

XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NO PARANÁ: UM ESTUDO DAS UNIDADES DA SANEPAR NOS ANOS DE 2007 E 2022

EFFICIENCY OF BASIC SANITATION IN PARANÁ: A STUDY OF SANEPAR UNITS IN THE YEARS 2007 AND 2022

EFICIENCIA DEL SANEAMIENTO BÁSICO EN PARANÁ: UN ESTUDIO DE LAS UNIDADES DE SANEPAR EN LOS AÑOS 2007 Y 2022

Jéssica Régia Portilho Rezende Stulp¹
Cristiano Stamm²

Área Temática: Métodos matemáticos e quantitativos.
JEL Code : C002, C14.

Resumo: A água é um recurso natural finito e um bem público essencial para a vida e a saúde. O fornecimento de água e o tratamento de esgoto são componentes do saneamento básico, cujo objetivo é garantir à população o acesso a água potável segura e a coleta e tratamento adequados dos resíduos, preservando o meio ambiente. O surgimento da Lei Nacional do Saneamento Básico desencadeou mudanças necessárias na prestação dos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgotos. Este trabalho tem como objetivo analisar a eficiência da prestação dos serviços de saneamento básico no Estado do Paraná, prestados pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) nos anos de 2007 e 2022. A base de dados utilizada será do Sistema Nacional de Informação em Saneamento Básico (SNIS), nos anos avaliados. Utilizando a técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA). O estudo visa detalhar os resultados referentes aos *outputs* do modelo construído e identificar as áreas em que as companhias precisam melhorar para atingir a eficiência técnica desejada, tornando a prestação além de universal, mais eficiente.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados, Saneamento Básico, Eficiência.

Abstract: Water is a finite natural resource and a public good essential for life and health. Water supply and sewage treatment are components of basic sanitation, which aim to ensure the population's access to safe drinking water and the adequate collection and treatment of waste, preserving the environment. The emergence of the National Basic Sanitation Law triggered necessary changes in the provision of water supply and sewage treatment services. This study aims to analyze the efficiency of basic sanitation services provided by the Paraná Sanitation Company (SANEPAR) in the state of Paraná in the years 2007 and 2022. The database used will be from the National Sanitation

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE; Brasil; <https://orcid.org/0009-0009-3911-0091>; jessica.stulp@unioeste.br

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE; Brasil; <https://orcid.org/0000-0002-8318-9886>; stamm_br@yahoo.com.br



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

Information System (SNIS) for the evaluated years, using the Data Envelopment Analysis (DEA) technique. The study aims to detail the results related to the outputs of the constructed model and identify areas where the companies need to improve to achieve the desired technical efficiency, making the provision of services not only universal but also more efficient.

Key-words: Data Envelopment Analysis, Basic Sanitation, Efficiency.

Resumen: El agua es un recurso natural finito y un bien público esencial para la vida y la salud. El suministro de agua y el tratamiento de aguas residuales son componentes del saneamiento básico, cuyo objetivo es garantizar a la población el acceso a agua potable segura y la recolección y tratamiento adecuados de los residuos, preservando el medio ambiente. El surgimiento de la Ley Nacional de Saneamiento Básico desencadenó cambios necesarios en la prestación de los servicios de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales. Este trabajo tiene como objetivo analizar la eficiencia de la prestación de los servicios de saneamiento básico en el Estado de Paraná, prestados por la Compañía de Saneamiento de Paraná (SANEPAR) en los años 2007 y 2022. La base de datos utilizada será del Sistema Nacional de Información en Saneamiento Básico (SNIS), en los años evaluados. Utilizando la técnica de Análisis Envoltorio de Datos (DEA). El estudio busca detallar los resultados referentes a los outputs del modelo construido e identificar las áreas en las que las compañías necesitan mejorar para alcanzar la eficiencia técnica deseada, haciendo que la prestación, además de universal, sea más eficiente.

Palabras clave: Análisis Envoltorio de Datos, Saneamiento Básico, Eficiencia.

Introdução.

O problema de pesquisa deste trabalho consiste no seguinte questionamento: Qual foi o comportamento da eficiência das unidades da SANEPAR nos municípios paranaenses com relação a oferta de serviços de saneamento básico (água e esgoto) para os anos de 2007 e 2022?

O estudo da eficiência dos serviços de saneamento básico nos municípios do Estado do Paraná para os anos de 2007 e 2022 pode ser justificada levando em consideração que é inegável a importância do saneamento básico para a saúde pública. O acesso a serviços de água potável e tratamento de esgoto é essencial para garantir a saúde da população e prevenir doenças. Estudar a eficiência desses serviços permite identificar áreas que necessitam de melhorias, contribuindo diretamente para a qualidade de vida dos habitantes.

O saneamento básico também é um dos pilares do desenvolvimento sustentável. Avaliar a eficiência dos serviços prestados ajuda a alinhar as ações dos municípios às metas de sustentabilidade, promovendo o uso responsável dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente.

Além disso, a análise da eficiência técnica dos serviços de saneamento é importante para a gestão eficaz dos recursos públicos. Identificar e corrigir ineficiências pode resultar em economia de recursos financeiros e na melhor prestação de serviços à população. Já a comparação entre os anos de 2007 e 2022 permite avaliar o progresso



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

realizado ao longo do tempo, fornecendo uma base para implementar políticas e práticas que promovam melhorias contínuas na gestão dos serviços de saneamento.

A avaliação da eficiência dos diferentes municípios também possibilita a realização de *benchmarking*, onde boas práticas podem ser identificadas e replicadas em outras localidades. Isso estimula a competitividade saudável entre as unidades prestadoras de serviços, incentivando melhorias contínuas.

Os resultados deste estudo podem servir como base para o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas a melhorar a gestão dos serviços de saneamento básico. *Policymakers* podem utilizar os *insights* obtidos para formular estratégias de intervenção mais eficazes.

Por fim, melhorar a eficiência dos serviços de saneamento tem um impacto direto no bem-estar social e no desenvolvimento econômico dos municípios. Populações com acesso adequado a esses serviços tendem a ter melhores condições de saúde, educação e produtividade, contribuindo para o crescimento econômico local.

Essas justificativas demonstram a relevância e a importância do estudo, destacando como ele pode contribuir para melhorias significativas na prestação de serviços de saneamento básico e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população do Estado do Paraná.

Com o intuito de responder tal questionamento o objetivo principal deste trabalho é analisar a eficiência técnica da gestão dos serviços de saneamento básico prestados nos municípios do Estado do Paraná, nos anos de 2007 e 2022.

Os objetivos específicos são:

a) identificar na literatura recente o que os estudos tem apontado como possíveis barreiras na eficiência das prestadoras de serviços de saneamento e também sua importância para a sociedade;

b) analisar e sistematizar variáveis diretas do saneamento básico;

c) analisar a eficiência em cada município do Estado do Paraná para o período de 2007 e 2022;

d) comparar a evolução da eficiência nos municípios analisados do Estado do Paraná entre os períodos.

Para cada cidade, será criada uma medição da eficiência técnica para os anos de 2007 e 2022 isoladamente. Os resultados que serão alcançados, por meio de metodologia de Análise Envoltória de Dados, poderão servir como base para a empresa no ajuste das unidades prestadoras de serviço disponível em cada cidade do Estado do Paraná, na distribuição adequada de recursos financeiros, na dinâmica das despesas para exploração de captação de água.

Procedimentos Adotados.

Guerreiro (2006), destaca que o modelo BCC (Banker, Charnes e Cooper, 1984), sugere que um aumento no *input* pode ressaltar em um aumento não proporcional ou até mesmo em uma diminuição no *output*. Esse modelo divide a eficiência do modelo CCR em duas partes: eficiência técnica e eficiência de escala. A eficiência técnica mede a correta utilização dos recursos conforme a escala de operação da DMU, enquanto a



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

eficiência de escala é a razão entre a eficiência BCC e a eficiência CCR, indicando a distância da DMU até uma DMU fictícia que opera na escala mais produtiva.

De acordo com Ferreira e Gomes (2020 p.108), quando um grupo de DMU's apresenta tamanhos variados, seja pelo número de empregos que geram, pelo tamanho dos seus ativos ou patrimônio líquido, pelo faturamento, ou por qualquer outra medida significativa, elas tendem a ter diferentes rendimentos de escala.

Ao considerar as opções da metodologia DEA, o modelo mais adequado para este trabalho, com a seleção e coleta das variáveis, será o modelo BCC, orientado a *output*. Portanto, primeiramente reproduz uma matriz com dados das DMUs (neste caso os municípios atendidos pela SANEPAR no Paraná) e as variáveis *inputs* e *outputs*.

Posteriormente será feita maximização ($Max \theta$), sujeito a (Equação 1):

$$\begin{aligned} x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} y_k &\geq 0, \forall i \\ -\theta y_{j0} - \sum_{k=1}^n y_{jk} y_k &\geq 0 \quad \forall j \\ \sum_k y_k &= 1 \\ y_k &\geq 0 \quad \forall k \end{aligned} \quad (1)$$

A metodologia DEA será utilizada em conjunto com o índice de produtividade de *Malmquist*. Mariano; Almeida e Rebelatto (2009) afirmam que a incorporação do índice *Malmquist* possibilita a comparação da eficiência produtiva de uma determinada Unidade Tomadora de Decisão (DMU) em dois períodos temporais distintos. Isso se torna importante, pois com os resultados dessa análise será possível evidenciar a evolução de uma DMU.

Para a metodologia DEA e DEA-*Malmquist*, o software que será utilizado para o processamento dos dados é o Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD).

No saneamento básico, inúmeras são as variáveis que influenciam direta ou indiretamente. A escolha dos *inputs* e *outputs* se baseou na possibilidade de se comparar os elementos entre as cidades. A escolha das variáveis teve como suporte os trabalhos contidos na revisão de literatura, além de estarem disponíveis nos bancos de dados do Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento (SNIS), anos 2007 e 2022.

Quadro 1 - Descrição da variável e a referência dos inputs e output utilizados no modelo DEA

Variável input	Descrição	Referência
Despesas de Exploração.	Valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços.	Kistner, Ferreira e Kazmirczak(2022); Guimarães e Carvalho (2023); Portela, Santos e Borba. (2018); Barbosa, Tomaz e Azevedo (2019); Tourinho <i>et al.</i> (2021); Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2020);

XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

Variável <i>output</i>	Descrição	Referência
Volume de água consumido.	Volume anual de água consumido por todos os usuários.	Portela, Santos e Borba (2018); Barbosa, Tomaz e Azevedo (2019); Tourinho <i>et al.</i> (2021); Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2020);
Extensão de rede de água.	Comprimento total da malha de distribuição de água.	Portela, Santos e Borba (2018); Barbosa, Tomaz e Azevedo (2019); Tourinho <i>et al.</i> (2021); Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2020);
Quantidade de ligações ativas de água.	Quantidade de ligações ativas de esgotos à rede pública que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência. Inclui as ligações ativas sem cobrança (por exemplo, instalações próprias do prestador e cobranças suspensas por decisão judicial).	Kistner, Ferreira e Kazmirczak (2022); Guimarães e Carvalho (2023); Portela, Santos e Borba (2018); Barbosa, Tomaz e Azevedo (2019); Tourinho <i>et al.</i> (2021); Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2020);
Quantidade de ligações ativas de esgoto.	Quantidade de ligações de água, providas ou não de hidrômetro, que estavam conectadas à rede de abastecimento de água e com água disponibilizada para o usuário no ano de referência.	Kistner, Ferreira e Kazmirczak (2022); Portela, Santos e Borba (2018); Barbosa, Tomaz e Azevedo (2019); Tourinho <i>et al.</i> (2021); Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2020);

Fonte: Elaborado pela autora.

Resultados e discussão.

Quadro 2 - Compilado da Revisão de Literatura.

Autores	Objetivo	Método
Azevedo (2023)	Avaliação da eficiência técnicas das companhias de saneamento básico da região nordeste utilizando a análise envoltória de dados.	DEA-BCC orientado a <i>output</i> .
Guimarães e Carvalho (2023)	Saneamento básico Goiano: uma proposta de intervenção regulatória para o aumento da eficiência e eficácia dos serviços oferecidos à população.	DEA-BCC orientado a <i>output</i> .
Kistner; Ferreira e Kazmirczak (2022)	Eficiência em empresas públicas e privadas do setor de saneamento básico: um estudo com aplicação da Data Envelopment Analysis (DEA)	DEA-BCC orientado a <i>input</i> .
Macedo e Sampaio (2021)	Avaliação do setor de saneamento no Brasil período 2015 usando o método Análise Envoltória de Dados (DEA).	DEA-BCC orientado a <i>input</i> .
Cavalcanti; Teixeira e Pontes (2020)	Avaliação da eficiência da gestão integrada do saneamento básico nos municípios brasileiros.	DEA-BCC orientado a <i>output</i> .
Cruz; Motta e Marinho (2019)	Análise da eficiência técnica e da produtividade dos serviços de água e esgotos no Brasil de 2006 a 2013.	DEA-BCC orientado a <i>output</i> .
Barbosa; Tomaz e	Análise da eficiência dos serviços de saneamento	DEA-BCC



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

Azevedo (2019)	prestados nos municípios da região metropolitana de Belo Horizonte com a utilização do método Análise Envoltória de Dados.	orientado a <i>output</i> .
Portella; Santos e Borba (2018)	Eficiência dos investimentos das prestadoras de serviço de saneamento dos municípios de Santa Catarina.	DEA-BCC orientado a <i>output</i> .
Rosa; Díaz-Becerra e Lunkes (2016)	Analisar a relação entre gastos públicos e atendimento à população com saneamento básico em cidades brasileiras e peruanas.	DEA-CCR
Hora et al. (2015)	Utilização da DEA para analisar a eficiência da prestação de serviços de saneamento dos municípios do estado do Rio de Janeiro.	DEA-BCC orientado a <i>input</i>

Fonte: Elaborado pela autora.

Esta seção abordará de início os dados primários obtidos através do SNIS nos anos de 2007 e 2022, a fim de analisar a eficiência técnica das DMUs escolhidas. Em seguida é apresentado os resultados da modelagem DEA para os anos de 2007 e 2022. Por fim, é apresentado os resultados da metodologia DEA-Malmquist e a discussão acerca da mudança no cenário de saneamento básico das Unidades estudadas durante o período analisado.

Considerações Finais.

No Brasil, a legislação avançou significativamente com a Lei 11.445/2007 e o novo Marco Legal do Saneamento Básico de 2020, buscando universalizar o acesso e melhorar a qualidade dos serviços. Dados recentes mostram progressos, mas ainda há desafios substanciais. A SANEPAR, responsável por grande parte do atendimento no Paraná, é exemplo de avanços regionais.

A metodologia DEA, aplicada para medir a eficiência dos serviços de saneamento, revela disparidades entre municípios e períodos. Comparar os dados de 2007 e 2022 permite identificar áreas de melhorias e boas práticas que podem ser replicadas. A eficiência dos serviços de saneamento é vital não apenas para saúde, mas também para a gestão sustentável de recursos e o desenvolvimento econômico.

A análise de eficiência técnica proporciona insights valiosos para a formulação de políticas públicas mais eficazes, promovendo a qualidade de vida e o bem-estar social. Portanto, as conclusões deste trabalho contribuem para um entendimento aprofundado da eficiência dos serviços de saneamento, oferecendo um caminho para melhorias contínuas na prestação desses serviços no Paraná.

Agradecimentos.

Ao conselho Nacional de Pesquisas Científicas e Tecnológicas (CNPQ) e a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio de bolsas e recursos de fomento à pesquisa.



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

Referências

FERREIRA, C. M. C.; GOMES A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teorias, modelos e aplicações**, 2. Ed. Viçosa: UFV, 2020.

GUERREIRO, A. S. **Análise da eficiência de empresas de comércio eletrônico usando técnicas da análise envoltória de dados**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Pontifícia Universidade Católica, Departamento de Engenharia Industrial, Rio de Janeiro, p. 90. 2006.

MARIANO, E. B.; ALMEIDA, M. R.; REBELATTO, D. A. N. Eficiência pela técnica dos números índices: uma aplicação em aeroportos. In: XVI Simpósio de Engenharia de Produção, XVI, 2009, Botucatu. **Anais** [...]. Botucatu: UNESP, 2009.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 5 de janeiro de 2007. Disponível em: < [A horizontal banner containing the logos of the participating institutions. From left to right, the logos are: UNIOESTE \(a stylized 'U' with a sun-like pattern\), UEM \(Universidade Estadual de Maringá\), UEL \(Universidade Estadual de Londrina\), UEPG \(Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'\), UNESPAR \(Universidade Estadual do Paraná\), UNICENTRO \(Universidade Estadual do Centro-Oeste\), UNILA \(Universidade Estadual de Londrina\), UFPR \(Universidade Federal do Paraná\), UFFS \(Universidade Federal do Rio de Janeiro\), UNICAN \(Universidade Nacional de Caxambu\), and APEP \(Associação de Pesquisadores em Economia Paranaense\).](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm#:~:text=L11445compilado&text=LEI%20N%C2%BA%2011.445%2C%20DE%205%20DE%20JANEIRO%20DE%202007.&text=Art.,pol%C3%ADtica%20federal%20de%20saneamento%20b%C3%A1sico.>. Acesso em: 13 maio de 2024.</p></div>
<div data-bbox=)