

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**MAURÍCIO FRANCISCO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS SERVIÇOS EDUCACIONAIS NOS MUNICÍPIOS**  
**DO ESTADO DE PERNAMBUCO.**

**RECIFE – PE**

**2022**

**MAURÍCIO FRANCISCO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS SERVIÇOS EDUCACIONAIS NOS MUNICÍPIOS  
DO ESTADO DE PERNAMBUCO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado pelo aluno **MAURÍCIO FRANCISCO DE OLIVERIA** ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, como pré-requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas sob a orientação do professor **Dr. ANDRÉ DE SOUZA MELO.**

**RECIFE – PE**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O48MAU FRANCISCO DE OLIVEIRA, MAURICIO  
RICIO ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS SERVIÇOS EDUCACIONAIS NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE  
FRANCIS PERNAMBUCO / MAURICIO FRANCISCO DE OLIVEIRA. - 2022.  
COa 38 f. : il.

Orientadora: ANDRE DE SOUZA MELO.  
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Econômicas, Recife, 2022.

1. Escala de eficiência.. 2. Educação . 3. Pernambuco. 4. DMUs. 5. IDHM . I. MELO, ANDRE DE SOUZA, orient.  
II. Título

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS SERVIÇOS EDUCACIONAIS NOS  
MUNICÍPIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO.

MAURÍCIO FRANCISCO DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado com nota \_\_\_\_ apresentado em 30/05/22

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Andre de Souza Melo

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Eliane Aparecida Pereira de Abreu

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Poema Isis Andrade de Souza

---

## AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho acadêmico primeiramente a Deus, por ser a paz profunda em minha vida, minha luz e meu guia, meu Rei dos reis, obrigado pela a vida, pelas lágrimas, obrigado pelos risos, E muito obrigado por permitir aprender na boniteza e na alegria.

A todos os colaboradores da Universidade Rural Federal de Pernambuco por ter me possibilitado um ambiente de aprendizado familiar, seguro e, sobretudo, de respeito às diferenças.

A todos os meus professores que me possibilitaram a construção de meu capitalhumano e, principalmente, ao meu orientador, o professor André de Souza Melo, pela paciência, compreensão e por mostrar o caminho certo para a conclusão do trabalho acadêmico.

Aos meus pais e irmãos, que me incentivaram nos momentos difíceis e especialmente em memória de minha irmã Márcia Francisca de Oliveira.

À minha esposa Eliane Maria da Silva e à minha filha Evelyn Emanuely Silva de Oliveira pelo apoio e paciência demonstrada durante o período do projeto.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, especialmente aos meus amigos, o economista Joed Freira Pereira da Silva, Henrique Gomes Silva, Paula Tércimam Gomes Santos, professor Hugo José de Souza Prazeres e Carlos Henrique Coêlho de Menezes por ser um presente de Deus em minha vida.

Em comemoração ao centenário de Paulo Freire, “Ainda que desejem bons professores para seus filhos, poucos pais desejam que seus filhos sejam professores, Isso nos mostra o reconhecimento que o trabalho de educar é duro, difícil e necessário,” Paulo Freire.

## RESUMO

A educação é um processo natural da ação dos indivíduos em busca da criação e acúmulo de conhecimento que possibilita o desenvolvimento de toda a sociedade. Para os indivíduos aumentarem o capital humano necessita-se de investimento de natureza privada e pública. Contudo, precisa se aferir o resultado obtido com esse investimento. Assim, o objetivo deste trabalho é verificar a eficiência atual na prestação dos serviços educacionais no âmbito do estado de Pernambuco. Além disso, verificar quais as principais variáveis consideradas que afetam o desempenho educacional. Para isso, a metodologia foi pautada em duas técnicas complementares: a Análise Envoltória de Dados, para examinar a relação entre o desempenho educacional dos alunos do ensino fundamental frente aos recursos utilizados e o modelo TOBIT para verificar as variáveis que influenciam a eficiência dos gastos públicos de educação fundamental dos municípios de Pernambuco. Os resultados iniciais sinalizam que a eficiência não está relacionada com o aumento dos gastos por aluno. Um maior nível de rendimento médio mensal das pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes não tem correlação positiva com a educação. Conforme análise das variáveis do modelo de regressão Tobit o IDHM mostrou que tem uma correlação inversa com a eficiência, quanto menor o IDHM maior é a escala de eficiência de uma DMU de que municípios de regiões pobres possuem altos escores de eficiência. A densidade demográfica teve uma correlação positiva com a eficiência. Os resultados demonstram que a transferência de recursos do FUNDEB para os municípios do estado de Pernambuco necessita de outras variáveis socioeconômicas para explicar o impacto sobre a eficiência. Destaca-se como limitações, o fato da metodologia não levar em considerações as diferentes tecnologias utilizadas em cada Município. Da mesma forma, a pesquisa apenas utiliza uma pequena quantidade de variáveis dentro da diversidade de fatores que interferem na educação.

**Palavras-chave:** Escala de eficiência. Educação. IDHM. Pernambuco. DMUs.

## ABSTRACT

Education is a natural process of the action of individuals in search of the creation and accumulation of knowledge that enables the development of the whole society. For individuals to increase human capital, private and public investment is needed. However, it is necessary to assess the result obtained with this investment. Thus, the objective of this work is to verify the current efficiency in the provision of educational services within the state of Pernambuco. In addition, verify which are the main variables considered that affect educational performance. For this, the methodology was based on two complementary techniques: Data Envelopment Analysis, to examine the relationship between the educational performance of elementary school students in relation to the resources used and the TOBIT model to verify the variables that influence the efficiency of public spending of elementary education in the municipalities of Pernambuco. Initial results indicate that efficiency is not related to increased spending per student. A higher level of average monthly income of those responsible for permanent private households does not have a positive correlation with education. According to the analysis of the variables of the Tobit regression model, the IDHM showed that it has an inverse correlation with efficiency, the lower the IDHM, the greater the efficiency scale of a DMU in which municipalities in poor regions have high efficiency scores. Population density had a positive correlation with efficiency. The results demonstrate that the transfer of FUNDEB resources to the municipalities in the state of Pernambuco requires other socioeconomic variables to explain the impact on efficiency. The fact that the methodology does not take into account the different technologies used in each Municipality stands out as limitations. Likewise, the research only uses a small number of variables within the diversity of factors that interfere in education.

**Keywords:** Efficiency scale. Education. IDHM Pernambuco. DMUs.

## **LISTA DE FIGURAS**

- FIGURA 1 - TESTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS FUNDEB E EFICIÊNCIA** 28
- FIGURA 2 - OS SCORES DE EFICIÊNCIA E O RENDIMENTO MÉDIO MENSAL DOS RESPONSÁVEIS PELOS DOMICÍLIOS EM COMPARAÇÃO COM EFICIÊNCIA** 29



## **LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1 - VARIÁVEIS ESCOLHIDAS PARA OS MODELOS</b>	23
<b>TABELA 2 - TESTE UTILIZADO PARA AVALIAR A ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS</b>	29
<b>TABELA 3 - TESTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON</b>	29
<b>TABELA 4 - ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DO MODELO DE REGRESSÃO TOBIT</b>	30
<b>TABELA 5 - CORRELAÇÃO DO IDHM COM A EFICIÊNCIA</b>	31

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)	16
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>21</b>
3.1 Primeiro estágio Análise Envoltória de Dados	22
3.2 Modelo Multivariado de Regressão Tobit (TOBIT)	25
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A educação é um processo resultante da ação humana em busca da criação e acúmulo de conhecimento capaz de transformar a sociedade por meio da mudança dos indivíduos e conseqüentemente da sua realidade (COSTA, 2012, p.78). Os efeitos socioeconômicos desse processo de aprendizagem já eram objeto de estudo de economistas como Jean Baptiste Say (1803) e Adam Smith (1776), os quais atrelaram a formação de capital humano ao avanço de indicadores sociais e econômicos.

Para Paul Romer o investimento em educação fomenta o acúmulo de conhecimento que faz surgir novas ideias e inovações tecnológicas que podem ser aproveitadas por todos (OLIVEIRA, 1998, p. 61). A pesquisa de Alencar et. al. (2013) aponta que a educação está negativamente correlacionada com o Índice de Gini contribuindo para a maior distribuição de riqueza. No mesmo sentido, Souza et. al. (2013) indica que há uma correlação entre as variáveis de renda e educação reduzindo a desigualdade social. Essas pesquisas demonstram a relevância do tema para a sociedade brasileira que apesar disso ignorou, por muito tempo, o direito a educação, no âmbito da educação pública, segundo (GOLDEMBERG, 1993).

O setor público é o principal responsável pela formação de capital humano no Brasil. Para se ter ideia da importância do setor público para o tema, o censo escolar realizado anualmente por o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) afirma que, do total de matriculados por dependência administrativa aproximadamente 82% está no setor público e 48 % refere-se exclusivamente à esfera municipal (INEP, 2020). Como principal provedor da educação, o estado deve planejar o sistema de forma a atingir qualidade e eficiência nos gastos realizados. Para garantir um nível adequado de investimento, a Constituição da República Federativa do Brasil, no seu art. 212, estabelece que os estados e municípios destinem no mínimo 25% do total da sua receita tributária para o financiamento do ensino básico.

Segundo o relatório da OCDE (2020), entre 2000 e 2015 os gastos públicos com educação fundamental e superior no Brasil cresceram de 9,1% para 14,3% em relação ao gasto total do governo, sem contabilizar programas de apoio estudantil. Os ensinos infantil, médio e superior tiveram cada um, aumentos semelhantes em termos de percentuais do PIB. Especificamente em 2003 houve uma reestruturação das políticas públicas educacionais em todos os níveis de ensino, realizando-se um investimento de R\$ 18,1 bilhões na educação, avançando posteriormente para R\$ 54,2 bi, em 2010. Para o período de 2016, o montante atingiu

100 bilhões, portanto, os gastos aumentaram cerca de cinco vezes entre 2003 e 2016

após a reestruturação (NETO, NEZ, 2021). No Brasil, a maior parcela das despesas vai para os anos iniciais e anos finais do ensino fundamental, semelhantemente a outros países.

Conforme o Relatório Educação Para Todos No Brasil (2000-2015) os recursos públicos destinados ao ensino básico para os municípios brasileiros entre os anos de 2000 e 2013 teve um crescimento de 17,6 bilhões.

Contudo, conforme Monteiro (2015), o aumento nos gastos com educação não é a garantia de um melhor desempenho dos alunos na sala de aula. Diante do aumento dos recursos aplicados, é importante avaliar os resultados obtidos em termos de eficiência. Isso indica que um aumento de gastos pode não resultar em eficiência no uso dos recursos. Além disso, antes de aumentar o volume de investimento, é preciso diagnosticar a necessidade de avanços no sistema e a melhor alocação dos recursos.

No Relatório Nacional de Portugal, o Brasil ainda ocupa a 60ª posição no ranking de educação em uma lista de 76 países. No período de 2018 participaram no PISA 79 economias do mundo e cerca de 600 mil alunos, representando 32 milhões de jovens de 15 anos de idade do mundo inteiro. (PISA 2018).

Conforme o resumo Técnico do Estado de Pernambuco Censo da Educação Básica 2020, as matrículas na educação infantil tiveram um crescimento de 1,0% de 2016 a 2020, atingindo um total de 331.026 no período de 2020. No ensino fundamental foram registradas 1,3 milhão de matrículas, o valor é menor em 4,7% em comparação ao ano de 2016. Os anos iniciais tiveram um decréscimo de 5,5% nas matrículas entre o período de 2016 e 2020 e os anos finais apresentaram um decréscimo de 3,6% no mesmo período. A rede municipal apresentou uma participação de 70,4 % nos anos iniciais e de 55,8 % nos anos finais no total das matrículas realizadas em todo o estado de Pernambuco.

Nos últimos cinco anos teve um decréscimo de 13,0% no número de pré-escolas ofertadas pelos os municípios de Pernambuco enquanto teve um aumento 3,7% de escolas que oferecem creche. No período de 2015 a 2020 teve um decréscimo de 2,7% no número de escolas que oferecem a prestação de serviços educacionais dos anos finais e para os anos iniciais teve uma queda de 14% (INEP/MEC, 2021).

As instituições estão demandando capital humano mais qualificado nos últimos oito anos. O aumento aconteceu com a adoção de diretrizes nacionais para a formação inicial de professores (OCDE, 2021). No setor da educação infantil do estado de Pernambuco atuam 18.798 docentes, desses 61,8% possuem nível superior completo, 58,1% em grau acadêmico de

licenciatura e 3,8% bacharelado. Nos anos finais do ensino fundamental 86,5% dos colaboradores educacionais possuem nível superior. Teve um aumento do percentual de professores com formação em licenciatura de 7,2 % nos anos de 2016 e 2020 (INEP/MEC, 2021).

Além disso, a Gestão de cada municípios é autônoma na etapa de ensino e há uma tendência entre os municípios Pernambucano a criação de Conselho Municipal de Educação (CME), Sistema Municipal de Ensino (SME) e aos poucos vêm assumindo a responsabilidade na prestação do atendimento à educação infantil entre crianças de 0 a 5 anos. (CARVALHO, SANTIAGO, 2020). Diante disso, esse trabalho tem por finalidade verificar a eficiência atual na prestação dos serviços educacionais no âmbito do estado de Pernambuco.

É primordial a utilização dos gastos públicos com eficiência, principalmente na prestação de serviços educacionais básicos onde a maior parte das despesas com educação é aplicada (MESQUITA e WANDE, 2020). Assim, há a necessidade de aferir se os investimentos públicos destinados para o setor de educação básica estão sendo utilizados de forma eficiente e, assim, permitir aos colaboradores educacionais planejarem a tomada de decisões orientadas para melhores resultados.

No sentido de avaliar a relação entre investimento em educação e eficiência, Almeida e Gasparini (2011) utilizaram a DEA, para examinar a relação entre o desempenho educacional dos alunos do ensino fundamental frente aos recursos utilizados. Os autores utilizaram ainda o Modelo TOBIT para verificar variáveis que influenciam a eficiência dos gastos públicos na educação fundamental.

Atualmente, a Análise Envoltória de Dados (DEA) é um instrumento que tem sido muito utilizado na literatura para medir a eficiência dos gastos públicos com educação. Essa ferramenta tem a finalidade de auxiliar a gestão pública na tomada de decisão e maximizar a utilização dos recursos escassos, permitindo obter-se eficiência (FILHO, PEREIRA, SILVA e ARAÚJO, 2016).

A situação do país não é das melhores, segundo Araújo e Araújo, 2018, há um déficit de investimento no ensino fundamental e de creches e existe uma taxa de analfabetismo muito grande, fato inaceitável se comparado a outros países semelhantes ao Brasil que já eliminaram esse problema. Em relação ao Nordeste, a taxa de analfabetismo representa cerca de 55% do total brasileiro em 2018. No atendimento escolar, o percentual chega a 98% das crianças acima de 14 anos, em comparação com 98,5% no Brasil.

Segundo os autores, o estado de Pernambuco vem se destacando no aumento do nível

de qualidade da educação, entre os estados do Nordeste. Não obstante, tem-se observado evasão dos ingressantes em cursos de graduação, sendo um dos motivos apontados à fragilidade da formação no ensino básico (ARAÚJO, ARAÚJO, 2018).

Este trabalho estará dividido em mais 6 tópicos. O capítulo 2 apresenta a Revisão de Literatura com conceitos de gestão pública, qualidade do gasto público e avaliação da qualidade do gasto. O capítulo 3 apresenta a metodologia. O capítulo 4 refere-se aos resultados observados e o capítulo 5 apresenta as considerações finais.



## 2. REVISÃO TEÓRICA

### 2.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

Existem diversos métodos de análise de desempenho. Entre os quais está o Data Envelopment Analysis (DEA) que pela facilidade de utilização em relação aos demais e em função de ser um método não-paramétrico, é um dos mais utilizados.

Na literatura há vários artigos que mensuram a eficiência técnica na alocação de recursos (capital humano dos professores, estrutura da sala de aula, biblioteca, equipamentos) e analisam direta ou indiretamente a tecnologia educacional, como afirma Frier apud Moreira, 2016. A eficiência do gasto público foi avaliada por diversos autores, em sua maioria utilizando técnicas não paramétricas para construir medidas de eficiência, tais como a Análise Envoltória de Dados ou Data Envelopment Analysis (MOREIRA, 2016).

Um exemplo é o trabalho de Freitas, Flach e Santos (2015). Os autores utilizaram a Análise Envoltória de Dados para verificar a eficiência na aplicação dos gastos em educação dos municípios de Santa Catarina e o modelo de regressão Tobit para descobrir quais as principais variáveis que afetavam o nível de eficiência na prestação do ensino básico. Vários modelos foram estimados utilizando variáveis como rendimento médio do responsável pelo domicílio, IDHM, PIB, densidade demográfica, taxa de analfabetismo, gastos provenientes do Fundo Nacional para a Educação Básica (FUNDEB) e taxa de matrícula.

Em relação à regressão Tobit, os p-valores das estatísticas Z das variáveis do modelo indicou a significância para as variáveis IDHM, PIB e densidade demográfica. Quanto à densidade demográfica dos municípios, o resultado demonstrou que quanto maior o número de habitantes por metro quadrado, maior é o índice de eficiência do gasto com educação básica. A hipótese dos autores é que, quando a demanda aumenta por um serviço público com o mesmo nível de investimento, haverá a necessidade de melhor alocação dos recursos limitados sem que haja necessidade de aumentar a transferência de recursos. A variável IDHM demonstrou relação positiva com a escala de eficiência indicando uma melhora na qualidade de vida concomitante com a eficiência. Indicando que os municípios que apresentam um melhor bem-estar social tendem a aplicar melhor seus recursos com educação.

Schuste e Zonatto (2017) também utilizaram o modelo DEA para avaliar a eficiência dos recursos destinados para a educação básica das séries iniciais do ensino fundamental dos dez maiores municípios de cada estado. Os resultados apontaram que entre as 260 cidades analisadas apenas 13 municípios foram eficientes. Por outro lado, 92,31% atingiram a meta



estipulada pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica-IDEA no período. Municípios com maior investimento por discente não apresentam melhor desempenho, da mesma forma que cidades localizadas em regiões com um maior nível de desenvolvimento também não foram mais eficientes. Os autores, no entanto, defendem que os impactos da educação são intrinsecamente cumulativos. Portanto, os investimentos em educação realizados nesse período, causaram externalidade positiva em médio e longo prazo.

Outros autores que utilizaram a DEA foram Begnini e Tosta, 2017, Souza, Andrade, Silva e Câmara, 2017, Ferri, Pereira, Vieira e Visentin, 2017, Savian e Bezerra, 2013, Faria, Jannuzzi e Silva, 2008 e Almeida e Cunha, 2017. Os autores citados chegaram a uma conclusão comum de que não adianta aumentar somente os investimentos em educação, mas deve haver a preocupação em alocar os gastos de forma eficiente. Ou seja, não é somente o tamanho do gasto, mas também a forma como é realizado. Além disso, segundo os economistas Nogueira, Conceição e Imbroisi, 2013, o constante aperfeiçoamento, a especialização, a melhoria dos métodos, o aprendizado dentre outras variáveis são fontes de incremento contínuo de eficiência. Reduções de custo requerem planejamento e aperfeiçoamento constante.

De acordo com os autores Begnini e Tosta (2017), a educação é de grande relevância para a sociedade e é merecedora de toda atenção, principalmente das instituições públicas ligadas à área da educação. Entretanto, é um desafio utilizar os recursos públicos limitados com eficiência para promover o bem-estar social. A pesquisa de Benigni e Tosta (2017), corrobora para os resultados encontrados nos estudos de Diaz (2012), Kroth e Gonçalves (2014), de Adriano, Rosa e Flach (2015), Souza, Andrade e Silva (2015) e Lovell (1993). Os pesquisadores fizeram uma avaliação da eficiência dos gastos destinados à educação fundamental nos estados brasileiros, no período de 2011 e utilizaram a Análise Envoltória de Dados (DEA) para aferir a eficiência na alocação dos gastos com educação básica.

Nesse contexto, o estudo de Begnini e Tosta (2017) analisou a utilização dos gastos públicos com educação fundamental dos estados brasileiros pelas Unidades Tomadoras de Decisões (DMUS) com intuito de aferir a alocação eficiente dos investimentos para servir como benchmarking para as unidades que não alcançaram a eficiência de Pareto. Dentre os resultados encontrados, os autores evidenciaram que os estados das regiões Norte, Sudeste e Centro Oeste são eficientes em comparação com a região Nordeste que possui alta ineficiência na alocação dos recursos. Para Savian e Bezerra (2013), o Estado deve priorizar o investimento com educação, mas deve utilizar os recursos limitados com eficiência. Pois, essa combinação causa externalidade positiva para a sociedade. Nesse contexto, o ensino fundamental é

considerado essencial para a formação do capital humano dos indivíduos e promover o bem-estar de toda a sociedade. Os pesquisadores utilizaram o modelo da técnica Análise Envoltória de Dados (DEA), para aferir a eficiência dos investimentos públicos com a educação nas séries iniciais do ensino fundamental nos municípios do Estado do Paraná, no período de 2005 e 2009. O resultado encontrado demonstra que a administração pública aplica os recursos de forma ineficiente e que há necessidade de uma revisão na alocação do investimento. A conclusão corrobora com a literatura de Areralo (2004), Arvate, (2004), Schwartzman, (2004), Schultz, (1987), Mendonça (1997) e Brunet, Bertê e Borges (2008).

Conforme Santos, Freitas e Flach, (2015), a educação é um princípio constitucional que é a base para o desenvolvimento socioeconômico de uma nação. Nem sempre esse princípio é executado. Existe desigualdade no setor da educação, principalmente na prestação do serviço e isso se reflete no desenvolvimento distinto de cada região. Desse modo, o recurso limitado deve ser alocado com a máxima eficiência técnica na prestação de serviço de educação para permitir o aumento do bem-estar da sociedade.

Os autores afirmam que, conforme o crescimento do PIB municipal, os gestores deverão aumentar o montante de investimento no setor educacional. Mas, é de suma importância à utilização desses gastos com educação eficientemente. Apesar da afirmação dos autores, os resultados dessa pesquisa, referente aos municípios de Santa Catarina, concluíram que não existe correlação da escala de eficiência com o investimento em educação e cultura. Portanto, aumentar a transferência de recurso para o setor educacional não torna a Unidade Tomadora de Decisão necessariamente mais eficiente.

Esse resultado aponta no mesmo sentido de diversos outros autores, tais como DIAS; CAGNINI; CAMARGO, 2014, JANNUZZI; SILVA, 2008; LOPES; TOYOSHIMA, 2008; SILVA; ALMEIDA, 2012; DIA; CAGNINI; CAMARGO, 2014.

Josué Júnior et al (2016) reconheceram que as unidades tomadoras de decisões conseguem ser mais eficientes nos anos iniciais em comparação com os finais. Os pesquisadores utilizaram a metodologia em dois estágios: no primeiro utilizou-se o modelo DEA VRS com o objetivo de mensurar a eficiência e no segundo, o modelo censurado (Tobit) para identificar quais os determinantes da eficiência.

De acordo com Bezerra e Mattei (2019), os fatores socioeconômicos impactam na eficiência educacional dos municípios de Santa Catarina. Foi utilizado o modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA) para verificar quais as variáveis socioeconômicas que influenciam (in) eficiência em educação. Os resultados demonstram que apenas 21,37% dos municípios

são eficientes na alocação dos recursos nos primeiros anos da educação básica (MATTEI e BEZERRA, 2019).

Quanto à publicação dos resultados de pesquisa de Rodrigues e Teixeira (2016), com a finalidade de analisar os determinantes da (in) eficiência na alocação dos gastos públicos em educação dos municípios do estado de Minas Gerais, os autores fizeram o uso de procedimentos técnicos pautados em duas técnicas complementares: a primeira foi a Análise Envoltória de Dados e a segunda o modelo TOBIT. Foi apurado que no período de 2013, 85% dos municípios foram avaliados eficientes ou moderadamente ineficientes. Os resultados também mostram que o tamanho da população dos municípios e a escolaridade das mães dos alunos tiveram efeitos significativos sobre os resultados analisados.

Importa destacar que dispor de recursos não é suficiente para aumentar a qualidade da educação é necessárias políticas voltadas para área de educação. Os resultados ainda demonstram que municípios de grande porte que recebem as transferências do FUNDEB nem sempre são eficientes na alocação de recursos públicos. Os pesquisadores utilizaram duas técnicas complementares: a primeira a Análise Envoltória de Dados (DEA) e conjunto com a análise de regressão censurada Tobit (PEDROSA e ET. AL, 2022).

Os pesquisadores Diniz e Corrar (2011) têm direcionado sua atenção para a importância das transferências realizadas pelo Fundo de Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB) voltada para o desempenho dos discentes da educação fundamental municipal. Os autores também utilizaram as técnicas supracitadas por meio das quais evidenciaram que os municípios mais eficientes são aqueles que recebem uma quantidade maior de recursos pelo FUNDEB que, em certa medida, difere da pesquisa de Rodrigues e Teixeira (2016).

No caso da pesquisa de Nicolino Trompieri et. al (2009) que avalia a qualidade dos investimentos do Estado do Ceará em Educação e Saúde. Os autores utilizaram a análise envoltória de dados com a finalidade de estimar o índice de eficiência e construir um ranking robusto de eficiência. Os pesquisadores usaram procedimentos técnicos pautados na DEA com o objetivo de aferir a eficiência, e posteriormente o modelo de regressão censurada (Tobit) para avaliar o impacto de determinadas variáveis sobre a eficiência estimada. Os resultados demonstraram que apenas a variável densidade populacional mostrou-se não significativa. De acordo com os resultados obtidos para a educação, a variável que mais contribui para o aumento da eficiência é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Já Diniz et al (2014), abordam a influência das transferências condicionais na eficiência da educação fundamental brasileira. Os autores utilizaram Análise Envoltória de Dados para

mensurar a eficiência técnica para explicar como as transferências de recursos condicionais afetam negativamente as fronteiras de eficiências dos municípios brasileiros analisados no período de 2001 a 2009. Os resultados revelaram que as transferências intergovernamentais condicionais direcionadas à educação dos municípios brasileiros afetam negativamente a eficiência dos investimentos públicos destinados para o ensino fundamental.

Érica Ramos et al. (2021) analisaram a eficiência técnica das unidades locais da Emater no estado de Goiás. Entre os vários métodos disponíveis para mensurar a eficiência, os pesquisadores escolheram para o primeiro estágio a Análise Envoltória de Dados (DEA). Na segunda fase da metodologia a regressão censurada Tobit. Foi identificado que no primeiro estágio o que o nível médio da eficiência técnica das Unidades Tomadoras de Decisões no estado foi de 0,4013, o que significa que os municípios não maximizam a alocação de recurso e os investimentos poderia ser reduzido o em 59,87%, mantendo-se constante a produção.

Gustavo Saraiva Frio et. al (2018) a educação é considerada a chave para explicar o desenvolvimento dos municípios, estados e países. Por sua vez, os colaboradores governamentais têm destinado parcelas significativas de investimentos à educação. Mas, os recursos são escassos e necessitam ser aplicados com eficiência. Neste contexto, a pesquisa avalia a eficiência técnica das escolas municipais do ensino básico do estado do Rio Grande do Sul. Os resultados revelam que entre as escolas analisadas poucas são eficientes e que a desigualdade de renda aumenta a ineficiência das Unidades Tomadoras de Decisões Municipais.

### 3. METODOLOGIA

A análise envoltória de dados, mais conhecida por sua sigla em inglês DEA, é uma metodologia de análise de eficiência baseada em uma aplicação de programação linear. Trata-se de o método multivariado não paramétrico que compara a capacidade de uma unidade tomadora de decisão ou Decision Making Unit (DMU) de transformar inputs em outputs com outras unidades similares (BARBOSA, FUCHIGAMI, 2018).

Os autores Charnes, Cooper e Rhodes (1978) foram os responsáveis pelo o desenvolvimento da metodologia de análise DEA, desde então várias pesquisas acadêmicas se utilizaram dessa ferramenta de modo satisfatório para medir a eficiência pública em várias áreas da economia. O próprio trabalho de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) teve como objetivo o desenvolvimento de uma técnica para comparar a eficiência de escolas públicas, levando em consideração os inputs e os outputs dos serviços das unidades de ensino (ARAÚJO, RIBEIRO, MORAES, GOMES, 2016).

O modelo DEA assume a existência de uma fronteira de produção eficiente construída a partir de métodos de programação linear, a qual envolve um conjunto de dados que são as Unidades de Decisão (DMUs) representadas por scores de eficiência. Na análise envoltória de dados, o método de programação linear serve para calcular e comparar as eficiências de diferentes sistemas produtivos (AFONSO e AUBYN, 2005). Para encontrar a eficiência, calcula-se a divisão da soma do produto dos outputs pelos seus respectivos pesos, pela soma do produto dos inputs pelos seus pesos (BARBOSA, FUCHIGAMI, 2018).

A aplicação da análise envoltória de dados pode se dar por meio de duas abordagens diferentes: o modelo de programação orientado aos outputs ou do modelo orientado aos inputs. Conforme Afonso e Aubyn, 2005, ao utilizar a abordagem orientada aos inputs, tem-se como objetivo avaliar até que ponto o quantitativo de insumos pode ser reduzido sem alterar o quantitativo dos outputs. Por outro lado, o estudo voltado para os outputs, vai examinar o quanto as quantidades de saída podem ser aumentadas sem necessidade de variação nas quantidades de insumos usados.

Além disso, pode-se considerar um modelo com retornos constantes de escala denominada por CCR (iniciais de Charnes, Cooper e Rhodes, os autores do modelo), cuja fronteira de eficiência será uma reta passando pela origem. Alternativamente, pode-se considerar o modelo BCC que leve em consideração o tamanho das DMUs e os possíveis ganhos de escala decorrentes do tamanho das unidades decisoras, consequentemente ter-se-á retornos

variáveis de escala. BCC é o acrônimo de Banker, Charnes e Cooper que incorporaram ao modelo DEA o retorno variável de escala (BARBOSA, FUCHIGAMI, 2018). A escolha do modelo de Retornos Variáveis de Escala (VRS) tem a finalidade de medir a disparidade de tamanho existente entre as economias dos municípios do estado de Pernambuco (SANTOS, FREITAS, FLACH, 2020).

Tendo como base Afonso e Aubyn, 2005 e Santos, Freitas e Flach, 2008, este trabalho optou por abordar o problema pela perspectiva do modelo orientado aos outputs. Pretende-se, em um primeiro estágio, indicar a possibilidade de aumentar o nível de serviço educacional sem aumentar o uso de insumos utilizados na educação. Além disso, considerando-se que o tamanho de cada município é diferente o modelo utilizado será aquele que considera os retornos variáveis de escala. Portanto, o DEA-BCC.

No segundo momento, foi utilizado um modelo de regressão Tobit, a exemplo de Santos, Freitas e Flach, 2015, com o intuito de estabelecer as significâncias das variáveis que explicam a eficiência obtida. O Tobit foi inicialmente desenvolvido por James Tobin no período de 1958 e possibilita identificar quais as variáveis do modelo proposto influenciam a eficiência dos gastos públicos (MACIE, KHAN E ROCHA, 2018). O Modelo possui características similares à regressão de mínimos quadrados, mas seu diferencial é que assume uma distribuição censurada ou normal truncada.

A metodologia do Tobit utiliza a Máxima verossimilhança que possibilita encontrar os estimadores consistentes e de natureza intrinsecamente e assintoticamente eficientes dos parâmetros e da variância, (FERREIRA, GONÇALVES e BRAGA, 2007). Santos, Freitas e Flach, 2015, utilizaram a regressão tobit para aferir quais os fatores que determinam os níveis ótimos de eficiência. Os autores aplicaram erros padrão robustos por conta da presença de heterocedasticidade, característica do modelo de regressão citado (SOUZA, WILHELM, 2018).

Nesse contexto, a regressão Tobit torna-se uma ferramenta eficiente para estimar a relação entre a variável dependente e outras variáveis explanatórias (AMEMIYA 1984 APUD MACIEL, KHAN E ROCHA, 2018).

### **3.1 Primeiro estágio Análise Envoltória de Dados**

Este trabalho utilizou na amostra o total de 184 municípios do estado de Pernambuco, O arquipélago de Fernando de Noronha foi retirado por ser um distrito estadual. Para as estimativas do modelo de Análise Envoltória de dados, as variáveis foram divididas em dois grupos: variáveis de entrada ou inputs e variáveis de saída ou outputs. Nesse contexto, foram

escolhidos os indicadores de produto e insumo utilizados para o primeiro estágio.

A metodologia da pesquisa utilizou os dados do ano de 2010 pela disponibilidade no censo brasileiro pela falta de informações dos dados estatístico dos 184 municípios do estado de Pernambuco no período de 2011 a 2021 impossibilitava a conclusão da metodologia para análise do período mais recente. Estes podem ser observados na tabela a seguir.

**Tabela 1** - Variáveis escolhidas para os Modelos

Primeiro estágio Análise Envoltória de Dados (DEA)	
Inputs	Outputs
<p>O Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb);</p> <p>Rendimento Médio Mensal das Pessoas Responsáveis pelos Domicílios Particulares Permanentes de PE.</p>	<p>Taxa de atendimento às crianças de 0 a 5 anos (TaxAt 0-5);</p> <p>Taxa de atendimento as a taxa deatendimento às crianças de 5 a 6 anos (TaxAt 5-6);</p> <p>Taxa de atendimento às crianças de 7 a 14 anos (TaxAt 7-14);</p> <p>a taxa de alfabetização de crianças de 11 a 14 anos.</p>
Segundo estágio Modelo Multivariado de Regressão Tobit (TOBIT)	
<p>As variáveis selecionadas para o ModeloTOBIT.</p>	<p>X1 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM); X2 – Produto Interno Bruto do Município (PIB); X3 – Densidade demográfica.</p>

**Fonte:** Elaboração própria.

Em relação aos inputs, uma das variáveis usadas foi o valor referente ao Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB) que representa o gasto público de cada município com educação e cultura. O gasto do FUNDEB foi dividido pelo número de alunos de cada Unidade Tomadora de Decisões. Os dados do Fundo são referentes ao ano de 2010 e foram colecionados do site do Tesouro Nacional. A segunda variável escolhida como input foi o rendimento médio mensal

dos responsáveis pelos domicílios particulares permanentes de cada município. O Rendimento Médio Mensal das Pessoas Responsáveis pelos Domicílios Particulares Permanentes de PE foi obtido para o período de 2010 no site do Atlas Brasil.

É proposto a utilização da variável Renda como input para ponderar a relação entre o impacto de renda sobre a demanda por serviços de educação. Flach acredita que os municípios que apresentem um rendimento médio mensal dos responsáveis pelos domicílios particulares permanentes maiores busquem por mais educação (SANTOS, FREITAS, FLACH, 2020).

Acerca dos outputs, dentre as variáveis utilizadas estão a taxa de atendimento às crianças de 0 a 5 anos (TaxAt 0 – 5), a taxa de atendimento as a taxa de atendimento às crianças de 5 a 6 anos (TaxAt 5 – 6) e a taxa de atendimento às crianças de 7 a 14 anos (TaxAt 7 – 14). Essas taxas representam o total de discentes matriculados na rede pública municipal do ensino fundamental. Além dessas, foi incluída como saída, a taxa de alfabetização de crianças de 11 a 14 anos (TaxAlf 11 – 14). Esta representa o sucesso do esforço do governo em utilizar seus recursos para ensinar a leitura e a escrita para seus os alunos.

No tocante ao segundo momento das estimativas, ou seja, quanto ao uso do modelo Tobit para identificar a correlação e o impacto de determinadas variáveis nos scores de eficiência, foram utilizadas três variáveis como pode-se observar na Tabela 1 acima. Para uma maior compreensão das variáveis usadas, passamos a descreve-las um a seguir:

- a variável (X1) o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal IDHM, que representa o bem-estar da sociedade. Espera-se que, quanto maior o IDHM por Unidade Tomadora de Decisão maior será a eficiência na alocação dos recursos pelos os gestores municipais. Conforme a Organização das Nações Unidas (ONU), o Desenvolvimento Humano (IDH) tem como finalidade a demonstração das informações a respeito do nível educacional, longevidade e renda dos municípios, dos estados e do país;
- o PIB é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por uma Nação, estado ou município, geralmente em um ano. Todos os países calculam o seu PIB nas suas respectivas moedas (IBGE, 2022). (X2) o Produto Interno Bruto dos Municípios de Pernambuco (PIB) com a finalidade de verificar como as variações do PIB municipal interferem na aplicação dos gastos com educação pelos gestores municipais. Com uma maior base de arrecadação as prefeituras teriam uma maior disponibilidade para aplicação de recursos, trazendo efeitos positivos sobre a educação;
- A Densidade demográfica é um índice que calcula o número de habitantes por quilômetro quadrado. Nesse contexto, esse índice possibilita a análise da população de



um dado lugar (IBGE, 2022). E (X3) Densidade demográfica por município. Essa variável tem por finalidade aferir o impacto do crescimento populacional na educação básica dos municípios de Pernambuco, ou seja, uma variação no crescimento da população poderá afetar o nível de eficiência dos serviços em educação básica.

Conforme, Peña, 2008, o modelo BCC utiliza os retornos variáveis de escala (VRS) que formam uma fronteira convexa eficiente com as melhores unidades tomadoras de Decisões, independentemente da escala de operação. Posteriormente passa a classificar as unidades ineficientes de acordo com a escala de produção. A fronteira convexa significa que a eficiência máxima varia em função da economia de escala e pode-se, desta forma, comparar unidades de portes distintos.

No primeiro passo foram selecionados os municípios do estado de Pernambuco como Unidades Tomadoras de Decisões (DMUs). Posteriormente, passa-se a definir os insumos e produtos em estudo. As unidades selecionadas devem ser homogêneas, isto é, produzir os mesmos bens e serviços, utilizando os mesmos insumos. González, Araya, 2003 apud Peña, 2008, aconselha que o número mínimo de unidades analisadas seja cinco vezes maior que o número de insumos no modelo, por isso deve-se evitar a inclusão de grande número de insumos e produtos. Após essas especificações executou-se a metodologia através do software R para a análise envoltória de dados em uma planilha eletrônica para tratamento das tabelas.

### **3.2 Modelo Multivariado de Regressão Tobit (TOBIT)**

Na segunda fase é aplicado o modelo multivariado de regressão Tobit. Adkins, 2014, citado por Santos e Rover, 2018 afirma que a característica truncada, ou censurada, dos scores de eficiência torna as estimativas do método dos mínimos quadrados (MQO) tendenciosas. Desta forma, seria mais adequado o uso da metodologia de regressão Tobit que não apresenta essa limitação.

O Modelo de regressão Censurada foi desenvolvido pelo economista James Tobin (1958) que propôs um modelo para acomodar situações como essa. Segundo Greene (2012), o Modelo tem a finalidade de identificar quais os fatores socioeconômicos influenciam na eficiência ou ineficiência da prestação dos serviços de educação básica.

As variáveis independentes escolhidas para este trabalho estão representadas na equação a seguir:

$$y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + E. (1).$$

A letra  $\alpha$  representa a constante da função, o  $\beta$  são os coeficientes estimados da regressão. X1; X2 e X3, são as variáveis independentes do modelo definidas como: X1 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM); X2 – Produto Interno Bruto do Município (PIB); X3 – Densidade demográfica. Por sua vez, os scores de eficiência, representados por “y” na equação, foram utilizados dentro do modelo proposto, com a finalidade de aferir quais daquelas variáveis possuíam uma relação de significância com os indicadores. O E representa os erros do modelo.

As variáveis selecionadas foram escolhidas a partir dos trabalhos de Silva e Almeida (2012), Carvalho e Sousa (2014), Araújo Júnior et al, (2016), Moraes et al, (2017) e Leonardo Flach et al, (2015), que tentaram aferir a (in) eficiência técnica dos investimentos públicos no setor de educação básica (anos iniciais e finais). Desta forma, aplicou-se primeiramente o DEA-BCC orientado ao produto, e em seguida, com os scores (variável dependente), obtidos nesse estágio inicial, foi estimado o modelo Tobit, tal como preconiza (SOUZA, WILHELM, 2018).

#### 4. RESULTADOS

A análise envoltória de dados, mais conhecida por sua sigla em inglês DEA, é uma metodologia de análise de eficiência baseada em uma aplicação de programação linear. Trata-se de o método multivariado não paramétrico que compara a capacidade de uma unidade tomadora de decisão ou Decision Making Unit (DMU) de transformar inputs em outputs com outras unidades similares (BARBOSA, FUCHIGAMI, 2018).

O procedimento foi pautado na literatura de Santos, Freitas e Flach (2015). A metodologia utiliza combinações das variáveis de outputs (FUNDEB e o rendimento médio mensal dos responsáveis pelos domicílios particulares permanentes,) e dos inputs TaxAt0 – 5, TaxAt5 – 6, TaxAt7 – 14 e TaxAlf11 –

14. Portanto, a metodologia tem o objetivo de mensurar a eficiência das Decision Making Units (DMU) ou Unidades de tomada de decisão, que, nesse caso, se referem aos municípios do estado de Pernambuco.

Foram construídos 15 modelos com várias combinações dos quatro outputs (TaxAt0 – 5, TaxAt5 – 6, TaxAt7 – 14 e TaxAlf11 – 14), mantendo-se sempre os dois inputs (FUNDEB e Rendimento Médio Mensal das Pessoas Responsáveis pelos Domicílios Particulares Permanentes) nos modelos. Para cada estimativa gerava-se um ranking com os scores de eficiência com qual era calculada uma medida de dispersão. Entre os 15 modelos avaliados o escolhido o modelo vrs10\_1o, que apresentou o maior desvio padrão de 1,7794 dos scores de eficiência em comparação com os demais.

O modelo que permitiu uma maior discriminação das Unidades Tomadoras de Decisões (DMUs) foi o VRS10\_1o o qual ficou composto das seguintes variáveis:, Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB), Rendimento Médio Mensal das Pessoas Responsáveis pelos Domicílios Particulares Permanentes, taxa de alfabetização de crianças de 11 a 14 anos (TaxAlf11-14).

Uma das principais vantagens da DEA é que por ela calcula-se a eficiência das Unidades Tomadoras de Decisões de maneira comparativa. Portanto, as DMUs mais produtivas serão sempre 100% e quanto mais se aproxima de zero menor eficiente. Por sua vez, o resultado tem de estar entre 0 e 100% ou 0 e 1.(BARBOSA e FUCHIGAMI,2018).

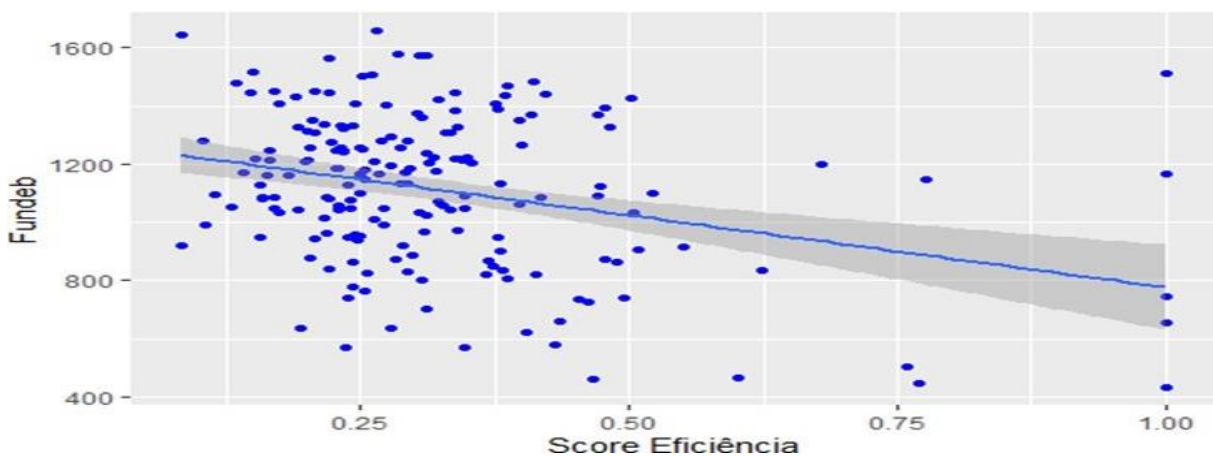
Os municípios do estado de Pernambuco que estiverem na fronteira de eficiência são considerados como benchmarks para os municípios não ineficientes. Desse modo, encontraram-se seis unidades eficientes: Abreu e Lima, Carnaubeirada Penha, Inajá, Itaíba, Manari e Santa Cruz. Os demais municípios do estado de Pernambuco foram considerados ineficientes.

Em relação ao FUNDEB, os dez primeiros municípios que receberam maior quantidade de transferência de recurso foram: Pannels, Afranio, Ipubi, Santa Filomena, Lagoa dos Gatos, Casinas, Itacuruba, Manari, Serrita e Jucati.

Das DMUs analisadas com maiores níveis de transferência de recursos do FUNDEB tão somente o Município de Manari foi eficiente na alocação dos gastos com educação. Os resultados iniciais sinalizam que a eficiência não está relacionada com o aumento dos gastos por aluno. Conforme resultado do Teste de Correlação de Pearson entre as variáveis socioeconômicas FUNDEB e Eficiência, a estatística atingiu o valor de  $-4,6669$  demonstrando uma correlação negativa entre essas duas variáveis. Pôde-se observar que o p-valor foi menor que 5% ( $p\text{-value} = 0,000005912$ ). Nesse caso, rejeita-se a hipótese nula que a correlação é zero.

**Fonte:** elaborado pelo autor.

**Figura 1** - Teste de Correlação de Pearson entre as variáveis socioeconômicas FUNDEB e Eficiência



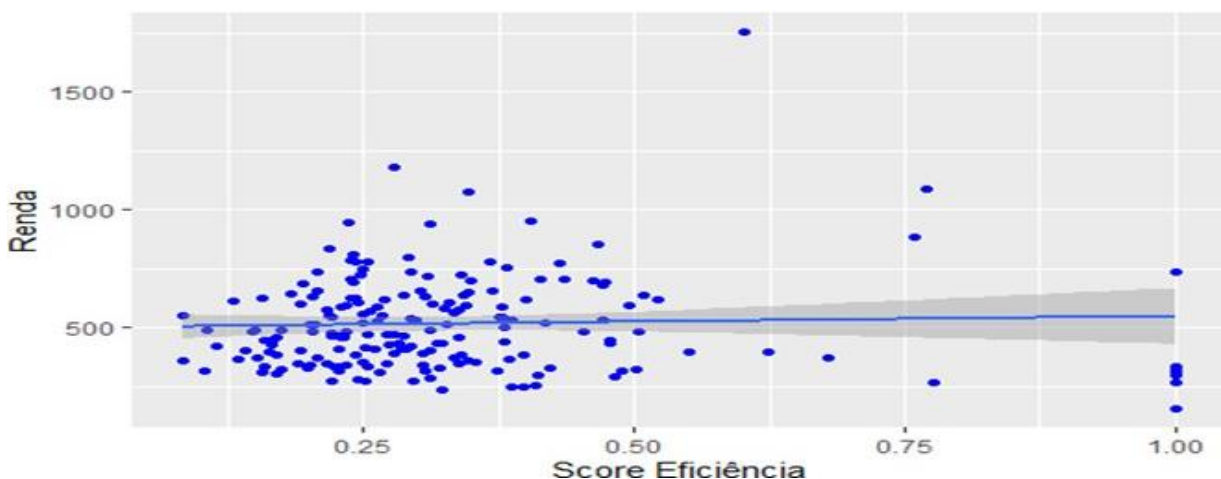
O resultado encontrado na análise é muito semelhante aos resultados dos estudos de Boueri, Mac Dowell, Pineda e Bastos (2014), que encontraram correlação negativa e fraca entre essas duas variáveis. Isso indica que os gestores das unidades tomadoras de decisões poderiam maximizar a eficiência dos recursos recebidos.

**Tabela 2** - Teste utilizado para avaliar a associação entre as variáveis

Variável	Valores
Estatística t	- 46.669,00
P-valor	5,91E-03
Correlação	-0.326926

Fonte: elaborado pelo autor.

Posteriormente, foi realizada uma análise entre os scores de eficiência e o rendimento médio mensal dos responsáveis pelos domicílios em comparação com eficiência.

**Figura 2** - Os scores de eficiência e o rendimento médio mensal dos responsáveis pelos domicílios em comparação com eficiência

Fonte: elaborado pelo autor.

Em seguida, foi aplicado o Teste de Correlação de Pearson para estimar a significância estatística entre renda e eficiência, o p-value aproxima-se de = 0,584 acima de 5%, de forma que não é possível rejeitar a hipótese nula de que a correlação é zero entre as variáveis socioeconômicas.

**Tabela 3** - Teste de Correlação de Pearson

Variável	Valores
Estatística t	0.5486

P-valor	0.584
Correlação	0.040514

**Fonte:** elaborado pelo autor.

A expectativa era de que um maior nível de Rendimento Médio Mensal das Pessoas Responsáveis pelos Domicílios Particulares Permanentes promovesse um aumento na eficiência no uso dos recursos, essa correlação não foi encontrada na análise. Ou seja, no território de Pernambuco a renda não tem correlação positiva com a educação. Como exposto na metodologia, no segundo momento realizou-se uma análise com o modelo de regressão censurada Tobit com o objetivo de aferir quais as variáveis selecionadas são de fato significantes para revelar a eficiência encontrada no modelo. Três novas variáveis independentes foram acrescentadas com a finalidade de aferir se essas outras interferências na eficiência das DMUS. Para tanto, utilizou-se a ferramenta estatística do Software Gretl.

Assim, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), X2 = Produto Interno Bruto do Município (PIB) e X3 = Densidade demográfica são as variáveis independentes no Tobit.

**Tabela 4 -** Análise das variáveis do modelo de regressão Tobit

Variável	Coefficientes	P-valor
Const	1,24	9,66e-05 ***
PIB	0.000.22.5568	0,3185
IDHM	-1,68383	0,0056 ***
Densidade Demografia	6,68E-05	3,16E-08 ***

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme análise das variáveis do modelo de regressão Tobit acima o pvalor de 0,3185, maior que 5%, não rejeita a hipótese nula de que o PIB não tem correlação com a eficiência. Análise inicial sugere que a densidade demográfica teve uma relação de natureza positiva com a eficiência. Por outro lado, a IDHM mostrou uma relação negativa no modelo.

Foi rodado o modelo 2 de regressão Tobit o qual apresentou o p-valor = 0,000000000797 ou 7,97e-010 rejeitando a hipótese nula. Em relação ao Teste de Correlação de Perrson para estimar-se o p-valor=0,04122, nesse contexto rejeita a hipótese nula que a correlação é zero.

**Tabela 5** - Correlação do IDHM com a Eficiência

Variável	Coefficientes	P-valor
Const	1,1077	7,97 e-010 ***
IDHM	-134.632	1,02E-05 ***
Densidade Demografia	7,56590 e-05	7,84E-07 ***

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A análise do modelo acima mostrou que o IDHM tem uma correlação inversa com a eficiência, quanto menor o IDHM maior é a escala de eficiência de uma DMU. Esse resultado corrobora com os estudos de Silva, Ferreira, Braga e Abrantes (2012), de que municípios de regiões pobres possuem altos escores de eficiência. Portanto, as DMUs com menos recursos buscam superar os problemas com gestão voltada para o resultado que permite a maximização dos recursos limitados.

Resultados similares foram registrados em estudo no artigo “Eficiência técnica e heterogeneidade tecnológica dos gastos públicos em educação fundamental no Pernambuco: uma abordagem em dois estágios” mostra que os investimentos destinados para os anos iniciais e finais do ensino básico da rede municipal poderiam maximizar a alocação dos recursos destinados à educação básica do estado de PE (SÁ, 2021).

À densidade demográfica teve uma correlação positiva com a eficiência. Uma das teses de Silva e Almeida (2005) diz que o crescimento da população pode representar maior demanda por educação. Pois, um aumento na taxa de atendimento (matriculas) pode aumentar o nível de eficiência na alocação dos gastos destinados a educação sem que haja maior transferência de recurso do FUNDEB.

Adicionalmente, a comparação dos resultados encontrados na metodologia de Sá (2021) sugere que Unidades Tomadoras de Decisões com até 20 mil habitantes e com mais de 100 mil habitantes são, em média, mais eficientes na alocação dos recursos destinados à educação básica do estado de PE.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve a finalidade de estimar a eficiência técnica da alocação dos dispêndios públicos com educação básica oriundo dos repasses do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB). Foram coletados dados estatísticos de 184 municípios de Pernambuco do período de 2010. A análise foi realizada em duas abordagens distintas, a primeira com a utilização da Análise Envoltória de dados com o objetivo de aferir o grau de eficiência que o utilizou o Modelo DEA-VRS com orientação para o output. E na segunda metodologia o modelo de regressão Tobit com o objetivo de aferir outras variáveis dependentes.

O primeiro resultado da Análise Envoltória de Dados busca identificar quais são os municípios eficientes. Neste contexto, a metodologia utilizada neste trabalho possibilitou a identificação das DMUs (Unidades Tomadoras de Decisões) eficientes entre os municípios do estado de Pernambuco. Neste estágio no modelo de regressão Tobit foram encontradas correlações que afetam a alocação eficiente dos gastos destinados para a educação básica dos municípios.

Na segunda análise no modelo 3 de regressão Tobit, o IDHM demonstrou uma relação inversa com a escala de eficiência. Neste contexto, a metodologia indica a necessidade de uma análise mais específica da relação entre essas duas variáveis socioeconômicas.

Os resultados indicam seis municípios do estado de Pernambuco foram eficientes: Abreu e Lima, Carnaubeira da Penha, Inajá, Itaíba, Manari e Santa Cruz. Por outro lado, entre os 184 DMUS analisados 178 foram considerados ineficientes ou 97% do total.

A importância da escolha do Modelo Vrs10 que representa a taxa de alfabetização de crianças de 11 a 14 anos (TaxAlf11-14) para o setor de educação do estado. Em primeiro lugar, conforme o Instituto de Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínuo (PNAD) no período de 2019 teve um crescimento na taxa de analfabetismo dos cidadãos de 15 anos e mais de idade um total de 11 milhões de analfabetos no Brasil, com uma taxa estimada de aproximadamente 6,6% e no nordeste uma taxa estimada 13,9%. ou aproximadamente 14%. O nível de instrução foi estimado para as pessoas de 25 anos ou mais de idade, no ensino fundamental completo foi de 8,0 % no período de 2019 que concluíram o seu processo regular de escolarização. (IBGE, 2022). Logo que aumenta a TAXAalf11-14 a aumenta a pobreza, criminalidade. Por outro lado, diminuir o desenvolvimento econômico e o bem estar da sociedade.



Esta pesquisa pode demonstrar a importância das transferências dos recursos públicos do FUNDEB para os municípios Pernambucanos, e propor uma reflexão sobre a utilização dos recursos públicos na prestação de serviços de educação básica nos municípios de Pernambuco e debates sobre o financiamento do sistema de educação, além de propor uma reflexão com relação à melhoria das condições do ensino básico no Estado de Pernambuco.

A educação é uma terra fértil para pesquisa no que se refere à eficiência dos investimentos com educação básica dos municípios brasileiros. E no cenário socioeconômico atual com a crise do Covid 19 é primordial enfatizar pesquisas sobre o tema. Nesse sentido, sugere-se o aprofundamento de investigações que reavaliam a eficiência técnica na alocação dos recursos utilizados com outras variáveis, com série estatística mais atualizada em outras dimensões utilizando modelos e outros modelos estatísticos não paramétricos.

Cabe destacar a necessidade de utilizar os recursos públicos destinados à educação básica dos municípios brasileiros com eficiência e eficácia. Pois, investir em educação básica é o caminho necessário para alcançar o crescimento econômico, e o bem-estar da sociedade, e a desejada divisão de renda igualitária. Destacam-se como limitações deste trabalho o modelo utilizado com as suas variáveis utilizadas para aferir a eficiência, pois conforme os insumos, serviços ofertados, e o tamanho da amostra, perceberam-se que teve uma pequena quantidade de municípios eficientes, considerando a amostra e as variáveis escolhidas e o fato de as análises não considerarem aspectos como o nível de atendimento de serviços educacionais básicos em municípios pólos de referência e as diferentes tecnologias utilizados em cada Unidade Tomadora de Decisão (DMUs). Esses aspectos podem influenciar o grau de eficiência de alguns municípios do estado de Pernambuco. Por sua vez, a metodologia da pesquisa utiliza apenas uma pequena amostra do universo que é a educação e por esse motivo, as escolhas das variáveis podem de alguma forma causar algum tipo de externalidade na medição da eficiência técnica.

Como última sugestão, sugere-se que os municípios elencados como eficientes sejam analisados qualitativamente, procurando conhecer quais práticas tais municípios adotam.

## REFERÊNCIAS

- Portal do Ministério da Educação. **IDEB – Apresentação**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/31969-ideb>. Acesso em: 01 de setembro de 2020.
- ARAÚJO, M. S. F.; PEREIRA, M. G.; ARAÚJO. **Análise da Eficiência nos Gastos Públicos com Educação Fundamental nos Colégios Militares do Exército em 2014**. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5454938>. Acesso em: 10 de setembro de 2020.
- SANTOS, M. ; FLACH, L. **Avaliação da Eficiência dos Gastos Públicos com Educação dos Municípios de Santa Catarina**. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/5755/5454>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.
- OECD. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Economico. **Education in Brazil: an international perspective Brasil – OECD**, 2021. Disponível em: [https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/06/A-Educacao-no-Brasil\\_uma-perspectiva-internacional.pdf](https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/06/A-Educacao-no-Brasil_uma-perspectiva-internacional.pdf). Acesso em 22 de agosto de 2021.
- AFONSO, Miguel Aubyn. **Cross-country efficiency of secondary education provision a semi-parametric analysis with Nondiscretionary inputs**. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp494.pdf>. Acesso em: 13 de julho de 2020.
- ALMEIDA. **Gastos com educação no período de 1994 a 1999**. Disponíveis em: [https://download.inep.gov.br/download/estatisticas/gastos\\_educacao/rbep\\_200\\_parteIII.pdf](https://download.inep.gov.br/download/estatisticas/gastos_educacao/rbep_200_parteIII.pdf). Acesso em: 17 de maio 2020.
- NETO, E. **Governos Lula, Dilma e Bolsonaro: as políticas públicas educacionais seus avanços, reveses e perspectiva**. Disponível em: <http://index.php/edicoes/article/view/117/86>. Acesso em: 14 de setembro de 2021.
- SANTOS. K. **O sistema de avaliação da educação básica de pernambuco (saepe) e qualidade da educação básica**. Disponível em: <https://www.curriculosemfronteiras.org/vol19iss1articles/santos-silva.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2021.
- JÚNIOR. W. ROCHA. S. **Eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste: uma abordagem em dois estágios**. Disponível em: <https://g20mais20.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/409>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.
- SANTOS. M. FLACH.L. **Análise Envoltória de Dados como ferramenta de avaliação da eficiência dos gastos públicos com educação dos municípios de Santa Catarina**. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3946>. Acesso em: 26 de setembro de 2021.
- SÀ. S. M. **Eficiência técnica e heterogeneidade tecnológica dos gastos públicos em educação fundamental no Pernambuco: uma abordagem em dois estágios**. Disponível em

<https://g20mais20.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/1210>. Acesso em: 28 de setembro de 2021.

SCHUSTE, H. A; ZONATTO, V. **Eficiência de gastos públicos na alocação dos recursos destinados ao ensino fundamental nos estados brasileiros**. Disponível em: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5707/570761052002/570761052002.pdf>. Acesso em: 28 de setembro de 2021.

BARBOSA. H.; FUCHIGAMI. H. **Análise envoltória de dados teoria e aplicações**. GO: Ulbra. 2018.

SANTOS. R.; FREITAS. M.; FLACH. L. **Avaliação da Eficiência dos Gastos Públicos com Educação dos Municípios de Santa Catarina**. Disponível em <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/5755>. Acesso em: 02 de outubro de 2021.

FERREIRA. M.; GONÇALVES. R.; BRAGA. M. **Investigação do desempenho das cooperativas de crédito de Minas Gerais por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA)**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ecoa/a/xw7YxhR953rJbQNhkdML93L/?lang=pt>. Acesso em: 23 de novembro de 2021.

BOUERI. R.; MACX DOWELL. M. C; PINEDA . E. BASTOS. F. **Análise da despesa pública Uma metodologia e um de aval e ação para mensurar a eficiência dos estados brasileiros sem gasto em educação**. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/An%C3%A1lise-da-despesa-p%C3%BAblica-Uma-metodologia-de-avalia%C3%A7%C3%A3o-para-mensurar-a-efici%C3%A2ncia-dos-estados-brasileiros-no-gasto-em-educa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2021.

SILVA, A.; FERREIRA, M.; BRAGA, M e ABRANTES, L. **Eficiência na Alocação de Recursos Públicos Destinados à Educação, Saúde e Habitação em Municípios Mineiros**. <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/17625/1/artigo.pdf>. Acesso em 29 de novembro de 2021.

SILVA et al. **Eficiência no gasto público com educação... Eficiência Dos gastos públicos em saúde no brasil: um estudo com análise envoltória de dados e regressão tobit**. 2017. Disponível em: [https://www.occ.pt/dtrab/trabalhos/iicicp/finais\\_site/80.pdf](https://www.occ.pt/dtrab/trabalhos/iicicp/finais_site/80.pdf). Acesso em: 22 de set. 2020.

AFONSO, A. et al. **Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries**. 2005. Disponível em: [https://econpapers.repec.org/article/cemjaecon/v\\_3a8\\_3ay\\_3a2005\\_3an\\_3a2\\_3ap\\_3a227-246.htm](https://econpapers.repec.org/article/cemjaecon/v_3a8_3ay_3a2005_3an_3a2_3ap_3a227-246.htm). Acesso em: 30 de set. 2020.

**Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil – Apresentação**. 2010. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 07 set. 2021.

SANTOS, R. R. dos. De; Freitas. M. M.; & Flach. L. **Análise Envoltória de Dados como ferramenta de avaliação da eficiência dos gastos públicos com educação dos municípios de Santa Catarina**. Anais Do Congresso Brasileiro De Custos - ABC. Recuperado de

<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3946>. Acesso em: 30 de Nov.2021.

**Tesouro Transparente** – Apresentação. 2010. Disponível em:  
<https://www.tesourotransparente.gov.br/Acesso> em: 08 set. 2021.

**INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.**  
Apresentação. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/consulta-matricula> Acesso em: 09 set. 2021

MESQUITA, A. M. et al. **Avaliação da qualidade dos gastos públicos em educação e saúde nos municípios Mato Grossenses. Brasil Capa, v. 19. n. 2 .2021.** Disponível em:  
<https://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/6331/>. Acesso em: 30 de jan. 2022.

**INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.**  
Ministério da Educação. DADOS ABERTOS - INEP. 2010. Disponível em:  
<http://inep.gov.br/indicadores-educacionais>. Acesso em: 29 nov. 2020.]

**Projeto de Lei Orçamentária Anual para 2021 - PLN 28/2020** – Apresentação. 2021.  
Disponível em:  
[https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/579003/Informativo\\_PLOA\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/579003/Informativo_PLOA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 07 jan. 2022.

**Education policy outlook brasil com foco em políticas internacionais –Apresentação.**  
2021. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/policy-outlook/country-profile-Brazil-2021-INT-PT.pdf/>. Acesso em: 16 set. 2021.

DIAZ, M. D. M. A. **Qualidade do gasto público municipal em ensino fundamental no Brasil. Revista de Economia Política.** vol. 32. nº 1 (126). pp. 128-141. janeiro-março/2012. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rep/a/ZggdmCjkrhBMmdXhYXxxXkP/?format=pdf&lang=p>. Acesso em: 29 nov. 2021.

GOLDEMBERG J. **O repensar da educação no Brasil 1993.** Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/ea/a/p4ZrFKSYwCg69jg8zqtxyJB/?format=html>em: 29 nov. 2021.

BORJAS. G. **Economia do trabalho.** Porto Alegre : AMGH. 2012.

BALASSIANO. M. et al. **Escolaridade, salários e empregabilidade: tem razão a teoria do capital humano?** Moisés Balassiano. 2005. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rac/a/hfhH9MHm9KJ3bMHMgqpsXLQ/?lang=pt>. Acesso em: 29 nov. 2019.

**Educação um tesouro a descobrir-relatório para a unesco da comissão internacional sobre educação para o século xxi.** Disponível em:  
[http://dhnet.org.br/dados/relatorios/a\\_pdf/r\\_unesco\\_educ\\_tesouro\\_descobrir.pdf](http://dhnet.org.br/dados/relatorios/a_pdf/r_unesco_educ_tesouro_descobrir.pdf). Acesso em: 29 nov. 2020.

MONROY. G.V e FLORES.R.P. **Perspectiva de la teoría del capital humano acerca de la relación entre educación y desarrollo. Económico,** 2009. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/311/31112987002.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2021.

SCHUSTER, H. A et al. **Evidências da eficiência de gastos públicos na alocação dos recursos destinados ao ensino fundamental nos estados brasileiros**. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/5755>. Acesso em: 23 jan. 2022.

FERRI, C. A et al. **A eficiência na alocação dos recursos de escolas municipais de luziânia/go: um estudo a partir da análise envoltória de dados (dea)**. 2017. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4308>. Acesso em: 25 jan. 2022.

SOUZA, F. J. Vet al. **Eficiência de gastos públicos em educação nos municípios mais populosos do Brasil**. 2016. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/1076/1048>. Acesso em: 29 jan. 2022.

BEGNINI, S. et al. **A eficiência dos gastos públicos com a educação fundamental no Brasil: uma aplicação da análise envoltória de dados (DEA)**, 2017. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/economiaegestao/article/view/P.1984-6606.2017v17n46p43/12048>. Acesso em: 30 jan. 2022.

BEZERRA, F. M. et al. **Análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental no estado do Paraná**, 2013. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/ecoreg/article/view/12963>. Acesso em: 30 jan. 2022.

JANNUZZI, P. M. et al. **Efficiency of municipal expenditure in health and education: an investigation using data envelopment analysis in the state of Rio de Janeiro, Brazil**. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/zNQrdqspLTChSzHTvW3Hbs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 04 fev. 2022.

**Relatório educação para todos no Brasil 2000 - 2015**. Brasília. Ministério da Educação 22 de junho de 2014. Disponível em: <https://www.nepedees.ufscar.br/navegacao-lateral/textos/232699por.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

**INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Indicadores Financeiros Educacionais. DADOS ABERTOS** - Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acao-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-financeiros-educacionais>. Acesso em: 29 nov. 2020.

MACIEL, H. M.; KHAN, A. S.; ROCHA, L. A. **Determinantes da ecoeficiência: uma análise através da regressão Tobit**. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*. v.9. n.2. p.365-381. 2018. Disponível em: DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.002.0029>. Acesso em: 30 nov. 2020.

PEÑA, C. R. **Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA)**, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/TdB6TqzwQyBXhB7qQgptsTf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 fev. 2022.

Pozza1, C. G e P. A. **Eficiência dos gastos públicos com educação nos**

**Municípios do estado do paraná.** Disponível em: <https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/1726/ArtigoIdent.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

RAMOS, E. F. M e O. G. **Análise da eficiência das unidades locais da Emater em Goiás: uma abordagem quantitativa.** Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.252837>. Acesso em: 22 jan. 2022.

FRIO, G. S. et al. **Eficiência na educa o: uma análise por escola no rio grande do sul utilizando o método DEA em dois estágios.** Disponível em: <https://revistaaber.org.br/rberu/article/view/251>. Acesso em: 23 jan. 2022.

FEITOSA, L. D. A. et al. **Determinantes da eficiência dos gastos públicos municipais em educa o e saúde: o caso do Ceará.** Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/2542>. Acesso em: 24 nov. 2022.

MATTEI.T.S.; BEZERRA, F. M. **Eficiência dos Gastos Públicos em Educa o e a Influência dos Fatores Socioecon micos para o Estado de Santa Catarina.** Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/desenvolve/article/view/4714>. Acesso em: 03 fev. 2022.

**PISA 2018 – Portugal Relatório Nacional.** Disponível em: [https://www.cnedu.pt/content/noticias/internacional/RELATORIO\\_NACIONAL\\_PISA2018\\_IAVE.pdf](https://www.cnedu.pt/content/noticias/internacional/RELATORIO_NACIONAL_PISA2018_IAVE.pdf). Acesso em: 05 fev. 2022.

DINIZ, J. A. et. al. **A influência das transferências condicionais na eficiência da educa o fundamental brasileira.** Disponível em: <https://anpcont.org.br/pdf/2014/CCG314.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2022.

JOSUÉ, N. A. J. et. al. **Eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste: uma abordagem em dois estágios.** Disponível em: <https://g20mais20.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/409>. Acesso em: 07 fev. 2022.

RODRIGUES, A. C. et. al. **Determinantes da (in)eficiência do gasto público em educa o nos municípios mineradores de Minas Gerais .** Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n20/a17v38n20p05.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2022.

PEDROSA, E. L. et. al. **Rela o entre eficiência dos gastos públicos no ensino fundamental e o desempenho escolar municipal.** Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/46759>. Acesso em: 09 fev. 2022.

**Education policy outlook: Brasil – com foco em políticas Internacionais.** Disponível em: <https://www.oecd.org/education/policy-outlook/country-profile-Brazil-2021-INT-PT.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

S ,  . R. de S. **Eficiência técnica e heterogeneidade tecnológica dos gastos públicos em educa o fundamental no Pernambuco: uma abordagem em dois estágios.** Disponível em: <https://g20mais20.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/1210>. Acesso em: 03 mai. 2022.