



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

KAROLINE AMARAL DE ALMEIDA

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS GASTOS EDUCACIONAIS COM O
ENSINO MÉDIO EM PERNAMBUCO

CARUARU

2023

KAROLINE AMARAL DE ALMEIDA

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS GASTOS EDUCACIONAIS COM O
ENSINO MÉDIO EM PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de mestre em Economia.

Área de concentração: Economia Regional

Orientador: Prof. Dr. Wellington Ribeiro Justo

CARUARU

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

A447a Almeida, Karoline Amaral de.
Análise de eficiência dos gastos educacionais com o ensino médio em Pernambuco.
/ Karoline Amaral de Almeida. – 2023.
69 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Wellington Ribeiro Justos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós- Graduação em Economia, 2023.
Inclui Referências.

1. Ensino médio – Pernambuco. 2. Análise de envoltória de dados – Pernambuco.
3. Números índices (Economia). 4. Gastos públicos – política e governo. 5. Eficiência (Serviço público). 6. Malmquist. I. Justos, Wellington Ribeiro (Orientador). II. Título.

CDD 330 (23. ed.) UFPE (CAA 2023-023)

KAROLINE AMARAL DE ALMEIDA

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS GASTOS EDUCACIONAIS COM O ENSINO
MÉDIO EM PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de mestre em Economia.

Área de concentração: Economia Regional

Aprovada em: 24/02/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wellington Ribeiro Justo (Orientador)
Universidade Regional do Cariri- URCA

Profa. Dra. Roberta de Moraes Rocha (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco- UFPE

Prof. Dr. Edward Martins Costa (Examinador Externo)
Universidade Federal do Ceará- UFC

Dedico este trabalho ao meu Pai, João Rufino (In memoriam).

“O infinito é realmente um dos deuses mais lindos”-LU

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir concluir mais essa etapa. A minha mãe, Zelia pela paciência e apoio em tudo que me proponho a fazer e ao meu irmão, João pela amizade e apoio. Agradeço ao meu orientador, o Prof. Wellington Justo por todo suporte e orientação durante o período de elaboração da dissertação. A FACEPE pelo incentivo financeiro para formulação e conclusão da pesquisa. Agradeço todo corpo docente por todo aprendizado adquirido nesses dois anos e a Jordana pelo excelente trabalho na secretaria do PPGECON/UFPE/CAA. Agradeço aos meus amigos: minha melhor amiga Marta por todo apoio sempre, Paula pela cumplicidade e a minhas amigas e colegas economistas Luiza e Rosana. Aos meus amigos adquiridos ao longo do mestrado, Luiz e Ariane, essenciais para chegar até esse momento.

RESUMO

O estado de Pernambuco vem apresentando resultados interessantes no cenário da educação básica, seu Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), do ensino médio, obteve uma boa colocação, ficou em quinto lugar no ranking nacional de notas do Ideb em 2019. Esse resultado despertou o interesse em investigar a eficiência dos gastos nessa área educacional. Portanto, este estudo visa analisar a eficiência estática e dinâmica dos gastos com educação no ensino médio nos municípios pernambucanos no período de 2017 a 2021. Para isso, foi utilizada a metodologia DEA-BBC com foco nos resultados estáticos e DEA-Malmquist para a análise dinâmica. Em ambos os casos, dividiram-se os municípios pernambucanos em quatro grupos, de acordo a divisão regional em Grupos de Referência Educacional (GREs). Por meio da análise DEA-BBC, constatou-se que a maioria dos municípios (valor percentual) se encontrou no intervalo de eficiência técnica entre 0,75 e 0,99, o que indica uma classificação como tecnicamente ineficientes. Infere-se um crescimento do número de municípios eficientes ao longo do período analisado, de 12,5% para 18,47%. Esses municípios eficientes demonstram que é possível alcançar bons resultados mesmo com diferentes níveis de investimento. Na análise dinâmica com DEA-Malmquist, observou-se que cerca de 59,79% dos municípios reduziram sua produtividade, enquanto 42,39% apresentaram melhora na eficiência. Isso indica que ainda há desafios a serem enfrentados para manter ou melhorar a eficiência ao longo do tempo. No entanto, é importante destacar que os municípios de Moreno, Timbaúba, Tracunhaém, Maraial, Camocim de São Felix, Tacaimbó, Quixaba, Solidão e Carnaubeira da Penha se destacaram por apresentarem um crescimento contínuo na eficiência ao longo do período analisado. Esses casos exemplares demonstram que é possível melhorar a eficiência dos gastos com educação, mesmo diante de desafios. De forma geral, pode-se inferir que, apesar da melhora na eficiência e no progresso técnico, a maioria dos municípios ainda se encontra abaixo da fronteira de eficiência, o que pode ser atribuído, em grande medida, ao regresso tecnológico. No entanto, é importante ressaltar que parcela dessa perda é amenizada pelo efeito positivo dos professores com ensino superior na eficiência geral.

Palavras-chave: ensino médio; DEA-BBC; Malmquist; eficiência dos gastos; Pernambuco.

ABSTRACT

The state of Pernambuco has been presenting interesting results in the basic education scenario, its Basic Education Development Index (Ideb), for secondary education, obtained a good placement, ranked fifth in the national ranking of Ideb grades in 2019. This result sparked interest in investigating the efficiency of spending in this educational area. Therefore, this study aims to analyze the static and dynamic efficiency of spending on education in secondary education in Pernambuco municipalities from 2017 to 2021. For this, the DEA-BBC methodology was used with a focus on static results and DEA-Malmquist for the analysis dynamics. In both cases, the Pernambuco municipalities were divided into four groups, according to the regional division into Educational Reference Groups (GREs). Through the DEA-BBC analysis, it was found that most municipalities (percentage value) were in the technical efficiency range between 0.75 and 0.99, which indicates a classification as technically inefficient. An increase in the number of efficient municipalities can be inferred over the analyzed period, from 12.5% to 18.47%. These efficient municipalities demonstrate that it is possible to achieve good results even with different levels of investment. In the dynamic analysis with DEA-Malmquist, it was observed that around 59.79% of the municipalities reduced their productivity, while 42.39% showed an improvement in efficiency. This indicates that there are still challenges to be faced in order to maintain or improve efficiency over time. However, it is important to highlight that the municipalities of Moreno, Timbaúba, Tracunhaém, Maraial, Camocim de São Felix, Tacaimbó, Quixaba, Solidão and Carnaubeira da Penha stood out for presenting a continuous growth in efficiency over the analyzed period. These exemplary cases demonstrate that it is possible to improve the efficiency of spending on education, even in the face of challenges. In general, it can be inferred that, despite the improvement in efficiency and technical progress, most municipalities are still below the efficiency frontier, which can be largely attributed to technological regression. However, it is important to emphasize that part of this loss is mitigated by the positive effect of professors with higher education on overall efficiency.

Keywords: high school; DEA-BBC; Malmquist; efficiency of spending; Pernambuco.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1-	Repases do Fundeb para Pernambuco (2017-2021)	20
Gráfico 2-	Despesas com educação e ensino médio de Pernambuco.....	23
Quadro 1-	Os principais indicadores e variáveis usadas como outputs e inputs no DEA-Malmquist.....	32
Quadro 2-	GREs e grupos de municípios.....	41
Quadro 3-	Descrição das variáveis inputs e outputs e suas bases de origem.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Fonte e Repasse dos recursos do Fundeb.....	19
Tabela 2-	Fonte dos recursos do Fundeb em Pernambuco: 2021.....	21
Tabela 3-	Evolução do Ideb em Pernambuco.....	22
Tabela 4-	Valores efetivos do Ideb para o ensino médio por rede de educação.....	24
Tabela 5-	Valores médios dos indicadores socioeconômicos e educacionais dos grupos.....	47
Tabela 6-	Estatística descritiva dos grupos e das variáveis usadas no modelo DEA-BBC e Malmquist.....	48
Tabela 7-	Distribuição da eficiência técnica dos municípios de Pernambuco.....	50
Tabela 8-	Municípios eficientes por grupo.....	50
Tabela 9-	Os valores médios bienal da Produtividade, Eficiência Técnica e Mudança de Tecnologia.....	54
Tabela 10-	Distribuição dos municípios com MPI, EC e EF>1.....	56
Tabela 11-	Estatística descritiva dos grupos no período 2017-2021.....	59

LISTA DE SIGLAS

DEA	Análise envoltória de dados
DMU	Unidade Tomadora de Decisão
FDH	Free Disposal Hull
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
FPE	Fundo de Participação dos Estados
FPM	Fundo de Participação dos Municípios
Fundeb	Fundo de manutenção e desenvolvimento da educação básica
FUNDEF	Desoneração das Exportações (LC nº 87/96), Imposto sobre Transmissão Causa Mortis e Doações
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
Ideb	Índice de desenvolvimento da educação básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPCA	Índice Nacional de Preço ao Consumidor Amplo
IPI-EXP	Imposto sobre Produtos Industrializados, proporcional às exportações
IPVA	Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores
ITCMD	Desoneração das Exportações (LC nº 87/96), Imposto sobre Transmissão Causa Mortis e Doações
ITR	Imposto Territorial Rural
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da educação
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômicos
PIB	Produto Interno Bruto
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PNE	Plano Nacional de Educação
PPE	Pacto pela Educação
RLT	Receita Líquida Tributária
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SEE	Secretaria de educação e esportes do estado

Seplag	Coordenada pela Secretaria de Planejamento e Gestão
SICONFI	Sistema de informações contábeis e fiscais do setor público brasileiro
UF	Unidades Federativas
VAAF	Valor anual mínimo por aluno definido nacionalmente
VRS	Retornos Variáveis à Escala

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Gastos públicos em educação.....	17
2.2	A distribuição de recursos com educação em Pernambuco.....	18
2.3	Despesas e desempenho da educação pernambucana.....	21
2.3.1	<i>Valores do Ideb desagregados.....</i>	<i>23</i>
2.4	A eficiência dos recursos públicos.....	25
2.5	Trabalhos empíricos sobre eficiência dos gastos públicos.....	27
3	METODOLOGIA.....	34
3.1	Estrutura do DEA.....	34
3.1.1	<i>O modelo DEA-BBC.....</i>	<i>34</i>
3.2	DEA-BBC-Malmquist.....	36
3.2.1	<i>O Índice de Malmquist orientado ao output.....</i>	<i>38</i>
3.3	Grupos de municípios.....	40
3.4	Base de Dados.....	40
4	RESULTADOS.....	47
4.1	Análise descritiva dos grupos.....	47
4.2	Resultados DEA-BBC.....	48
4.3	Análise dinâmica dos municípios de Pernambuco (2017-2021)	53
4.4	Efeitos no Malmquist em 2017-2021	59
5	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

A centralidade da educação nas sociedades modernas é principalmente uma consequência da ação do estado. O estado construiu e expandiu os sistemas nacionais de educação, encorajou e às vezes compeliu os jovens para frequentar a escola. A educação, em especial a escolaridade formal, exerce um papel central para o desenvolvimento econômico e social dos países, que vêm investindo de forma contínua em educação, visando ofertar um ensino de qualidade, assim aumentando o nível de escolaridade da população.

Plank e Davis (2020) sugerem que a importância econômica e política da educação aumentou de forma substancial ao longo do curso do século passado. A educação é o maior item dos gastos públicos em países ao redor do mundo, e nos últimos três anos as nações vêm aumentando seus investimentos visando superar as metas de resultados estabelecidas.

O Brasil nas recentes décadas tem implementado medidas para elevar o nível de escolaridade dos estudantes brasileiros. Neste mesmo recorte temporal nos últimos vinte anos os recursos destinados à educação cresceram gradativamente. Muito embora o montante de gastos relativos no Brasil seja maior que em muitos países desenvolvidos estes apresentam desempenho dos alunos muito maiores em testes de avaliação como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, o PISA (OCDE, 2019).

O relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômicos -OCDE (2019a) mostra que em 2018 o gasto percentual com educação no Brasil foi de 5% do Produto Interno Bruto (PIB) enquanto na Coreia foi de 4,46%. Neste mesmo ano os alunos brasileiros avaliados no PISA apresentaram um rendimento em matemática de 384 pontos, enquanto os alunos coreanos alcançaram 526 pontos. O relatório técnico aponta que as possíveis causas dessas distorções estão no processo de aprendizado e nas políticas públicas aplicadas que levam a ineficiência das despesas da educação básica.

Ao avaliar o desempenho dos alunos brasileiros com indicadores nacionais também se constata resultados insatisfatórios. Os resultados mensurados pelo Índice de desenvolvimento da educação básica (Ideb) revelam que vários municípios não conseguiram atingir as metas estabelecidas. Para o ano de 2019, Goiás foi o único a atingir a meta estabelecida para o ano, seguida de Pernambuco, que ficou muito próxima da meta estabelecida pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Pernambuco tem se destacado no cenário nacional ao apresentar indicadores acima da média nacional para o ensino médio. Esse saldo positivo do estado pode ser visto dada a nota de 4,5 do Ideb (2019) bem próximo da meta estimada de 4,6 e acima da média nacional de 4,2 para o ano. Ao observar os resultados dos 185 municípios pernambucanos destaca-se que 43 não atingiram a meta estabelecida pelo INEP isso significa que aproximadamente 75% desses municípios atingiram ou superaram a meta de resultados esperados para o ano de 2019.

Segundo o relatório da secretaria de educação e esportes do estado (SEE), os últimos oito anos serviram de laboratório para implantação de políticas e programas de incentivo a educação. Essas políticas visam melhorar a qualidade de ensino na contratação de professores qualificado e melhoria da infraestrutura. Segundo dados da SEE (2022), essas aplicações mostram bons resultados na redução da taxa de abandono dos alunos que caiu para 1,6% em 2021 e sua colação no Ideb do mesmo ano, ficando entre os três melhores estados do Brasil com melhor ensino médio.

Nos últimos anos Pernambuco vem ganhando destaque nacional na aplicação e expansão de suas políticas públicas de desenvolvimento da educação básica. O estado vem se consolidando pelo bom desempenho do ensino médio (e suas modalidades) através das notas de indicadores de qualidade e a taxa de aprovação dos alunos dessas escolas. O aumento de produtividade na economia criado pelos investimentos com educação resulta teoricamente no aceleração do crescimento econômico. Ou seja, a qualidade desses gastos com educação é importante, isso significa a quantidade de gastos não está ligada ao aumento da produtividade, mas sim a qualidade dessas aplicações.

Bloom et al. (2015), mostram que as diferenças no desempenho de instituições educacionais são igualmente explicadas em grande medida por diferenças na eficiência gerencial. De forma sucinta, a eficiência gerencial é o resultado de um mix de ações e recursos utilizados para otimizar algo. Do ponto de vista público, é importante saber se esses recursos estão gerando o máximo de resultados possíveis para ser ditos eficientes, como no caso da educação, bem como outros setores administrados pelo estado.

Nessa abordagem, a eficiência pode ser alocativa ou técnica, a primeira é relacionada a produzir algo minimizando os insumos desse processo. Já a eficiência técnica pode ser orientada para o produto ou insumo, quando orientado ao produto busca a diferença entre o montante efetivo e o montante criado dada a tecnologia disponível (MATTOS; TERRA, 2021).

O balanço positivo dos indicadores de qualidade da educação do ensino médio em Pernambuco, desperta a necessidade em avaliar a eficiência técnica do ensino médio. Essa avaliação permite balizar a manutenção e correção de rumo dos gastos educacionais, se faz necessária dado o cenário de fortes restrições orçamentárias apresentadas no país nos últimos tempos, onde o investimento em educação básica vem sofrendo com a estagnação.

Em geral, para o caso brasileiro, há uma lacuna de estudos que avaliem a eficiência (técnica e dinâmica) dos gastos com ensino médio que levam ao cerne do trabalho estruturado. Para tanto, o objetivo geral é analisar a eficiência dinâmica dos gastos educacionais no ensino médio em Pernambuco no período entre 2017 a 2021. E um conjunto de objetivos específicos de identificar municípios pernambucanos com características educacionais semelhantes e mensurar a eficiência técnica estática dos gastos educacionais no ensino médio em Pernambuco no período entre 2017 a 2021.

A maioria dos estudos nacionais sobre eficiência nos gastos públicos com educação tem se concentrado principalmente na educação fundamental devido à sua importância como base para a formação. A maior parte dessas análises é estática e não considera a avaliação da eficiência ao longo do tempo. No entanto, foram encontrados diversos estudos que se dedicam a investigar a eficiência e produtividade dos municípios brasileiros de um determinado estado, focando nas alocações dos recursos destinados à educação.

Devido à disponibilidade de informações das bases usadas, como o Ideb que possui dados a cada 2 anos, a análise se restringirá ao período entre 2017 e 2021. A escolha desse período é pelos recentes dados do ensino médio no âmbito municipal, o INEP começou a calcular o Ideb municipal do ensino médio somente em 2017. O último período engloba a pandemia da Covid-19 sendo provável que exista um impacto no setor educacional. A abordagem utilizada é semelhante àquela dos estudos empíricos de Schuster et al, (2017), Araújo Junior (2019) e Firsova e Chernyshova (2020) que medem a eficiência dos gastos em educação básica através do Data Envelopment Analysis e o (DEA)-BBC-Malmquist. Essa metodologia permite identificar os municípios que apresentam maior eficiência e o comportamento ao longo do tempo.

Não foi encontrado nenhum trabalho que analisasse a eficiência de Pernambuco e seus municípios com gastos em educação do ensino médio. Assim, o presente trabalho poderá contribuir na literatura regional com aplicação dos modelos de análises de eficiência dinâmicos. O estudo é importante na medida que analisa a eficiência dos gastos

com ensino médio em Pernambuco, observar os gargalos que levam a (in)eficiência deste, assim possibilitando a criação de políticas públicas e os mecanismos que levem a melhorar essa situação.

O presente estudo é dividido em cinco seções, começando por esta introdução. A próxima seção abordará o referencial teórico, seguido pela identificação da metodologia e uma explicação detalhada do modelo utilizado neste trabalho. Na quarta seção, serão apresentados os resultados obtidos, e por fim, na quinta seção, serão apresentadas as conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gastos públicos em educação

Hanushek (2020) aponta que vários estudos não indicam haver uma relação entre aumento de gastos e resultados dos alunos ou ineficiência dos gastos em educação, por falharem ao não considerarem que a educação é cumulativa. Desta forma, estudos que tenham a pretensão de avaliar eficiência dos gastos deverão levar a efeito estas questões.

Previsto na legislação, o gasto público objetiva distribuir recursos democraticamente para alcançar as necessidades coletivas da população, esse é um dos fundamentos do estado ao executar suas ações. Os gastos públicos são um processo que envolve diversos agentes que devem escolher racionalmente, seguindo a teoria da escolha pública que compreende as perspectivas econômicas que levam as tomadas de decisões (SANTOS JUNIOR, 2021).

Para os autores que trabalham com economia da educação, a constituição de 1988 foi um divisor de águas para a ampliação da oferta do ensino básico no Brasil. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) garante o direito de todos à Educação, atribuindo o dever do Estado de suprir as demandas da sociedade quanto a esse serviço. Sendo um dos deveres de o país converter impostos em investimentos com ensino público (BRASIL, 1996).

Nesse aspecto foram montadas diretrizes que garantam o acesso à educação de qualidade, como a criação do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb) em 2007 visando distribuir recursos para o financiamento da educação básica (FNDE, 2012).

A distribuição dos investimentos em educação aos estados e seus municípios são oriundos dos tributos recolhidos pelo governo federal. É garantido que no mínimo 18% Receita Líquida Tributária (RLT) seja destinado à educação em todos os seus níveis, aos Estados e Municípios cabe uma fatia de 25% da RLT (BRASIL, 1988).

A estabilidade econômica alcançada em 1990 favoreceu as despesas e arrecadação da máquina pública, motivam assim pesquisas sobre a qualidade desses gastos (DE ALMEIDA e GASPARINI, 2011). Essa melhora significativa na economia motivou o governo a estender seus gastos em serviços prestados à população, tornando esses assuntos alvos de pesquisa sobre alocação eficiente dos recursos públicos.

O Brasil investe uma parcela substancial do PIB em educação anualmente de acordo com Plano Nacional de Educação (PNE), apesar disso os gastos por aluno no país

ainda são inferiores se comparados com os países desenvolvidos (OCDE, 2019). Em contrapartida o investimento absoluto do PIB é elevado se comparado com alguns países, como no caso da China, que investe menos em educação básica em relação ao investimento brasileiro.

Os gastos públicos com educação referentes ao ano de 2018 mostra que o gasto anual por estudante da rede pública brasileira está muito abaixo da média dos países da que participam da OCDE nos níveis de ensino infantil, fundamental e médio.

Segundo a OCDE em 2018, o Brasil investiu o valor de US\$ 3.748 por aluno, valor unitário dos gastos por aluno dos ensinos fundamental e médio, quando comparado com valor médio OCDE de US\$ 10.101, ficando bem abaixo, o que talvez explique as notas de avaliação internacional também abaixo da média.

Entretanto, não se pode atribuir a eficiência da educação à quantidade de recursos repassados, para visualizar de fato o desempenho da educação, são utilizados indicadores como o PISA e o Ideb. Baseado nos estudos empíricos que mensuram a eficiência dos gastos da educação pública, destacam-se que fatores como tamanho do estado e município colaboram para eficiência do setor, infraestrutura das escolas, valor por aluno, entre outras variáveis que explique o bom desempenho da amostra verificada.

2.2 A distribuição de recursos com educação em Pernambuco

Os gastos com ensino médio devem ser tratados como investimento dado seu retorno inerente à população, quanto mais um indivíduo investe na sua escolaridade, mais ele atribui valor a seu capital humano. Schultz (1987) descreve que o volume de investimentos em capital humano é benéfico para economia de um país e estimula a sua trajetória de desenvolvimento.

A distribuição dos recursos para educação vem se solidificando dada a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei no 9.394/1996), que estabelece o mínimo a ser investido pela União, os estados e municípios que garanta o funcionamento do ensino público brasileiro.

É uma obrigação dos estados incentivar a educação de nível médio, ao distribuir seus investimentos e cabe aos municípios a manutenção e desenvolvimento desta parte da educação básica. No mesmo ano, em 1996, foi criado o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF), que foi substituído pelo Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e

de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB) criado em 2007 pelo Ministério da Educação-MEC (MEC, 2020). Ambos com objetivo semelhante de fortalecer a educação básica, mas o atual Fundeb possui maiores atribuições e o dever de sanar problemas do antigo fundo, assim o Fundeb regula os mecanismos de financiamento da educação básica, incluindo o ensino médio.

Os recursos do Fundeb são distribuídos de forma automática e periódica, em função do crédito na conta específica de cada estado e município. A aplicação desses recursos é feita com base no número de alunos da educação básica pública obtido do último censo escolar, conforme Art. 211 da Constituição Federal (MEC, 2020). Assim a seguir tem a disposição do recurso dado o grau de ensino.

Tabela 1- Fonte e Repasse dos recursos do Fundeb

Fundeb			
Recursos	1º ano (%)	2º ano (%)	3º ano (%)
ICMS	16,66	18,33	20
FPE/FPM	16,66	18,33	20
IPI/Exp.	16,66	18,33	20
Lei Kandir (LC nº 87/96)	16,66	18,33	20
ITR	6,66	13,33	20
IPVA	6,66	13,33	20
ITCMD	6,66	13,33	20
Distribuição	1º ano (%)	2º ano (%)	3º ano (%)
Educação Infantil			
Creche 100	33,33	66,66	100
Pré-Escola	33,33	66,66	100
Ensino Fundamental	100	100	100
Ensino médio	33,33	66,66	100

Elaboração própria com dados da CF de 88 e EC 53/2006.

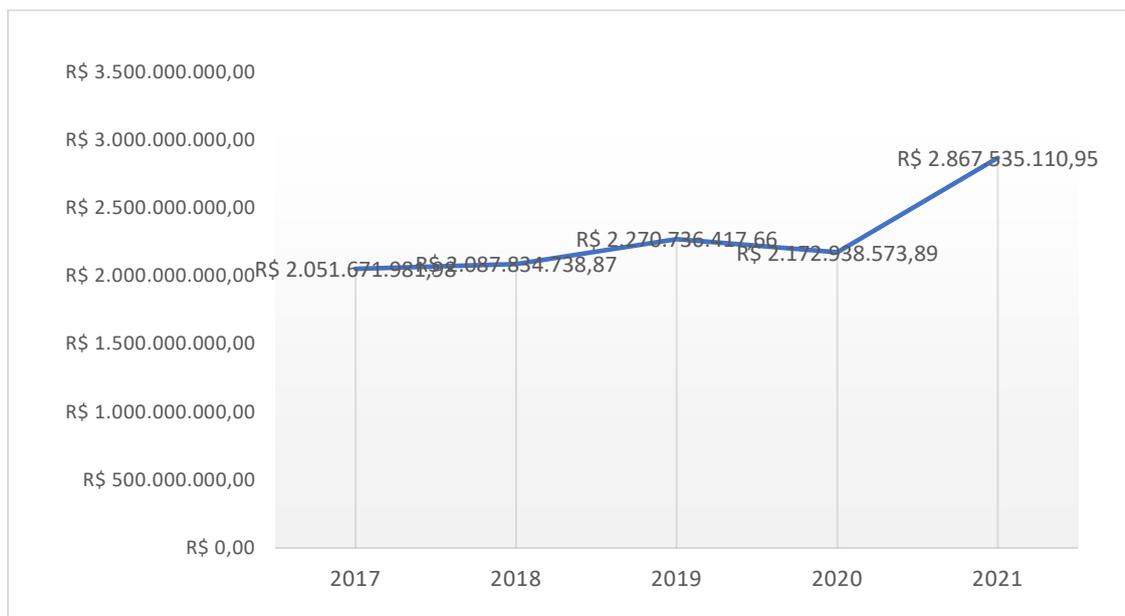
Os municípios recebem os recursos do Fundeb conforme a quantidade de alunos da educação infantil e do ensino fundamental, e os estados do ensino fundamental e médio. Essa distribuição considera também fatores de ponderação, segundo o desenvolvimento da educação básica. Em 2020 o Fundeb tornou-se um instrumento permanente de financiamento da educação pública através da “Emenda Constitucional nº 108, de 27 de agosto de 2020, e encontra-se regulamentado pela Lei nº 14.113, de 25 de dezembro de 2020” (MEC, 2020).

O governo nas suas atribuições visa promover um equilíbrio socioeconômico para com seus estados visando promover a redução gradativa das desigualdades regionais.

Esses repasses provenientes de impostos federais que devem ser distribuídos aos estados e municípios é fundamental para o desenvolvimento dos mesmos.

Cabe ao Tesouro Nacional em concordância com a constituição efetuar essas transferências, estando entre uma das principais transferências da união aos municípios Fundeb. Para tanto, a seguir temos o gráfico 1 com os valores nominais da Distribuição das Retenções da União do Fundeb dos últimos cinco anos para o estado de Pernambuco.

Gráfico 1 - Repasses do Fundeb para Pernambuco (2017-2021)



Fonte: Elaboração própria com dados do Tesouro Nacional.

Os valores reais estão atualizados pelo Índice Nacional de Preço ao Consumidor Amplo (IPCA) do mês anterior, dessa forma, tem a evolução real dos repasses do Fundeb. Pode-se observar o crescimento desses recursos ao longo do período, isso pode se dar pelo aumento da população matriculada do estado. O número de matrículas do estado está ligado a proporção de recurso repassados pelo fundo, em geral, com base no censo escolar anterior é visto os estado e municípios prioritários a receber tais recursos. Esse aumento entre 2020 e 2021, é explicado pelo aumento da contribuição da união que passou de 10% para 12% nesse último ano e pretende crescer gradativamente até 23% em 2026 (FNDE, 2022).

Saber a composição do Fundeb é importante na medida que se sabe a fonte de arrecadação tem maior impacto no valor total recebido pelo estado, assim segundo o Ministério da educação o Fundeb em cada estado é formado de uma forma. Em Pernambuco utiliza o valor anual mínimo por aluno definido nacionalmente (VAAF),

Fundo de Participação dos Estados (FPE), Fundo de Participação dos Municípios (FPM), Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Imposto sobre Produtos Industrializados, proporcional às exportações (IPI-EXP), Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), Desoneração das Exportações (LC nº 87/96), Imposto sobre Transmissão Causa Mortis e Doações (ITCMD), cota parte de 50% do Imposto Territorial Rural (ITR) devida aos municípios. A seguir têm-se os valores do Fundeb segundo sua origem na tabela 2.

Tabela 2 - Fonte dos recursos do Fundeb em Pernambuco: 2021

Transferência	Valor
FUNDEB - COUN	R\$ 0,00
FUNDEB - COUN VAAF	R\$ 277.205.780,17
FUNDEB - FPE	R\$ 587.521.555,86
FUNDEB - FPM	R\$ 444.770.532,52
FUNDEB - ICMS	R\$ 1.446.536.462,32
FUNDEB - IPI-EXP	R\$ 5.438.046,40
FUNDEB - IPVA	R\$ 96.214.477,04
FUNDEB - ITCMD	R\$ 9.572.044,14
FUNDEB - ITR	R\$ 276.212,50
FUNDEB - LC 87	R\$ 0,00
Total	R\$ 2.867.535.110,95

Elaboração Própria com dados Tesouro nacional, 2021.

O Fundeb destinado aos estados, Distrito federal e municípios para manutenção e desenvolvimento da educação, esses recursos são usados para ampliar as etapas de ensino infantil, fundamental e médio. O fundo atua no âmbito estadual e municipal onde as receitas de cada fundo são captadas tal qual as parcelas de cada local, esses recursos gerados são redistribuídos considerando o número de matrículas das escolas, esses números são fundamentais para proporção dos recursos consolidada.

2.3 Despesas e desempenho da educação pernambucana

O campo de estudo dos serviços públicos e das despesas com educação salienta a necessidade de avaliar a eficiência desses custos em várias esferas para atender suas particularidades. Segundo Mattos e Terra (2021), os investimentos em educação possuem resultados positivos sobre o desenvolvimento municipal, mas essa relação apenas não garante os retornos esperados. Faz-se necessário verificar a qualidade do serviço fornecido através dos indicadores de desempenho em seus níveis.

Ao se observarem as unidades federativas brasileiras, o cenário de desempenho dos municípios fica ainda mais heterogêneo, e a eficiência na utilização de tais recursos escolares é um objeto de estudo interessante. Entre os anos de 2010 e 2016, registrou-se também um crescimento médio no montante transferido aos estados brasileiros referente ao Fundef na ordem de 6,69% (FNDE, 2017).

O estado de Pernambuco, nessa distribuição, aumentou a arrecadação do Fundeb 5,93% ao ano (FNDE, 2017). É percebido que o volume de despesas com educação segue um fluxo crescente nominalmente, mas se distanciam do gasto efetivo, despertando o interessante de observar o produto gerado com esses dispêndios. O estado de Pernambuco e seus municípios possuem um bom desempenho nos indicadores de qualidade do ensino médio, como observado na tabela 3.

Tabela 3 - Evolução do Ideb em Pernambuco

Ano	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019
	Valores do Ideb							
Pernambuco	3,0	3,0	3,3	3,4	3,8	4,0	4,1	4,5
	Metas do Ideb							
	4,5	3,1	3,2	3,3	3,6	3,9	4,4	4,6

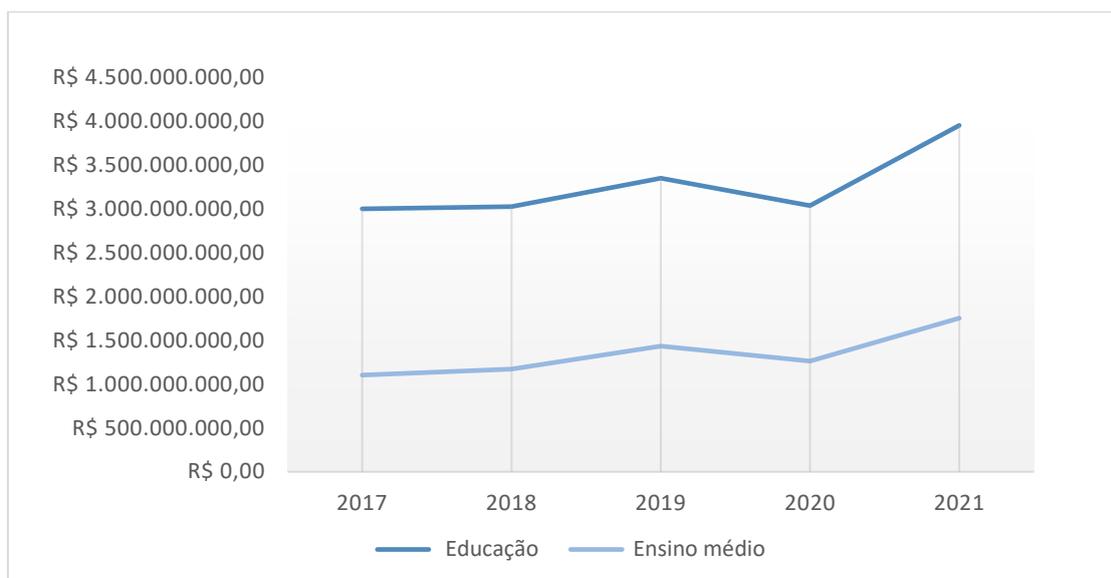
Fonte: Elaboração própria com base nos dados INEP-MEC.

Nota: Os quadros sombreados mostram quando o estado cumpriu ou superou a meta.

Uma questão relevante é identificar se as aplicações de investimentos do ensino médio são eficientes considerando os municípios. Esses resultados do Ideb superiores às metas fazem sentido do ponto de vista da eficiência técnica, as notas do Ideb captam quais melhores práticas levam a eficiência técnica. Quando a diferença entre a meta e nota real é positiva, é notado que o estado fez nesse período para atingir ou superar a meta. Usando as notas do Ideb dos municípios podem-se averiguar quais instrumentos tornam um município tecnicamente eficiente.

O portal da transparência de Pernambuco funciona como um veículo de prestação de contas a população. Através dele é possível obter informações referentes as fontes de despesas e receitas do estado de forma geral e por subáreas. Dessa forma, através desses dados é elaborado no gráfico 2 os valores pagos para educação geral de Pernambuco e pela subárea do ensino médio no período de 2017 a 2021. Os valores presentes na tabela mostram o fluxo dos gastos com educação do estado no período escolhido.

Gráfico 2 - Despesas com educação e ensino médio de Pernambuco



Fonte: Elaboração própria conforme dados do Portal da transparência PE.

É importante analisar esses indicadores e variáveis que validem municípios semelhantes e que possam ser comparados, observando se existem gaps entre os resultados esperados e os efetivos dos municípios pernambucanos. A identificação das possíveis diferenças de respostas nas diferenças de gerenciamento das prefeituras, por exemplo, se locais semelhantes com recursos parecidos possuem resultados distintos, ou se há ineficiência e identificando a fonte desta.

2.3.1 Valores do Ideb desagregados

A escolaridade é um instrumento para o desenvolvimento econômico e social. Desse modo, os investimentos para esse seguimento são de extrema importância para um país. O seguimento educacional do ensino médio se mostra um fator de encerramento-continuação da formação educacional, pois o aluno pode se inserir no mercado de trabalho ou universidade após concluir o último ano da educação básica brasileira.

Criado em 2007, o Ideb mede a qualidade do ensino nacional além de idealizar metas que estimulam o ensino a melhorar. O Ideb é formulado pelos dados de aprovação (censo escolar) e o desempenho das avaliações, o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) – para as unidades da federação e para o país, e a Prova Brasil, para os municípios (MEC, 2009).

A finalidade de indicadores de desempenho é ampla, avaliar o desempenho de um órgão seja ele público ou privado é de suma importância para validar seu

funcionamento eficiente. Behn (2003) destaca que a avaliação de desempenho ajuda no controle levando as tomadas de decisões que visem cumprir as metas, elaborar relatórios que indiquem quais áreas devem receber mais recursos e nesse processo aprender o que funciona ou não para o órgão, ainda ressalta a importância de usar mais de uma medida de desempenho para qualificar tal organização.

O ensino médio é a última etapa da educação básica brasileira, no Brasil essa etapa tem três anos de duração, mas está sendo reformulado para adicionar mais um ano. Desde 2013 o ensino médio é obrigatório e objetivo é melhorar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental e também prepara os indivíduos para o mercado de trabalho ou e garantir o ingresso na Universidade.

Pernambuco, localizado no centro-leste da região Nordeste, com seus 184 municípios, mais Fernando de Noronha vem acelerando o desempenho através dos bons resultados do Ideb, especialmente no ensino médio. Em 2019 as escolas de ensino médio verificadas pelo Ideb (públicas e privadas) ficaram bem próximos da meta estabelecida pelo ministério da educação.

Isolando a rede estadual o Ideb foi de 4,4 o resultado continua satisfatório e supera a meta de 4,3 do MEC para o ano de 2019. Isso coloca o estado em uma ótima colocação no ranking de qualidade da educação de nível médio em relação aos demais estados brasileiros. Abaixo tabela 4 traz os valores reais do Ideb para o ensino médio brasileiro, nordestino e pernambucano para observamos a notas do estado em relação ao país e região na rede estadual e privada.

Tabela 4 - Valores efetivos do Ideb para o ensino médio por rede de educação

Rede		Ideb Efetivo						
		2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Brasil	Estadual	3,2	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,9
	Privada	5,6	5,6	5,7	5,4	5,3	5,8	6,0
Nordeste	Estadual	2,7	2,9	2,9	2,9	3,0	3,2	3,6
	Privada	5,1	5,1	5,2	5,0	4,9	5,4	5,7
Pernambuco	Estadual	2,7	3,0	3,1	3,6	3,9	4,0	4,4
	Privada	5,3	5,5	5,5	5,2	4,9	5,6	5,9

Fonte: Elaboração própria com dados do INEP-MEC.

Ideb efetivo é o valor alcançado por cada município, estado e país para cada ano. Segundo a Secretaria de Educação e Esporte do estado, desde 2007 a rede estadual de ensino vem apresentando resultados crescentes. Nos últimos biênios, obtendo uma boa colocação no ranking nacional quanto à qualidade do ensino em número. Quando

comparada à rede de educação estadual e privada, o ensino privado atinge a meta apenas nos anos de 2007 e 2009. Em contrapartida a rede estadual atinge ou supera as metas projetadas de 2007 a 2019, obtendo uma constância no desempenho da rede.

2.4 A eficiência dos recursos públicos

O principal objetivo dessa seção é apresentar e compreender os principais elementos teóricos que dão sustentação a eficiência dos gastos públicos. Como os recursos são alocados diz muito sobre o produto que estes disponibilizam para sociedade, assim como o bem-estar criado por essa boa gestão.

Nascimento et al. (2015) definem a eficiência como a relação entre o produto em uma situação que a disponibilidade de recursos se encontra escasso. E o produto efetivo é resultado de um conjunto de insumos, no caso de escassez esse produto deve ser produzido com menos desse conjunto de insumos, ou seja, a eficiência depende das entradas e saídas geradas pelos insumos aplicados.

É entendido que quanto mais se produz com uma unidade de insumo maior a eficiência deste. Então, o ponto ótimo de eficiência é definido quando se “obtem o maior rendimento possível com as entradas”. Para deslocar o ponto de ótimo para cima, é necessária a aplicação de a uma nova tecnologia ou mudança no processo de produção mudanças suficientes para deslocar o ponto sobre a fronteira de possibilidade (LOURENÇO et al., 2017).

A eficiência da administração pública nas esferas federais, estaduais e municipais é garantida pelo artigo 37 da constituição de 1988, obedecerá aos princípios onde a forma como os recursos públicos são administrados devem ser coerentes com a “legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência” em todas as esferas federal, estadual e municipal. A eficiência é definida como o resultado de uma alocação ótima através das ações do governo que possibilite o mesmo nível de atividade das demais observações com menos recursos (MATTOS E TERRA, 2021).

É delicado mesurar a eficiência na oferta de serviços públicos, existe o consenso quanto a isso, dados os diversos fatores não controlados que interferem nesse processo. Apesar disso a literatura vem crescendo e nos últimos anos vertentes mais desagregadas conforme nos trabalhos De Almeida et al. (2011), Poker et al. (2013), Silva et al. (2015), Sousa et al. (2016) Matias et al. (2018) e Kakihara et al. (2020) que verificam essa questão

em estados e municípios colocando uma lupa em problemas que levem a ineficiência do setor público.

Para Vasconcelos (2005), a educação é um tipo de bem onde a oferta e demanda gera falhas de mercado, nesse sentido é justificado que atuação do estado considere as externalidades positivas criadas em termo de eficiência dos gastos nesse setor. O estado na sua função de alcançar o bem-estar da sociedade deve ofertar esse serviço com boa qualidade, além de alcançar o número máximo de agentes.

A relação entre a eficiência dos gastos públicos e os níveis de desenvolvimento é um instrumento de análise interessante para observar as individualidades locais que levam a ineficiência ou o contrário. Isso possibilita captar os mecanismos que tornam um município ótimo do ponto de vista fiscal ao gerar resultados proporcionais aos dispêndios investidos.

Os gastos públicos em saúde e educação são contribuintes importantes para atingir os objetivos de desenvolvimento de um país. Segundo Gupta et al. (1998), as despesas direcionadas a esses setores públicos criam efeitos positivos no capital humano, e se bem aplicados esses recursos promovem a equidade e redução da pobreza.

Segundo Zoghbi et al. (2009) a influência direta do investimento em educação na produção de capital humano para sociedade é um fato, assim como as evidências que acelera o crescimento econômico se realizados eficazmente. O produto da educação de qualidade depende da eficácia dos seus gastos, uma boa infraestrutura, professores qualificados que pode gerar um ambiente mais propício para aprendizagem, levando a um resultado positivo dos alunos.

Buscando reduzir os gastos em setores da economia, as políticas públicas visam implementar mecanismos que supram as demandas sociais ao ponto que operem eficientemente (SCARPIN et al., 2012). Como os recursos são aplicados é um fator importante no produto gerado por esse dispêndio, na educação ao melhorar a infraestrutura (construir biblioteca) pode levar a eficiência de um município que demande tal obra.

Costa et al. (2015), destacam que saber o que influencia a eficiência é necessário para prever a sua produtividade. Nesse aspecto as capacidades sociais de cada município devem ser observadas, captando suas individualidades é possível saber os que precisam melhor desenvolver suas habilidades de gerir e os que precisam manter isso positivo.

Assim, é preciso que a gestão pública seja transparente e capaz de cumprir a função designada pela despesa, no caso de a educação dar o suporte necessário para

ofertar esse serviço. As despesas devem ser eficientes ao realizar a função (ofertar educação de qualidade) para a minimizar esses custos.

2.5 Trabalhos empíricos sobre eficiência dos gastos públicos

Entre os trabalhos que estudam a eficiência dos gastos públicos é consenso que a dinâmica de mesurar a eficiência, usam de métodos não paramétricos, em sua maioria usando os Data Envelopment Analysis (DEA) e Free Disposal Hull (FDH). O DEA¹ avalia a eficiência de unidades tomadoras de decisão (DMUs) ao compará-las em termos socioeconômicos semelhantes e o FDH² que mede a eficiência sem a suposição de convexidade através das relações de dominância entre os feixes de entrada-saída. Nesse aspecto, os trabalhos seguintes dão embasamento para o trabalho aqui proposto.

A literatura dedicada a pesquisar os impactos do gasto público no crescimento econômico é extensa e as correntes de pensamento econômico a este respeito possui várias aplicações empíricas. Na literatura internacional que avalia a eficiência da educação, Charnes et al, (1978), avaliou o programa educacional das escolas públicas através "Follow Through" (programa de otimização) nos Estados Unidos nos anos de 1970. Visou analisar a eficiências dessas escolas que usado ou não o programa. Observando as entradas e saídas foi criado o modelo conhecido por CCR, para checar como esse programa influência nos despenhos das escolas avaliadas.

Gupta et al. (2002) avaliam a eficiência do gasto governamentais para saúde e educação. Sua análise é para países, avaliando os gastos públicos e indicadores sociais para 50 países em desenvolvimento e transição. Seus resultados mostram que existe uma forte relação entre gastos e despenho para o setor educacional, mas não encontra uma relação causal entre os países em desenvolvimento.

Afonso e Aubyn (2005) abordam a eficiência nos setores de educação e saúde para uma amostra de países da OCDE. Concluem que países menos eficientes possuem um maior potencial para alcançar melhores resultados usando os mesmos recursos. Agasist (2014), estuda a eficiência dos gastos com educação de 20 países europeus. Conseguindo captar que melhores salários dos professores afetam positivamente o desempenho da educação desses países.

¹ Charnes, Cooper e Rhodes (1978), autores reposaveis peloss primeiros estudos com DEA

² Deprins, Simar e Tulkens (1984), desenvolveram o Conceito e método do FDH

Na literatura internacional os trabalhos que se destacam são os de Johnes (2008), Prasetyo e Zuhdi (2013) e Essid et al. (2014), sobre aplicações do modelo DEA-Malmquist na área da educação. Johnes (2008) usa o índice de Malmquist para analisar 112 instituições de ensino superior inglesa, os seus resultados apontam para uma redução de produtividade e eficiência técnica anual das instituições explicadas pelo incremento de tecnologia no período.

Prasetyo e Zuhdi (2013) usou o DEA para analisar o nível de eficiência dos gastos per capita para saúde e educação em 81 países. Encontrou resultados que dos 81 países analisados, apenas 17 se manteve na zona da fronteira de eficiência, e 2 desses mantiveram um crescimento do ponto ótimo, apontando para o desenvolvimento humano proporcional nesses países que se mantém sobre a fronteira.

Essid et al. (2014), mensuram a produtividade das escolas secundárias da Tunísia, usando o índice e Malmquist para captar a eficiência técnica e as variações na tecnologia. Foi possível observar que o desempenho interno e o incremento de novas tecnologias, possuem impacto na otimização das escolas avaliadas.

O caso brasileiro, o trabalho de Zoghbi et al. (2009), avaliou o desempenho e eficiência relativa dos estados brasileiros quanto aos gastos em educação fundamental e média, foi construído uma fronteira de eficiência usando a técnica FDH. Os resultados evidenciaram que os estados com melhor desempenho no ensino não são os mais eficientes e foram poucos estados que ficaram na fronteira de possibilidade de produção. A relação entre eficiência e índice de qualidade, indica que a maioria dos estados analisados não pode ter um melhor desempenho usando o nível efetivo ou um nível menor de gastos. O índice de eficiência orientado para inputs mostra que o mesmo de ensino fundamental e médio pode operar com uma redução de recursos de até 50% em certos casos, cabendo ao gerenciamento melhor alocar os recursos disponíveis.

Da Silva e Almeida, (2012) avaliaram os municípios e sua eficácia em utilizar os recursos da educação fundamental, para tanto usaram modelo DEA e FDH para alcançar este objetivo. Percebendo nos seus resultados que os municípios pequenos, que dispõem de menos recursos, em geral, foram mais ineficientes que aqueles que captaram uma maior fatia do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (Fundeb). Entretanto, este resultado é invalidado de forma geral: alguns municípios que apresentaram as maiores quantidades de recursos por aluno foram também os mais ineficientes.

Rosano-Peña et al. (2012) examinaram e georreferenciaram a eficiência dos gastos públicos em educação dos municípios goianos e o recorte de tempo aplicado foi 2005, 2007 e 2009, explicando as variações do índice pela tecnologia e eficiência dos municípios. Utilizaram o Índice de Produtividade de Malmquist combinado com o método DEA e da técnica de Cadeias de Markov. O índice de Malmquist em conjunto com georreferenciamento permitiu identificar e mapear as redes municipais de ensino observando a sua qualidade, mostrando o progresso nos níveis de eficiência dos gastos entre os períodos de 2005-2007 e 2007-2009, além de averiguar a causa dos ganhos de eficiência, a variação da eficiência produtiva e o efeito das mudanças tecnológicas.

Gonçalves et al. (2013), avaliaram quais características dos municípios brasileiros afetam a eficiência deles na educação na década de 90. Realizaram uma análise em três estágios do qual, usa a metodologia SBM (Slacks Based Measure), uma variante dos modelos DEA aditivos dos modelos tradicionais. Foi observado nos resultados uma uniformidade de impactos (demográficos, políticos e de recursos) acerca da eficiência entre os grupos de municípios brasileiros avaliados. E por fim, a descentralização dos gastos educacionais decorrentes do Fundef, na maioria das vezes, aumenta a eficiência da gestão da escola.

Savian e Bezerra (2013) avaliam a eficácia dos gastos públicos com educação nos anos iniciais do fundamental usando os anos de 2005 e 2009 para os municípios do Paraná. Usando a metodologia do DEA para medir a eficiência das despesas com educação fundamental. Os resultados do estudo indicam que os municípios paraenses que atingiram a fronteira de eficiência, possuem em comum poucas escolas e menores populações, ou seja, os pequenos municípios tendem a alocar melhor seus recursos. Os resultados quanto a ineficiência apresenta gastos por aluno mais alto, isso mostra que maiores gastos no ensino não estão relacionados a promover a eficiência local.

Costa et al. (2015), mensura a eficiência das Instituições de ensino superior (IES), avaliar a eficiência dos estados brasileiros quanto aos gastos com educação dos IEF os resultados apontam scores de eficiências altas e queda da produtividade para os IEF. Os resultados das estimações dinâmicas, indicaram que a maioria das universidades estava na fronteira eficiente.

Kaveski et al. (2015), buscam estimar a eficiência dos recursos para ensino médio regular em escolas federais. Seus resultados identificam que dos 27 estados só 4 obtiveram escore de eficiências, com escores globais de eficiência elevados, indicando que dentro desses 4 estados não existe muita diferença na alocação de insumos. Isso

mostra que as Unidades Federativas (UF) devem melhorar a alocação dos recursos para obter melhoria na sua eficiência.

Sousa et al. (2016) avaliam a eficiência da alocação dos recursos públicos do ensino fundamental para os municípios do Espírito Santo. Usaram o DEA e a regressão logística para captar os municípios eficientes e qual relação disso com as metas do Ideb deles. Encontraram nos seus resultados uma relação negativa entre gastos em educação e metas atingidas do Ideb, ou seja, nem todos os municípios eficientes atingiram as metas estabelecidas. Mesmo assim, dos 58 municípios analisados, 16 deles se mostraram eficientes na alocação dos recursos e esses apresentaram valores gastos com ensino fundamental e a quantidade de alunos matriculados abaixo da média da amostra.

Lourenço et al. (2017), em seu trabalho fazem uma análise da eficiência técnica que se entende como a relação entre o produto potencial e obtido, a análise foi feita nos 250 maiores municípios do Brasil em termos de alunos matriculados no ensino fundamental. Usando a Análise de Envoltória de Dados na abordagem BBC orientado ao output para captar a eficiência técnica dos municípios. Uma descoberta interessante dessa pesquisa foi a origem dos dez municípios com maior nível de eficiência técnica localizados nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, isso mostra que apesar das regiões serem consideradas menos ricas, essas conseguiram produzir o serviço de educação com os insumos disponíveis eficientemente.

Araújo Júnior et al. (2019) avaliaram a eficiência dos gastos educacionais no ensino fundamental nos municípios nordestinos entre 2003 e 2013. A metodologia empregada foi por meio de dois estágios, em que no primeiro utilizou-se o DEA BBC e o segundo estágio o modelo de regressão censurado (Tobit). Os resultados apontam haver uma enorme ineficiência dos gastos em educação nos municípios nordestinos, em especial nos primeiros anos do fundamental. A variável localização implicou em resultados ineficientes para escolas públicas situadas na zona rural, isso pode estar ligado a infraestrutura disponível e a contratação de professores mais qualificados serem mais precários.

O trabalho, Araújo Júnior et al. (2019) evidencia para sociedade que a formação educacional do aluno não é dever apenas da escola. Foi possível observar, que fatores externos como a localização, o grau de escolaridade dos pais entre outros fatores externos possui influência no desempenho do aluno. Então, é preciso pensar em políticas públicas para além das paredes da escola.

Uma aplicação mais recente sobre eficiência dos gastos públicos nos municípios pernambucanos é visto no trabalho de Ferreira (2020), que avaliou a eficiência dos gastos em educação pública no ensino fundamental para os 184 municípios de Pernambuco no período de 2011 a 2017. Verificaram-se índices de produtividades da eficácia e os índices de produtividade da eficiência, usando o modelo DEA-Malmquist. Os principais resultados do estudo mostram que o biênio 2011-2013, a eficácia obteve baixa produtividade e ineficiência técnica para a maior parte da mostra de municípios. No período de 2013-2015, as cidades receberam um misto de recursos significativos, que rendeu a esses ganhos de eficiência e produtividade, mas esses aumentos não prosseguiram no biênio 2015 a 2017.

A validação dos gastos em educação (os resultados criados por ele) possui impacto direto na sociedade, sendo um assunto muito importante. Dados os resultados apresentados nessa seção, é importante examinar o que levou os tomadores de decisões a serem ineficientes. E partindo disso é possível criar políticas que corrijam esses gargalos de ineficiência e tornem os municípios mais eficientes ao aplicar os recursos nas escolas não eficientes e manter as eficientes nesse padrão. Em seguida, quadro 1 traz os principais indicadores e variáveis usadas como outputs e inputs pelos autores nos seus trabalhos.

Quadro 1 - Os principais indicadores e variáveis usadas como outputs e inputs no DEA- Malmquist

Literatura Internacional			
	Input	Output	Autores
Indicador/variável	Gastos per capita Educação; Gastos per capita Subsídios	Saúde; IDH	Prasetyo et al. (2013)
	Despesa por aluno	Resultado do Pisa	Agasist (2014)
	Número de professores; Número de funcionário administrativo; Número de funcionários de colarinho azul.	Número de alunos matriculados;	Essid et al. (2014)
Literatura Nacional			
Indicador/variável	O repasse do FUNDEB para o município proporcionalmente com educação fundamental (1º a5º); Quantidade de alunos matriculados neste mesmo nível da rede municipal de ensino.	Notas do Ideb para os anos iniciais	Ferreira (2020)
	O gasto municipal com educação fundamental por aluno.	As notas do Ideb para anos iniciais e finais.	Araújo Júnior (2017)
	DespLiq (despesas liquidadas); GastMed (gasto médio por aluno); IDHMEdu (IDHM dimensão educação); IDHMRen (IDHM dimensão renda).	IdebMed (nota média do Ideb).	Lourenço et al. (2017)

	DeLiq - Despesas Liquidadas ;GaMed - Gasto Médio por aluno ;DiEdu - IDHM - Dimensão Educação ;DiRen – IDHM - Dimensão Renda	IdebMed - Nota média do IDEB	Sousa et al.(2016)
	Custo corrente/aluno; Aluno tempo integral/docente; Aluno tempo integral/funcionários; Índice de qualificação do corpo docente.	Alunos formados/alunos matriculados; Conceito Capes/MEC para a pós-graduação.	Costa et al. (2015)
	Dotações escolares; infraestrutura escolar; formação docente.	Ideb 2013.	Rodrigues (2015)
	Gastos com educação	As matrículas por habitantes, o número de docentes, o número de escolas e a média de notas escolares	Diel, Fábio José et al. (2014)
	Gasto com Ensino Fundamental por Aluno; Número de Escolas Municipais de Educação Fundamental; Relação Aluno/Professor (matrículas/professores); PIB per capita municipal.	Ideb-séries iniciais do ensino fundamental	Savian e Bezerra (2013)
	Custo por aluno.	Ideb	Diniz (2012)

Fonte: Elaboração própria, 2022.

3 METODOLOGIA

3.1 Estrutura do DEA

É fato que mensurar a eficiência do setor público é difícil. Para driblar isso, os estudos empíricos buscam aplicar técnicas para a construção de um índice de eficiência. Em geral, o uso do DEA é adequado, segundo Coelli (1996), essa ferramenta matemática consegue medir a eficiência e produtividade das Unidades Tomadoras de Decisões (DMUs) em uma amostra.

A mensuração da eficiência dos gastos em educação orienta para o uso do método de Análise Envoltória de Dados. Esse sistema, fruto da programação matemática, é um método não-paramétrico que compara DMUs parecidas do ponto de vista socioeconômico, população e número de estabelecimento que possam tornar essa unidade homogêneas. Nesse estudo as DMUS serão os municípios alocados em gerências regionais de educação (GREs) próximas e semelhantes para poderem ser comparados.

Essa diferença entre as estruturas dos municípios será dada pela quantidade de inputs(insumos) e outputs(produtos) da aplicação dos recursos, assim é estimada a (in)eficiência das entradas dadas as saídas e das saídas dadas as entradas. Obtidos por Programação Linear, os resultados vão ser pesos ou coeficientes que expressam a ineficiência ou não da DMU (COELLI, 1996).

3.1.1 O modelo DEA-BBC

Proposto inicialmente por Farrell (1957) e posteriormente aprimorado por Banker, Charnes e Cooper (1984), o DEA-BBC foi desenvolvido para analisar as Unidades de Decisão (DMUs) que operam em diferentes níveis de escala. De acordo com Ferreira (2020), essa abordagem do DEA adota uma fronteira de eficiência convexa, resultando em uma superfície mais compacta devido aos retornos variados de escala. Conseqüentemente, os escores obtidos por esse modelo são superiores aos do modelo CCR.

Na Programação Linear, Lins e Meza (2000), mostram a existência de duas formas de representa o BBC, sendo eles o primal e o dual, na primeira tem-se a forma de multiplicadores e na segunda a forma de envelope. Essas representações do DEA-BBC, podem ser orientadas por input e outputs.

Os modelos multiplicadores com rendimentos variáveis com orientação ao input e output apresentados a seguir, diferentes do DEA-CCR são adicionadas variáveis duais u^* e v^* , baseado em Cooper, Seiford, Zhu (2007) se têm:

$$\begin{aligned} \text{Max } Eff_0 &= \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_* \\ \text{Sujeito a } &\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + u_* \leq 0, \forall k$$

$$v_i, u_j \geq 0, \in \mathcal{R}$$

$$\begin{aligned} \text{Min } Eff_0 &= \sum_{i=1}^r u_i x_{i0} + v_* \\ \text{Sujeito a } &\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + v_* \leq 0, \forall k$$

$$v_i, u_j \geq 0, \in \mathcal{R}$$

O dual na forma de envelope orientado ao input e output, atendidas as condições de convexidade, de (1) e (2), transforma essas equações para a estrutura do Método de Envelope, têm-se as equações (3) e (4) respectivamente:

Min θ

seja sujeito a

$$\begin{aligned}
\theta x_{j0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k &\geq 0, \forall i \\
y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k &\geq 0, \forall j \\
\sum_{k=1}^n \lambda_k &= 1 \\
\lambda_k &\geq 0, \forall k
\end{aligned} \tag{3}$$

Max ϕ

seja sujeito a

$$\begin{aligned}
x_{j0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k &\geq 0, \forall i \\
-\phi y_{j0} - \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k &\geq 0, \forall j \\
\sum_{k=1}^n \lambda_k &= 1 \\
\lambda_k &\geq 0, \forall k
\end{aligned} \tag{4}$$

- θ : Eficiência técnica obtida no modelo dos multiplicadores orientado ao input;
- ϕ : Eficiência obtida no modelo dos multiplicadores orientado ao output;
- λ_k : valor atribuído a contribuição de cada DMU_k.

3.2 DEA-BBC-Malmquist

Segundo Glewwe, Lambert e Chen (2020) embora a educação seja cumulativa, muitos estudos falham na análise ou estimam efeitos enviesados porque utilizam informações apenas de insumos atuais e não a dinâmica destes insumos. Ademais, desconsideram que as escolas operam em um ambiente político determinado muitas vezes por instâncias mais elevadas.

Assim, para ponderar as críticas dos referidos autores, bem como as de Hanushek (2020), será utilizada a metodologia de DEA-BBC-Malmquist. Essa metodologia permite identificar os municípios que apresentam maior eficiência e o comportamento ao longo

do tempo, os insumos que mais contribuem para eficiência, como a quantidade de alunos matriculados nessa etapa do ensino.

Para analisar a dinâmica da eficiência dos gastos educacionais no ensino médio em Pernambuco, a metodologia DEA-BBC- Malmquist apresenta-se adequada, dado que permite a utilização simultânea de insumos e produtos sem que haja a necessidade que as variáveis estejam na mesma unidade.

Assim, os inputs são os valores monetários deflacionados; quantidade de professores com formação adequada; número médio de alunos; repasses dos gastos por proporção de alunos no município que estudam em escolas de ensino médio e os outputs são as notas Ideb dos municípios.

O modelo pode ter orientação para inputs ou outputs. Para o caso de eficiência de gastos em educação, a literatura aponta ser mais adequada a orientação para outputs. Ou seja, mensura quanto se pode aumentar o desempenho dos alunos, permanecendo constante a utilização de insumos. Por fim, outra vantagem do método é permitir a análise dinâmica da eficiência identificando o comportamento da eficiência dos gastos educacionais dos municípios ao longo do tempo.

Färe et al. (1994), mostram que a função distância com orientação output é apresentada na função (1), onde o período está sobrescrito e a orientação subscrita.

$$D_o^t(x^t, y^t) = (\max\{\phi: (x^t, \theta y^t) \in S^t\}) \quad (5)$$

Na função (1), ϕ (Fi) é o fator mínimo que o produto pode ser contraído, permanecendo eficiente tecnicamente, dada a tecnologia utilizada, no período t; y^t é o output, ou seja, produção no período t; x^t são insumos utilizados no período t; S^t é o conjunto da produção dada a tecnologia do período t.

O conjunto S^t pode ser apresentado da seguinte forma:

$$S^t = \{(x^t, y^t): x^t \text{ pode produzir } y^t\} \quad (6)$$

A função (6) representa a expansão máxima do vetor y^t (output) dado o vetor x^t (input). A função distância será $D_o^t(x^t, y^t) = 1$, se e somente se (y^t, x^t) estiver na fronteira de produção. Assim, a tecnologia aplicada na combinação (y^t, x^t) terá que ser ótima para obter a eficiência técnica (FÄRE et al., 1994)

Já a função distância para mais de um período orientada ao output pode ser apresentada na seguinte forma:

$$D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = (\max \{\phi(x^{t+1}, \theta y^{t+1}) \in S^{t+1}\})^{-1} \quad (7)$$

O Índice de produtividade de Malmquist (1953), dado pela razão da função distância do período t+1 em relação à função distância em t, tendo como base o período t.

3.2.1 O Índice de Malmquist orientado ao output

O Índice de Malmquist se dá pela equação (8):

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left\{ \left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Ao resolver os problemas de programação linear encontra-se o equivalente de M_o , assim temos o índice de Malmquist forma decomposta é dado por:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \right) * \left\{ \left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

Desse modo podemos avaliar o índice de Malmquist, tal que:

- $M_o > 1$: Ocorre um aumento na produtividade da DMU_k no período t+1 em relação ao período t;
- $M_o = 1$: A DMU_k manteve a sua produtividade constante no período t+1 em relação ao período t
- $M_o < 1$: Nesse caso a produtividade da DMU_k diminuiu no período t+1 em relação ao período t.

A mudança na Produtividade Total dos Fatores de Produção de uma DMU é mostrada pelo resultado do índice Malmquist em um dado período (t):

▪ $\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)}\right)$: Ao se decompor percebe-se essa razão mede a mudança na eficácia relativa ou mudança técnica como Färe et al. (1994), denominou. Nessa expressão é visto se o produto está se aproximado ou afastando da fronteira.

▪ $\left\{\left(\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}\right)\left(\frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)}\right)\right\}^{\frac{1}{2}}$: Já essas expressões medem a mudança na tecnologia entre os períodos verificados.

O efeito do deslocamento da fronteira eficiente (frontier-shift effect) – EF depende da alteração tecnológica que modifica a fronteira de eficiência, no mesmo intervalo t. EF >1: Houve um progresso tecnológico da DMU_k no período: EF=1: Manteve-se constante a tecnologia da DMU_k; EF <1: Acontece uma redução na tecnologia da DMU_k, ambos no período t+1 em relação a t.

E o efeito de emparelhamento (catch-up effect) – EC é a alteração de eficiência técnica, medida a partir da modificação de desempenho relativo de uma DMU, no mesmo intervalo de t. EC >1: Ocorre aumento na eficiência técnica da DMU_k; EC=1: Manteve a eficiência técnica da DMU_k; EC <1: Acontece uma redução na eficiência técnica da DMU_k ambos no período t+1 em relação a t.

Considera o modelo orientado a output com retornos variados de escala ao incluir no modelo (9), a condição de convexidade. Com base na metodologia adequada e o campo de estudo, escolhe-se o modelo outputs com retornos variáveis, dado que consiste na variação dos produtos crescentes ou decrescentes, essa variação para cima ou baixo vai ser mais ou menos proporcional aos insumos aplicados.

Ao observar isso na educação a se analisar a eficiência das escolas de ensino médio, por exemplo, através do valor do Ideb, dado o gasto com ensino médio, a curva criada para retornos variados de escala muda tal qual os rendimentos mudam agrupando mais unidades eficientes nessa curva.

Para tanto, supondo que cada DMU_k dado k=1..., n produza um vetor output $y_k^t = (y_{1k}^t, y_{sk}^t)$, utilizando os inputs $x_k^t = (x_{1k}^t, x_{mk}^t)$ para um período estabelecido em T tal que t=1, ..., T.

Realizados os cálculos necessários chegamos ao Índice de Malmquist orientado ao output se dá pela equação (10):

$$M_o = \left(\frac{\phi_o^t(x_o^t, y_o^t)}{\phi_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})} \right) * \left\{ \left(\frac{\phi_o^{t+1}(x_o^{t+1}, y_o^{t+1})}{\phi_o^t(x_o^t, y_o^t)} \right) \left(\frac{\phi_o^{t+1}(x_o^t, y_o^t)}{\phi_o^t(x_o^t, y_o^t)} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Podendo ser analisado tal que: $M_o > 1$; $M_o = 1$; $M_o < 1$ em relação à produtividade da DMU_k no período t+1 em relação ao período t.

3.3 Grupos de municípios

A análise de eficiência por meio do DEA-BBC- Malmquist tem como hipótese a homogeneidade das DMU's, para calcular os escores de eficiência de cada unidade. Assim, para validar esta hipótese será utilizada as gerências regionais de educação para formar grupos de municípios com gestão semelhantes.

As GREs foram instituídas pelo pacto pela educação (PPE) uma política pública que visa a promoção da qualidade da educação. Ordenada pela Secretaria de Planejamento e Gestão (Seplag), o PPE é implementado em 2011 para suprir as demandas geradas pela educação em Pernambuco no quesito estadual. No ano vigente, as GREs contabilizam 16 unidades que abrangem todas as suas escolas e modalidades de ensino Rede Estadual do estado.

Dyson et al. (2001) explanam que nesses tipos de análises o problema de não-homogeneidade do DEA acontece quando os dados não-homogêneos assumem o lugar de homogêneos, dessa forma avaliando coisas não semelhantes e caindo no erro. Para evitar tal erro, a literatura aponta a aplicação de métodos que recolha unidades parecidas e forme grupos para que esses sejam avaliados em conjunto.

3.4 Base de Dados

A base dos dados é os microdados do Ideb, bem como os microdados dos Censos Escolares disponíveis no site do INEP. Escolhida como variável de saída e indicador de desempenho do ensino médio, esses dados serão outputs retirados do INEP. O Ideb avalia a educação básica, incluindo o ensino médio, seu cálculo é baseado na prova Brasil e na taxa de aprovação dos alunos. Sendo um indicador de qualidade do ensino, também é escolhida como variável de saída.

O Índice de desenvolvimento da educação básica foi criado em 2007, mas os resultados quanto ao Ideb ensino médio por municípios e escolas passou a ser publicado a partir de 2017. O Censo Escolar é uma base que contém os dados estatístico-

educacionais de âmbito nacional realizado organizado pelo Inep (MEC, 2009). São nesses microdados que serão retiradas as demais variáveis de entrada.

Considerando o campo de estudo e as principais características que implicam na nas 16 GREs de Pernambuco que inclui seus 184 municípios. É escolhido deixar fenando de Noronha de fora pelo tamanho da amostra e lacuna de dados da ilha. É escolhido trabalhar com quatro grupos de municípios considerando seus fatores educacionais e sua divisão regional. Para gerar unidades de tomadas de decisões (DMUs) baseadas nesses fatores já apontados.

O quadro 2 têm o agrupamento das GREs, que reflete nos grupos com municípios pernambucanos pertencentes aquela área.

Quadro 2 - GREs e grupos de municípios

Grupos	GREs	Municípios
1	Recife Norte	Recife
	Recife Sul	Zona Sul do Recife
	Metropolitana norte	Abreu e Lima
		Araçoiaba
		Igarassu
		Itamaracá
		Itapissuma
		Olinda
		Paulista
	Metropolitana sul	Cabo de Santo Agostinho
		Camaragibe
		Ipojuca
		Jaboatão dos Guararapes
		Moreno
São Lourenço da Mata.		
2	Mata norte	Aliança
		Buenos Aires
		Camutanga
		Carpina
		Condado
		Ferreiros
		Goiana
		Itambé
		Itaquitinga
		Lagoa do Carro
		Macaparana
		Nazaré da Mata
		Paudalho
		São Vicente Ferrer
	Timbaúba	

		Tracunhaém
		Vicência
	Mata centro	Barra de Guabiraba
		Bezerros
		Bonito
		Camocim de São Felix
		Chã de Alegria
		Chã Grande
		Escada
		Glória do Goitá
		Gravatá
		Pombos
		Sairé
		São Joaquim do Monte
		Vitória de Santo Antão
	Mata sul	Água Preta
		Amaraji
		Barreiros
		Belém de Maria
		Catende
		Cortês
		Gameleira
		Jaqueira
		Joaquim Nabuco
		Lagoa dos Gatos
		Maraial
		Palmares
		Primavera
		Quipapá
		Ribeirão
		Rio Formoso
		São Benedito do Su
		São José da Coroa Grande
		Sirinhaém
		Tamandaré
		Xexéu
3	Vale do Capibaribe	Bom Jardim
		Casinhas
		Cumaru
		Feira Nova
		Frei Miguelinho
		João Alfredo
		Lagoa de Itaenga
		Limoeiro
		Machados
		Orobó

		Passira
		Salgadinho
		Santa Maria do Cambucá
		Surubim
		Vertente do Lério
		Vertentes
	Agreste centro norte	Agrestina
		Altinho
		Belo Jardim
		Brejo da Madre de Deus
		Cachoeirinha
		Caruaru
		Cupira
		Ibirajuba
		Jataúba
		Panelas
		Riacho das Almas
		Santa Cruz do Capibaribe
		São Caitano
		Tacaimbó
		Taquaritinga do Norte
		Toritama
	Agreste meridional	Águas Belas
		Angelim
		Bom Conselho
		Brejão
		Caetés
		Calçado
		Canhotinho
		Capoeiras
		Correntes
		Garanhuns
		Iati
		Jucati
		Jupi
		Jurema
		Lagoa do Ouro
		Lajedo
		Palmeirina
		Parnarama
		Saloá
		São Bento do Uma
		São João
		Terezinha
4	Sertão do Moxoto-Ipanema	Alagoinha
		Arcoverde

	Betânia
	Buíque
	Custódia
	Ibimirim
	Inajá
	Itaíba
	Manari
	Pedra
	Pesqueira
	Poção
	Sanharó
	Sertânia
	Tupanatinga
	Venturosa
Sertão do alto Pajeú	Afogados da Ingazeira
	Brejinho
	Calumbi
	Carnaíba
	Flores
	Iguaraci
	Ingazeira
	Itapetim
	Quixaba
	Santa Cruz da Baixa Verde
	Santa Terezinha
	São José do Egito
	Serra Talhada
	Solidão
	Tabira
	Triunfo
	Tuparetama
Sertão do submédio São Francisco	Belém do São Francisco
	Carnaubeira da Penha
	Floresta
	Itacuruba
	Jatobá
	Petrolândia
	Tacaratu
Sertão médio São Francisco	Afrânio
	Cabrobó
	Dormentes
	Lagoa Grande
	Orocó
	Petrolina
	Santa Maria da Boa Vista
Sertão Central	Cedro

	Mirandiba
	Parnamirim
	Salgueiro
	São José do Belmonte
	Serrita
	Terra Nova
	Verdejante
Sertão do Araripe	Araripina
	Bodocó
	Exu
	Granito
	Ipubi
	Moreilândia
	Ouricuri
	Santa Cruz
	Santa Filomena
	Trindade

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Teoricamente o produto gerado por uma dada quantidade de recurso disponível pode ser chamado de outputs(saídas), nesse sentido as notas do Ideb é produto dos inputs(entradas) usados durante o ensino médio. Seguindo a literatura nacional, a abordagem de Ferreira (2020), Araújo Júnior et al (2019), e Sousa et al. (2016) aplicam a nota do Ideb como output, para seus trabalhos que avaliam os gastos no nível fundamental. No presente trabalho é usado o Ideb como produto da educação que ajuda a identificar a eficiência dos gastos com ensino médio.

Os inputs segundo a teoria, são os objetos de entrada criados pelas despesas em educação que devem melhorar a qualidade do ensino bem como seus resultados. Dessa forma, a escolha da variável de input gasto municipal com educação no ensino médio segue os trabalhos de Prasetyo et al. (2013), Agasist (2014) Costa et al. (2015) e Araújo Júnior et al. (2019), a fonte dos dados será o FINBRA.

O outro input é obtido nos Censos escolares, seguindo os trabalhos de Essid et al. (2014), e Ferreira (2020), a quantidade de alunos matriculados no ensino. Outro input utilizado é a percentagem de professores com ensino superior dos municípios no ensino médio como uma adaptação do que Essid et al. (2014) usam a sua análise. O quadro 3, apresenta a descrição das variáveis usadas no DEA-BBC.

Para o DEA é escolhido as seguintes variáveis visando obter as eficiências dos municípios pernambucanos.

Quadro 3 - Descrição das variáveis inputs e outputs e suas bases de origem

Variáveis DEA	
Inputs	Descrição-Bases
Gasto municipal com educação no ensino médio 2017, 2019 e 2021	Volume de despesas em educação, com identificação sobre os recursos alocados ao ensino médio. – FINBRA- Secretaria do Tesouro Nacional e SIAFE.
Professor qualificado 2017, 2019 e 2021	Porcentagens de professores com ensino superior- Censo escolar
Alunos EM 2017, 2019 e 2021	Quantidade de alunos matriculados neste nível de ensino-Censo escolar
Outputs	Discrção -Bases
Ideb EM 2017, 2019 e 2021	Resultado dos municípios no Ideb- INEP-MEC

Fonte: Elaboração própria.

Para o Malmquist com múltiplas DMUs em múltiplos anos como no caso da análise proposta é formado um painel, como o período é de 2017-2021 será feito da seguinte forma:

Se chama janela cada aplicação do DEA, assim o tamanho da janela $(p) = (k + 1) / 2$ o número de janelas $= k - p + 1$ e $k =$ número de anos. Desse modo, serão estimadas as janelas 2017-2019, 2019-2021 e 2017-2021, usando os inputs e output do quadro 3.

4 RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados e discutidos os resultados obtidos, abrangendo a análise estática e dinâmica da eficiência dos gastos municipais no ensino médio dos municípios pernambucanos. Os resultados exploram as informações sobre a eficiência dos gastos obtidas por meio do DEA-BBC para os anos de 2017, 2019 e 2021, bem como a análise temporal do painel entre 2017 e 2021 por meio do Índice de Produtividade de Malmquist (MPI).

4.1 Análise descritiva dos grupos

Na sequência, apresenta-se a Tabela 5, que traz os valores referentes à população matriculada, Fundeb por aluno, número de escolas e população média dos municípios pernambucanos. Esses dados ilustram as características populacionais, educacionais e econômicas dos grupos e do estado.

Tabela 5 - Valores médios dos indicadores socioeconômicos e educacionais dos grupos

Observações	Média dos valores por grupo				
	Quantidade de municípios	Número de escolas	Porte dos Municípios	População matriculada	Valor do aluno-Fundeb (R\$)
Grupo 1	14	174	284.032	55.277	2.351,95
Grupo 2	51	33	33.213	7.333	3.196,84
Grupo 3	54	32	35.258	8.029	3.585,80
Grupo 4	65	34	32.267	8.005	3.336,30
Pernambuco	184	44	52.563	11.422	3.306,57

Elaboração própria a partir dos dados do IBGE-2021 -Censo escolar 2021 e SIOPE- FNDE 2021.

O grupo um, abriga o município de Recife, com características educacionais e populacionais de uma metrópole. No trabalho de Ferreira (2020), a capital do estado possui um porte do município considerado uma metrópole segundo o IGBE. O grupo 2, contém 65 cidades de médio e grande porte do Estado, com valor médio do Fundeb por aluno de R\$ 3.196,84 e uma população média próxima aos 33.213 mil habitantes.

O terceiro grupo, contém os 54 municípios, com média de população de 35.258 mil habitantes, com municípios de médio e pequeno porte. O Grupo 4, possui 65 municípios que variam entre pequenos tipos II (21 mil até 50 mil habitantes) e médios municípios com valor médio do Fundeb por aluno de R\$ 3336,30 e média de escolas de 34.

Os dados para o estado de Pernambuco mostram que existe uma maior concentração de escolas de ensino médio nos municípios de grande porte e na capital. A média de escolas dos 184 municípios pernambucanos é de 44 escolas, com 11.442 mil alunos nessa distribuição R\$ 3.306,57 do valor do Fundeb médio do estado. Com a escolha dos grupos apresentado no quadro 2, aplicou-se a Metodologia DEA-BBC para analisar a eficiência dos gastos públicos nos Municípios com ensino médio pernambucano.

4.2 Resultados DEA-BBC

Formados os grupos através da GREs foi possível construir um conjunto de dados para análise proposta nesse trabalho. Foram agrupados em quatro grupos com base nessas características educacionais para formação de DMUs. Essas unidades indicam grupos diferentes entre si. O emprego da DEA permite determinar a eficiência técnica dos gastos com educação no ensino médio presentes nos municípios pernambucanos.

A eficiência pode ser obtida pelo modelo CCR de Charnes et al. (1978) ou o BBC, de Banker et al. (1984). É interessante saber que se uma unidade for eficiente no modelo CCR, logo essa DMU é eficiente no modelo BBC. Pois, segundo Seiford e Zhu (1999), a eficiência técnica do modelo CCR (retornos constantes), é composta pela medida de eficiência do modelo BBC (com retornos variáveis). Aqui foi utilizada o modelo de retornos variáveis. Esse modelo obtém estimativas de eficiência relativas pressupondo que a tecnologia está fixada no nível atual.

Para a estimação da eficiência estática do gasto municipal com ensino médio para ano de 2017, 2019 e 2021, foi aplicado o modelo DEA-BBC com orientação ao output. Usando três variáveis de entrada e uma de saída. O output foi o Ideb do ensino médio (3º ano) da rede pública e os inputs o gasto municipal com educação por aluno, o número de alunos do ensino médio público e a porcentagem de professores do ensino médio com ensino superior por município. Na sequência tem-se a tabela 6, com os valores médios do conjunto de dados de cada grupo.

Tabela 6 - Estatística descritiva dos grupos e das variáveis usadas no modelo DEA-BBC e Malmquist.

Grupos	Média					
	Gasto/aluno (R\$)			Ideb total		
	2017	2019	2021	2017	2019	2021
grupo 1	4.537,34	5.175,44	5.505,47	3,9	4,4	4,3

grupo 2	3.499,12	4.674,59	5.103,63	3,8	4,3	4,5
grupo 3	3.433,75	5.120,39	5.577,78	4,2	4,5	4,5
grupo 4	3.500,84	5.023,76	5.485,84	4,1	4,5	4,4
Pernambuco	3.742,46	4.998,54	5.418,18	4	4,4	4,4
Média						
Grupos	Nº de Matrículas			Prof. com ES (%)		
	2017	2019	2021	2017	2019	2021
grupo 1	8.493	8.241	8.247	0,96	0,95	0,92
grupo 2	1.082	1.012	1.047	0,97	0,96	0,95
grupo 3	1.109	1.140	1.081	0,91	0,96	0,93
grupo 4	1.214	1.179	1.226	0,96	0,94	0,91
Pernambuco	2.974	2.893	2.900	0,95	0,95	0,92

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: Ideb do ensino médio (total), Número de matrículas no ensino médio (1, 2 e 3º ano), Gasto total por aluno em cada município e porcentagem de professores com ensino superior por município.

Observa-se na tabela 6, que os repasses médios totais por aluno dos municípios dos quatro grupos aumentaram 44,76% ao longo dos anos, mas houve um incremento maior entre os anos de 2017 e 2019 para o grupo 3 de cerca de 62,43%. O Ideb médio de cada grupo exibe um aumento do desempenho do ensino médio de 2017 a 2019 e uma queda em 2021 nos grupos 1 e 4, essa heterogeneidade entre os grupos justifica a divisão dos municípios nesses grupos.

Descritivamente é possível notar que o aumento dos valores médios por aluno cresceu, e os valores do Ideb médio também, obtendo um melhor desempenho dos alunos de ensino médio. Em contrapartida, o percentual de professores do ensino médio com ensino superior se reduziu na sua maioria, isso pode ser explicado pela migração desses para estados próximos, Campos et al. (2020), fala sobre a mobilidade dos docentes do ensino médio no Nordeste, mostrando uma proporção média de 5 a 20% de fluxos intermunicipais.

A eficiência técnica proposta pelo DEA-BBC orientada ao produto (maximiza as saídas), nessa medida se a eficiência for menor ou igual a 1, no qual o resultado 1 apresenta-se somente em municípios eficientes. O modelo DEA é subdividido em termo de retorno de escala, onde a eficiência das DMUs os retornos variáveis à escala (VRS), também conhecido como BBC, permite medir a eficiência técnica e rendimentos, o modelo BBC possui uma produtividade negativa, mas quando observado a orientação ao output isso pode variar.

Os resultados para a quantidade de eficientes tecnicamente podem ser observados na tabela 7. Nesta tabela é apresentada distribuição dos municípios quanto aos resultados do intervalo de confiança dos valores da eficiência. Percebe-se que o intervalo dos escores

de 0,75-0,99 é onde está a maioria dos municípios pernambucanos, sendo 69,56% em 2017 e 2019 e 64,13% em 2021. E percebe-se um crescimento do número de municípios eficientes ao longo do período analisado.

Tabela 7 - Distribuição da eficiência técnica dos municípios de Pernambuco

Eficiência técnica	Número de Municípios		
	2017	2019	2021
0,00 — 0,25	0	0	0
0,25 — 0,50	0	0	0
0,50 — 0,75	33	25	32
0,75 — 0,99	128	128	118
Eficientes	23	31	34

Elaboração própria com resultados obtidos.

Agora pode-se observar as DMUs consideradas eficientes nos períodos analisados, na tabela 8.

Tabela 8 - Municípios eficientes por grupo

Grupos	Período		
	2017	2019	2021
1	Araçoiaba	Itapissuma	Igarassu
	Itamaracá	Moreno	Itapissuma
	Moreno		Cabo de Santo Agostinho Ipojuca Moreno
2	Nazaré da Mata	Aliança	Aliança
	Timbaúba	Condado	Timbaúba
	Tracunhaém	Nazaré da mata	Tracunhaém
	Bonito	Timbaúba	Camocim de São Felix
	Camocim de São Felix	Tracunhaém	Pombos
	Sairé	Camocim do São Felix	Água Preta
	Amaraji	Água Preta	Catende
	Belém de Maria	Maraial	Marial
	Maraial	São Benedito do sul	Palmares Ribeirão São benedito do Sul
3	Santa Maria de Cambucá	Bom jardim	Limoeiro
	Vertente do lério	João Alfredo	Salgadinho
	Tacaimbó	Limoeiro	Vertentes
	Jupi	Surubim	Tacaimbó
		Vertente do lério	Calçada
		Brejo de madre de Deus	Iagoa do Ouro
		Cupira	Lajedo
		Tacaimbó	Terezinha

		lajedo	
4	Quixaba	Arcoverde	Arcoverde
	Solidão	Custódia	Sertânia
	Carnaubeira da Penha	Afogados da ingazeira	Quixaba
	Itapetim	ingazeira	Solidão
		Quixaba	Carnaubeira da Penha
		Solidão	Cabrobó
		Carnaubeira da Penha	Bodocó
		Petrolândia	
		Bodocó	

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos.

A tabela 8, apresenta quais municípios foram eficientes em cada grupo e em cada período de 2017 a 2021. Pode-se averiguar que Moreno conseguiu manter a sua eficiência dos gastos com educação do ensino médio nos três períodos verificados, esse município é de médio porte e segundo o SICONFI³ um gasto médio de R\$ 4.412,99 por aluno nos últimos cinco anos. Ao passo que aumentou o Ideb de 3,9 para 4,3 no período com uma taxa de aprovação de 96% para o ensino médio.

Em 2021, apesar de manter a nota do Ideb em 4,3 foi notado um aumento da distorção idade série de 22,9% em 2020 para 25,1% em 2021 (INEP, 2022). Esse dado é resultado dos danos da pandemia na educação básica, conforme presumido no estudo de Menard & Wilson (2014), que fala sobre a ausência de estímulo afeta a dinâmica da aprendizagem, isso decorre da falta de prática daquele período onde as escolas não funcionaram, esse tempo parada pode prejudicar o nivelamento do ensino e resultar nessa distorção idade série. Os demais municípios eficientes do grupo 1, tem um Ideb médio de 4,3 e gasto médio por aluno de 3990,1 nesses últimos cinco anos, esse conjunto de instrumentos deve estar vinculado ao VRS=1.

Os municípios de Timbaúba, Tracunhaém, Maraiá, Camocim de São Felix obtiveram um VRS = 1 para os três períodos. Camocim de São Felix possui um investimento de 5,117,99 maior em relação as demais na mesma situação sobre a fronteira de eficiência e um Ideb de médio de 4,9. Já Timbaúba e Tracunhaém possui Ideb alto e um investimento médio baixo, Marial, contudo, possui um Ideb médio de 4,2 e um gasto médio por aluno de R\$ 4,473,02 diferindo destes.

³ Sistema de informações contábeis e fiscais do setor público brasileiro-SICONFI

O que municípios têm em comum é um número pequeno de alunos matriculados no ensino médio e uma taxa de aprovação superior a 95%. A eficiência técnica desses municípios por acontece por meio de uma gestão mais próxima dado o número de alunos e um investimento considerável para o ensino médio. Como ocorre nos estudos de Gonçalves et al. (2013), descentralização dos gastos educacionais vai interferir no aumenta a eficiência dessas cidades.

Nota-se que Tacaimbó é um ponto eficiente em face de pesos VRS igual a 1 em 2017, 2019 e 2021. Isso implica dizer que essa DMU é benchmarking para as demais unidades do grupo 3, servindo de ponto de referência para os municípios ineficientes alcançarem a medida de eficiência técnica. Pode-se inferir que os municípios que mantiveram a eficiência nos períodos em cada grupo são benchmarking para as demais. Kaveski et al (2015), deduzem que os municípios tomados como benchmark podem servir como espelhos para os não eficientes, pelas DMUS serem relativamente parecidas pode-se averiguar a melhor forma de alocação desses recursos educacionais do ensino médio.

No último grupo, Quixaba, Solidão e Carnaubeira da Penha, estão na curva de eficiência técnica no período de 2017 a 2021. Quixaba e Solidão contam com uma média de professores qualificados locados no ensino médio de 98% e 97%, Ideb médio de 5,9 e 5 e gastos por aluno de R\$5063,03 e R\$5.469,35 respectivamente. Esses dados mostram que os gastos em conjunto com a mão de obra qualificada estão exercendo um forte impacto sobre a eficiência dos municípios.

Carnaubeira da Penha, por sua vez, tem um Ideb médio de 4,1 e gastos R\$ 4.423,98 médios e um porcentagem baixa de professores qualificado inferior a 30%. Esse fenômeno ocorre quando o município consegue ser eficiente com os insumos que têm, assim como no trabalho de Sousa et al. (2016) onde os municípios eficientes na alocação dos recursos e esses apresentaram valores das suas variáveis bases abaixo da média da amostra. E ainda diferente de Agasist (2014), que mostra uma relação positiva entre salário de professores e o desempenho dos alunos, o percentual menor de docentes com graduação nos municípios nesse município, por exemplo, não interfere no desempenho do Ideb dos mesmos.

Cada DMU possui uma estrutura municipal distinta, sobre essas diferenças nota-se que os municípios pequenos II (20.001 até 50.000 habitantes), possuem um potencial maior para alcançar melhores resultados usando os mesmos recursos, assim como encontrado no estudo de Afonso e Aubyn (2005). Isso significa que a tendência desses

municípios com 21 mil a 50 mil habitantes é usando os recursos disponíveis alcançar a fronteira de eficiência técnica.

Segundo Lourenço et. al (2017), pode-se atribuir uma escala de ineficiência dado o seguinte intervalo: eficientes quando $\theta=1$, ineficiência fraca $0,86 \leq \theta < 1$, moderada $0,61 \leq \theta < 0,86$ e forte quando $0 < \theta < 0,61$. No ano de 2017, apenas 23 municípios foram eficientes com $\theta=100\%$, sobrando 87,5 % das DMUs (in)eficientes. Em 2019 e 2021, cerca de 31 e 34 municípios respectivamente foram eficientes, assim 83,15% e 81,47% foram ineficientes. Enquanto cerca de 1,08% apresentaram ineficiência forte em 2019 e aproximadamente 4,34% em 2021 ficou nesse intervalo.

Assim como no trabalho de Da Silva e Almeida (2012) que os municípios ineficientes apresentaram valores maiores de recursos por aluno, isso acontece na maioria dos municípios ineficientes dessa análise, onde o valor médio por aluno foi superior a R\$ 5 mil nessas DMUs. Como no caso da DMU de posição 65 do grupo 4 foi a que obteve o menor $\theta = 0,50$ esse foi Santa Filomena, com média de Ideb 3,4 e custo médio de R\$ 5.445,79.

Estimado o DEA com retornos variados de escala com orientação aos outputs, foram obtidos os seguintes resultados para o grupo 1 com 14 DMUs, para cada período 2017 a 2021 dispostos na tabela 10. Como os retornos foram definidos com VRS, é possível captar informações adicionais das DMUs, se estas obtiverem rendimento crescente ou decrescente.

4.3 Análise dinâmica dos municípios de Pernambuco (2017-2021)

O Índice de Produtividade de Malmquist (MPI), proposto por Färe et al. (1994), é amplamente utilizado para medir as mudanças de produtividade das Unidades de Decisão (DMUs) ao longo do tempo. Ao ser combinado com o DEA, o índice de Malmquist permite capturar a evolução produtiva das DMUs, as alterações na eficiência técnica e as mudanças tecnológicas. Portanto, é essencial considerar as mudanças na tecnologia e eficiência, de acordo com a definição de eficiência e produtividade, ao analisar esse índice.

Antes de estimar o índice, é necessário construir um painel de dados com as variáveis usadas (gasto por aluno, proporção de professores qualificados, número de alunos matriculados e a nota do Ideb) no período de 2017-2019, 2019-2021 e 2017-2021. Esse painel consiste na combinação de séries temporais das variáveis descritas, isso é

indicado quando as observações são longitudinais. Segundo Greene (2002), esse método é usado para investigar mudanças dinâmicas.

Desse modo, foi feito um painel com as variáveis indicadas no quadro 3, para o MPI com orientação ao output para cada grupo formada anteriormente pela GREs como explorado na seção de metodologia. Estimado o Malmquist orientado ao output, verificando a tecnologia de produção bienal e a decomposição da mudança (TFP), têm-se os seguintes resultados apresentados na tabela 9. Distribuição do comportamento dos municípios de acordo com resultados do índice Malmquist, efeito emparelhamento e o efeito do deslocamento da fronteira, no período entre 2017 e 2021.

Tabela 9 - Os valores médios bienal da Produtividade, Eficiência Técnica e Mudança de Tecnologia

Grupos	DMUS	Média dos resultados			
		Período	MPI	EC	EF
1	14	2017-2019	1,1125	0,9908	1,1662
		2019-2021	0,9855	1,0157	0,9031
2	51	2017-2019	1,2093	1,0267	1,2200
		2019-2021	0,9890	1,0301	0,9487
3	54	2017-2019	0,9971	1,0732	0,9230
		2019-2021	0,9856	0,9713	1,0355
4	65	2017-2019	1,0307	0,9521	1,0748
		2019-2021	0,9208	0,9929	0,9135
Pernambuco	184	2017-2019	1,0874	1,0107	1,0960
		2019-2021	0,9702	1,0025	0,9502

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados encontrados.

Para recapitular, a alteração na eficiência técnica (EC) e a alteração tecnológica (EF) compõem o Índice de Produtividade de Malmquist (MPI), que reflete a mudança na produtividade total. No caso específico do grupo 1, observamos que, para o período de 2017 a 2019, houve um aumento de 11,25% na produtividade total (MPI), indicando um aumento na eficiência da educação desses municípios, incluindo Recife. Essa evolução pode ser atribuída ao progresso tecnológico, que apresentou um valor de 16,62% no período de 2017 a 2019. No entanto, a mudança na eficiência técnica, que é inferior a 1, indica um efeito de regressão técnica, ou seja, houve um nível de eficiência inferior em comparação ao período anterior.

No período seguinte, de 2019-2021 o $MPI < 1$ e $EF < 1$, evidenciando que a tecnologia educacional nesse grupo regrediu no período e um decréscimo da sua produtividade dos fatores da educação do nível médio. Os aspectos socioeconômicos de

Recife e demais cidades contribuem, para um crescimento de 1,57% da eficiência, que devem estar ligadas ao número pequeno de municípios sobre a fronteira de eficiência assim como Zoghbi et al. (2009), que discutem que cabe ao gerenciamento melhor alocar os recursos disponíveis para deslocar o EF.

Ao analisar o segundo grupo, pode-se observar que houve um aumento médio de 20,93% na produtividade. Isso indica um crescimento na eficiência técnica das Unidades de Decisão (DMUs) desse grupo durante o período de 2019 em relação a 2017, com um aumento de 2,67%. Além disso, constata-se um aumento médio no progresso tecnológico de 22%, indicando que a tecnologia das DMUs foi expandida. No entanto, no segundo intervalo analisado, esse grupo apresentou declínio tanto na produtividade quanto na tecnologia em relação ao período anterior. Vale destacar o intervalo de 2019 a 2021, no qual ocorreu um crescimento de 3,01% na eficiência técnica.

No caso do grupo 3, foi observado um aumento médio de 7,32% na eficiência técnica das Unidades de Decisão (DMUs) durante o intervalo de 2017 a 2019, especificamente no ano de 2019 em relação a 2017. No entanto, esse grupo apresentou uma redução na produtividade e mudanças negativas na fronteira tecnológica entre 2017 e 2019. Isso significa que houve um aumento na eficiência técnica, mas uma redução na produtividade total dos fatores educacionais ao longo do ano, explicado pela diminuição da tecnologia nesse período.

Em termos gerais, os resultados da eficiência dos gastos com educação seguem o artigo de Rosano-Peña et al. (2012), que explica as variações do índice por meio da tecnologia e eficiência dos municípios, mostrando uma relação direta entre eles. No intervalo seguinte, observa-se uma redução na produtividade total e na eficiência técnica, ao mesmo tempo em que ocorre um aumento na tecnologia ao longo do período analisado. No período de 2019 a 2021, o grupo parece apresentar uma relação negativa entre os ganhos de produtividade e o progresso tecnológico, caracterizando um efeito de emparelhamento.

O grupo 4, apresentou no intervalo de 2019-2021 resultados abaixo da fronteira de eficiência e tecnologia e redução da sua produtividade, já em 2017-2019 obteve um $MPI > 1$, $EC < 1$ e $EF > 1$, sendo mais produtivo, menos eficiente e mais tecnológico. O grupo aumentou sua produtividade em 3,07% e cerca de 7,48% no progresso tecnológico do período. Esse ganho de produtividade, mesmo sem ganhos de eficiência está ligado ao progresso tecnológico, assim como, no trabalho de Martinez et al. (2013), sobre a produtividade nacional está atrelada a tecnologia.

Savian e Bezerros (2013) destacam que as Unidades de Decisão (DMUs) que alcançaram a fronteira de eficiência possuem um número menor de escolas. No caso da média de Pernambuco, que conta com uma média de 44 escolas em seus 184 municípios, observa-se, de forma geral, um crescimento de 8,74% no Índice de Produtividade de Malmquist (MPI), um aumento de 1,07% na eficiência técnica (EC) e um crescimento de 9,6% na eficiência tecnológica (EF) durante o período de 2017 a 2019. Por outro lado, no período de 2019 a 2021, nota-se um declínio no MPI e EF, juntamente com um pequeno aumento de 0,25% no EC.

Dessa forma, ao estimar o Índice de Produtividade de Malmquist (MPI), foram observadas as alterações na eficiência, produtividade e tecnologia dos gastos com educação no ensino médio das cidades de Pernambuco ao longo dos biênios analisados. Vale ressaltar que o modelo utilizado, orientado para saída, não faz suposições específicas sobre os retornos de escala. Na Tabela 10, são apresentados os resultados referentes ao percentual de municípios em que o MPI, EC e EF foram maiores que 1, indicando melhorias nessas áreas.

Tabela 10 - Distribuição dos municípios com MPI, EC e EF > 1

Intervalos	2017-2019			2019-2021		
	MPI	EC	EF	MPI	EC	EF
Malmquist e Efeitos						
Grupo 1	57,14 %	42,85%	100%	50%	64,28%	0
Grupo 2	68,63%	49,02%	66,66%	43,14%	60,78%	37,25%
Grupo 3	42,59%	29,63%	81,48%	27,45%	64,81%	20,37%
Grupo 4	27,69%	24,62%	35,38%	16,92%	41,54%	1,54%

Elaboração própria com resultados calculados pelo MPI.

Na tabela 10, tem-se a distribuição percentual dos municípios pernambucanos ao longo de 2017 e 2021, se identifica melhora ou piora dos índices de produtividade, eficiência e tecnologia. Assim, no período 2017- 2019, no grupo 1 cerca de 57,14% dos municípios exibiram ganhos de produtividade, e 42,85% aumentou sua eficiência em relação ao período anterior e 100% das DMUs aumentaram sua tecnologia disponível. Como pode-se observar, no período de 2019-2021 houve ganhos de produtividade em metade da amostra, o EC foi de 64,28%, e nenhum município expandiu seus recursos tecnológicos.

Dessa forma, pode-se inferir que a melhoria na eficiência e produtividade no primeiro intervalo está relacionada ao progresso tecnológico. Essa drástica redução na

tecnologia entre os períodos pode estar ligada aos escores insuficientes de eficiência, produtividade e tecnologia, resultantes da alocação inadequada dos recursos no ensino médio. Isso indica que os municípios maiores, como Recife, que foram considerados ineficientes, não estão utilizando adequadamente os recursos públicos nem aproveitando devidamente a tecnologia disponível, ao contrário dos municípios menores, como Moreno, que se mostraram eficientes.

Moreno demonstrou eficiência, apresentando um aumento de 65,81% em sua produtividade, mantendo a mesma eficiência e registrando um crescimento de 64,90% em sua tecnologia. Esse resultado corrobora com as descobertas de Savian e Bezerra (2013), que observaram que os municípios de menor porte que atingiram a fronteira de eficiência são aqueles que conseguem alocar melhor seus recursos.

No grupo dois, foram observadas mudanças ao longo do período analisado. No intervalo de 2017-2019, 68,63% dos municípios apresentaram um MPI maior que 1, indicando melhorias na produtividade, enquanto 49,02% tiveram um EC maior que 1, refletindo um aumento na eficiência técnica. Além disso, 66,66% das DMUs alcançaram um EF maior que 1, demonstrando um bom aproveitamento da tecnologia disponível para impulsionar a produtividade e a eficiência técnica desses municípios.

Já no intervalo de 2019 a 2021, foi verificado que 43,14% dos municípios aumentaram sua produtividade, 60,78% elevaram sua eficiência, e houve uma redução de 66,66% para 37,25% dos municípios com progresso tecnológico. Esses resultados sugerem uma evolução positiva no desempenho dessas DMUs em termos de produtividade e eficiência, enquanto ocorreu um declínio no progresso tecnológico em comparação ao período anterior.

Nesse contexto, o declínio observado pode ser atribuído a fatores externos, como a pandemia de Covid-19. Os municípios menores desse grupo, como Aliança, Buenos Aires e Condado, por exemplo, apresentaram ganhos significativos em termos de produtividade, eficiência e tecnologia no período de 2017-2019, mas sofreram perdas em ambos os aspectos no segundo intervalo analisado.

De acordo com Barbosa et al. (2022), os efeitos da pandemia na aprendizagem estão relacionados ao acesso a recursos tecnológicos e materiais educacionais, que geralmente são disponibilizados no ambiente escolar. Portanto, a interrupção das aulas presenciais afetou especialmente os alunos de baixa renda, que estão concentrados nesses pequenos municípios. Essa falta de acesso adequado às ferramentas educacionais pode

ter contribuído para o declínio da produtividade, eficiência e tecnologia nessas localidades durante o segundo intervalo analisado.

O terceiro grupo apresentou resultados distintos nos dois intervalos analisados. No primeiro período, de 2017-2019, observou-se que 42,59% das DMUs aumentaram sua produtividade total, 29,63% alcançaram um $EC > 1$ e 81,48% tiveram progresso tecnológico. No entanto, no intervalo de 2019-2021, houve um declínio significativo, com 72,55% das DMUs perdendo produtividade e um aumento no efeito emparelhamento, com 64,81% das DMUs mostrando uma mudança relativa positiva. Além disso, 79,63% das DMUs apresentaram um $EF < 1$, indicando uma regressão em relação à sua tecnologia existente.

Esses resultados corroboram as conclusões de Pena et al. (2012) em relação ao progresso produtivo, que está relacionado à variações positivas no efeito emparelhamento e no deslocamento da fronteira. Isso indica que, nesses municípios, a tecnologia desempenha um papel significativo nos níveis de produtividade, explicando o declínio observado. Além disso, o aumento da eficiência, mesmo com a redução de outros índices, mostra que uma DMU pode ter um $EC > 1$ mesmo não sendo tão produtiva quanto uma DMU (in)eficiente.

Nesse grupo, é possível observar um padrão semelhante nos pequenos municípios, onde no primeiro período eles obtiveram ganhos em MPI, EC e EF, mas no intervalo de 2019-2021 houve uma reversão desses resultados. De acordo com Hanushek e Woessmann (2020), essa mudança pode ser atribuída às consequências das desigualdades sociais e aos problemas decorrentes do fechamento necessário das escolas. Eles também destacam os efeitos de longo prazo para os alunos mais vulneráveis, que podem enfrentar perdas de renda a longo prazo como resultado dessas interrupções educacionais.

O grupo 4 apresentou os piores resultados no primeiro subperíodo, onde mais de 72,4% das DMUs apresentaram níveis de produtividade abaixo da média, e 75,38% apresentaram uma eficiência menor em relação ao período anterior. No intervalo de 2019-2021, houve perdas significativas na tecnologia, afetando 98,46% da amostra analisada. Assim como mencionado por D'Abreu e Wilbert (2013), é possível identificar os municípios mais e menos eficientes com base em sua produtividade dos fatores de produção, como os gastos por aluno, a qualificação dos professores e o número de alunos matriculados. Nesse aspecto, observa-se que a maioria dos municípios menores, com maior investimento por aluno, apresentaram baixa produtividade e estavam fora da fronteira de eficiência técnica.

Esses resultados constatarem que o perfil das unidades desse grupo que estão abaixo da fronteira de eficiência possui um alto investimento e bons desempenhos. No entanto, os resultados encontrados revelaram que muitos municípios, apesar de terem altos valores de entrada, como gasto por aluno e índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), poderiam ter alcançado um resultado mais satisfatório em termos de eficiência técnica. Apesar dos resultados gerais serem insatisfatórios, é importante destacar alguns casos positivos, como Arcoverde, que obteve ganhos de produtividade de 172%, $EC > 1$ de 22,33% e $EF > 1$ de 108% entre 2017 e 2019. Pesqueira apresentou um aumento de produtividade de 105%, $EC > 1$ de 16,2% e $EF > 1$ de 79,24%. Salgueiro registrou um $MPI > 1$ de 127%, ganhos de eficiência técnica de 20,94% e progresso tecnológico de 92,16%.

4.4 Efeitos no Malmquist em 2017-2021

A seguir, tem-se o Índice de Produtividade de Malmquist (MPI) para cada grupo no período de 2017 a 2021. Essa estimativa é realizada para capturar as mudanças de um período para outro e observar se ocorrem alterações relevantes na produtividade, eficiência e tecnologia da educação de nível médio nas DMUs avaliadas. As mudanças ao longo do período podem ser verificadas na tabela 11.

Tabela 11 - Estatística descritiva dos grupos no período 2017-2021

Índice de Malmquist		Grupo 1		
Períodos		2017-2021		
Indicadores	MPI	EC	EF	
Média	1,0941	1,0064	1,0539	
Mínimo	0,7553	0,8478	0,9271	
Máximo	1,7599	1,1026	1,3383	
Desvio padrão	0,2353	0,0713	0,1071	

Índice de Malmquist		Grupo 2		
Períodos		2017-2021		
Indicadores	MPI	EC	EF	
Média	1,1576	1,0549	1,1162	
Mínimo	0,8531	0,8826	0,9251	
Máximo	1,9139	1,3003	1,5673	
Desvio padrão	0,2696	0,1028	0,1881	

Índice de Malmquist		Grupo 3		
---------------------	--	---------	--	--

Períodos		2017-2021		
Indicadores	MPI	EC	EF	
Média	0,9888	1,0390	0,9655	
Mínimo	0,6862	0,8389	0,8017	
Máximo	1,8159	1,5588	1,5186	
Desvio padrão	0,2660	0,1276	0,1882	

Índice de Malmquist		Grupo 4		
Períodos		2017-2021		
Indicadores	MPI	EC	EF	
Média	0,9347	0,9437	0,9770	
Mínimo	0,6683	0,6032	0,8081	
Máximo	2,1007	1,3382	1,6093	
Desvio padrão	0,3074	0,1631	0,1889	

Elaboração própria com resultados calculados pelo MPI.

O grupo 1 apresentou ganhos de produtividade no período analisado, com uma média de 1,0941 no índice de produtividade para o período de 2017 a 2021. Isso indica uma melhoria na produtividade média, sendo que o município de Ipojuca alcançou o score máximo de 1,7599, mantendo-se como o valor máximo nos indicadores EC e EF, enquanto Itamaracá registrou o valor mínimo, com 0,7553, nos demais indicadores. Houve um aumento médio de eficiência de 0,064% durante esse período e um progresso tecnológico médio de 5,39%. Os desvios padrão obtidos foram baixos, o que indica que os scores das DMUs desse grupo são muito próximos entre si.

No intervalo de 2017 a 2021, o grupo 2, obteve ganhos médios de produtividade no valor de 1,1576, aumento da eficiência média de 1,0549 e progresso tecnológico em torno de 1,1162. Goiânia como o máximo de produtividade do grupo, apresentando 91,39% de aumento. Amaraji obteve os mínimos de MPI e EC das demais. O máximo de EC foi São Benedito do Sul com deslocamento de 30,03% e Marial, a pior em EF, enquanto Escada apresentou um aumento de 56,25% na tecnologia em relação ao período anterior.

O terceiro grupo, apresenta valores médios de $MPI > 1$ e $EC > 1$ e $EF < 1$, mostrando um quadro geral de redução da produtividade e regresso tecnológico e um aumento da eficiência técnica. Os índices máximos de MPI e EC foram de Toritama, o EF máximo foi Limoeiro, com ganhos de 51,86% de incremento de tecnologia. O valor mínimo MPI foi Casinhas com perda de 30,39% de produtividade, seguido de Lagoa de Itaenga com perda de 19,83% de EF e Brejão com perda de EC de 16,11%.

O grupo 4, por apresentar uma maior quantidade de municípios, com um gasto médio por aluno no período de R\$ 4.670,15 e uma média de 0,94 de professores qualificados, apresentou resultados médios abaixo de 1, indicando um retrocesso em termos de produtividade, eficiência e tecnologia nessas DMUs. No entanto, alguns municípios se destacaram com resultados positivos. Arcoverde obteve um excelente ganho de produtividade de 110% e um aumento de 60,93% na estrutura tecnológica municipal da educação. Custódia registrou ganhos de eficiência de 33,82% nesse intervalo de tempo. Por outro lado, Manari teve uma redução de 39,68% no seu índice de eficiência técnica, Itapetim sofreu uma perda de produtividade de 33,17% e Cedro teve uma queda de 19,19% no índice de eficiência.

De modo geral, é possível observar que são poucos os municípios que conseguiram aumentar sua produtividade, eficiência e alcançar progresso tecnológico em cada grupo durante o intervalo de 2017-2019. Essa constatação está de acordo com os resultados abrangentes de baixa produtividade e ineficiência técnica encontrados na pesquisa de Ferreira (2020) sobre a eficiência dos gastos em educação. No presente estudo, é possível observar um aumento nos recursos que impulsiona ganhos de eficiência e produtividade, mas ao longo do tempo esse efeito tende a se dissipar.

Nesse intervalo de tempo entre 2017 e 2021, a pandemia teve um papel significativo e impactante, afetando várias áreas, sendo a educação uma das mais prejudicadas. Conforme apontado por Hanushek e Woessmann (2020), os danos causados pela Covid-19 na educação serão mais evidentes ao longo do tempo. Do ponto de vista dos alunos, houve uma redução no desempenho escolar devido ao ensino remoto. Economicamente, houve distorção nos conhecimentos e habilidades que capacitam os indivíduos para o mercado de trabalho.

Um dos efeitos da pandemia que pode ser observado nos municípios analisados é o aumento da distorção idade-série em 2022 e o não cumprimento das metas estabelecidas pelo Ideb (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica). Por exemplo, Itapetim registrou um aumento de 26,5% na distorção idade-série em 2022 para o ensino médio, conforme INEP (2022).

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar os gastos com educação nos municípios de Pernambuco no período de 2017 a 2021. Inicialmente, foi realizado um agrupamento dos municípios com base nas Gerências Regionais de Educação (GREs), resultando em quatro grupos distintos. A análise das estatísticas descritivas revelou que o grupo 1, composto por 14 municípios, apresentou o menor valor médio do Fundeb por aluno (R\$ 2.351,95), enquanto o maior grupo, formado por 65 municípios de pequeno e médio porte, registrou um valor médio de R\$ 3.336,30. No entanto, ao analisar o gasto anual médio por aluno, observou-se que o grupo 1 alcançou o valor de R\$ 5.505,47 em 2021, com uma média de 8.247 alunos matriculados no ensino médio. Por sua vez, o grupo 4, que inclui Arcoverde, Itapetim, Cedro e outros 62 municípios, teve um valor médio de gasto por aluno de R\$ 5.418,18.

A eficiência técnica estática dos gastos com educação nos 184 municípios foi avaliada por meio da abordagem DEA-BCC (Análise Envoltória de Dados com Orientação ao Produto e Retornos Variáveis de Escala) nos anos de 2017, 2019 e 2021. Verificou-se que apenas 23 municípios se mantiveram na fronteira de eficiência em 2017, número que aumentou para cerca de 31 em 2019 e para 34 em 2021. Apenas 9 municípios apresentaram um crescimento contínuo na eficiência ao longo do período analisado. Destacam-se nesse aspecto os municípios de Moreno, Timbaúba, Tracunhaém, Maraial, Camocim de São Felix, Tacaimbó, Quixaba, Solidão e Carnaubeira da Penha.

Segundo Costa et al. (2015), as eficiências dinâmicas dos grupos podem indicar quais unidades de tomada de decisão (DMUs) estavam na fronteira eficiente durante o período analisado. Ao examinar os escores de eficiência dos gastos com educação nos municípios pernambucanos, constatou-se que não há diferenças significativas no uso dos insumos para promover avanços positivos nos efeitos de emparelhamento e deslocamento da fronteira dentro de cada grupo.

Os municípios de Carnaubeira da Penha, Quixadá e Solidão apresentaram uma média de 622 alunos, repasses totais de R\$ 5.189,61 e um Ideb médio de 4,37. Concluiu-se, portanto, que os municípios eficientes em cada grupo têm em comum um Ideb constante acima de 4. Quanto aos gastos, esses municípios podem tanto receber repasses elevados quanto menores, mas em ambos os casos possuem um alto número de docentes com formação superior, o que indica uma forte relação entre a qualidade do ensino e esse indicador.

Ao analisar a eficiência técnica dinâmica dos gastos com educação entre 2017 e 2019, verificou-se que o município de Arcoverde obteve o maior ganho de produtividade, com um aumento de 172% no índice de produtividade total. Além disso, registrou-se um aumento de 22,33% na eficiência técnica e um ganho de 108% em termos de mudança tecnológica. No geral, aproximadamente 40,21% dos municípios aumentaram sua produtividade, 48,91% melhoraram a eficiência técnica dos gastos com educação e 7,06% mantiveram a eficiência no mesmo nível do período anterior. Um destaque significativo nesse contexto foi o município de São Benedito do Sul, que registrou um aumento de eficiência de 30,03%.

No que diz respeito à mudança tecnológica, destaca-se novamente o município de Arcoverde, com um aumento de 108%, seguido por Pesqueira, com 92,16%. Cerca de 42,39% dos municípios também apresentaram avanços na tecnologia utilizada na educação, enquanto os demais registraram uma redução nesse aspecto. Esses resultados indicam uma diminuição na produtividade dos fatores totais, um afastamento da eficiência técnica superior a 1 e um retrocesso na tecnologia anual desses municípios.

A maioria dos municípios apresentou níveis de eficiência relativamente baixos nos gastos com educação. Quando analisados de forma desagregada, todos os grupos demonstraram resultados insatisfatórios. É importante destacar que houve um aumento no número de municípios que atingiram a fronteira de eficiência entre 2017 e 2019, assim como entre 2019 e 2021. Esse avanço pode ser atribuído, em parte, ao aumento dos recursos do Fundeb, que elevou de 8,69% para 11,48% o número de municípios que melhoraram sua eficiência.

Dessa forma, as hipóteses de mensurar a eficiência dinâmica dos gastos com educação foram confirmadas. Além disso, foi observado um efeito positivo na eficiência proporcionado pelos docentes com formação superior, evidenciando que investimentos em mão de obra qualificada têm uma influência positiva tanto na eficiência estática quanto no seu aumento ao longo do tempo. Apesar das limitações relacionadas à disponibilidade recente de dados sobre o ensino médio, essas limitações não impediram a consecução dos objetivos propostos. Para trabalhos futuros, sugere-se a inclusão de variáveis adicionais, como infraestrutura, salário dos professores e acesso à internet, que estejam relacionadas aos efeitos de Malmquist.

REFERÊNCIAS

AFONSO, António; ST AUBYN, Miguel. “Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries” (2005). **Journal of Applied Economics**. Vol VIII, No. 2, Nov, 227-246.

AGASISTI, Tommaso. The efficiency of public spending on education: An empirical comparison of EU countries. **European Journal of Education**, v. 49, n. 4, p. 543-557, 2014.

ALDOUKHI, S Zualkernan I (2021) EXPLORATORY EDUCACIONAL ANALYTICS OF UAE PISA TEST RESULTS, EDULEARN21 Proceedings, pp. In: **Procedimentos EDULEARN2**. IATED, 2021. p. 7186-7193.

ARAÚJO JUNIOR, JN, JUSTO, WR, DE LIMA, JRF, FERREIRA, MDO, ARAÚJO, JLP, & Pereira, AFC (2019). Intertemporal analysis on the technical efficiency of Northeast municipal expenditure with basic education: a DEA approach and Malmquist's index. 2019. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa**. Disponível em < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1147314>>. Acesso em: maio de 2022.

BANKER, R.D., A. CHARNES, W.W. COOPER, 1984. Some Models for Estimating Technical and Scales Inefficiencies In Data Envelopment Analysis. **Management Science**, Vol. 30, pp. 1078-1092.

BARBOSA, Alexandre Lucas de Araújo; ANJOS, Ana Beatriz Leite dos; AZONI, Cíntia Alves Salgado. **Impactos na aprendizagem de estudantes da educação básica durante o isolamento físico social pela pandemia do COVID-19**. In: CoDAS. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2022.

BEHN, Robert D. Why measure performance? Different purposes require different measures. **Public Administration Review**, v. 63, n. 5, p. 586-606, 2003.

BLOOM, Nicholas, LEMOS, Renata, SADUN Raffaella d REENEN, J Van. A gestão importa nas escolas? **The Economic Journal**, v. 125, n. 584, pág. 647-674, 2015.

BRASIL, **Ministério da Educação**, (2009). Resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e prova Brasil. Brasília, MEC/SEF.

BRASIL, **Ministério da Educação**, (2022). Lei orçamentaria de 2021, Investimentos por nível de ensino. Brasília, MEC/SEF.

BRASIL. IDEB – notas de 2000- 2021. Disponível em <<http://portalideb.inep.gov.br/>>. Acesso em: julho de 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, dispondo sobre a duração de 9 (nove) anos para o ensino fundamental, com matrícula obrigatória a partir dos 6 (seis) anos de idade**. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso Julho de 2022.

BRASIL. **Lei no 11.494, de 20 de junho de 2007**. Regulamenta o FUNDEB e dá outras providências. Disponível em: Acesso em: julho de 2022. BRASIL, MEC.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.**

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. Introdução à análise de agrupamentos. São Paulo: **Associação Brasileira de Estatística**, 1990. 105p.

CAMPOS, Járvis; OJIMA, Ricardo; DE QUEIROZ, Silvana Nunes. **Cenário da mobilidade espacial de docentes do ensino médio na Região Nordeste do Brasil**. 2020. Disponível em < <https://congressosalap.com/alap2020/resumos/0001/PPT-e-poster-trab-aceito-0523-1.PDF>>. Acesso dezembro de 2022.

CHARNES A, COOPER WW, RHODES E (1978) **Measuring the efficiency of decision-making units**. Eur J Oper Res 2(6):429–444.

COELLI, T. J., 1996. **A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program**. CEPA Working Papers No.8, Department of Econometrics, University of New England.

COOPER. W.W; SEIFORD. L.M. TONE. K. **Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software**. Springer. 2007.

COSTA, E. M.; RAMOS, F. S.; SOUZA, H. R.; SAMPAIO, L. M. B.; BARBOSA, R. B. Dinâmica da eficiência produtiva das instituições federais de ensino superior. 2015. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 44, p. 51-54, 2015.

DA SILVA, Jorge Luiz Mariano; ALMEIDA, Júlio César Lima. Eficiência no gasto público com educação: uma análise dos municípios do Rio Grande do Norte. **Planejamento e Políticas públicas**, n. 39, 2012.

DE ALMEIDA, Aléssio Tony Cavalcanti; GASPARINI, Carlos Eduardo. Gastos públicos municipais e educação fundamental na Paraíba: uma avaliação usando DEA. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 42, n. 3, p. 621-640, 2011.

D'ABREU, Erich Cesar Cysne Frota ;WILBERT, Marcelo Driemeyer. Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do estado de alagoas. **Advances in Scientific and Applied Accounting**, p. 348-372, 2013.

DIEL, F. J., SCHULZ, S. J., DA ROSA, F. S., CHIARELLO, T. C., & Diel, E. H. (2014). Desempenho de municípios brasileiros em relação à estratégia de investimento público em educação. **Desenvolvimento em Questão**, 12(26), 79-107.

DINIZ, Josedilton Alves. **Eficiência das transferências intergovernamentais para a educação fundamental de municípios brasileiros**. 2012. 173 f. Tese (doutorado em ciências contábeis) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

DUARTE, C. M. R.; PEDROSO, M. M.; BELLIDO, J. G.; MOREIRA, R. S. **Regionalização e desenvolvimento humano: uma proposta de tipologia de Regiões de Saúde no Brasil**. Rio de Janeiro, 2015.

DYSON, R. G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A. S.; PODINOVSKI, V.V.; SARRICO, C. S.; SHALE, E. A. Pitffal and protocols in DEA. **European Journal of Operation Research**, v. 132, p. 245-259, 2001.

ESSID, Hédi; OUELLETTE, Pierre; VIGEANT, Stéphane, Productivity, efficiency, and technical change of Tunisian schools: a bootstrapped Malmquist approach with quasi-fixed inputs. **Omega**, v. 42(1), p. 88-97, 2014.

FÄRE, R., Grosskopf; S, S.; LINDGREN, B.; & ROOS, P. Productivity changes in swedish pharmacies 1980-89: a nonparametric Malmquist approach. **Journal of Productivity Analysis**, v. 3(1-2), p. 85-101, 1992.

FÄRE, R., Grosskopf; S.; NORRIS, M.; & ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **American Economic Review**, v. 84(1), p. 66-83, 1994.

FARREL, M.J., 1957. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Vol.120(3), pp.253-290.

FERREIRA, Thiago Igor da Costa. **Análise de eficiência dos gastos públicos em educação nos municípios do Estado de Pernambuco no período de 2011 a 2017 utilizando a Análise Envoltória dos Dados (DEA)**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

FIRSOVA, Anna; CHERNYSHOVA, Galina. Análise da eficiência do desenvolvimento regional da inovação com base no DEA Malmquist Index. **Informação**, v. 11, n. 6, pág. 294, 2020.

Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação (FNDE). **FUNDEB**. 2012. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/financiamento/fundeb/fundeb-apresentacao>>. Acesso em: julho de 2022.

Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação (FNDE). **FUNDEB**. 2017. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/financiamento/fundeb/fundeb-apresentacao>>. Acesso em: julho de 2022.

GLEWWE, Paulo; LAMBERT, Sylvie; CHEN, Qihui. Funções de produção da educação: evidências atualizadas de países em desenvolvimento. In: **A Economia da Educação**. Imprensa Acadêmica, 2020. p. 183-215.

GONÇALVES, Flávio de Oliveira; FRANÇA, Marco Túlio Aniceto. Eficiência na provisão de educação pública municipal: uma análise em três estágios dos municípios brasileiros. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 43, n. 2, p. 271-299, 2013.

GUPTA, S., B. CLEMENTS, E. Tiongson, 1998. Public Spending on Human Development. **Finance & Development**, Vol. 35 (3).

GUPTA, S., M. VERHOEVEN, E. TIONGSON, 2002. The Effectiveness of Government Spending On Education And Health Care In Developing and Transition Economies. **European Journal of Political Economy**, Vol. 18 pp. 717–737.

HANUSHEK, Eric A.; WOESSAMN, Ludger. Os impactos económicos das perdas de aprendizagem. 2020.

HÄRDLE, W.; SIMAR, L. **Applied multivariate statistical analysis**. 2. ed. Berlin: Springer, 2007.

HUANG, Junbing; DU, Dan; HAO, Yu. The driving forces of the change in China's energy intensity: an empirical research using DEA-Malmquist and spatial panel estimations. *Economic Modelling*, v. 65, p. 41-50, 2017.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Resultado IDEB 2019**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br>. Acesso em: julho de 2022.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Resultado IDEB 2019**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br>. Acesso em: julho de 2022.

JOHNES, Jill. Efficiency and productivity change in the English higher education sector from 1996/97 to 2004/5. **The Manchester School**, v. 76, n. 6, p. 653-674, 2008.

KAVESKI, Itzhak David Simão; MARTINS, José Augusto Sousa; SCARPIN, Jorge Eduardo. A eficiência dos gastos públicos com o ensino médio regular nas instituições estaduais brasileiras. Enfoque: **Reflexão Contábil**, v. 34, n. 1, p. 29-43, 2015. Disponível em < <https://www.redalyc.org/pdf/3071/307138473003.pdf> >. Acesso novembro de 2022.

KAKIHARA, Alessandra Ayumi SB de S.; DA SILVA, Vanderléia de Souza; JUNIOR, Johan Hendrik Poker. Qualidade do Gasto Público em Educação Fundamental: uma análise de eficiência dos municípios paulistas. **GESTÃO. Org**, v. 18, n. 1, p. 136-153, 2020.

LINS. M.P.E. MEZA.L.A. (ED) Análise Envoltória de Dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão. Rio de Janeiro. **COPPE/UFRJ**, 2000.

Lloyd, S., Least squares quantization in PCM, *IEEE transactions on information theory* 28.2: 129-137, 1982.

LOURENÇO, R. L., ANGOTTI, M., do Nascimento, J. C. H. B., & Sauerbronn, F. F. (2017). Eficiência do gasto público com ensino fundamental: uma análise dos 250 maiores municípios brasileiros. **Contabilidade Vista & Revista**, 28(1), 89-116.

ŁUKASIK, Szymon et al. Agrupamento usando algoritmo de polinização de flores e índice de Calinski-Harabasz. In: **Congresso IEEE 2016 sobre computação evolutiva (CEC)** . IEEE, 2016. pág. 2724-2728.

MALMQUITS, S. Index numbers and indifference surfaces. **Trabajos de Estadística**, v. 4, p. 209–242, 1953.

MARTÍNEZ-DAMIÁN, Miguel A.; BRAMBILA-PAZ, José J.; GARCÍA-MATA, Roberto. Índice de Malmquist y productividad estatal en México. **Agricultura, sociedad y desarrollo**, v. 10, n. 3, p. 359-369, 2013.

MARQUES, Jair Mendes; OWSIANY, Paulo Anselmo Santana. Aplicação da análise multivariada no desempenho e hierarquização das escolas estaduais do núcleo regional de União da Vitória. **Revista da FAE**, v. 14, n. 1, p. 154-165, 2011.

MATIAS, A. B., DE MIRANDA Quaglio, G., DE OLIVEIRA, B. G., de Lima, J. P. R., & Bertolin, R. V. (2018). Níveis de gastos e eficiência pública em educação: um estudo de municípios paulistas utilizando análise envoltória de dados. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, 11(4), 1051-1067.

MATTOS, Enlison; TERRA, Rafael. Conceitos Sobre Eficiência. In: BOUERI, Rogério; Mendes, Wanderson de Almeida et al. OS INVESTIMENTOS NA EDUCAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS. **Encontro Brasileiro de Administração Pública**, 2021.

MENARD J, Wilson AM. **Summer learning loss among elementary school children with reading disabilities**. *Exceptionally Educ Int*. 2013;23(1):72-85.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: EDUFMG, 2005, p. 207.

NASCIMENTO, João Carlos Hipólito Bernardes; NOSSA, Valcemiro; BERNARDES, Juliana Reis; SOUSA, Wellington Dantas de. A Eficiência dos Maiores Clubes de Futebol Brasileiros: Evidências de uma Análise Longitudinal no Período de 2006 a 2011. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 26, n. 2, p. 137-161, 2015.

OCDE. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, **Gasto público em educação (indicador)**. 2019. doi: 10.1787/f99b45d0-pt. Acesso julho de 2022.

PLANK, David N.; DAVIS, Thomas E. The economic role of the state in education. In: **The Economics of Education**. Academic Press, 2020. p. 445-454.

POKER JR, Johan Hendrik; NUNES, R. da C.; Nunes, S. P. P. Uma avaliação de efetividade e eficiência do gasto em educação em municípios brasileiros. **Caderno de Finanças Públicas**, Brasília, n. 13, p. 263-287, 2013.

PRASETYO, Ahmad Danu; ZUHDI, Ubaidillah. The Government Expenditure Efficiency towards the Human Development. **Procedia Economics and Finance**, v. 5, p. 615-622, 2013.

RELATÓRIO EDUCAÇÃO 2015-2022, Secretaria de educação e esporte de Pernambuco -SEE In: Pernambuco. **SEE**, 2022.

RODRIGUES, Pedro Eni Lourenço. **Eficiência Técnica dos Sistemas Educacionais Municipais do Estado de Minas Gerais**. 2015. 109 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2015. Disponível em <<https://locus.ufv.br/handle/123456789/6355>>. Acesso julho de 2022.

ROSANO-PEÑA, Carlos; ALBUQUERQUE, Pedro Henrique Melo; MARCIO, Carvalho Jose. A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. **Economia Aplicada**, v. 16, n. 3, p. 421-443, 2012.

SANTOS JUNIOR, Adalmo Oliveira dos. **Teoria dos gastos públicos: Estado, democracia e consenso**. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em < <https://doi.org/10.11606/T.2.2021.tde-09092022-160627>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

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

SCARPIN, J. E., MACÊDO, F. F. R. R., STAROSKY Filho, L., & JÚNIOR, M. M. R. Análise da eficiência dos recursos públicos direcionados à educação: estudo nos municípios do estado de Santa Catarina. **Gestão Pública: práticas e desafios**, v. 3, n. 2, 2012.

SCHULTZ, Theodore W. **Investindo no Povo**. Trad. Élcio Gomes de Cerqueira. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1987.

SCHUSTER, Herivelton Antônio; ZONATTO, Vinicius. Evidências da eficiência de gastos públicos em educação: análise da alocação dos recursos destinados ao ensino fundamental nos estados brasileiros. Contextus–**Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 15, n. 2, p. 8-33, 2017.

SEIFORD, LM, & Zhu, J. (1998). Análise de sensibilidade de modelos DEA para mudanças simultâneas em todos os dados. **Jornal da Sociedade de Pesquisa Operacional**, 49 (10), 1060–1071.

SICONFI - **Secretaria do Tesouro Nacional (STN)**, 2020. Disponível em < <https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf;jsessionid=RJ+q0EI48fS5wCXIJE2pIN>>. Acesso julho 2022.

SILVA, A. B., Nascimento, J. C. H. B., Ferreira, A. D. C. S., & Lima, J. R. F. Accountability para a gestão de verbas da educação pública em municípios brasileiros: análise com envoltória de dados (DEA). **Revista Iberoamericana de Contabilidad de Gestión**, v. 12, p. 1-16, 2015.

SOUSA, W. D., MAGALHÃES, M. A., NASCIMENTO, C. A., & BERNARDES, J. R. Análise dos gastos na alocação dos recursos públicos destinados ao ensino fundamental dos municípios do Espírito Santo. **Gestão. Org**, v. 14, n. 2, p. 381-392, 2016.

VASCONCELOS, L. **Economia da Educação**. In: BIDERMAN, Ciro e ARVATE, Paulo.

ZOGHBI, A. C. P., MATOS, E. H. C. D., ROCHA, F. F., & ARVATE, P. R. Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 39, n. 4, p. 785-809, 2009.