da seara ambiental, que deve ser assegurado pelo Estado com a responsabilidade e colaboração da população brasileira.

Tema da atualidade discutido em todo o mundo, a preservação ambiental tem sido colocada como algo essencial para garantir o bem-estar da humanidade, impactando, inclusive, várias questões de saúde pública. A relevância do assunto pode ser atestada pela afirmação de Medeiros e Vasconcelos (2023) de que a proteção da natureza é a proteção da própria existência humana.

Do ponto de vista econômico, a preservação ambiental está inserida num contexto de falhas de mercado, associadas às externalidades e aos chamados bens públicos, o que direciona a atenção para a atuação governamental sobre a questão. As políticas públicas são os meios que o Estado dispõe para atingir seus objetivos e cumprir sua missão constitucional.

No Brasil, a máquina pública tem sido cada vez mais cobrada pela sociedade em relação aos resultados gerados após a utilização dos recursos públicos, sempre escassos (Rodrigues; Daniel, 2023). Na busca por maior eficiência, a Administração Pública tem sido desafiada a melhor utilizar os recursos disponíveis quando da execução de políticas públicas.

A eficiência pública, princípio expresso no art. 37 da Constituição Federal de 1988, preconiza que os gestores e demais responsáveis pela administração de recursos públicos, tanto na esfera direta quanto indireta, nos três níveis de governo, devem atuar de forma a atender, com rigor e responsabilidade, aos interesses da coletividade.

A relação entre a despesa total e o gasto público empregado em políticas públicas ambientais tende a variar em função das prioridades estabelecidas pelos governos. Em determinados contextos, aspectos econômicos, sociais ou ambientais podem determinar a ampliação ou a redução na alocação de recursos destinados à área ambiental (Bueno, 2013). Nesse sentido, assegurar que uma proporção adequada da despesa total seja direcionada a iniciativas voltadas à sustentabilidade e à preservação do meio ambiente configura uma abordagem equilibrada e sustentável (Guandalini, 2016). De acordo com Boggia e Cortina (2010), no entanto, quando falamos em eficiência ambiental, não basta olhar apenas para os valores investidos. Entes públicos mais eficientes não necessariamente são os que têm as maiores despesas com a preservação do meio ambiente, mas sim os que empregam melhor os recursos disponíveis de modo a obter resultados mais adequados para a sociedade.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a eficiência dos municípios brasileiros, nos quais os serviços de água e esgoto são prestados integralmente pela administração pública direta (as prefeituras), quanto ao emprego dos recursos direcionados às políticas públicas ambientais. Além disso, busca identificar possíveis particularidades e fatores que influenciam o nível de eficiência, bem como possíveis pontos de melhorias nas políticas públicas ambientais do país. A hipótese inicial é de que entes com maiores recursos não necessariamente são mais eficientes.

Ao utilizar dados sobre a despesa liquidada na função Gestão Ambiental, este estudo analisa como os recursos públicos disponíveis foram efetivamente empregados no período de 2020 a 2022 pelos municípios brasileiros selecionados. Para avaliar os resultados obtidos com esses recursos, foram consideradas as informações relativas ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta regular de lixo, por refletirem os serviços ambientais prestados diretamente à população local.

É importante ressaltar, contudo, a limitação inerente à base de dados disponível para a operacionalização desta análise. Embora o conceito de gestão de recursos direcionados às políticas públicas ambientais seja amplo, os indicadores de resultado selecionados restringem-se a variáveis associadas ao abastecimento de água, ao esgotamento sanitário e à coleta regular de lixo. Esta delimitação não ignora a multidimensionalidade das políticas públicas ambientais, mas

se impõe pela insuficiente disponibilidade de dados consistentes e comparáveis entre os entes federativos. Assume-se, portanto, que a eficiência na prestação desses serviços essenciais, que impactam diretamente a qualidade do meio ambiente e da saúde pública, serve como uma *proxy* válida para uma avaliação do desempenho dos municípios.

O estudo será dividido em 6 partes. A Introdução apresenta a contextualização do trabalho; o Referencial Teórico discute as políticas de preservação ambiental no Brasil e faz um apanhado de informações levantadas em estudos anteriores sobre o tema; a Metodologia expõe os métodos utilizados para coleta, estimação e análise dos dados; a seção seguinte explora a Base de Dados utilizada no estudo; a parte referente à Análise dos Resultados traz a exposição dos achados; e as Conclusões trazem a finalização e sumarização dos resultados.



?

2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ABORDAGENS TEÓRICAS SOBRE POLÍTICA AMBIENTAL E EFICIÊNCIA

O conceito de eficiência na gestão de recursos direcionados às políticas públicas ambientais pode aparecer na literatura especializada sob a denominação de “eficiência ambiental”, a qual foi definida por Färe *et al.* (2005) como sendo a geração mínima de subprodutos poluentes e resíduos quando da produção de um determinado nível preestabelecido de bens e serviços. Esta perspectiva enfatiza uma otimização dos processos produtivos, onde o objetivo central é maximizar o *output* desejado enquanto se minimiza, de forma concomitante e sistemática, a emissão de elementos deletérios ao meio ambiente. Nesse contexto, a eficiência é mensurada pela capacidade de se alcançar a mesma produção com um menor impacto ecológico, estabelecendo um paradigma de racionalidade econômica aliada à responsabilidade ecológica.

De modo complementar, para Chung *et al.* (1997) a eficiência ambiental está ligada à própria função de produção, gerando não apenas um aumento dos produtos ou serviços desejáveis no mercado, mas também promovendo a diminuição dos resultados indesejáveis, tais como a poluição de diversos tipos, o desmatamento e outros processos degradantes. Esta visão expande o conceito econômico tradicional de produção, inserindo nele a necessidade de internalizar os custos ambientais e sociais, transformando a função para incorporar a ideia de que a eficácia de um sistema deve ser julgada pela sua capacidade de criar valor positivo enquanto mitiga seus efeitos negativos.

Assim, na perspectiva econômica, a preservação do meio ambiente está associada a uma resposta institucional às falhas de mercado, principalmente à existência de externalidades negativas e à natureza de bens públicos dos recursos ambientais. A produção e o consumo de bens que geram poluição ou degradação ambiental criam custos sociais que não são absorvidos pelo agente econômico, demandando intervenção do Estado para corrigir tais distorções (Färe;

Grosskope; Lovell, 1989; Monzoni Neto, 2018). Nesse contexto, o Estado atua como agente regulador e planejador, responsável por criar incentivos, normas e instrumentos econômicos que propiciem a alocação eficiente dos recursos ambientais e mantenham a sustentabilidade intergeracional (Pearce; Turner, 1990; Daly; Farley, 2011).

A precificação distorcida do custo ambiental das atividades econômicas explica a criação de políticas públicas voltadas à regulação, ao controle e à compensação dessas externalidades (Monzoni Neto, 2018; Ferreira; Fonseca; Loureiro, 2016). De acordo com a fundamentação teórica proposta por Lanna (2002), a gestão ambiental é um complexo processo de interface social, o qual promove de maneira ativa e contínua a sinergia estratégica entre os diversos agentes e atores sociais envolvidos, tendo como foco principal a atenuação prática de externalidades negativas decorrentes das atividades humanas. Esta concepção atribui à gestão ambiental a finalidade primordial de viabilizar, de forma sustentável, o uso e a apropriação dos recursos que compõem o capital natural, o capital econômico e o capital sociocultural, sempre orientados por parâmetros técnicos, preceitos éticos e regulamentações legais previamente definidas pela sociedade. O propósito último e fundamental que orienta todo esse arcabouço de ações articuladas é a conservação ambiental de longo prazo, assegurando a perenidade dos serviços ecossistêmicos e a qualidade de vida para as gerações presentes e futuras.

Tal ótica dialoga com a definição elaborada por Philippi *et al.* (2013), para quem a gestão ambiental consiste na administração integrada e sistêmica dos complexos natural e social, os quais são profundamente interconectados e interdependentes. Trata-se de um processo dinâmico, que busca atender às demandas legítimas e prementes do desenvolvimento socioeconômico e, por outro lado, à imprescindível preservação dos recursos finitos e dos atributos essenciais do meio natural e construído. Este processo deve operar dentro de marcos qualitativos predeterminados e de limites ecológicos seguros, os quais funcionam como balizadores para a ação humana sobre o ambiente.

Associada à importância do poder público na questão ambiental, a necessidade de verificação da eficiência da máquina pública advém do fato de que os insumos disponibilizados (*inputs*) são fruto da

arrecadação de impostos, que atinge a sociedade como um todo (Savian; Bezerra, 2013). Assim, é de interesse de todos que a alocação de recursos seja realizada promovendo o maior benefício social possível (Da Silva; De Souza; Araújo, 2013).

Para a Controladoria-Geral da União (CGU), a boa gestão pública pressupõe o uso responsável dos recursos, com foco em resultados mensuráveis e alinhados às necessidades da sociedade (CGU, 2017). O Tribunal de Contas da União (TCU) reforça essa concepção ao definir qualidade do gasto público como a relação virtuosa entre custo, produto e resultado, destacando que a simples execução orçamentária não é suficiente para caracterizar uma boa gestão, sendo imprescindível avaliar os impactos das políticas públicas sobre o bem-estar social (TCU, 2014; TCU, 2020).

Além de a administração pública ter que empregar os recursos arrecadados com eficiência, responsabilidade e consciência, necessita ainda mensurar e demonstrar à sociedade seu êxito nessa tarefa (Feitosa; Schull; Adiulli, 2014), já que o orçamento se tornou um mecanismo de controle e transparência sobre o uso dos recursos pelo poder público.

A evolução histórica do orçamento público, sob uma perspectiva política, representa um marco significativo nos avanços da sociedade em prol da democracia e do controle dos poderes do Estado no âmbito financeiro (Torres, 2014, p. 342). O orçamento público consolidou-se como instrumento de transparência e controle da atividade financeira estatal, fomentando a participação popular nas fases de elaboração e acompanhamento e, assim, limitando o poder governamental no plano fiscal. Esse arranjo busca equilibrar governo e sociedade, reforçando a *accountability* (prestação de contas) e práticas mais justas na gestão dos recursos públicos (Deprá; Leal, 2017).

A noção de eficiência que já vigorava no setor privado acabou por ser levada para o setor público, conforme pressupôs o movimento *New Public Management* (NPM) ou Nova Gestão Pública (Engida; Bardill, 2013). Essa eficiência é fruto de uma combinação de fatores já identificados no setor privado, como: definição de objetivos claros a serem alcançados, priorização de resultados, incentivo à competição e boa utilização dos recursos disponíveis (Hood, 1991).

Sob a ótica da Teoria das Escolhas Públicas, Fabre e Schlup (2021) analisam a aplicação dos recursos públicos ambientais e mostram que

as decisões orçamentárias nem sempre priorizam o bem coletivo, mesmo em áreas afetadas por desastres ambientais. Isso reforça a ideia de que fatores políticos e institucionais influenciam fortemente a eficiência da política ambiental.

Estudo de Mendes *et al.* (2021) complementa essa análise ao mostrar que a eficiência da gestão de recursos direcionados às políticas públicas ambientais está relacionada à existência de mecanismos de controle, transparência e participação democrática nos municípios. A literatura aponta ainda que a ausência de indicadores consistentes e o baixo grau de planejamento comprometem a eficiência, como evidenciado no estudo de Da Silva, Nogueira e Vasconcelos (2021).

Rodrigues (2014) destaca ainda que a Avaliação Ambiental Estratégica fortalece a governança ao "assegurar que os aspectos ambientais [...] sejam considerados de maneira eficaz na formulação de políticas". Esse trabalho reforça que os resultados esperados das políticas públicas ambientais giram em torno de decisões públicas mais qualificadas, equilibradas e responsáveis ambientalmente, além da promoção da sustentabilidade integrada, estímulo ao uso eficiente dos recursos naturais, preservação da qualidade dos ecossistemas, redução dos impactos negativos da poluição e do desmatamento e promoção da justiça social.

Nas últimas décadas a literatura sobre eficiência na gestão de recursos direcionados às políticas públicas ambientais tem se expandido de forma significativa, demonstrando o aumento da importância do uso racional dos recursos públicos e a busca por resultados mais efetivos nas políticas ambientais (Pacheco, 2015).

Os estudos nessa área adotam uma ampla gama de enfoques, incluindo tanto aspectos metodológicos — com a aplicação de técnicas como a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA) e a Análise Estocástica de Fronteiras (*Stochastic Frontier Analysis* - SFA) — quanto aspectos institucionais e empíricos, que investigam a alocação e o desempenho dos recursos em diferentes níveis de governo e em distintos contextos geográficos (Carvalho; Sousa, 2014). Essa produção acadêmica tem contribuído para identificar desigualdades regionais, ineficiências operacionais e boas práticas que podem servir de referência para o aprimoramento das ações públicas voltadas à sustentabilidade ambiental.

2.2 POLÍTICA AMBIENTAL, SISNAMA E SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

A política ambiental brasileira (fundamentada no art. 225 da Constituição Federal de 1988) instituiu um modelo descentralizado de governança ambiental, atribuindo competências comuns e concorrentes aos entes federativos, com especial relevância para os municípios, responsáveis pela implementação de políticas públicas diretamente associadas às condições ambientais e à qualidade de vida da população.

No âmbito infraconstitucional, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938/1981, consolidou os objetivos, princípios e instrumentos da política ambiental brasileira, além de criar o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) como estrutura institucional de articulação entre os diferentes níveis de governo. O SISNAMA foi concebido para integrar ações executoras, deliberativas e normativas, promovendo coordenação federativa e racionalização das políticas ambientais. Contudo, estudos apontam fragilidades em sua operacionalização, especialmente quanto à efetividade da coordenação interfederativa e à capacidade institucional dos municípios (Barata; Kligerman; Minayo-Gomes, 2007; Ferreira; Fonseca; Loureiro, 2016).

A gestão ambiental corresponde à dimensão operacional da política ambiental, envolvendo práticas administrativas e institucionais voltadas à compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a preservação dos recursos naturais. Conforme Lanna (2002) e Philippi *et al.* (2013), a gestão ambiental abrange atividades que impactam diretamente os ecossistemas e a saúde pública, incluindo ações relacionadas ao saneamento básico e à gestão de resíduos sólidos. Sob essa perspectiva, serviços como abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta regular de lixo constituem elementos centrais da gestão ambiental municipal, dado seu papel na prevenção da poluição, na proteção dos recursos hídricos e na melhoria da qualidade ambiental urbana (Jacobi, 1999; Medeiros; Vasconcellos, 2023).

Apesar dessa vinculação conceitual, os serviços de saneamento básico não estão formalmente integrados ao SISNAMA. Essa exclusão decorre da adoção histórica de marcos legais setoriais específicos, que regulam o saneamento e os resíduos sólidos de forma apartada da PNMA, resultando em fragmentação institucional e dificuldades de

coordenação e avaliação integrada das políticas ambientais (Ferreira; Fonseca; Loureiro, 2016; Dantas, 2024). Tal fragmentação impacta diretamente a padronização de indicadores e a mensuração da eficiência dos gastos públicos ambientais, especialmente no âmbito municipal.

A Lei nº 11.445/2007 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, definindo seus componentes e atribuindo aos municípios a responsabilidade pela organização e prestação dos serviços, com base em princípios como universalização, eficiência e sustentabilidade. Posteriormente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, reforçou a interface entre saneamento e meio ambiente ao incorporar princípios típicos da gestão ambiental, como a prevenção, a responsabilidade compartilhada e a priorização da redução e reciclagem de resíduos, ampliando as exigências de planejamento e gestão municipal.

O marco regulatório do saneamento básico, promovido pela Lei nº 14.026/2020, introduziu mudanças voltadas à ampliação da cobertura, ao fortalecimento da regulação e ao incentivo à eficiência operacional dos serviços. Embora mantenha a separação institucional em relação ao SISNAMA, o novo marco reforça a importância de indicadores de desempenho e resultados, ampliando a relevância de análises que avaliem a eficiência da aplicação dos recursos públicos no setor, sobretudo no período imediatamente posterior à sua implementação.

Diante desse arranjo institucional fragmentado, a análise da eficiência na utilização de recursos públicos em políticas ambientais demanda abordagens que transcendam as divisões formais entre políticas setoriais. A consideração conjunta dos gastos na função Gestão Ambiental e dos resultados associados à prestação de serviços de saneamento básico configura, assim, uma estratégia analiticamente consistente para avaliar como os recursos públicos são convertidos em serviços ambientais efetivamente entregues à população, especialmente no contexto municipal.

2.3 EFICIÊNCIA NA GESTÃO DE RECURSOS DIRECIONADOS ÀS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS: METODOLOGIAS IDENTIFICADAS

A utilização dos recursos públicos escassos tem sido tratada em diversos trabalhos acadêmicos de análise de eficiência (Brüggemann; Lohr, 2015; Hammes Junior, 2019; Macêdo *et al.*, 2017). A eficiência é identificada como a faculdade de, a partir dos insumos disponibilizados (*inputs*), produzir o máximo possível de produtos (*outputs*) ou, alternativamente, otimizar os insumos, dados os produtos gerados.

Diversas metodologias vêm sendo aplicadas para mensuração dessa eficiência, com destaque para a Análise Envoltória de Dados (DEA) e a Análise de Fronteira Estocástica (SFA) (Campos, 2018; Gomes *et al.*, 2005). A DEA tem sido amplamente utilizada em estudos ambientais por sua capacidade de lidar com múltiplos *inputs* e *outputs* sem a necessidade de uma função de produção predefinida. Essa abordagem é evidenciada em estudos internacionais como por exemplo o de Câmara-Aceituno *et al.* (2024), que aplicam a DEA à eficiência ambiental dos países da União Europeia, e de Ratner *et al.* (2021), que avaliam a gestão dos recursos direcionados às políticas públicas ambientais regionais na Rússia.

Já o estudo de Moutinho e Madaleno (2021), utilizando SFA, mostra que políticas públicas voltadas para ganhos de produtividade e uso de energias renováveis contribuem para a ecoeficiência, especialmente na Ásia.

Esses modelos têm sido adaptados a contextos variados, incluindo a avaliação de políticas de transporte sustentável (Yoshino; Fujiwara; Zhang, 2010) e a governança ambiental em províncias chinesas (Li *et al.*, 2023). Mesmo em ambientes institucionais distintos, os resultados demonstram que a eficiência depende não apenas da quantidade de recursos aplicados, mas da forma como são geridos, da qualidade das instituições e da adequação das políticas ao contexto local.

2.4 INFLUÊNCIA DE FATORES ESTRUTURAIS

A relação entre o número de habitantes e as despesas ambientais foi estudada por Bacot e Dawes (1997), que demonstraram que mais habitantes demandam mais gastos na área ambiental e mais esforços da máquina pública para manter um meio ambiente saudável e preservado.

Historicamente, segundo Jacobi (1999), as aglomerações urbanas têm sido desafiadas a manter uma gestão eficiente dos recursos direcionados às políticas públicas ambientais, conduzindo projetos e atividades relacionados à recuperação de áreas degradadas, controle ambiental, preservação e conservação do meio ambiente, tratamento do lixo etc.

2.5 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS NO BRASIL

Estudos aplicados aos municípios brasileiros revelam desafios importantes na alocação de recursos direcionados às políticas públicas ambientais. Pesquisa realizada em Rondônia mostra que muitos municípios apresentam ineficiência na aplicação de verbas destinadas às políticas públicas ambientais, sendo a má alocação de recursos um dos principais fatores que comprometem os resultados ambientais (Carneiro; Souza, 2021).

Dantas (2024) esclarece que, no caso dos municípios brasileiros, a implementação de políticas públicas ambientais ocorre por meio de programas voluntários, coordenados conjuntamente por estados e municípios. Os estudos elencados pela autora apontam que, embora existam desafios de adesão e desigualdades regionais, houve avanços na institucionalização dessas políticas, bem como melhorias nos índices ambientais. No mesmo sentido, Moura (2023) destaca a importância da criação dos Sistemas Municipais de Meio Ambiente (SISMUMA) para integração dos municípios no planejamento e na implementação de políticas públicas ambientais. Através dos conselhos municipais tornou-se possível envolver a sociedade nas ações de planejamento de programas e projetos sustentáveis.

Em Santa Catarina, Lazzarotti *et al.* (2021) destacam que a escala populacional e a qualidade da governança local são determinantes na eficiência, indicando que contextos institucionais mais robustos tendem a otimizar o uso dos recursos.

Ainda no contexto municipal, Pereira e Figueiredo (2020) mostraram que, entre 2005 e 2015, os municípios brasileiros apresentaram evolução modesta nos gastos com políticas públicas ambientais, revelando que a criação das mesmas não tem sido acompanhada por destinação orçamentária proporcional e contínua.

Os indicadores ambientais utilizados pelo Programa Município Verde Azul (PMVA) foram analisados por Mello *et al.* (2014), que enfatizaram que a aplicação de indicadores melhora a governança e expõe fragilidades na capacidade técnica, administrativa e financeira local. Paiva (2016) destaca que a participação dos prefeitos é crucial na *performance* municipal no PMVA, evidenciando a importância da ação política local. Busca-se, portanto, ganhos concretos em estruturas de gestão, governança participativa e resultados ambientais tangíveis, avaliados de forma periódica por indicadores. No nível municipal, espera-se das políticas públicas ambientais uma gestão de recursos mais efetiva, com melhoria na qualidade do ar, água e saneamento, boa gestão de resíduos sólidos, arborização urbana e biodiversidade, além de criação de estruturas públicas adequadas.

Mello *et al.* (2014) destacam que indicadores de ecoeficiência (uso racional de recursos), metas e resultados devem fazer parte da gestão pública municipal. Soares (2015) utiliza escores de eficiência ambiental com DEA, desagregando ineficiências gerenciais e tecnológicas, apontando que indicadores de eficiência são úteis para avaliar políticas públicas em âmbito municipal. Esses trabalhos mostram que indicadores robustos combinam medidas físicas (qualidade da água, taxa de coleta de resíduos, cobertura vegetal urbana), estruturais (existência de conselho ambiental municipal, lei ambiental vigente) e institucionais (participação popular, capacidade técnica), e que a combinação de indicadores estruturais, ambientais e de eficiência técnica é a abordagem mais consistente para avaliação de políticas públicas ambientais.

Não obstante a solidez e a abrangência do referencial teórico exposto, que estabelece as bases conceituais e metodológicas para a análise da eficiência na gestão de recursos direcionados às políticas públicas ambientais, o diferencial desta pesquisa reside na sua abordagem. Enquanto a literatura tradicional frequentemente se debruça sobre a análise de gastos orçamentários de forma genérica (previsão inicial, previsão atualizada, despesas empenhadas etc.) ou sobre indicadores de resultado ambiental isolados, este estudo avança

ao integrar, de forma explícita e sistematizada, duas dimensões críticas e complementares: os dados de despesas públicas liquidadas na função Gestão Ambiental e os dados sobre a população total efetivamente atendida com serviços essenciais relacionados à gestão ambiental (abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta regular de lixo).

Esta articulação permite transcender a avaliação do esforço financeiro, vinculando-o diretamente aos resultados concretos entregues à população, o que oferece uma métrica mais tangível e socialmente relevante da atuação municipal e estadual. Dessa forma, a pesquisa não apenas se alinha aos preceitos teóricos da eficiência ambiental e da nova gestão pública, que pregam a mensuração de resultados, mas também fornece um modelo analítico aplicado que pode subsidiar de maneira mais qualificada a tomada de decisão e o aprimoramento das políticas públicas ambientais no Brasil, ao evidenciar com clareza a relação entre a aplicação de recursos e a efetiva prestação de serviços ambientais à sociedade.

2.6 DIRECIONAMENTO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO BRASIL

As políticas públicas de preservação ambiental no Brasil estão estruturadas em um arranjo institucional complexo e multifacetado, compartilhado entre os três níveis de governo (federal, estadual e municipal). Conforme determinado pela Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, existem competências comuns e concorrentes aos entes federativos em relação à proteção ambiental, à preservação das florestas, da fauna e da flora e ao controle da poluição (Brasil, 1988).

Outros instrumentos infraconstitucionais, como a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009) e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei nº 7.661/1988), complementam esse desenho legal. Apesar da diversidade normativa e da ampliação dos mecanismos de planejamento e controle, a literatura aponta fragilidades na coordenação interfederativa dessas políticas (Ferreira; Fonseca; Loureiro, 2016; Barata; Kligerman; Minayo-Gomes, 2007). Embora os instrumentos legais estabeleçam diretrizes amplas, verifica-se que a

operacionalização concreta e o monitoramento dos resultados carecem de alinhamento e de conformidade entre os três níveis de governo.

Uma adequada intervenção pública, no contexto brasileiro, requer coordenação federativa efetiva, considerando que a União, os estados e os municípios dividem responsabilidades constitucionais sobre a elaboração e o cumprimento das políticas ambientais (Brasil, 1988). Entretanto, a ausência de um sistema nacional coeso de gestão ambiental e a sobreposição de atribuições têm gerado ineficiências institucionais e dificuldades de implementação (Dantas, 2024; Holanda *et al.*, 2024), comprometendo a coerência e a efetividade das ações públicas no que tange à sustentabilidade.

Diferente do que ocorre em áreas como saúde, educação e assistência social, nos quais o pacto federativo foi institucionalizado por meio de sistemas nacionais como o Sistema Único de Saúde (SUS) e o Sistema Único de Assistência Social (SUAS), com regras de cofinanciamento e atribuições definidas, o campo ambiental ainda não conta com um marco legal equivalente. A inexistência de um Sistema Nacional de Meio Ambiente plenamente integrado e funcional gera sobreposição de competências, lacunas operacionais e ineficiências na implementação das políticas (Ferreira; Fonseca; Loureiro, 2016; Dantas, 2024).

A consequência direta dessa lacuna de coordenação é a dispersão das políticas ambientais subnacionais, que tendem a ser desenhadas e implementadas de forma isolada, descontínua e sem aderência a parâmetros nacionais de desempenho ou metas unificadas de sustentabilidade. A literatura especializada (Carneiro; Souza, 2021; Curi *et al.*, 2019; Dantas, 2024) evidencia que, na falta de um direcionamento central articulado, os municípios e estados passam a definir prioridades próprias, condicionadas por limitações orçamentárias e pela agenda política local, em detrimento de objetivos ambientais de longo prazo.

A fragmentação das políticas públicas ambientais resulta em baixa comparabilidade, ausência de padronização de indicadores e dificuldade de mensuração dos resultados, o que, por sua vez, compromete a transparência e a *accountability* pública (Deprá; Leal, 2017). Ademais, a carência de bases de dados integradas e consistentes limita a capacidade analítica de avaliação da eficiência dos gastos

ambientais, obstáculo evidenciado nesta pesquisa e que será retomado em seção específica.

A realidade brasileira mostra uma lacuna de planejamento e sistematização de dados ambientais que permeia todos os níveis da federação. Conforme destacado por Oliveira e Silva (2025), a ausência de planos de recuperação para desastres climáticos é um sintoma dessa deficiência estrutural. Municípios, que estão na linha de frente dos impactos climáticos, demonstram incapacidade crônica de planejamento de médio e longo prazo, ficando reféns de ações reativas e emergenciais. Os estados, por sua vez, falham em coordenar e fornecer a base técnica necessária para que os entes municipais desenvolvam instrumentos de gestão de riscos adequados, enquanto a União não consegue estabelecer um sistema nacional integrado de monitoramento e prevenção. Essa carência de planejamento integrado revela uma desconexão perigosa entre a retórica ambiental e a prática concreta de gestão pública, comprometendo a eficácia do gasto público em políticas ambientais.

A falta de dados consistentes e padronizados sobre execução orçamentária e resultados em políticas ambientais dificulta qualquer avaliação robusta da eficiência na aplicação dos recursos públicos. Quando informações críticas como investimentos em prevenção, custos de recuperação pós-desastres e indicadores de resultado são fragmentadas ou inexistentes, torna-se muito difícil mensurar o retorno social do gasto ambiental (OLIVEIRA; SILVA, 2025). Essa opacidade informacional favorece a manutenção de modelos ineficientes de alocação de recursos, onde o direcionamento das políticas públicas muitas vezes responde mais a pressões políticas imediatistas do que a critérios técnicos de eficiência e impacto. O estudo explicita como essa deficiência de dados compromete a capacidade do país em construir uma gestão ambiental preventiva e baseada em evidências, perpetuando um ciclo de ineficiência na aplicação de recursos escassos em todos os entes federativos.

Portanto, o panorama das políticas públicas ambientais brasileiras revela não apenas um desafio técnico de gestão, mas uma questão estrutural de governança federativa, cuja superação depende do fortalecimento do Sistema Nacional de Meio Ambiente, da consolidação de instrumentos de planejamento coordenado e da criação de métricas homogêneas de desempenho, capazes de



sustentar decisões públicas baseadas em evidências e voltadas à sustentabilidade efetiva.





3

3

METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa será a de Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA) em dois estágios, que permite analisar a eficiência de unidades produtivas selecionadas (no caso do presente trabalho os municípios brasileiros selecionados), bem como investigar os fatores estruturais e institucionais que influenciam a eficiência. O modelo escolhido foi o Retorno Variável de Escala (*Variable Returns to Scale* - VRS), que assume que as Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Unit* - DMU), por apresentarem diferentes realidades, possuem diferentes retornos de escala. Isso significa que a consideração inicial deste estudo é de que o aumento ou diminuição das despesas realizadas na função Gestão Ambiental pode produzir resultados não proporcionais a essas variações nas unidades selecionados como DMUs.

Por outro lado, a orientação escolhida para o modelo foi a que busca otimizar os insumos, dados os produtos gerados. Nesse sentido, entende-se que, no caso da administração pública, a eficiência está relacionada à capacidade de a máquina pública utilizar da melhor forma possível os recursos disponibilizados, tendo em vista as suas entregas (Rosano-Peña; Albuquerque; Carvalho, 2012).

O método DEA apresenta elevada sensibilidade a valores atípicos: um único ponto “fora da curva” pode distorcer de forma significativa toda a estimativa de eficiência. Isso ocorre porque, no DEA, uma única observação artificialmente elevada pode alterar a fronteira eficiente e, conseqüentemente, afetar a eficiência calculada para as demais unidades avaliadas (Silva; Ferreira; Kokkinogenis; Andrade, 2019).

Dado o impacto que observações atípicas têm sobre os resultados no DEA, qualquer aplicação empírica dessa metodologia exige um procedimento rigoroso de detecção de *outliers*. No presente estudo, optou-se pela adoção do método *jackstrap*, que combina os princípios do *jackknife* e *bootstrap* para identificar automaticamente observações influentes, dispensando a necessidade de inspeção manual. Essa abordagem, utilizada por Sampaio de Sousa e Stosic (2005), permite estimar o grau de influência de cada unidade avaliada

no modelo DEA. Esse método é reconhecido por sua eficiência, sobretudo em bases amplas, pois calcula a alavancagem de cada unidade para selecionar potenciais *outliers* (Cruz; Motta; Marinho, 2019).

O método *jackstrap* segue três etapas principais: primeiro, calcula-se o DEA na base de dados completa; em seguida, define-se um critério de seleção para identificar as observações com alta alavancagem, definindo-as como *outliers*; por fim, estima-se uma versão da análise usando a base total para avaliação de eficiência e estima-se outra versão da análise com a fronteira recalculada após excluir os *outliers* identificados. Dessa forma, o método garante que a fronteira seja construída com maior robustez, evitando distorções originadas por unidades atípicas e promovendo uma interpretação mais confiável dos índices de eficiência (Tavares, 2022).

Ao comparar os resultados do DEA antes e depois da aplicação do *jackstrap*, observa-se que, após remover os *outliers*, a distribuição dos escores de eficiência tende a se deslocar para valores mais elevados e consistentes. Isso ocorre porque a fronteira estimada torna-se menos influenciada por observações extremas, resultando em medidas mais realistas. Tanto Silva *et al* (2019), como Cruz *et al* (2019) e Tavares (2022) demonstram melhorias claras na precisão das análises e reforçaram a robustez do método. Assim, o emprego do *jackstrap* não apenas mitiga o efeito de *outliers*, mas também aprimora a confiabilidade dos resultados, sendo fundamental em pesquisas que utilizam DEA em grandes amostras com heterogeneidade.

A pesquisa tem como objetivo levantar dados que permitam avaliar a eficiência municipal no Brasil no período de 2020 a 2022, bem como os possíveis fatores influenciadores da eficiência. Para isso, o trabalho seguirá uma abordagem em dois estágios. No primeiro, serão obtidas as medidas de eficiência de cada município brasileiro no quesito ambiental. O segundo estágio, realizado por meio da análise de regressão utilizando o modelo Tobit, com correção de Simar e Wilson (2007), visa investigar possíveis fatores relacionados às eficiências obtidas no primeiro estágio.

A regressão Tobit permite modelar escores de eficiência censurados entre zero e um $[0,1]$, como é o caso das medidas obtidas por meio da DEA. De acordo com Hoff (2007), o modelo pode ser expresso conforme demonstra a equação (1):

$$EFF_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i, \quad \epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

(1)

Sujeito à censura:

$$EFF_i = \begin{cases} 0 & \text{se } EFF_i^* < 0 \\ EFF_i^* & \text{se } 0 \leq EFF_i^* \leq 1 \\ 1 & \text{se } EFF_i^* > 1 \end{cases}$$

Onde:

EFF_i^* representa o valor estimado pelo modelo Tobit para o escore de eficiência técnica da unidade i , antes da aplicação das restrições de censura entre $[0,1]$;

EFF_i é o escore de eficiência observável, limitado ao intervalo fechado $[0,1]$, conforme os escores obtidos no primeiro estágio via DEA;

X_{ki} são as variáveis de controle associadas à unidade i , que influenciam a eficiência;

β_1, \dots, β_k são os parâmetros a serem estimados;

$\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ é o termo de erro aleatório;

i representa o índice das unidades;

k representa o índice das variáveis de controle;

K é o número total de variáveis de controle incluídas na regressão.

Como nos alertam Simar e Wilson (2007), no entanto, o modelo Tobit apresenta alguns problemas em estimações utilizando as eficiências DEA que, por resultarem de procedimentos determinísticos, violam pressupostos fundamentais do modelo, como a independência entre erros e regressores e a normalidade dos resíduos. Por essa razão, as estimações serão ajustadas por meio da técnica de bootstrap, conforme sugerido por Simar e Wilson (2007).



4

4

BASE DE DADOS

Em análises de eficiência, não basta avaliar apenas o volume de recursos aplicados. É igualmente fundamental considerar indicadores que capturam dimensões complementares da produção municipal realizada a partir desses recursos. Nesse sentido, foram consideradas variáveis que permitem mensurar tanto o esforço anual de provisão e manutenção das políticas públicas, que refletem a capacidade acumulada ao longo do tempo, como a ampliação da cobertura dos serviços e a consolidação de capacidades institucionais. Dessa forma, busca-se observar não apenas a prestação de serviços realizada por meio do patrimônio estrutural já existente, mas também se houve acréscimo ou decréscimo na cobertura, o que torna possível avaliar de maneira mais apropriada a habilidade do município de transformar recursos disponíveis em resultados concretos e sustentáveis na área ambiental.

Inicialmente, foram coletados, no site do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dados de 2019, 2020, 2021 e 2022, sobre População Total Atendida com Abastecimento de Água (AGUA), População Total Atendida com Esgotamento Sanitário (ESG) e População Total Atendida com Coleta Regular de Lixo (LIXO). Importante destacar que, para a mensuração da eficiência dos entes municipais, foi necessário restringir a análise aos municípios nos quais os serviços de água e esgoto são prestados integralmente pela administração pública direta (as prefeituras). Este critério, no entanto, reduziu significativamente a base de dados final, uma vez que a maioria dos municípios brasileiros tem esses serviços terceirizados e prestados por grandes companhias estaduais.

No processo de construção da base de dados, identificou-se que o último ano com informações disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) corresponde a 2022. Observou-se, ainda, que alguns municípios forneceram informações em determinados anos, mas deixaram de fazê-lo em outros. Considerando que a base deveria conter, de forma completa, todas as variáveis selecionadas em todos os anos analisados, verificou-se que, quanto maior o número de períodos incluídos, menor era a cobertura da amostra. Dessa forma, a escolha do recorte temporal de 2019 a 2022

justificou-se pela necessidade de compatibilizar os dados do SNIS com aqueles disponibilizados pelo Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Embora o período analisado englobe eventos institucionais e conjunturais relevantes, como a promulgação do Marco Legal do Saneamento Básico em 2020 (Lei nº 14.026/2020) e os efeitos da pandemia da COVID-19 sobre a prestação de serviços públicos, a análise preliminar dos dados provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) não evidenciou variações abruptas ou descontinuidades significativas entre os indicadores observados em 2019 e aqueles registrados nos anos subsequentes (2020, 2021 e 2022). Tal estabilidade pode ser explicada, em grande medida, pela natureza estrutural dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta regular de resíduos sólidos, cujas expansões ou retrações tendem a ocorrer de forma gradual e dependente de investimentos de médio e longo prazo.

Ademais, os efeitos do novo marco regulatório do saneamento, embora relevantes do ponto de vista institucional, não se traduzem de forma imediata em alterações substanciais nos níveis de cobertura dos serviços, especialmente nos municípios em que a prestação ocorre diretamente pela administração pública. Dessa forma, a inclusão das informações de 2019 na base de dados mostra-se metodologicamente adequada, uma vez que contribui para capturar a trajetória recente dos serviços sem introduzir distorções relevantes na análise de eficiência proposta.

Para cada informação de população total atendida, foi calculada a variação de um ano para o outro (2020 – 2019, 2021 – 2020 e 2022 – 2021), gerando as informações de Variação da População Total Atendida com Abastecimento de Água (V_AGUA), Variação da População Total Atendida com Esgotamento Sanitário (V_ESG) e Variação da População Total Atendida com Coleta Regular de Lixo (V_LIXO)¹.

No Brasil, os gastos públicos são classificados por função, nos termos da Portaria nº 42, de 14 de abril de 1999, do então Ministério de

¹ Devido à transformação da informação para expressar variações, eventuais reduções nos serviços prestados irão gerar valores negativos (decréscimos). Para evitar problemas na estimação DEA devido a valores negativos, serão aplicadas transformações neutras nos dados, que permitem contornar o problema sem alterar os índices de eficiência, conforme apontado por Pastor (1996).

Estado do Orçamento e Gestão (MOG). Uma dessas funções é a Gestão Ambiental, alvo desse trabalho, que possui as seguintes subfunções: Preservação e Conservação Ambiental, Controle Ambiental, Recuperação de Áreas Degradadas, Recursos Hídricos e Meteorologia (Manual Técnico do Orçamento - MTO, 2024). São os recursos direcionados para essa função orçamentária que permitem a execução das políticas públicas ambientais.

No site do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI), foram coletados dados de 2020, 2021 e 2022, sobre Despesa Liquidada na Função Gestão Ambiental (DESP). Os demonstrativos do SICONFI, finalizados em dezembro, mostram o valor final acumulado da despesa ao longo de cada ano. Sabe-se que ao longo dos anos existe o efeito da inflação sobre os valores monetários, assim os valores nominais (coletados dos demonstrativos) mostram apenas os registros contábeis, não refletem os valores reais. A comparação entre valores nominais pode distorcer a análise de eficiência, pois o aumento artificial dos dados monetários pode melhorar os níveis de eficiência sem representar uma expansão ou uma melhoria dos serviços prestados.

Os valores reais permitem a comparação da despesa (recursos aplicados) ao longo do tempo de forma consistente, verificando o impacto real do gasto, permitindo uma análise baseada no efetivo desempenho do município. Por esse motivo, os valores da DESP de 2020 e 2021 foram deflacionados para o nível de 2022 (DESP_D), utilizando-se dados do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), que mensura a variação dos preços da cesta contendo os principais produtos consumidos pelas famílias residentes nas áreas urbanas das regiões de abrangência do Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC). Os dados do IPCA de 2020, 2021 e 2022 foram obtidos no site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Para um segundo estágio da análise, onde se pretende identificar fatores que podem influenciar os níveis de eficiência encontrados no primeiro estágio, foram coletados no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) os dados de 2020, 2021 e 2022, sobre Área Total do Município (AREA) e sobre população total do município. A área dos municípios não se alterou de um ano para outro. Como o censo realizado pelo IBGE ocorreu em 2022, os dados coletados sobre a população total dos anos de 2021 e 2020 foram estimados pelo

IBGE. A partir dessas informações de área e população, procedeu-se ao cálculo da Densidade Populacional do Município (DENS) em cada ano da amostra.

A área territorial do município constitui uma variável estrutural de grande relevância para a análise de eficiência, sobretudo porque condiciona a escala, a complexidade e o custo das atividades necessárias à provisão dos serviços ambientais. Municípios com extensões territoriais maiores tendem a enfrentar desafios logísticos mais significativos, como maiores distâncias para coleta de resíduos, necessidade de expansão de redes de abastecimento e dificuldades adicionais para monitoramento e fiscalização ambiental. Esses fatores elevam o custo operacional por unidade de serviço prestado e podem reduzir a eficiência relativa, especialmente quando a infraestrutura é insuficiente ou quando há limitações na capacidade administrativa. Assim, a área não apenas delimita o espaço físico de atuação das políticas públicas, mas também influencia diretamente o volume de recursos necessários para alcançar níveis satisfatórios de cobertura e qualidade dos serviços ambientais.

A densidade populacional, por sua vez, representa a interação entre área e população e exerce influência própria e muitas vezes decisiva sobre os resultados de eficiência. Em municípios mais densamente povoados, a concentração espacial da população pode favorecer economias de escala, reduzindo custos médios de provisão de serviços como coleta regular de resíduos e manutenção de sistemas urbanos de saneamento. Ao mesmo tempo, áreas de baixa densidade tendem a enfrentar custos *per capita* mais elevados devido à dispersão populacional, o que exige maior extensão de redes, maiores deslocamentos das equipes operacionais e maior complexidade logística. Dessa forma, a densidade funciona como um indicador sintético que captura aspectos estruturais e demográficos simultaneamente, permitindo compreender como a distribuição espacial da população condiciona a eficiência com que os municípios convertem recursos ambientais em resultados efetivos.

Como *proxy* para o fator renda nos municípios, foi utilizada a informação sobre Receita Bruta Realizada de Impostos (REC) de 2020, 2021 e 2022, obtidas no site do SICONFI. A escolha dessa variável foi fortemente influenciada pela ausência da publicação, no momento da montagem das bases de dados, do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios de 2022. Os demonstrativos do SICONFI, finalizados em

dezembro, mostram o valor final acumulado da receita ao longo de cada ano. Devido ao efeito da inflação sobre os dados monetários, os valores da REC de 2020 e 2021 foram deflacionados para o nível de 2022 (REC_D), utilizando-se dados do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

A disponibilidade de recursos financeiros influencia a capacidade do município de investir e melhorar os serviços prestados à população. Municípios com maior arrecadação podem ter mais capacidade de manter e expandir serviços, enquanto municípios com menor arrecadação podem ter restrições orçamentárias que limitam a eficiência. A arrecadação de impostos reflete a capacidade econômica, pois está correlacionada com o nível de atividade econômica local, podendo demonstrar o potencial financeiro de cada município, que pode ser um determinante essencial da eficiência na alocação de recursos.

A inclusão das variáveis de área, densidade populacional e receita de impostos tem como objetivo verificar de que forma as características estruturais e econômicas influenciam a eficiência relativa encontrada no primeiro estágio da análise proposta. Uma maior densidade populacional pode atuar de maneiras distintas sobre a eficiência: municípios mais densos podem apresentar ganhos de escala, reduzindo custos por unidade atendida devido à maior concentração de usuários em áreas compactas; por outro lado, densidade elevada também pode gerar pressões adicionais sobre a infraestrutura, aumentando a complexidade operacional e os custos de manutenção dos serviços ambientais. Do mesmo modo, caso municípios com maior arrecadação tributária se revelem mais eficientes, pode-se inferir que a disponibilidade de recursos financeiros contribui para ampliar a capacidade de investimento e gestão. Essa análise permite identificar condicionantes estruturais que influenciam os resultados do primeiro estágio, orientando o planejamento e o desenho de políticas públicas voltadas ao aprimoramento da eficiência, independentemente das características físicas ou econômicas de cada município.

Quando as informações sobre AREA, DENS e REC foram cruzadas com as informações citadas anteriormente, a base ficou com dados de 2020, 2021 e 2022, sobre AGUA, V_AGUA, ESG, V_ESG, LIXO, V_LIXO, AREA, DENS e REC de 140 municípios. A tabela 1 resume os dados utilizados, as respectivas fontes e referências bibliográficas que

fundamentam a escolha. A tabela 2, por sua vez, reporta a estatística descritiva da amostra municipal.

Tabela 1 – Dados dos Municípios, Fontes e Referências			
TIPO	DADO	FONTE	REFERÊNCIAS
Input	Despesa Liquidada na Função Gestão Ambiental (DESP) – 2020, 2021 e 2022.	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI)	CARNEIRO, A. de F.; SOUZA, J. A. de. Eficiência na Gestão Ambiental como Função de Despesa Pública em Rondônia. Revista Controladoria e Gestão, Porto Velho, v. 2, n. 1, p. 259–276, jan. 2021.
Output	População Total Atendida com Abastecimento de Água (AGUA) – 2019, 2020, 2021 e 2022.	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	TAVARES, Arianne Karla Ferreira. Outliers: uma abordagem por meio da capacidade fiscal e de investimento em saúde - Vitória de Santo Antão, 2022.
Output	Variação da População Total Atendida com Abastecimento de Água (V_AGUA) – 2019, 2020, 2021 e 2022.	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	Elaboração própria a partir da variável População Total Atendida com Abastecimento de Água (AGUA).
Output	População Total Atendida com Esgotamento Sanitário (ESG) – 2019, 2020, 2021 e 2022.	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	TAVARES, Arianne Karla Ferreira. Outliers: uma abordagem por meio da capacidade fiscal e de investimento em saúde - Vitória de Santo Antão, 2022.
Output	Variação da População Total Atendida com Esgotamento Sanitário (V_ESG) – 2019, 2020, 2021 e 2022.	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	Elaboração própria a partir da variável População Total Atendida com Esgotamento Sanitário (ESG).
Output	População Total Atendida com Coleta Regular de Lixo (LIXO) – 2019, 2020, 2021 e 2022.	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	SCHAPPO, Fillipe; FERREIRA, Denize Demarche Minatti; SANTOS, Rodolfo Rocha dos. Uma aplicação da DEA (Data Envelopment Analysis) na

			gestão de resíduos sólidos nos municípios da região Sul: quem é quem quando se mede a eficiência? In: Congresso USP de Iniciação Científica em Contabilidade, 14., 2017, São Paulo. Anais [...]. São Paulo, 2017.
Output	Variação da População Total Atendida com Coleta Regular de Lixo (V_LIXO) – 2019, 2020, 2021 e 2022.	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)	Elaboração própria a partir da variável População Total Atendida com Coleta Regular de Lixo (LIXO).
Controle (2º estágio)	Área Total do Município (AREA) – 2020, 2021 e 2022.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	MOURA, Alessandra Lima. Políticas territoriais e gestão ambiental urbana: os desafios da gestão ambiental municipal frente à instalação da UHE Belo Monte em Altamira-PA. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
Controle (2º estágio)	Densidade Populacional do Município (DENS) – 2020, 2021 e 2022.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	HOLANDA, T. C. et al. Determinantes dos gastos públicos na gestão ambiental no Brasil. Revista de Gestão Social e Ambiental, São Paulo, v. 18, n. 4, p. e05134, 2024.
Controle (2º estágio)	Receita Bruta Realizada de Impostos (REC) – 2020, 2021 e 2022.	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI)	MOURA, Alessandra Lima. Políticas territoriais e gestão ambiental urbana: os desafios da gestão ambiental municipal frente à instalação da UHE Belo Monte em Altamira-PA. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados do SNIS, IBGE e SICONFI.

Tabela 2 – Estatísticas Descritivas das Variáveis dos Municípios

VARIÁVEL	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO PADRÃO
DESP_D	242,31	28.106.938,30	844.854,73	178.723,89	2.120.466,00

AGUA	373,00	168.900,00	16.377,26	8.797,00	21.723,81
V_AGUA	-24.314,00	12.972,00	-164,01	17,00	2.664,70
ESG	60,00	126.094,00	13.553,84	6.983,00	17.439,22
V_ESG	-25.104,00	26.366,00	-156,30	5,00	2.804,22
LIXO	470,00	261.155,00	19.092,39	8.799,00	31.515,47
V_LIXO	-82.882,00	43.919,00	-108,03	33,00	5.486,22
AREA	48,76	159.533,31	1.858,86	280,20	13.583,62
DENS	0,73	930,19	69,87	32,47	114,05
REC_D	129.342,92	994.816.269,50	16.498.803,36	4.124.147,72	73.923.500,00

Fonte: elaborada pela autora com base nos dados do SNIS, IBGE e SICONFI.

Os valores de média e mediana mostram que as variáveis V_AGUA, V_ESG e V_LIXO apresentam distribuições com médias próximas de zero, porém acompanhadas de medianas positivas, o que sugere assimetria causada pela presença de valores negativos expressivos no mínimo observado. A distância entre média e mediana, sobretudo em V_LIXO e V_ESG, combinada com os elevados desvios padrão, reforça a possível existência de *outliers* e grande variabilidade nessas séries.

A variável DESP_D revela média substancialmente superior à mediana, indicando forte assimetria à direita, efeito associado a alguns municípios com despesas excepcionalmente altas. Situação semelhante ocorre com REC_D, cuja diferença muito acentuada entre média e mediana, somada ao desvio padrão extremamente elevado, evidencia ampla dispersão dos valores e forte concentração dos maiores montantes em poucos municípios.

As variáveis AGUA, ESG e LIXO apresentam medianas inferiores às médias, com valores estritamente positivos, sugerindo distribuições assimétricas à direita, típicas de dados de serviços ambientais cuja maior parte dos municípios opera em patamares reduzidos, enquanto poucos registram valores muito elevados.

Por fim, as variáveis AREA e DENS exibem desvios padrão relativamente baixos, indicando menor dispersão em comparação às demais. Ainda assim, as médias superiores às medianas sugerem leve assimetria à direita, coerente com a predominância de municípios

pequenos em território e baixa densidade demográfica no conjunto analisado.

Com o intuito de reduzir a assimetria observada nas distribuições e homogeneizar a escala das variáveis utilizadas nas etapas subsequentes da análise, foram aplicadas transformações logarítmicas e funções de suavização adequadas à natureza de cada variável. Para as variáveis estritamente positivas do primeiro estágio (DESP_D, AGUA, ESG, e LIXO), adotou-se a transformação logarítmica ($\log(x + 1)$), que permite atenuar a influência de valores extremos sem comprometer a estrutura original dos dados. No caso das variáveis que podem assumir valores negativos (V_AGUA, V_ESG e V_LIXO), empregou-se uma transformação suave baseada no produto entre o sinal da variável e o logaritmo da magnitude absoluta acrescida de uma unidade, estratégia que possibilita incorporar valores negativos mantendo a continuidade da escala.

No segundo estágio, as variáveis explicativas positivas AREA e REC_D também foram transformadas por meio do logaritmo natural, igualmente com o acréscimo de uma unidade, com o objetivo de reduzir a dispersão e aproximar suas distribuições da normalidade. A variável de densidade (DENS) foi mantida em sua forma original, uma vez que sua distribuição não apresentou indícios de distorções severas que justificassem transformação adicional. Essas adaptações, em conjunto, visam melhorar a comparabilidade entre os indicadores e favorecer a robustez dos procedimentos econométricos empregados.

Como é possível observar, a consolidação de uma base de dados municipais consistente para pesquisas na área ambiental é um desafio recorrente no campo acadêmico. Em geral, as informações encontram-se dispersas entre diferentes órgãos governamentais, que adotam metodologias de coleta, periodicidade e padrões de registro pouco uniformes (IBGE, 2021).

Essa fragmentação dificulta a comparabilidade entre municípios, sobretudo aqueles de pequeno porte, nos quais são frequentes lacunas na produção e divulgação de estatísticas ambientais. A heterogeneidade dos dados compromete sua padronização e impõe ao pesquisador um esforço adicional de tratamento, cruzamento e validação das informações, de modo a garantir maior confiabilidade às análises desenvolvidas (Ferreira; Fonseca; Loureiro, 2016).



5

5

RESULTADOS DAS ANÁLISES

A aplicação da Análise de Envoltória de Dados (DEA) permitiu identificar os municípios que constituíram a fronteira de eficiência em cada ano analisado, conforme detalhado na Tabela 3, após a exclusão daqueles que foram considerados *outliers*. Uma observação preliminar e fundamental reside na pronunciada heterogeneidade do perfil destes entes, os quais abrangem distintas unidades federativas, portes populacionais e realidades socioeconômicas. Esta diversidade sugere que a eficiência na gestão ambiental municipal não é um atributo monopolizado por um determinado perfil de localidade, manifestando-se em contextos variados.

A análise do *input* do modelo, representado pela Despesa Liquidada na Função Gestão Ambiental Deflacionada (DESP_D), revela disparidades significativas no volume de recursos financeiros aplicados, o que pode gerar uma interpretação enganosa da eficiência. Por um lado, municípios como Altamira/PA e Barra do Pirai/RJ operaram com orçamentos elevados, com valores de R\$ 6.913.086,46 (2022) e R\$ 3.260.466,85 (2022), respectivamente. Por outro lado, entes como Elisiário/SP (R\$ 242,31 em 2020) e Capão Bonito do Sul/RS (R\$ 1.310,77 em 2020) são apontados como plenamente eficientes com investimentos ínfimos. Essa classificação, no entanto, pode ser um artefato estatístico e não um reflexo de uma gestão superior, caracterizando o que especialistas chamam de eficiência por *default* (Dyson *et al.*, 2001).

A eficiência por *default* refere-se a uma distorção metodológica comum na Análise Envoltória de Dados (DEA), sobretudo sob o modelo de Retornos Variáveis de Escala (VRS) aplicado a amostras pequenas ou heterogêneas. Diante dessa armadilha metodológica, a análise deve se basear em uma situação menos extrema para evitar conclusões enviesadas. Nesse sentido, casos como os de Elisiário/SP e Capão Bonito do Sul/RS devem ser usados justamente para ilustrar o problema da eficiência por *default*, sendo tratados com cautela. A recomendação central é que o foco da avaliação de desempenho recaia sobre uma amostra mais equilibrada, onde as comparações sejam factíveis e significativas, superando essa limitação.

No que concerne aos *outputs*, verifica-se uma amplitude considerável na escala de prestação dos serviços analisados. Municípios como Birigui/SP e Altamira/PA atendiam, em 2022, populações da ordem de 118.979 e 62.356 habitantes com abastecimento de água, respectivamente. Em contraste, localidades como Diogo de Vasconcelos/MG (3.300 habitantes em 2020) e Caiuá/SP (5.742 habitantes em 2021) serviram a um contingente populacional reduzido. As variações anuais dos serviços (V_AGUA, V_ESG, V_LIXO) também apresentam comportamentos heterogêneos. Enquanto Bady Bassitt/SP registrou expressivos incrementos positivos em todos em 2022, Batatais/SP, no mesmo ano, apresentou variações negativas em seus indicadores de atendimento, sem que isso, contudo, a afastasse da fronteira de eficiência no período.

A diversidade estende-se também às variáveis explicativas contextuais. A Área Total do Município (AREA) dos entes eficientes varia desde os 110,37 km² de Bady Bassitt/SP até os extensos 159.533,31 km² de Altamira/PA. A Densidade Populacional (DENS) igualmente abrange um amplo espectro, desde padrões bastante baixos, como o de 0,74 hab/km² em Altamira/PA (2021), até os elevados 475,05 hab/km² de Cosmópolis/SP (2020). A capacidade fiscal, aferida pela Receita Bruta Realizada de Impostos Deflacionada (REC_D), também mostra disparidades, com valores que vão desde R\$ 442.106,81 em Diogo de Vasconcelos/MG (2020) até R\$ 102.526.226,70 em Birigui/SP (2022), indicando que a eficiência é alcançada independentemente do volume de recursos tributários próprios.

É pertinente destacar a recorrência de determinados municípios na fronteira de eficiência. Birigui/SP manteve-se eficiente ao longo de todo o triênio analisado (2020-2022). Altamira/PA, Barra do Pirai/RJ e Batatais/SP figuraram entre os mais eficientes em dois dos três anos. Esta persistência sugere a potencial existência de práticas de gestão consolidadas ou características estruturais nestes municípios que favorecem a manutenção da eficiência, contrastando com a aparição pontual de outros entes, como Cosmópolis/SP, que integrou a fronteira apenas em 2020.

Os resultados observados para o município de Altamira/PA não podem ser interpretados exclusivamente à luz de fatores internos de gestão ou de características estruturais capturadas pelo modelo empírico. Parte relevante do desempenho identificado, sobretudo no que se refere à ampliação da cobertura dos serviços de abastecimento

de água e esgotamento sanitário, está associada a condicionantes institucionais específicas impostas no âmbito do licenciamento ambiental da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Para a concessão e manutenção da Licença de Operação, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) estabeleceu exigências explícitas de implementação de melhorias na infraestrutura de saneamento básico do município, como medidas mitigadoras e compensatórias aos impactos socioambientais do empreendimento. Essas obrigações resultaram em investimentos direcionados e em ações estruturantes que ampliaram a oferta e a qualidade dos serviços, influenciando diretamente os *outputs* considerados no modelo DEA. Assim, a recorrente presença de Altamira na fronteira de eficiência deve ser compreendida também como reflexo de um contexto regulatório excepcional, no qual intervenções externas induziram ganhos de desempenho, e não apenas como resultado de escolhas discricionárias da gestão municipal.

Tabela 3 – Cinco Municípios Mais Eficientes

2020														
MUNI CÍPIO	ESTAD O	EFICIÊN CIA	DESP	DESP_D	AGUA	V_AGU A	ESG	V_ESG	LIXO	V_LIXO	AREA	DENS	REC	REC_D
Birigui	SP	1,0000	2.091.200,28	2.678.772,04	124.883	1.245	124.883	1.245	124.882	1.245	530,03	235,61	80.473.742,67	103.084.727,90
Capão Bonito do Sul	RS	1,0000	1.023,26	1.310,77	1.641	-13	1.641	541	850	0	526,85	3,11	1.926.689,59	2.468.038,21
Cosmópolis	SP	1,0000	1.181.061,74	1.512.908,73	71.000	1.000	67.000	0	73.474	6.322	154,66	475,05	22.561.730,86	28.900.978,25
Diogo de Vasconcelos	MG	1,0000	33.367,72	42.743,16	3.300	300	1.581	966	1.895	-105	165,09	22,96	345.133,47	442.106,81
Elisiário	SP	1,0000	189,16	242,31	3.387	43	3.387	43	3.696	46	93,98	39,34	1.472.573,65	1.886.327,75
2021														
MUNI CÍPIO	ESTAD O	EFICIÊN CIA	DESP	DESP_D	AGUA	V_AGU A	ESG	V_ESG	LIXO	V_LIXO	AREA	DENS	REC	REC_D

Altami ra	PA	1,0000	2.675.67 8,09	1.539.97 7,75	49.384	12.276	49.384	12.276	99.578	1.147	159.533,3 1	0,74	44.966.0 65,26	25.880.0 71,36
Barra do Piraí	RJ	1,0000	3.366.02 1,25	1.937.30 2,49	67.988	-2.453	53.347	3.399	99.984	398	584,61	173,00	32.580.8 63,38	18.751.80 9,04
Batata is	SP	1,0000	949.317, 39	546.376, 51	56.102	405	55.944	403	60.516	4.819	849,53	74,67	32.007.5 14,37	18.421.81 9,90
Birigui	SP	1,0000	1.224.916 ,26	704.996, 54	126.094	1.211	126.094	1.211	42.000	-82.882	530,03	237,90	90.185.5 02,10	51.905.9 69,90
Caiuá	SP	1,0000	250.047, 37	143.913,9 4	5.742	-204	5.742	3.062	4.050	550	551,16	10,92	2.395.34 7,32	1.378.63 4,29
2022														
MUNI CÍPIO	ESTAD O	EFICIÊN CIA	DESP	DESP_D	AGUA	V_AGU A	ESG	V_ESG	LIXO	V_LIXO	AREA	DENS	REC	REC_D
Altami ra	PA	1,0000	6.913.08 6,46	6.913.08 6,46	62.356	12.972	60.189	10.805	114.641	15.063	159.533,3 1	0,79	55.916.3 56,04	55.916.3 56,04
Bady Bassitt	SP	1,0000	297.401, 28	297.401, 28	25.246	8.397	25.246	8.397	25.246	7.233	110,37	246,98	23.606.5 32,05	23.606.5 32,05
Barra do Piraí	RJ	1,0000	3.260.46 6,85	3.260.46 6,85	79.713	11.725	79.713	26.366	88.986	-10.998	584,61	158,88	40.346.6 79,50	40.346.6 79,50
Batata is	SP	1,0000	1.082.26 2,36	1.082.26 2,36	52.480	-3.622	52.332	-3.612	52.480	-8.036	849,53	68,75	38.796.7 45,09	38.796.7 45,09

Birigui	SP	1,0000	1.348.89 8,84	1.348.89 8,84	118.979	-7.115	107.248	-18.846	42.000	0	530,03	224,48	102.526. 226,70	102.526. 226,70
---------	----	--------	------------------	------------------	---------	--------	---------	---------	--------	---	--------	--------	--------------------	--------------------

Fonte: elaborada pela autora.

Em contraponto aos resultados anteriores, a Tabela 4 expõe os municípios que se situaram na base da distribuição de eficiência em cada ano, com escores que variaram de 0,0893 a 0,3538. Uma característica imediatamente notável é a concentração geográfica desses municípios, com o estado de Minas Gerais apresentando uma representação significativa e recorrente no grupo ao longo do triênio, sugerindo a possível influência de fatores regionais ou de gestão comuns que impactam negativamente o desempenho deles.

A análise do *input*, a Despesa Liquidada na Função Gestão Ambiental Deflacionada (DESP_D), revela que a ineficiência não está necessariamente associada a volumes insuficientes de gastos. Municípios como Aiuruoca/MG, que em 2020 registrou o menor índice de eficiência (0,0893), aplicou um valor considerável de R\$ 1.205.551,36. Da mesma forma, Mendes/RJ, em 2021, empregou R\$ 1.240.633,03 e obteve um escore de apenas 0,2436. Estes casos indicam que o problema central pode residir não na dotação orçamentária, mas na capacidade de converter esses recursos em resultados concretos para a população.

No que diz respeito aos *outputs*, observa-se um padrão de baixa escala de atendimento ou de retrocessos significativos na prestação dos serviços. Muitos dos municípios listados atendem a populações reduzidas, como Santa Tereza/RS, que em 2020 servia 1.690 habitantes com abastecimento de água, e Tupandi/RS, que em 2022 atendia apenas 650 pessoas no mesmo serviço. Ademais, é recorrente a presença de variações negativas (V_AGUA, V_ESG, V_LIXO), indicando perda de cobertura. Clementina/SP, por exemplo, em 2022, apresentou reduções de 1.800 habitantes no atendimento de água e esgoto e de 2.217 na coleta de lixo, refletindo uma deterioração na prestação desses serviços.

As variáveis explicativas contextuais dos municípios ineficientes também apresentam um perfil distinto. Predominam municípios de pequeno a médio porte territorial, com áreas como a de Cachoeira da Prata/MG (61,38 km²) e Luisburgo/MG (145,42 km²). A densidade demográfica tende a ser moderada ou baixa, com exemplos como Pequi/MG (21,73 hab/km² em 2020) e Iacanga/SP (19,07 hab/km² em 2022). A capacidade fiscal, mensurada pela Receita Bruta Realizada de Impostos Deflacionada (REC_D), mostra que alguns entes, como Jeceaba/MG em 2021 (R\$ 10.365.489,86), possuem uma arrecadação

própria substancial, o que reforça a tese de que a ineficiência está mais ligada à gestão dos recursos do que à sua indisponibilidade.

Por fim, a análise longitudinal permite identificar casos de persistência na ineficiência. Pequi/MG e Luisburgo/MG figuraram entre os menos eficientes em dois anos distintos, 2020 e 2022 o primeiro, e 2020 e 2021 o segundo. Esta recorrência aponta para problemas crônicos de gestão ou para desafios estruturais que perpetuam a baixa *performance*. A entrada de novos municípios como Tupandi/RS e Clementina/SP no grupo em 2022, por sua vez, demonstra que a ineficiência pode ser um fenômeno dinâmico, afetando diferentes localidades em momentos específicos, possivelmente agravada por quedas abruptas na cobertura dos serviços, como atestam as variações negativas.

Tabela 4 – Cinco Municípios Mais Ineficientes

2020														
MUNI CÍPIO	ESTAD O	EFICIÊN CIA	DESP	DESP_D	AGUA	V_AGU A	ESG	V_ESG	LIXO	V_LIXO	AREA	DENS	REC	REC_D
Santa Tereza	RS	0,1804	116.217,15	148.871,08	1.690	-2	246	-2	629	-1	73,67	23,43	788.488,48	1.010.032,81
Cacho eira da Prata	MG	0,1742	127.351,90	163.134,40	3.426	0	3.409	0	3.500	0	61,38	58,50	473.485,19	606.521,96
Pequi	MG	0,1442	521.570,18	668.117,55	4.379	0	2.570	0	3.211	19	203,99	21,73	591.470,47	757.657,97
Luisbu rgo	MG	0,1170	335.026,33	429.159,83	1.843	-2	1.843	-2	3.765	0	145,42	43,03	817.093,96	1.046.675,67
Aiuruo ca	MG	0,0893	941.121,27	1.205.551,36	3.152	29	3.152	29	4.681	81	649,68	9,20	1.081.073,05	1.384.825,88
2021														
MUNI CÍPIO	ESTAD O	EFICIÊN CIA	DESP	DESP_D	AGUA	V_AGU A	ESG	V_ESG	LIXO	V_LIXO	AREA	DENS	REC	REC_D
Jeceab a	MG	0,2650	1.095.194,94	630.335,86	4.794	72	3.075	18	4.315	-145	236,25	20,30	18.009.814,86	10.365.489,86

Luisbu rgo	MG	0,2643	445.561, 09	256.441, 22	1.840	-3	1.840	-3	3.750	-15	145,42	42,97	882.159, 59	507.724, 06
Mende s	RJ	0,2436	2.155.573, 10	1.240.63 3,03	17.927	31	17.927	31	18.437	32	95,32	195,97	5.089.50 3,59	2.929.24 7,10
Nova Era	MG	0,2377	902.558, 39	519.464, 52	16.472	-1.079	16.472	-1.079	15.416	-96	361,93	48,42	8.129.761 ,58	4.679.05 7,61
Itanha ndu	MG	0,2309	767.666, 03	441.827, 67	15.423	0	15.423	0	14.735	-501	143,36	108,19	4.257.52 7,99	2.450.40 6,27
2022														
MUNI CÍPIO	ESTAD O	EFICIÊN CIA	DESP	DESP_D	AGUA	V_AGU A	ESG	V_ESG	LIXO	V_LIXO	AREA	DENS	REC	REC_D
Tupan di	RS	0,3538	1.225.919 ,93	1.225.919 ,93	650	3	390	0	3.454	-1.565	59,45	84,60	3.861.24 4,45	3.861.24 4,45
Cleme ntina	SP	0,3515	1.004.28 1,70	1.004.28 1,70	6.677	-1.800	6.677	-1.800	6.677	-2.217	168,59	41,41	3.219.96 8,79	3.219.96 8,79
Pequi	MG	0,3514	1.118.094 ,37	1.118.094 ,37	4.042	-415	2.570	0	3.229	0	203,99	20,37	716.644, 03	716.644, 03
Iacang a	SP	0,3427	2.218.26 5,45	2.218.26 5,45	8.805	-1.268	7.924	-1.504	9.844	-1.849	547,39	19,07	6.996.20 5,48	6.996.20 5,48
Novais	SP	0,3414	572.262, 99	572.262, 99	4.015	-1.500	4.015	-1.500	4.015	-1.500	117,77	37,46	1.429.64 3,60	1.429.64 3,60

Fonte: elaborada pela autora.

Para investigar a influência de características contextuais sobre os escores de eficiência, foi estimado um modelo de regressão, cujos resultados são apresentados na Tabela 5. A análise dos coeficientes revela que todas as variáveis independentes apresentam uma relação positiva e estatisticamente significativa com o índice de eficiência, ao nível de 1% (Valor-p < 0,01). O coeficiente para a variável REC_D (0,0298) é o maior entre as explanatórias, sugerindo que a capacidade fiscal do município é o fator contextual mais fortemente associado à eficiência. Este resultado corrobora os achados das tabelas anteriores, onde municípios persistentemente eficientes, como Birigui/SP, exibiam receitas deflacionadas elevadas (R\$ 102.526.226,70 em 2022), enquanto vários municípios ineficientes, apesar de seus dispêndios, possuíam bases tributárias mais modestas, como Aiuruoca/MG (R\$ 1.384.825,88 em 2020).

As variáveis de porte e estrutura territorial também se mostraram relevantes. O coeficiente positivo para AREA (0,0277) indica que municípios com maior extensão territorial tendem a apresentar melhores níveis de eficiência. Esse resultado encontra respaldo empírico no desempenho de municípios como Altamira/PA, que, apesar de sua vasta área territorial (159.533,31 km²), manteve-se na fronteira de eficiência ao longo do período analisado.

Contudo, a interpretação desse resultado não deve ser restrita a fatores internos de gestão ou às características estruturais capturadas pelo modelo empírico. No caso específico de Altamira/PA, parcela relevante do desempenho observado (especialmente no que se refere à ampliação da cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário) está associada a condicionantes institucionais extraordinárias decorrentes do processo de licenciamento ambiental da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Dessa forma, a recorrente presença de Altamira na fronteira de eficiência deve ser compreendida também como reflexo de um contexto regulatório e institucional excepcional, no qual ganhos de desempenho foram induzidos por obrigações impostas por instâncias federais, e não apenas como resultado de escolhas discricionárias da gestão municipal.

O coeficiente positivo para DENS (0,0003) também sugere que uma maior concentração populacional está associada a ganhos de eficiência, o que pode ser explicado pelos menores custos *per capita* associados à prestação de serviços em áreas adensadas, um contraste

com a realidade de muitos municípios ineficientes, que possuíam densidades baixas, como Pequi/MG (21,73 hab/km²).

A significância estatística dos três fatores corrobora a heterogeneidade observada entre os municípios eficientes e ineficientes. O modelo indica que não é uma única característica, mas sim uma combinação de capacidade fiscal, escala territorial e densidade populacional que está associada a uma maior probabilidade de o município situar-se na fronteira de eficiência. A ausência de significância do intercepto reforça que as variáveis explanatórias capturam a relação fundamental com o escore de eficiência.

Em síntese, os resultados do modelo de regressão fornecem evidências robustas de que fatores contextuais exercem influência significativa na *performance* da gestão municipal dos recursos empregados em políticas públicas ambientais. A capacidade fiscal demonstrou ser o fator de maior impacto, seguida pela escala territorial e pela densidade demográfica. Estes resultados ajudam a qualificar as análises anteriores, sugerindo que a eficiência observada em municípios como Birigui/SP e Altamira/PA pode ser, em parte, explicada por seu perfil socioeconômico e territorial, enquanto a ineficiência crônica de municípios como Pequi/MG e Luisburgo/MG pode estar ligada a desafios estruturais nestas mesmas dimensões.

Tabela 5 – Fatores Associados aos Níveis de Eficiência dos Municípios			
VARIÁVEL	COEFICIENTE	ERRO PADRÃO	VALOR-P
INTERCEPT	0,0885	0,0801	0,2689
AREA	0,0277	0,0094	0,0033
DENS	0,0003	0,0001	0,0003
REC_D	0,0298	0,0068	0,0000
R ² = 0,78			

Fonte: elaborada pela autora.



6

6

CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo central avaliar a eficiência dos municípios brasileiros, nos quais os serviços de água e esgoto são prestados integralmente pela administração pública direta, quanto à aplicação de recursos direcionados às políticas públicas ambientais, especificamente no período de 2020 a 2022. Por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), buscou-se verificar a hipótese inicial de que entes com maiores recursos não são necessariamente os mais eficientes, relacionando as despesas liquidadas na função Gestão Ambiental com resultados práticos na prestação de serviços essenciais de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo.

Os resultados empíricos confirmam a hipótese proposta. A relação entre volume de recursos e desempenho mostrou-se não biunívoca, evidenciando que a mera ampliação orçamentária não é garantia de melhores resultados. Casos como o de Birigui/SP, que manteve eficiência máxima ao longo de todo o triênio com despesas relativamente moderadas, contrastam fortemente com situações como a de Aiuruoca/MG, que permaneceu ineficiente mesmo aplicando volumes significativos de recursos (R\$ 1.205.551,36 em 2020). Esta disparidade aponta para a centralidade da qualidade da gestão sobre a execução orçamentária.

Os achados também revelaram uma pronunciada heterogeneidade e influência de fatores contextuais. A análise de regressão identificou que arrecadação de impostos (REC_D), extensão territorial (AREA) e densidade demográfica (DENS) têm associação positiva e significativa com os escores de eficiência. Isso ajuda a explicar a *performance* diferenciada dos municípios e qualifica a análise, indicando que a eficiência é, em parte, moldada por características estruturais. Contudo, a persistência de municípios como Pequi/MG na ineficiência, mesmo ao longo de anos, sinaliza problemas que transcendem essas variáveis contextuais.

Retomando a avaliação crítica da estruturação da política ambiental no país, os resultados deste estudo espelham e são agravados pelas fragilidades do arranjo federativo brasileiro. A ausência de um Sistema Nacional de Meio Ambiente plenamente integrado e

funcional, com coordenação efetiva entre União, estados e municípios, contribui para a dispersão e a descontinuidade das políticas. A falta de padronização de indicadores e a carência de bases de dados consistentes (limitação também enfrentada nesta pesquisa) comprometem a transparência, a *accountability* e, em última instância, a própria capacidade de avaliação de eficiência. O quadro de opacidade informacional, conforme destacado por Oliveira e Silva (2025), favorece modelos ineficientes de alocação, onde o direcionamento dos recursos muitas vezes responde mais a agendas políticas locais imediatas do que a critérios técnicos de impacto e sustentabilidade de longo prazo.

As implicações práticas deste estudo apontam que a excelência na gestão de recursos aplicados em políticas públicas ambientais é alcançável mesmo em contextos de limitações orçamentárias, oferecendo um valioso subsídio para o redesenho de políticas públicas que priorizem a eficiência e a boa gestão. Além disso, a identificação de casos de ineficiência persistente demanda intervenções específicas e técnicas, que devem abordar tanto deficiências gerenciais quanto as lacunas de coordenação federativa e de planejamento integrado.

As limitações da pesquisa, inerentes principalmente à disponibilidade e escopo dos dados, refletem um dos maiores desafios para a gestão ambiental brasileira. Superar essa restrição é condição essencial para o aprimoramento contínuo das políticas. Como desdobramentos futuros, sugerem-se investigações que ampliem o leque de serviços prestados à sociedade a serem analisados, incorporem variáveis institucionais e de governança de forma mais direta e aprofundem a análise dos canais através dos quais a capacidade de arrecadação de impostos e a escala territorial influenciam o desempenho.

Em síntese, este trabalho conclui que a busca pela eficiência na gestão de recursos ambientais transcende questões meramente orçamentárias, configurando-se como um imperativo estratégico para o cumprimento do mandamento constitucional de proteção ambiental. A evidência de que resultados superiores são possíveis mesmo com recursos escassos reforça o potencial de transformação da gestão pública. No entanto, a realização plena desse potencial depende não apenas de boas práticas locais, mas, fundamentalmente, do fortalecimento da governança ambiental cooperativa em âmbito nacional, da consolidação de sistemas de informação e do estabelecimento de métricas homogêneas que permitam decisões



baseadas em evidência e voltadas para uma sustentabilidade efetiva e duradoura.





REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

BACOT, A. H.; DAWES, R. A. State expenditures and policy outcomes in environmental program management. **The Policy Studies Journal**, v. 25, n. 3, p. 355–370, 1997.

BARATA, Martha Macedo de Lima; KLIGERMAN, Débora Cynamon; MINAYO-GOMEZ, Carlos. A gestão ambiental no setor público: uma questão de relevância social e econômica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 165-170, 2007.

BOGGIA, Antonio; CORTINA, Carla. Measuring sustainable development using a multi-criteria model: A case study. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 11, p. 2301-2306, 2010.

BRASIL. Constituição (1998). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao.htm. Acesso em: 1 jul. 2025.

BRASIL. Controladoria-Geral da União (CGU). **Referencial básico de governança aplicável a órgãos e entidades da administração pública**. Brasília: CGU, 2017. Disponível em: <https://repositorio.cgu.gov.br/handle/1/34347>. Acesso em 20 dez. 2025

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 18 maio 1988.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em 20 dez. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 30 dez. 2009.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 20 dez. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em 20 dez. 2025.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Orçamento Federal. **Manual técnico de orçamento – MTO**. Edição 2024. Brasília, 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). **Governança pública: referencial básico**. Brasília: TCU, 2014. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/governanca/governanca-no-tcu/referencial-basico-de-governanca.htm>. Acesso em 20 dez. 2025.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). **Avaliação de políticas públicas: guia prático**. Brasília: TCU, 2020. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/avaliacao-de-politicas-publicas.htm>. Acesso em 20 dez. 2025.

BRÜGGEMANN, Alexandre de; LOHR, Helena de Barros. Eficiência dos gastos públicos em saúde: desafio para municípios de Santa Catarina, Brasil. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 23-33, jan./mar. 2015.

BUENO, W. Gasto público ambiental: uma análise dos municípios paranaenses no período de 2002 a 2011. 2013. 146 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

CÁMARA-ACEITUNO, Juan et al. Application of the data envelopment analysis technique to measure the environmental efficiency of the 27 countries of the European Union during the period 2012–2020. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 26, n. 5, p. 1477-1505, 2024.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics using Stata**. College Station, TX: Stata Press, 2009.

CAMPOS, Magno Silvério. Uma análise robusta de benchmarking utilizando o método de Fronteira Estocástica Bayesiano aplicado às empresas brasileiras de distribuição de energia. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

CARNEIRO, A. de F.; SOUZA, J. A. de. Eficiência na Gestão Ambiental como Função de Despesa Pública em Rondônia. **Revista Controladoria e Gestão**, Porto Velho, v. 2, n. 1, p. 259–276, jan./jun. 2021.

CARVALHO, Luciana Duarte Bhering de; SOUSA, Maria da Conceição Sampaio de. Eficiência das escolas públicas urbanas das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil: uma abordagem em três estágios. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 649-684, out./dez. 2014.

CHUNG, Y. H.; FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach. **Journal of Environmental Management**, v. 51, n. 3, p. 229–240, 1997.

CRUZ, Felipe Ponciano da; MOTTA, Ronaldo Seroa da; MARINHO, Alexandre. Eficiência Técnica dos Serviços de água e esgoto no Brasil por tipo de atuação e gestão. **Econômica**, Niterói, v. 21, n. 1, p. 97-118, jan./jun. 2019.

CURI, Maria Aparecida et al. Eficiência da utilização dos recursos renováveis nas universidades federais. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 70, n. 4, p. 658–692, out./dez. 2019.

DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological Economics: Principles and Applications**. 2. ed. Washington, DC: Island Press, 2011.

DANTAS, Marina Kolland. Os arranjos institucionais do Programa Município VerdeAzul no estado de São Paulo: proposta de um modelo para a análise da implementação das políticas públicas ambientais. 2024. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

DA SILVA, Carlos Eduardo Menezes; NOGUEIRA, Jorge Madeira; VASCONCELOS, Anselmo César. Ineficiência nos gastos públicos: entre a abundância de recursos e carência de indicadores para Educação Ambiental, lições da experiência de Recife. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 45., 2017, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ANPEC, 2017.

DA SILVA, Maurício Corrêa; DE SOUZA, Fábila Jaiany Viana; ARAÚJO, Aneide Oliveira. Análise da eficiência dos gastos públicos com educação nas capitais brasileiras. **ConTexto – Contabilidade em Texto**, Porto Alegre, v. 13, n. 24, p. 7-21, 2013.

DE ALMEIDA MENDES, Wesley et al. Influência do controle na eficiência na alocação dos recursos públicos municipais. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 17, n. 3, p. 142-159, 2021.

DEPRÁ, Vinicius Oliveira Braz; LEAL, Mônica Clarissa Hennig. Fiscalização do orçamento público: *accountability* e controle social da atividade financeira do Estado. **Revista do Direito Público**, Londrina, v. 12, n. 3, p. 216–241, dez. 2017.

DYSON, R. G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A. S.; PODINOVSKI, V. V.; SARRICO, C. S.; SHALE, E. A. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of Operational Research**, v. 132, n. 2, p. 245–259, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221700001491>. Acesso em: 03 dez. 2025.

ENGIDA, G.; BARDILL, J. Reforms of the public sector in the light of the new public management: A case of Sub-Saharan Africa. **Journal of Public Administration and Policy Research**, v. 5, n. 1, p. 1–7, 2013.

FABRE, Valkyrie Vieira; SCHLUP, Daiani. Influência da aplicação de recursos públicos sobre o desenvolvimento ambiental sustentável, sob a ótica da Teoria das Escolhas Públicas. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 156-177, set./dez. 2021.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C. A. K. Multilateral productivity comparisons when some *outputs* are undesirable: a nonparametric approach. **The Review of Economics and Statistics**, v. 71, n. 1, p. 90–98, 1989.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C. A. K. **Production Frontiers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

FEITÓSA, Camila Gonçalves; SCHULL, Adiulli Natã; HEIN, André Fernando. Análise da eficiência dos gastos em segurança pública nos estados brasileiros através da Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe)**, Guarapuava, v. 12, n. 3, p. 91-105, 2014.

FERREIRA, Leila da Costa; FONSECA, Igor Ferraz da; LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Política ambiental e gestão municipal no Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 2, p. 205-228, mar./abr. 2016.

GOMES, Eliane G.; MANGABEIRA, J. A. C.; MELLO, J. C. C. B. S. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 607-631, out./dez. 2005.

GUANDALINI, N. N. Determinantes do gasto ambiental dos estados no Brasil: Uma análise do período 2002-2012. 2016. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

HAMMES JUNIOR, David. Análise da eficiência dos gastos públicos na graduação: um estudo com universidades federais brasileiras. 2019. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

HOFF, A. Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 181, n. 1, p. 425-435, 2007.

HOOD, C. A. Public management for all seasons? **Public Administration**, Oxford, v. 69, n. 1, p. 3-19, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em: 7 ago. 2025.

JACOBI, Pedro Roberto. **Cidade e meio ambiente**. São Paulo: Annablume, 1999.

KASSAI, S. Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise das demonstrações contábeis. 2002. 349 f. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LANNA, A. E. A inserção da gestão das águas na gestão ambiental. In: MUNOZ, H. R. (ed.). **Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos**. 2. ed. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos, 2002. p. 75-108.

MACÊDO, Francisca F. R. R. et al. Análise da eficiência dos recursos públicos direcionados à educação: estudo nos municípios do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 19., 2017, Bento Gonçalves. **Anais** [...]. Bento Gonçalves: ABC, 2017.

MCDONALD, John. Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. **European Journal of Operational Research**, v. 197, n. 2, p. 792-798, 2009.

MEDEIROS, André Aparecido; VASCONCELLOS, Maria da Penha. Ambiente, saúde e covid-19: da crise global à existência sustentável. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. e220601pt, 2023.

MELLO, F. S.; SILVEIRA FOGAÇA, F. F.; HOLLNAGEL, H. C. A Construção de Indicadores Ambientais como Ferramenta de Gestão Pública. **Revista RIDAP**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-20, 2014.

MISCALI, Sandra Rangel de Souza et al. A gestão ambiental a partir do orçamento público: uma análise das despesas referentes ao orçamento do município de São João da Barra. **Boletim Petróleo, Royalties e Região**, Campos dos Goytacazes, v. 1, n. 2, p. 1-17, abr. 2020.

MONZONI NETO, Mario Prestes. Análise dos custos e benefícios das políticas públicas: o caso dos instrumentos econômicos para gestão ambiental. 2018. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MOURA, Alessandra Lima. Políticas territoriais e gestão ambiental urbana: os desafios da gestão ambiental municipal frente à instalação da UHE Belo Monte em Altamira-PA. 2023. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

MOUTINHO, Victor; MADALENO, Mara. Assessing eco-efficiency in Asian and African countries using stochastic frontier analysis. **Energies**, Basel, v. 14, n. 4, p. 1168, 2021.

OLIVEIRA, R.; SILVA, M. **17 capitais não têm planos para se recuperar de desastres climáticos, aponta estudo**. JOTA, 12 nov. 2025. Disponível em: <https://www.jota.info/coberturas-especiais/dialogos-da-cop30/17-capitais-nao-tem-planos-para-se-recuperar-de-desastres-climaticos-aponta-estudo>. Acesso em: 12 nov. 2025.

PACHECO, Larissa Marchiori et al. Gastos públicos ambientais: uma revisão integrativa da literatura e agenda para estudos futuros. In:

ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 17., 2015, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: ENGEMA, 2015. p. 1-17.

PAIVA, P. R. de. Estudo exploratório sobre gestão ambiental municipal e a influência dos prefeitos no desempenho dos municípios no Programa Município Verde Azul. 2016. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

PASTOR, Jesus T. Translation invariance in data envelopment analysis: a generalization. **Annals of Operations Research**, Dordrecht, v. 66, p. 93–102, 1996.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of Natural Resources and the Environment**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990.

PEREIRA, Paulo Vinícius de Miranda; FIGUEIREDO, Leonardo Francisco. Evolução dos gastos públicos ambientais dos municípios brasileiros: uma análise no período de 2005 a 2015. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 425-437, mar./abr. 2020.

PHILIPPI JR, A.; ROMERO, M. A. de; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2013.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 9. ed. São Paulo: Pearson Education, 2018.

RAMALHO, Esmeralda A.; RAMALHO, Joaquim J. S.; HENRIQUES, Pedro D. Fractional regression models for second stage DEA efficiency analyses. **Journal of Productivity Analysis**, v. 34, n. 3, p. 239-255, 2010.

RATNER, Svetlana et al. Efficiency evaluation of regional environmental management systems in Russia using data envelopment analysis. **Mathematics**, Basel, v. 9, n. 18, p. 2210, 2021.

RODRIGUES, Hugo Thamir; DANIEL, Marli. Escassez de recursos públicos: uma leitura a partir da solidariedade entre os entes federados e as pessoas. **Revista do Direito Público**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 229-246, jan./abr. 2023.

RODRIGUES, Tiago. O estabelecimento de objetivos e indicadores de sustentabilidade para avaliação ambiental estratégica aplicada a planos de desenvolvimento urbano. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; CAVALHO, J. M. A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, p. 421–443, 2012.

SAMPAIO DE SOUSA, M. C.; STOSIC, B. D. Technical efficiency of the Brazilian municipalities: correcting nonparametric frontier measurements for *outliers*. **Journal of Productivity Analysis**, Dordrecht, v. 24, n. 2, p. 155–179, 2005.

SAVIAN, Mayá Patricia Gemelli; BEZERRA, Fernanda Mendes. Análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental no estado do Paraná. **Economia & Região**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 26-47, jan./jun. 2013.

SCHAPPO, Fillipe; FERREIRA, Denize Demarche Minatti; SANTOS, Rodolfo Rocha dos. Uma aplicação da DEA (Data Envolvória Analysis) na gestão de resíduos sólidos nos municípios da região Sul: quem é quem quando se mede a eficiência? In: CONGRESSO USP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CONTABILIDEA, 14., 2017, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: USP, 2017.

SILVA, Philippe Barbosa et al. Identificação de *outliers* em dados de acidentes de trânsito no Brasil: análise de cluster versus métodos estatísticos. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 103-114, 2019.

SIMAR, Leopold; WILSON, Paul W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 136, n. 1, p. 31-64, 2007.

SOARES, Ricardo de Moraes. Evaluating the efficiency of public expenditure in municipal waste collection: A comparative study of Portuguese municipalities. **Environmental Economics**, Kyiv, v. 15, n. 1, p. 203-218, 2024.

SOARES, T. C. Uma proposta de avaliação da eficiência ambiental dos municípios brasileiros. 2015. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

TAVARES, Arianne Karla Ferreira. *Outliers*: uma abordagem por meio da capacidade fiscal e de investimento em saúde - Vitória de Santo Antão. 2022. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

VALDIVIESO, Juan Carlos; EAGLES, Paul F. J.; GIL, Joan Carles. Evaluation of the impact of policymakers' decisions in the management capacity of protected areas: Efficiency evidence from five countries. **Environmental Management**, New York, v. 71, n. 2, p. 274-284, 2023.

YOSHINO, Daisuke; FUJIWARA, Akimasa; ZHANG, Junyi. Environmental efficiency model based on data envelopment analysis and its application to environmentally sustainable transport policies. **Transportation Research Record**, Washington, v. 2163, n. 1, p. 112-123, 2010.



idn

Bo
pro
cit
ref
Ness
são e

idp

A ESCOLHA QUE
TRANSFORMA
O SEU CONHECIMENTO