



Universidade de Brasília  
Faculdade UnB Planaltina - FUP  
Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública - PPGP

**Daniel Mendes de Andrade**

**ANÁLISE SOBRE A EFICIÊNCIA DOS GASTOS PÚBLICOS EM EDUCAÇÃO  
NO ENSINO FUNDAMENTAL DO ESTADO DE ALAGOAS: UMA  
AVALIAÇÃO USANDO DEA**

**Brasília-DF**

**2022**

**Daniel Mendes de Andrade**

**ANÁLISE SOBRE A EFICIÊNCIA DOS GASTOS PÚBLICOS EM EDUCAÇÃO  
NO ENSINO FUNDAMENTAL DO ESTADO DE ALAGOAS: UMA  
AVALIAÇÃO USANDO DEA**

Projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão Pública.

Orientador: Prof. Dr. Celso Vila Nova de Souza Júnior

**Brasília-DF**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Aa ANDRADE, DANIEL MENDES DE  
ANÁLISE SOBRE A EFICIÊNCIA DOS GASTOS PÚBLICOS EM  
EDUCAÇÃO NO ENSINO FUNDAMENTAL DO ESTADO DE ALAGOAS: UMA  
AVALIAÇÃO USANDO DEA / DANIEL MENDES DE ANDRADE; orientador  
CELSO VILA NOVA DE SOUZA JÚNIOR. -- Brasília, 2022.  
81 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Gestão  
Pública) -- Universidade de Brasília, 2022.

1. Educação. 2. Eficiência. 3. Análise Envoltória de Dados  
(DEA). I. SOUZA JÚNIOR, CELSO VILA NOVA DE, orient. II.  
Título.

Aos meus pais e minha esposa, por toda dedicação e apoio para comigo, e ao meu filho Gabriel, pela inspiração e felicidade.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que sempre se esforçaram para me proporcionar a melhor educação, intelectual e moral.

À minha esposa Laize, pela dedicação, apoio, amor e compreensão diária; uma verdadeira companheira de vida.

Ao meu filho Gabriel, presente de Deus, que me alegra todos os dias.

À UNB e ao FNDE, pela oportunidade de crescimento intelectual e de conhecer pessoas incríveis.

Ao meu orientador e professor Celso, pela disponibilidade, compreensão e apoio.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”. (Roger Von Oech)

## RESUMO

Vários estudos apontam a educação como o investimento mais promissor, refletindo positivamente tanto no aspecto econômico quanto não econômico de uma sociedade; no entanto, o atual cenário econômico e sua estrutura tributária não permite um aumento significativo de gastos neste setor, restando a eficiência como o recurso a ser desenvolvido. A presente dissertação procura analisar a qualidade dos gastos públicos em educação na rede pública municipal no ensino fundamental, em todas as cidades de Alagoas, estado com o menor IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do Brasil, utilizando-se da análise envoltória de dados - DEA. Para isso, utilizou-se como insumo/input dados tradicionais que indicam infraestrutura da escola, capital, trabalho e riqueza do município, quais sejam: o número de professores da segunda fase do ensino fundamental (5ª a 9ª séries); a média de horas-aula diárias nesta etapa do ensino fundamental, multiplicadas pelo número de alunos matriculados neste período; número de escolas públicas de Ensino Fundamental com acesso a rede de energia elétrica e/ou que possuem sistema de esgoto; Produto Interno Bruto (PIB) municipal per capita. Como output, foram consideradas as notas de português e matemática na 9ª série, na prova Saeb 2019, multiplicadas pelos alunos matriculados neste ano do ensino; bem como o inverso das despesas per capita no ensino fundamental. Concluiu-se que, ao se relacionar as cidades consideradas eficientes com o critério populacional, observou-se que a maior parte dos chamados benchmarking são representados pelos municípios que possuem os menores números de habitantes, corroborando a tese de que o aumento populacional dos municípios significa no aumento da demanda na educação e maiores desafios nesse setor.

Palavras-chave: Educação; Eficiência; Análise Envoltória de Dados (DEA).

## ABSTRACT

Several studies point to education as the most promising investment, positively reflecting both the economic and non-economic aspects of a society; however, the current economic scenario and its tax structure do not allow a significant increase in spending in this sector, leaving efficiency as the resource to be developed. The present dissertation seeks to analyze the quality of public spending on education in the municipal public network in elementary school, in all cities of Alagoas, a state with the lowest HDI (Human Development Index) in Brazil, using data envelopment analysis - DEA. For this, traditional data were used as input/input that indicate school infrastructure, capital, work and wealth of the municipality, namely: the number of teachers in the second phase of elementary education (5th to 9th grades); the average daily class hours at this stage of elementary school, multiplied by the number of students enrolled in this period; number of public elementary schools with access to the electricity network and/or that have a sewage system; Municipal Gross Domestic Product (GDP) per capita. As an output, the Portuguese and mathematics grades in the 9th grade were considered, in the Saeb 2019 test, multiplied by the students enrolled in this school year; as well as the inverse of per capita expenditure on primary education. It was concluded that, when relating the cities considered efficient with the population criterion, it was observed that most of the so-called benchmarking are represented by the municipalities that have the smallest number of inhabitants, corroborating the thesis that the population increase of the municipalities means in the increase in demand in education and greater challenges in this sector.

Keywords: Education; Efficiency; Data Envelopment Analysis (DEA).

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Fronteira Eficiente.....36  
Figura 2. Produtividade e eficiência .....38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis nos anos 2017 e 2019 .....	48
Tabela 2. Ranking geral dos municípios segundo a eficiência.....	49
Tabela 3. Municípios eficientes na aplicação dos recursos em educação no estado de Alagoas no ano de 2019 (Benchmarking) .....	54
Tabela 4. Proporção de residentes e de municípios por faixa de eficiência .....	56
Tabela 5. Relação: Municípios eficientes X quartis (critério populacional) .....	58
Tabela 6. Municípios considerados menos eficientes .....	60
Tabela 7. Análise de eficiência dos municípios do grupo/quartil 4.....	62
Tabela 8. Análise de eficiência dos municípios do grupo/quartil 3.....	64
Tabela 9. Análise de eficiência dos municípios do grupo/quartil 2.....	65
Tabela 10. Análise de eficiência dos municípios do grupo/quartil 1 .....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Estudos e Variáveis relativos a eficiência na educação .....	39
Quadro 2. Variáveis utilizadas.....	45
Quadro 3. Ranking com os municípios por faixa de eficiência.....	56
Quadro 4. Relação entre Municípios eficientes X Mesorregião.....	59

## **LISTA DE SIGLAS**

BCC Banker, Charnes e Cooper

CF Constituição Federal

CCR Charnes, Cooper e Rhodes

CRS (Constant Returns to Scale) Retorno Constante de Escala

DEA Data Envelopment Analysis (Análise Envoltória de Dados)

DMUs Decision Making Units (Unidades Tomadoras de Decisão)

EC Emenda Constitucional

EUA Estados Unidos da América

FPE Fundo de Participação dos Estados

FPM Fundo de Participação dos Municípios

FNDE Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

FUNDEB Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica

FUNDEF Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério

GPA Programa Gestão da Política de Alfabetização

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEB Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

- IDH Índice de Desenvolvimento Humano
- INEP Instituto Nacional de Estudos e de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
- LDB Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
- MEC Ministério da Educação
- OCDE Organização Econômica para o Comércio e Desenvolvimento
- PIB Produto Interno Bruto
- PISA Programme for International Student Assessment
- PNE Plano Nacional de Educação
- PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- SAEB Sistema de Avaliação da Educação Básica
- SAGEPE Sistema para Análise e Gestão da Produtividade e Eficiência
- SAVEAL Sistema de Avaliação Educacional de Alagoas
- SEMED Secretaria Municipal de Educação
- STN Secretaria do Tesouro Nacional
- SICONFI Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro
- VRS Variable Returns to Scale) Retorno Variável de Escala

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivos	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos específicos	16
1.2. Justificativa	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 – Educação pública no Brasil	18
2.2. Avaliação das políticas públicas na área de educação	21
2.3 – Políticas públicas educacionais no âmbito do estado de Alagoas	23
2.4 -Estudos relacionados ao desempenho escolar	25
3. METODOLOGIA	28
3.1. Método de Análise	28
3.1.1 – Análise envoltória de dados - DEA	29
3.1.2 – Modelos DEA	30
3.1.3. Fronteira invertida ou dupla envoltória	34
3.1.4 – Fronteiras de eficiência	35
3.1.5 - Produtividade e eficiência	37
3.2. Amostra e método de análise	38
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	48
4.1 - Análise comparativa entre inputs e outputs/outcomes dos anos de 2017 e 2019	48
4.2 - Ranqueamento das unidades	49
4.2.1 - Análise de Benchmarking	53
4.3 - Classificação da população e municípios por faixa de eficiência	56
4.4 - Análise comparativa entre as cidades consideradas eficientes e o tamanho populacional	58
4.5 - Análise comparativa entre os municípios considerado eficientes e a mesorregião	59
4.6 - Análise das cidades consideradas menos eficientes	60
4.7 - Análise de eficiência dos municípios de Maceió e Arapiraca:	61
4.8 - Análise por grupo/quartil (critério populacional)	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
6. REFERÊNCIAS	72

## 1. INTRODUÇÃO

Experiências internacionais demonstram que investimentos na área da educação podem alavancar a economia de um país, tornando-o mais produtivo e proporcionando ainda benefícios não econômicos, como o aumento na expectativa de vida, a redução da criminalidade e o incremento na qualidade de vida em geral. (ALMEIDA; GASPARINI, 2011).

O capital humano então é considerado frequentemente como o mais promissor dos investimentos e apontado como aquele que poderia dar o melhor retorno para a sociedade, tendo em vista que sua importância vai além do aumento de renda individual e de oportunidades para se encontrar um emprego, contribui para o fortalecimento das instituições da sociedade civil, para a construção da capacidade nacional, para a governança, para o aumento dos níveis de criatividade da população e até mesmo para o empreendedorismo (ZOGHBI et al., 2011).

Citado como exemplo de país que priorizou a educação, a Coreia do Sul deu um salto de desenvolvimento, saindo há quinze anos de um PIB per capita inferior ao do Brasil para três vezes o nosso nos dias atuais. Este crescimento em grande parte é explicado por investimentos neste setor, especialmente no ensino básico (MOURA; XAVIER; SILVA, 2011).

O Brasil, país de dimensões continentais, realidades variadas e de enormes desigualdades tanto regionais quanto sociais, apresenta complexidades que são um obstáculo à execução de políticas educacionais. Assim, com o objetivo de melhorar tanto o nível de qualidade do ensino como de aumentar a escolaridade da população, o país vem investindo continuamente neste setor. A Constituição Federal de 1988 assegura o investimento mínimo em educação, tratado também na nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.392/1996. O ordenamento constitucional garante que a União nunca deverá aplicar menos de 18 % da receita de seus próprios impostos em educação, e 25% em relação aos Estados, Municípios e do Distrito Federal (BRASIL, 1996).

A promulgação da Constituição Federal de 1988, juntamente com a aprovação de mudanças na legislação nas últimas décadas, garantiram um maior acesso à educação no Brasil, podendo-se destacar a ampliação da duração do ensino fundamental obrigatório e gratuito nas escolas públicas.

Neste sentido, a Lei nº 12.061/2009 estabeleceu como dever do Estado assegurar o ensino fundamental e oferecer com prioridade o ensino médio a todos os que o demandarem.

Como consequência, ao se observar a evolução do acesso ao ensino fundamental, percebeu-se uma expansão expressiva. Em 1980, 67,17% da população de 7 a 14 anos de idade estava na escola; em 2017, esse percentual subiu para 97,8%, demonstrando sua universalização. Esse período também foi marcado por avanços em alguns setores indicadores do seu quadro educacional, como o aumento da escolaridade média da população, a diminuição do trabalho infantil e uma expansão de oferta do ensino fundamental, indicando também uma preocupação nesta etapa para a formação educacional do indivíduo (DELGADO; MACHADO, 2007; SAVIAN; BEZERRA, 2013) (BRASIL, 1996).

De acordo com dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Educação e Pesquisa (INEP), o Brasil vem ampliando os investimentos públicos totais em educação em relação ao produto interno bruto (PIB). Entre os anos de 2010 e 2015 houve um aumento de 5,6% para 6,2% em relação ao PIB. Estes dados são corroborados por relatórios de organismos internacionais, como a OCDE (Organização Econômica para o Comércio e Desenvolvimento), que aponta que gastos em torno de 6% do PIB neste setor é superior à média (5,5%) das principais economias mundiais, como Estados Unidos (5,4%), e de países como Argentina (5,3%), Colômbia (4,7%), Chile (4,8%), México (5,3%) (BRASIL, 2020) (OCDE, 2015).

Entretanto, apesar da alta porcentagem do PIB destinada à educação, o Brasil tem um dos menores investimentos por aluno do mundo, já que este gasto é diluído pelo grande número de estudantes. Em 2016, o país investiu cerca de 3,8 mil dólares por aluno dos anos iniciais do ensino fundamental, menos da metade do que a média da OCDE, de 8,6 mil dólares. O relatório da OCDE aponta também a baixa qualidade do ensino, a evasão e o alto grau de repetência como fatores impactantes no sistema educacional brasileiro (OCDE, 2018)

Ao se relacionar a legislação que determinou as responsabilidades dos entes federativos em relação à ampliação da oferta da educação básica, nota-se que a maior parte dessas incumbências recaíram sobre os estados e municípios, algumas até obrigatórias, sem o devido aumento proporcional dos recursos financeiros direcionados a tais finalidades (CERQUEIRA, 2018).

Outro aspecto a se ressaltar é que as condições de financiamento entre os entes federativos são bem díspares, em especial em relação aos municípios, tendo em vista a baixa atividade econômica encontrada em parte considerável dos mesmos. Conforme dados do IBGE, dos 5.570 municípios brasileiros, 49,9% tem como principal atividade econômica a administração pública. Desses, 70 % se encontram em área rural e 96% são de pequeno porte. Diante disso, a responsabilidade de assegurar o ensino fundamental para as crianças de idade escolar, além de outras atribuições, como aumentar a oferta do ensino infantil, era mais que desafiadora para grande parte desses entes. Assim, os recursos da esfera federal destinados à educação básica são repassados às outras entidades federativas na forma de suplementação e redistribuição, cumprindo a função da União, na forma do art. 211 da Constituição Federal (CERQUEIRA, 2018) (IBGE, 2018).

Juntamente com a condição socioeconômica do estudante e a ineficiência da gestão educacional, as desigualdades regionais de financiamento na educação ainda se impõe como fatores a serem superados. Ao se verificar as desigualdades educacionais, percebe-se uma relação direta com os indicadores econômicos dos entes federativos, com algumas exceções como o Estado do Ceará que, apesar de possuir um dos menores PIBs per capita vem tendo êxito na gestão educacional, capacitando e motivando as redes municipais de ensino, assim como articulando financiamentos federais (INEP, 2016; IBGE, 2018).

Apesar da política de financiamento de caráter redistributivo, como o FUNDEB, em que as receitas de impostos são separadas de acordo com suas necessidades e não com sua capacidade arrecadatória, ao se comparar os Estados mais ricos com os mais pobres, percebe-se uma desigualdade de ofertas na educação infantil. São Paulo, por exemplo, possuía 43,5% da população de 0 a 3 anos frequentando escolas ou creches em 2015, enquanto Alagoas e Piauí possuíam menos da metade, com 21,7% e 21,4%, respectivamente. Em relação ao percentual da população até 16 anos que concluiu o ensino fundamental em 2017, evidencia-se também uma desigualdade entre os estados mais ricos: Distrito Federal, 72,3%; São Paulo, 91,2% ;Rio de Janeiro, 73,3%; Mato Grosso, 88,6%; Santa Catarina, 82,7%, e os estados mais pobres: Ceará 76,2%; Paraíba 64,4%; Alagoas 67,3%; Piauí 63,9%; Maranhão 66,8%. (CERQUEIRA, 2018)

O resultado de todos esses fatores, apontados por alguns indicadores de qualidade do ensino, não são animadores se comparados com outros países. Dos 70 países avaliados no PISA

em 2015, o Brasil ocupa a 63ª posição em ciência, a 59ª em leitura, e a 66ª em matemática; ou seja, apesar do aumento de gastos neste setor, não foi notado nenhum incremento na qualidade efetiva da educação. (BRASIL, 2018; PISA,2015).O PISA (Programme for International Student Assessment), criado em 1999, tinha como objetivo dispor aos membros dos países da OCDE, dados fidedignos sobre as competências dos jovens escolarizados, assim como dos níveis dos sistemas de ensino (CARVALHO, 2016).

Métodos internos que monitoram a qualidade do ensino, como o IDEB, também tem apontado que os alunos brasileiros de escolas públicas estão bem aquém dos níveis considerados razoáveis para uma educação satisfatória. O IDEB (Índice de desenvolvimento da Educação Básica), criado em 2007, combina o resultado de dois conceitos em um só indicador: o fluxo escolar e a média de desempenho nas avaliações (como o Prova Brasil em âmbito municipal). Com isso, este índice é comumente utilizado para mensurar e monitorar a qualidade do sistema de ensino brasileiro e, portanto, pode ser usado para analisar e medir o grau de eficiência dos investimentos neste setor.

O estado brasileiro de Alagoas seria, teoricamente, o mais beneficiado com um incremento na eficiência dos investimentos na educação, já que este possui o menor IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do Brasil, ou seja, é uma região com maiores necessidades de desenvolvimento. Além disso, pelo fato deste índice de desenvolvimento ser composto a partir de dados como expectativa de vida, educação e PIB per capita, esta região poderia ser alavancada de forma exponencial com uma melhor qualidade na educação, já que isto se refletiria nos dois outros fatores que formam o IDH.

Alagoas encontra-se em uma situação difícil, no que tange à educação. A prova Brasil do ano de 2017, que são as avaliações aplicadas em larga escala, desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC) e que tem como objetivo avaliar a qualidade de ensino oferecida a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos, demonstrou que no estado, mais precisamente nas escolas municipais, apenas 39% dos estudantes do 5º ano possuem uma aprendizagem em português considerada adequada; em relação aos alunos do 9º ano, essa porcentagem já cai para 22%; no que tange ao conhecimento em matemática, somente 29% apresentaram nível satisfatório no 5º ano, e 11% no 9º ano (QEDU,2020).

Os recursos são escassos e o aumento de impostos para subsidiar mais gastos seria inviável, haja vista a alta carga tributária já estabelecida. Assim, uma melhor qualidade no gerenciamento dos recursos destinados à educação poderia proporcionar um significativo crescimento econômico do Estado, já que este possui uma população com escolaridade média baixa e com disparidades internas, que poderiam ser combatidas com a formação de um capital humano mais qualificado.

Ademais, há estudos que demonstram uma ineficiência significativa no uso destes recursos públicos, havendo espaços para otimização do mesmo (SAVIAN; BEZERRA, 2013; DINIZ, 2012)

O ensino fundamental foi a etapa do sistema educacional avaliado devido ao fato de que, além do mesmo se encontrar universalizado, sua importância é patente na formação do cidadão, tanto educacional quanto ético. Esta fase, conforme diversos estudos demonstram, tem reflexos diretos na graduação, na pós graduação e, conseqüentemente, no capital humano de um país (DIAZ, 2012).

Assim, é fundamental que o estado de Alagoas preze pela eficiência dos seus gastos em educação; afinal, como demonstrado, isto será determinante para o futuro da sua população. Dito isto, esta pesquisa procura responder à seguinte pergunta: Qual a eficiência da aplicação dos recursos públicos per capita em educação na qualidade do ensino fundamental da rede municipal de ensino das cidades do estado de Alagoas?

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Esta pesquisa tem como objetivo geral aferir a eficiência e qualidade dos gastos públicos em educação no ensino fundamental da rede municipal de ensino das cidades do estado de Alagoas, com a finalidade de verificar e avaliar quais as cidades mais e menos eficientes na oferta deste serviço educacional.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Mensurar a eficiência técnica dos gastos públicos em educação no ensino fundamental nos municípios alagoanos, através da metodologia DEA (Data Envelopment Analysis).

Apurar quais cidades possuem os maiores e o menores níveis de eficiência na aplicação dos recursos públicos em educação dentro do estado de Alagoas, apresentando um ranking;

Verificar quais municípios alagoanos utilizam os insumos e os recursos destinados ao ensino fundamental de forma mais eficiente, ou seja, apontar os benchmarks;

Confirmar a tese de que os municípios que possuem uma maior densidade populacional apresentam eficiência inferiores na gestão dos recursos públicos na área educacional;

## **1.2. Justificativa**

O estudo justifica-se pelo atual cenário econômico do país e sua estrutura tributária, em que não há margem ao aumento de gastos em educação, restando a eficiência deste investimento como o recurso a ser desenvolvido pelo estado de Alagoas, como forma de superar o baixo índice de IDH. Deste modo, a partir das conclusões deste trabalho, poderão ser realizadas políticas públicas educacionais mais eficientes e condizentes com a realidade apresentada no referido estado.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Este referencial teórico foi subdividido em quatro partes para melhor compreensão: 2.1 – Educação Pública no Brasil; 2.2 – Avaliação das Políticas Públicas na Área da Educação; 2.3 – Políticas públicas educacionais no âmbito do estado de Alagoas; 2.4 - Estudos relacionados ao desempenho escolar.

### **2.1 – Educação pública no Brasil**

A educação é um dos fatores mais determinantes para a mobilidade social, possibilitando a ascensão daqueles indivíduos que se encontram nas classes sociais inferiores e diminuindo as diferenças de oportunidades no mercado de trabalho. Além disso, vários estudos evidenciam a relação direta entre o nível de escolaridade e o aumento salarial, acarretando em um desenvolvimento econômico para o país (WILBERT; D'ABREU, 2013).

Para Ozturk (2001) a educação é imprescindível para um país alcançar o desenvolvimento econômico sustentável. O investimento em capital humano acarreta em prosperidade tanto individual, como em relação à sociedade como um todo, com aumento nos níveis de criatividade da população, produtividade, empreendedorismo e tecnologias mais inovadoras. Zhu et al. (2017) defendem que as políticas educacionais que são oferecidas à população definem a prosperidade de um país. A educação não apenas adapta ou forma as pessoas para a complexidade do crescimento econômico, mas também as impulsionam.

A educação, entretanto, conforme Wilbert e D'Abreu (2013) não é um bem público puro, seu consumo por uma pessoa impede o usufruto por outra; ou seja, é excludente. Nesse caso, a iniciativa privada não é capaz de realizar o objetivo econômico de alocar recursos e serviços para onde haja necessidade, como em regiões onde as pessoas não possuem condições financeiras de arcar com os custos do ensino. O Estado então atua para corrigir esta falha do mercado, tratando este setor por meio de políticas públicas, objetivando uma oferta mais abrangente do serviço e alocando - o de forma a reduzir os níveis de desigualdade e propiciar uma maior mobilidade social.

Para isso, são utilizados os impostos pagos pelos cidadãos contribuintes, gerando, conseqüentemente, o dever dos governantes em usar estes recursos da forma mais eficiente.

No Brasil, o ensino é predominantemente público, cerca de 80% do ensino fundamental é oriundo de escolas federais, estaduais e municipais, e cerca de 70% no caso do ensino médio, diminuindo esta participação por conta do abandono escolar nesta etapa. (DELGADO, 2008) Entretanto, com base na literatura das últimas décadas, a escassez de recursos financeiros e sua gestão são apontados como os maiores problemas da ineficiência das políticas públicas na área de educação. (CORRAR; DINIZ, 2012)

A Constituição Federal do Brasil, em seu art. 6º, elenca a educação como um dos seus direitos sociais; em seu art. 208, dispõe que a educação básica é um direito das crianças e adolescentes, e deve ser oferecida de forma gratuita, sob pena de responsabilização do governante responsável. Estabelece ainda, em seu art. 212, que os Estados, os Municípios, e a União são obrigados a alocarem um percentual mínimo da arrecadação dos seus impostos na educação: 18% para a União e 25% para estados e municípios (BRASIL 1988).

Com o foco na gestão e eficiência dos gastos públicos, a Carta Magna reestruturou o federalismo brasileiro, principalmente no que tange à repartição das receitas públicas (VARELA, 2008). Nesse contexto, conforme Souza Júnior e Gasparini (2006), levando-se em consideração as disparidades regionais do Brasil e os desafios da União para reduzir os desequilíbrios entre a capacidade de arrecadação local e a prestação dos serviços públicos, a Constituição Federal aumentou a distribuição de verbas federais a estados e municípios por meio do Fundo de Participação dos Estados (FPE) e Fundo de Participação dos Municípios (FPM).

No que se refere à educação, o federalismo fiscal defende que o problema dos sistemas educacionais estariam na alocação dos recursos; já a descentralização educacional afirma que os governos locais conhecem mais a realidade onde se situam, e por isso possuem melhores condições de aplicar os recursos. Deste modo, estas duas teorias se complementam, e o FUNDEB seria o grande exemplo de alocação de recursos na educação, visando, dentro de uma lógica de cooperação entre os três níveis de governo, o equilíbrio e o desenvolvimento do ensino básico no país (DINIZ,2012)

De acordo com Savian e Bezerra (2013) duas ações do governo demonstram que o Brasil considera a educação como a resposta para se desenvolver um país de forma econômica e social: O FUNDEF e o FUNDEB. O FUNDEF (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério) criado em 1996, tratava-se de 27 fundos estaduais, de natureza contábil, e vigência até 2006, ou seja, prazo de 10 anos. Tinha como objetivo o incentivo aos alunos do ensino fundamental, e para isso trouxe algumas novidades: a previsão de gasto mínimo por aluno da rede pública; a exigência de que 60% dos 25% da receita líquida de impostos e transferências de estados e municípios seria destinado para o ensino fundamental, focando no ensino municipal; a exigência de que 60% dos recursos seriam destinados para a remuneração dos professores do ensino fundamental.

O FUNDEB (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação), um fundo de financiamento da educação básica substituiu o FUNDEF em 2006, tinha como sua diferença mais significativa em relação a este o fato de que a distribuição proporcional dos recursos passou a abranger matrículas de todo ensino básico ampliando os investimentos para o ensino médio e infantil (SANTOS; VIEIRA, 2017).

A União, coordenadora da política nacional de educação, realiza a função redistributiva e complementar por meio de fundos, como o FUNDEB, especialmente aos municípios com menos capacidade de arrecadação, e o FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação), que atua por meio de transferências constitucionais a cargo do Ministério da Educação, subsidiando programas de alimentação e transporte escolar, livros didáticos e outros.

Conforme Peres (2018), fontes do Tesouro Nacional apontam que o FUNDEB financia a maior parte das despesas do ensino fundamental e médio nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Já em relação ao Centro-Oeste, é o Tesouro Estadual o grande investidor do ensino fundamental, e o Fundeb do ensino médio. Para este autor, apesar das diferenças de dados em relação aos estados, estas despesas devem ser consideradas como parâmetros parciais de vários indicadores, auxiliando no levantamento de questões e propostas de pesquisa relativas ao financiamento educacional brasileiro

No entanto, como apontado por Karino e Laros (2017), este modelo gera um problema de disputa pelas redes de ensino decorrente do modo como os recursos são repassados, distribuídos

de acordo com o número de alunos matriculados. O Brasil, conforme a LDB, define a educação infantil como de responsabilidade exclusiva dos municípios, o ensino médio como dos estados, e o superior a cargo da União; no entanto, não estabelece uma divisão de responsabilidade legal e clara em relação ao ensino fundamental. Assim, cada estado e conjunto de municípios vão se organizando com políticas específicas próprias.

## **2.2. Avaliação das políticas públicas na área de educação**

As políticas públicas são as ações que o estado realiza para favorecer as demandas de alguns grupos sociais, algumas vezes com impactos negativos em outros. Uma avaliação dessas ações, de forma mais objetiva e uma análise dos seus resultados possibilitaria corrigir alguns equívocos nos gastos públicos (SILVA et al.,2015).

A avaliação das políticas públicas e de programas governamentais então são apontadas como imprescindíveis para o aprimoramento das tomadas de decisão pela Administração Pública; seus resultados permitem que orçamentos sejam redirecionados, estratégias sejam redefinidas e impactos mensurados. A partir de 1990 o tema passa a ter grande importância nas pesquisas acadêmicas realizadas no Brasil e no resto do mundo, tendo em vista a redução nos orçamentos públicos e, conseqüentemente, a necessidade de uma maior eficácia e investimentos nos gastos do governo (GUINA; PHILIPPEN JUNIOR;PASSADOR, 2014).

Conforme estudos de manuais e apreciações introdutórias, a avaliação seria a última etapa do ciclo de políticas públicas, sendo definida como: I – A fase destinada a analisar os resultados de uma ação cujo ciclo chegou ao fim; II – a colher subsídios para aprimoramento da própria política pública ou de outros programas; III – Como elemento da prestação de contas e forma de responsabilização dos agentes estatais (FARIA, 2005).

Os estudos sobre avaliação destas políticas geralmente diferenciam eficiência, eficácia e efetividade. Eficiência seria a relação entre os recursos financeiros, materiais e humanos com as atividades/resultados alcançados, ou seja, a boa utilização desses insumos; a eficácia diz respeito à capacidade de fazer algo, de cumprir a meta estabelecida; e finalmente a efetividade, a observação

da incorporação das mudanças geradas por determinado programa na realidade da população-alvo (MINAYO, 2009).

Para Pena (2008), a eficiência pode ser vista de forma técnica ou econômica. A eficiência técnica analisa a relação entre resultado e a quantidade de insumos para sua formação, considerando eficiente quando se utiliza menos insumos e mantém o resultado ou quando se aumenta o resultado se mantendo os insumos. Em uma ótica econômica, a eficiência teria um conceito mais amplo, relacionado ao custo-efetividade, considerando além dos aspectos físicos, os monetários.

A administração pública sofreu uma mudança em meados dos anos 90, com a inclusão da Emenda Constitucional 19/1998, que alçou a eficiência como um dos seus princípios fundamentais. O modelo da administração pública tradicional passou a ser menos focada na burocracia e na legalidade e mais preocupada com os resultados e a relação custo/benefício, um modelo de “administração gerencial” (ALEXANDRINO, 2017).

A eficiência de uma política social é medida pela relação entre os resultados de um programa, o que ele trouxe de benefícios, e os seus gastos, aquilo que foi empregado no seu processo. A avaliação da eficiência se apresentaria então como uma busca pela reestruturação da ação, de forma a realizá-la visando um resultado mais satisfatório a um custo menor (FAGUNDES; MOURA, 2009).

Os debates de questões que buscam analisar a eficiência nos gastos públicos é realizada também por outros países. Mensah, Schoderbek e Sahay (2013) afirmam que, após a crise de 2008, os EUA procurou, de forma mais veemente, verificar o custo benefício dos gastos em educação, assim como seus reflexos na qualidade do ensino.

Outro motivo que se pode citar na relevância deste tipo de avaliação, como bem apontado por Savian e Bezerra (2013), é que políticas públicas ineficientes ou inapropriadas na área de educação poderá ter como consequência o aumento da escolaridade sem a sua correspondência em capital humano, este sim o elemento fundamental para o desenvolvimento social e econômico de um país.

A eficiência, no caso da educação, seria mensurada pelos critérios de qualidade; considerando-se também que os resultados dos investimentos nesta área são a longo prazo. Os

gastos em educação assim devem resultar em equilíbrio nos sistemas de ensino e melhoras nos níveis de aprendizado dos alunos (BRUNET, BERTÊ; BORGES, 2008).

O desafio maior neste tipo de avaliação está em definir uma métrica que possa conjugar algumas variáveis em um único indicador que possa refletir a eficiência na gestão pública. O cerne na medição da eficiência seria a definição deste padrão, a fim de comparar várias ações e verificar se estão sendo eficientes ou não (DINIZ; MACEDO; CORRAR, 2012).

Assim, a análise envoltória de dados (DEA), desde que começou a ser usada, vem sendo aplicada para avaliar a eficiência na educação, buscando a melhora entre a relação resultado/custos, ou seja, maximizar os resultados (outputs), e minimizar os custos (input). Iniciou-se com Charnes, Cooper e Rhodes (1978), avaliando a eficiência de programas educacionais em escolas do Texas (WILBERT; D' ABREL, 2013).

No intuito de avaliar a evolução do nível de aprendizado, o Brasil passou a adotar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), em 2007. Este tipo de avaliação, com notas de 0 a 10, combina o fluxo escolar com as médias de desempenho dos anos iniciais e finais do ensino fundamental (Saeb/Prova Brasil). Segundo seus idealizadores, a capacidade deste índice de evidenciar as escolas mais ineficientes e acompanhar a evolução no desempenho dessas escolas e redes, justificam sua relevância (NARDI; SCHNEIDER; RIOS, 2014).

### **2.3 – Políticas públicas educacionais no âmbito do estado de Alagoas**

A política pública educacional não está restrita apenas ao ambiente escolar. Todo o aprendizado social está situado na família, na igreja, no teatro, e em vários setores, que por meio da repetição observação e vivência, reflete no aspecto educacional; mas é na escola onde se estrutura esse clima educacional, em que alunos, professores, vizinhança e estado se unem de forma articulada. Nesse sentido, é o ambiente escolar o alvo das políticas educacionais, o que envolve a construção de prédios, a realização de concursos, a formação de docentes, a gestão escolar. (OLIVEIRA; PIZZIO; FRANÇA, 2010)

Em relação ao estado de Alagoas, observa-se, por meio dos seus índices educacionais, que a região se encontra entre as piores do Brasil no que diz respeito à educação, por isso a necessidade

de novas políticas educacionais ou o aperfeiçoamento das já existentes, com a finalidade de sair dessa situação. A gestão da educação pública do estado de Alagoas, bem como em conjunto com o governo federal, através do MEC, tem procurado implementar algumas dessas ações. Um exemplo, conforme Almeida et al (2017) é o Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio, em que o governo do estado de Alagoas tem firmado compromisso com o MEC no intuito de melhorar o patamar do estado em relação a essa etapa do ensino, com a implementação de políticas para elevar a qualidade desse ensino, havendo a articulação e coordenação de ações e estratégias entre a União e o governo estadual.

Outra política implementada em 2001 no estado de Alagoas consistiu na criação do seu próprio Sistema de Avaliação Educacional de Alagoas (Saveal) e assim como o Saeb, o sistema se baseia na aplicação de testes que medem a proficiência de desempenho dos estudantes em Língua Portuguesa (LP) e Matemática (M). Esses resultados servem como um mapa para o acompanhamento das escolas e como uma forma de controle do Estado sobre a gestão escolar, uma vez que ao estabelecer determinadas metas e exigir o seu cumprimento, a rede estadual monitora esses resultados, “orientando” os procedimentos administrativos e pedagógicos com vistas ao alcance dos indicadores previamente estipulados (LIMA; LUCE, 2022).

Pode-se citar também o programa “escola 10”, iniciado em 2017 no estado de Alagoas, é voltado para o ensino fundamental, e se constitui em um pacto pela educação, de iniciativa do governo estadual, unindo estado e municípios em colaboração. Tem em suas metas questões relacionadas à aprendizagem e ao fluxo escolar e se baseia na garantia de que todos os estudantes da rede pública estejam alfabetizados em Língua Portuguesa e Matemática até o final do 3º ano do Ensino Fundamental; na redução dos índices de analfabetismo, da evasão escolar e distorção idade-série (atraso escolar); na melhoria da aprendizagem de estudantes do 5º e 9º anos; e no aumento do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB (SILVA; FARENZENA, 2020).

No âmbito municipal, pode-se citar as ações do programa Viva Escola em Maceió desde 2013, que tem realizado parceria entre o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a Secretaria Municipal de Educação de Maceió (SEMED) e o Ministério da educação (MEC). Junto ao MEC, esse programa encontra-se atrelado ao Projeto MEC/PNUD nº 77150/2011. Essa parceria, que demonstra o estreitamento de relações do governo do município de Maceió com

o PNUD, objetiva garantir parâmetros mínimos de funcionamento e de qualidade para rede de ensino municipal, visando instituir processos e mecanismos de governança, por meio de reformas nas políticas educacionais (BRAZ, 2019).

Ainda na localidade de Maceió, conforme a Secretaria Municipal de Educação (SEMED), as parcerias ganham destaque na implantação da política educacional para o Ensino Fundamental. Uma delas teve como objetivo a correção de fluxo, que trouxe avanços significativos para a Rede. A principal parceria firmada para a realização desta política se deu com o Instituto Ayrton Senna, por meio dos Programas Se Liga e Acelera, bem como a política de alfabetização, com o Programa Gestão da Política de Alfabetização (GPA) Para os anos iniciais do ensino fundamental, fortalecendo o processo de alfabetização, a rede conta, atualmente, com as parcerias do Programa Luz do Saber, MenteInovadora e Programa Tempo de Aprender. Já para os anos finais, a rede faz parceria com o Programa Faz Sentido e outras plataformas, tais como Rede Y e Árvore de Livros

#### **2.4 -Estudos relacionados ao desempenho escolar**

Há mais de cinco décadas os fatores que influenciam o desempenho escolar são estudados. Geralmente identificado como a pesquisa que deu início a este tipo de análise, o Relatório Coleman (1966) estudou as causas de desempenho entre escolas dos EUA e concluiu que o grande diferencial estava nas disparidades socioeconômicas em que se encontravam os alunos, não nas diferenças de infraestrutura da escola ou nível do corpo docente. O relatório então abriu discussões e variadas críticas, levantando questões sobre o tamanho das diferenças entre escolas dos Estados Unidos e se em outros contextos os resultados seriam os mesmos. (BROOKE; SOARES, 2008)

Em relação ao Brasil, o estudo sobre qualidade na educação se desenvolveu com o Saeb em 1995, de forma tardia, porém com método e técnica adequados. Estas pesquisas refletiam o que demonstravam os trabalhos internacionais, que a escola teria um papel fundamental na vida escolar dos estudantes, mesmo controlando o nível socioeconômico dos alunos. Foi constatado também a discrepância entre escolas no país se comparado com outros países, principalmente ao se considerar escolas públicas e privadas (ALVES; FRANCO, 2008)

Teodorovic (2009) ao analisar trabalhos sobre a eficácia escolar percebeu que a maioria das pesquisas poderiam ser divididas entre três categorias: 1 – estudos de input e output; 2- estudos de eficácia escolar; 3 – estudos de eficácia docente. A primeira categoria tinha como fundamentação teórica que os inputs das escolas, como recursos humanos e a infraestrutura, tinham reflexo no desempenho dos alunos; procurando demonstrar a relação entre os fatores econômicos, estruturais, e o resultado na qualidade de ensino, o que muitas vezes era observado (KARINO; LAROS, 2017).

Silva et al (2015) utilizando-se do método da Análise Envoltória de Dados (DEA), avaliaram a eficiência na gestão dos recursos do ensino fundamental nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, de forma a analisar se sofreram mudanças ou permaneceram na inércia social no período de divulgação do IDEB, entre os anos de 2005 e 2011. Concluíram pela inércia social da cidade de São Paulo em 2011, levando-se em conta tanto os anos de tomadas de decisão, como se comparado aos três municípios neste ano de 2011. Rio de Janeiro e Belo Horizonte apresentaram eficiência tanto em relação aos anos quanto se comparadas às outras cidades.

D'Abreu e Wilbert (2013) avaliaram a eficiência na gestão dos gastos públicos com o ensino fundamental nos municípios do estado de Alagoas, verificando quais eram os mais e menos eficientes, entre os anos de 2007 e 2011, utilizando-se da Análise Envoltória de Dados. O estudo concluiu que os municípios menos eficientes seriam aqueles que gastavam mais recursos por aluno, que tinham um melhor ponto de partida; e os mais eficientes foram aqueles que gastaram menos por aluno matriculado, que apresentavam condições mais difíceis. Os dados usados na pesquisa foram: Produto Interno Bruto (PIB), número de habitantes, número de estudantes matriculados, gasto com educação e as notas do IDEB.

Diniz (2012), procurou, por meio da análise da eficiência na gestão dos gastos públicos na educação, validar a tese de que as transferências condicionais para o ensino fundamental são prejudiciais à eficiência da aplicação dos recursos. Concluiu que, de forma geral, a tese foi confirmada; que os municípios mais eficientes foram aqueles com maior custo por aluno, maior número de alunos matriculados na educação básica e que a autonomia financeira é positiva para a eficiência na aplicação desses recursos.

Savian e Bezerra (2013) avaliaram os municípios do Paraná no que se refere à eficiência dos gastos na educação nas séries iniciais do ensino fundamental, anos de 2005 e 2009, por meio

da DEA, comparando tanto as municipalidades quanto as mesorregiões. Constataram, ao final, uma ineficiência na maioria dos municípios, e a necessidade de revisão na alocação desses recursos.

Mensah, Schoderbek e Sahay (2013) realizou um estudo no qual analisou a relação entre o desempenho escolar com o percentual de receita destinada à educação e o nível salarial dos administradores e professores da rede de ensino pública americana. O pressuposto era que o aumento dos gastos com educação e do nível salarial têm influência positiva no desempenho dos alunos. Foram avaliadas 12 escolas, em um total de 217 estudantes no Estado de Nova Jersey entre os anos de 2002 a 2009. A conclusão que chegaram foi a de que o aumento nos gastos com educação tem influência significativa positiva e o aumento do nível salarial dos professores tem relação positiva não significativa com o desempenho dos alunos.

Delgado e Machado (2007), em um estudo realizado em dois estágios, o primeiro calculando a eficiência pela DEA e o segundo comparando os resultados de eficiência por meio de uma regressão com variáveis de background familiar, de infraestrutura e dotação das escolas, analisaram a eficiência das escolas estaduais de Minas Gerais no ensino fundamental e no ensino médio. A conclusão da pesquisa foi no sentido de que as variáveis de infraestrutura escolar e das condições familiares dos alunos desempenham um papel fundamental na formação do escore de eficiência. Um outro resultado encontrado é que as escolas localizadas nas mesorregiões do estado em que há mais recursos educacionais, possuem maior chance de ser mais eficientes, porém relatam a existência de bons exemplos de desempenho em regiões mais carentes.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia é utilizada pela ciência para testar hipóteses e obter conclusões verídicas em estudos, principalmente por permitir que as pessoas compreendam como os resultados alcançados foram encontrados. Neste capítulo, torna-se importante expor a ferramenta Análise Envoltória de Dados (DEA), com a descrição dos inputs e outputs empregados na pesquisa, o universo populacional estudado e as etapas seguidas no intuito de obter o nível de eficiência e qualidade dos gastos públicos per capita com educação no ensino fundamental das redes públicas municipais no estado de Alagoas.

#### **3.1. Método de Análise**

Conforme Casado e Souza (2007) a Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica não-paramétrica que se utiliza de uma programação matemática, criada para mensurar a eficiência de organizações que não visam o lucro, ou para as quais não existem preços pré-fixados para os produtos/insumos.

Este método é bastante utilizado em ciências econômicas, e foi inicialmente desenvolvida por Farrel (1957) e aperfeiçoada por Aigner et al. (1968), Forsund et. al (1977) e Färe Grosskopf e Lovell (1994) e outros. (SOUZA JUNIOR, 2005).

A aplicação da DEA compõe-se de três fases: primeiramente são definidos os DMUs (Decision Making Units) a serem analisados, que no caso seriam os municípios; posteriormente, são definidas as variáveis de insumo (inputs) e de produto (outputs), para avaliar a eficiência das DMUs e, finalmente, é aplicado o modelo DEA, optando por um maior ou menor nível de sofisticação (LINS; MEZA, 2000).

O DEA se baseia em dados reais, no entanto a eficiência estimada pela metodologia é relativa. Por meio de um modelo empírico, ele aponta os escores de eficiência para cada unidade de produção, de forma a compará-las em um conjunto homogêneo. A partir da análise é identificada uma fronteira de eficiência e que cada DMU avaliada terá um escore de eficiência entre 0% e 100%. Desta forma, essa metodologia é considerada a mais indicada para mensurar a eficiência da

alocação dos recursos públicos, levando-se em conta diversos serviços, identificando o desempenho das unidades e comparando-as (SILVA et al.,2012)

### **3.1.1 – Análise envoltória de dados - DEA**

Esse tipo de análise consiste em uma operacionalização da medida de eficiência de Farrell (1957), através de programação matemática, proporcionando a obtenção de uma eficiência técnica relativa a partir da comparação de um conjunto de unidades, as Decision Making Unit (DMU); utilizando múltiplos insumos e gerando produtos variados. Assim, A DMU é considerada eficiente quando produz um resultado em que nenhuma outra DMU produziria, utilizando os mesmos insumos.

Em outras palavras, leva em consideração que determinada DMU A é capaz de produzir  $Y(A)$  unidades de produto, utilizando  $X(A)$  unidades de insumos; assim, comparando-se as demais DMUs, é verificado se podem realizar a mesma tarefa, operando de forma eficiente. Ou seja, se uma DMU B consegue produzir  $Y(B)$  unidades de produto, utilizando  $X(B)$  de insumo, outras Unidades Tomadoras de Decisões seriam competentes para atender à mesma produção. O objetivo da Análise Envoltória de Dados então seria estabelecer um padrão a partir dos dados das DMUs e, dessa maneira, classificá-las em ineficientes ou eficientes (GOMES; BAPTISTA, 2004). Essa técnica permite ainda a formação de um ranking de eficiência entre as DMU's estudadas

A DEA é usada, comumente, para analisar a eficiência de um conjunto de referências homogêneas de qualquer natureza, exigindo-se apenas que suas variáveis, inputs e outputs, fossem medidas de alguma forma, qualitativa ou quantitativamente. Para serem analisadas essas unidades avaliadas, segundo Golany & Roll (1989), seria necessário que desempenhassem o mesmo papel, com objetivos comuns; além disso, os fatores usados de input e output devem ser os mesmos na aplicação do método, diferenciando-se apenas na sua intensidade.

Um dos maiores defeitos apontados em relação ao DEA, método não paramétrico, é que ele utiliza dos próprios dados para definir a fronteira, sendo que as medidas de eficiência derivada refletem a eficiência relativa de cada DMU em relação às outras da amostra particular. Deste modo, os outliers nos dados podem distorcer os escores de eficiência. (SEIFORD; THRALL, 1990)

Como algumas das características mais relevantes do modelo apresentado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), pode-se citar: 1) a possibilidade de utilização de variáveis de unidades de medidas diferentes, não sendo necessária a conversão em unidades monetárias; 2) permite a observação de unidades eficientes de referência e a verificação de valores ótimos, sem um pré – julgamento sobre os valores das ponderações dos recursos e dos produtos que levariam ao melhor nível de eficiência; 3) prioriza as análises individuais e não os valores médios ou estatisticamente estimados.

De acordo com Golany & Roll (1989), uma regra a se observar ainda é que para se obter resultados mais confiáveis, o número de DMU's deve ser pelo menos duas vezes maior que o número de inputs e outputs utilizados; porém, um número alto de unidades poderia diminuir a homogeneidade do conjunto, havendo o risco de uma interferência externa de fatores que não seriam de interesse da análise.

Santos, Freitas & Flach (2018) afirmam que o modelo DEA possui dois modos clássicos, quais sejam: CRS (Constant Returns to Scale), no caso de um retorno constante de escala e VRS (Variable Returns to Scale), no caso de situações em que há variação de escala. Podemos apontar como a principal diferença entre essas abordagens o axioma da proporcionalidade. No caso do CRS, a variação nos insumos resulta em variação proporcional dos produtos, o que não acontece no modelo VRS.

Além disso, em ambos os modelos pode-se realizar orientações voltadas para os insumos, procurando-se mensurar a quantidade destas variáveis que podem ser reduzidas mantendo-se os mesmos produtos; ou para os produtos, procura-se maximizar os resultados (produtos), considerando os mesmos insumos (TSHAFFON, MEZA, 2014).

### **3.1.2 – Modelos DEA**

Os modelos da análise envoltória de dados, tanto o CCR (1978) como o BCC (1984) são bastante utilizados em pesquisas. O modelo DEA-CCR foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), na versão com retornos constantes de escala, e foi aprimorado por Banker, Charnes e Cooper (1984), criando assim a versão com retornos variáveis de escala, o DEA-BCC.

O DEA-CCR tem como característica a redução dos múltiplos insumos e produtos para um único insumo e produto virtual, calculado para cada DMU. Em uma DMU essa relação de insumo e produto virtual nos fornece a medida de eficiência que é função dos multiplicadores, o que possibilita uma avaliação objetiva da eficiência global.

Este modelo permite mensurar a eficiência por meio da maximização da soma dos produtos ponderados em razão da soma dos insumos ponderados, devendo o resultado ser menor ou igual ( $\leq$ ) a 1, conforme Charnes et al. (1978):

$$E = \frac{\text{Produto}_1 + \text{Produto}_2 + \dots + \text{Produto}_n}{\text{Insumo}_1 + \text{Insumo}_2 + \dots + \text{Insumo}_n}$$

Ou:

$$E = \frac{\sum_i u_i Y_i}{\sum_j v_j X_j} \leq 1$$

em que  $Y_i$  é o produto  $i$ ,  $X_j$  é o insumo  $j$  e  $u_i$  e  $v_j$  são os respectivos pesos.

Os escores então são considerados eficientes quando igual a 1, e ineficientes quando apresentam valor menor. Assim, é permitido montar uma curva onde aquelas DMU's que estiverem sobre ela (fronteira) são as eficientes, e as que se localizarem abaixo são as ineficientes

Conforme Tshaffon e Meza (2014), no modelo CCR há a suposição de axioma da proporcionalidade, de que qualquer variação nos inputs acarreta em uma variação proporcional dos outputs. Este modelo visa maximizar a razão entre a combinação linear dos outputs e a combinação linear dos inputs, onde essa razão não apresente valores maiores que 1 para cada DMU (MELLO et al. 2008).

Ao se maximizar as saídas, mantendo-se inalteradas as entradas; ou seja, ao se desenvolver um modelo orientado para o output, temos que as variáveis de decisão são as mesmas do modelo orientado a inputs. Em (1),  $h_o$  representa por quanto todos os produtos devem ser multiplicados, mantendo-se constantes os recursos, para a DMU o atingir a fronteira eficiente. Vemos que  $h_o$  é, então, um número maior que 1, pelo que a eficiência é  $1/h_o$ . No caso do modelo CCR, as duas orientações fornecem o mesmo valor de eficiência, no entanto, com  $\lambda$ 's diferentes.

$$\begin{aligned}
& \text{Max } h_o \\
& \text{sujeito a} \\
& x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \\
& -h_o y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j \\
& \lambda_k \geq 0, \forall k
\end{aligned} \tag{1}$$

$h_o$  e  $\theta$ : eficiência

$u_j, v_i$ : pesos de *outputs* e *inputs* respectivamente;

$x_{ik}, y_{jk}$ : *inputs*  $i$  e *outputs*  $j$  da DMU $_k$ ;

$x_{i0}, y_{j0}$ : *inputs*  $i$  e *outputs*  $j$  da DMU 0;

$\lambda_k$ :  $k$ -ésima coordenada da DMU 0 em uma base formada pelas DMUs de referência:

As equações apresentadas em (2) mostram o modelo DEA CCR orientado a *outputs*, na forma fracionária:

$$\text{Min } h_o = \frac{\left( \sum_{i=1}^r v_i x_{io} \right)}{\left( \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} \right)}$$

sujeito a

$$\begin{aligned}
& \frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}} \geq 1, \forall k \\
& u_j, v_i \geq 0, \forall j, i
\end{aligned}$$

$$\text{Min } h_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} \tag{2}$$

Esse modelo orientado para o output procura manter os inputs da DMU que estão em observação como limites, enquanto se tenta maximizar seus outputs. Nesse caso, os insumos analisados são usados da melhor maneira possível, buscando a maximização do nível de produção, supondo retornos constantes de escala e soluções de Programação Linear.

Em relação ao modelo BCC, também conhecido como VRS – Variable Returns to Scale, pressupõe que as DMUs assumam retornos variáveis de escala. Ele substitui o axioma da proporcionalidade entre inputs e outputs pelo axioma da convexidade. Esse modelo permite a projeção de cada DMU ineficiente sobre a fronteira de eficiência (envoltória) estabelecida conforme os diferentes portes de DMUs (MELLO, et al., 2008; TSHAFFON, MEZA, 2014).

O DEA BCC determina uma fronteira VRS, tendo-se como base retornos crescentes ou decrescentes de escala na fronteira eficiente, onde um acréscimo no input poderá refletir em acréscimo ou decréscimo no output, não necessariamente proporcional (GUERREIRO, 2006).

Matematicamente, a convexidade da fronteira equivale a uma restrição adicional ao Modelo do Envelope, que passa a ser o indicado em (3) para orientação a inputs, e (4) para orientação a outputs.

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } h_o \\
 & \text{sujeito a} \\
 & h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \\
 & -y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j \\
 & \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \\
 & \lambda_k \geq 0, \forall k
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Max } h_o \\
& \text{sujeito a} \\
& x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \\
& -h_o y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j \\
& \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \\
& \lambda_k \geq 0, \forall k
\end{aligned}
\tag{4}$$

O presente trabalho utilizou-se dos dois modelos. Primeiramente os municípios do estado de Alagoas foram analisados utilizando-se o modelo retorno variável de escala (BCC), já que estaríamos diante de municipalidades com realidades variadas; posteriormente, dividiu-se os municípios pelo critério populacional, levando-se em conta que esta separação agrupariam aquelas regiões administrativas mais semelhantes entre si e utilizou-se o modelo CCR de retornos constantes de escala em cada grupo, em que os inputs e outputs seriam mais linearmente proporcionais.

Há duas formas básicas de uma unidade que se encontra de forma ineficiente tornar-se eficiente. A primeira seria diminuindo os recursos (insumos) e mantendo constantes os produtos, o que seria uma orientação voltada aos inputs; a segunda seria fazendo o inverso, aumentando o resultado (produtos) a partir de uma mesma quantidade de insumos, uma orientação voltada aos outputs (MELLO et al., 2008).

### 3.1.3. Fronteira invertida ou dupla envoltória

Um outro recurso usado para complementar o uso dos modelos BCC e CCR para as buscas das eficiências é a Fronteira Invertida ou Dupla Envoltória. Parte-se do pressuposto de que nem sempre quando a DMU se localiza na fronteira de eficiência significa que esta é realmente eficiente, seria como uma avaliação pessimista das DMUs (YAMADA et al., 1994; ENTANI et al., (2002)

Segundo Yamada et al (1994), a Fronteira Invertida, inverso da fronteira clássica, possibilita a identificação daquelas DMUs “falsas eficientes”, tendo em vista que a proposta é a divisão da soma ponderada dos insumos pela soma ponderada dos produtos, e passa a indicar como mais eficientes aquelas unidades que gastaram mais insumos e geraram menos produtos. O resultado da análise das duas fronteiras simultaneamente é conhecido como Eficiência Composta, descrita pela equação:

$$\text{Eficiência Composta} = [\text{Eficiência Padrão} + (1 - \text{Eficiência Invertida})] / 2$$

A Eficiência Composta Normalizada seria a divisão do valor da Eficiência Composta pelo maior valor entre todos os valores de Eficiência Composta, conforme descrito na equação:

$$\text{Eficiência Composta Normalizada} = \text{Eficiência Composta} / \text{Max (Eficiência Composta)}$$

Deste modo, para fins de análise será utilizada a eficiência Composta Normalizada, que permitirá fazer uma classificação e agrupamentos das DMUs pelo seu grau de eficiência.

### **3.1.4 – Fronteiras de eficiência**

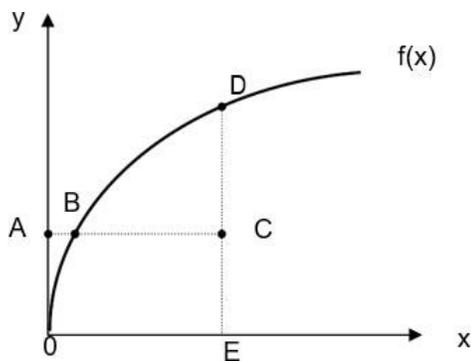
Fronteira, para a economia, está relacionada com a eficiência, com as práticas eficientes. Nesta pesquisa serão consideradas as fronteiras das funções de produção, de custos e serviços disponíveis, uma vez que a metodologia é flexível o suficiente para englobar um conjunto de entradas e saídas, independentes de serem quantitativas ou qualitativas; o que permite a utilização das variáveis relativas aos investimentos de capital, de trabalho da situação socio-econômica do discente.

A técnica de construção de fronteiras de eficiência foi bastante difundida a partir de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), que generalizaram o estudo iniciado por Farrell(1957) e passaram o modelo para múltiplos recursos e resultados, aferindo um indicador que respeitasse a eficiência no sentido de Pareto-Koopmans.

Conforme Koopmans (1951), a eficiência existe quando satisfeitas duas condições: a) um produto não pode ser formado em maior quantidade sem que diminua a quantidade produzida de outro, ou sem que seja aumentada a quantidade consumida de um insumo; b) um insumo não pode ser consumido em quantidade menor sem que seja aumentada a quantidade de consumo de outro insumo ou diminuído a produção de algum produto.

Nesse sentido, podemos verificar a figura 1:

Figura 1. Fronteira Eficiente



Fonte: MELLO et al. 2008

Onde  $x$  representar a variável input e  $y$  representar a variável output. A máxima quantidade de produto que a utilização de  $x$  pode gerar é representada por  $f(x)$ , no caso a função de produção.

Assim, o ponto C, localizado abaixo da função de produção, indica uma região de produção; no entanto, esse ponto significa que a DMU está operando abaixo da fronteira, empregando  $OE$  - unidades do insumo  $x$  para produzir  $OA$  unidades de produto  $y$ , sendo considerado ineficiente, não empregando eficientemente os recursos disponíveis.

Nesse sentido, os pontos B e D são considerados eficiente, já que produzem uma quantidade de output  $y$  condizente com a quantidade de input  $x$ , demonstrando um plano de produção tecnicamente viável.

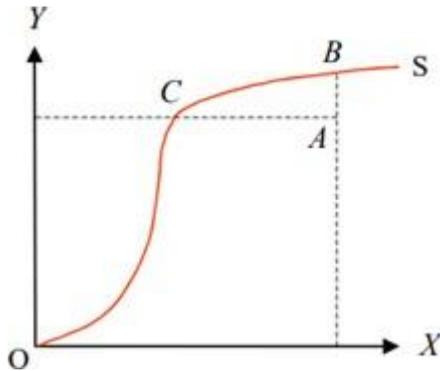
Deste modo, a Figura 1 pode representar a fronteira de serviços, a melhor oferta para determinado nível de necessidades. Essa construção se baseia na idéia de que a oferta desses serviços deve estar disponibilizada para as necessidades semelhantes, atendendo ao princípio distributivo da equidade. Estar situado abaixo da fronteira significa déficit relativo dos serviços em estudo.

### **3.1.5 - Produtividade e eficiência**

Em relação ao setor público, onde o governo seria responsável pela produção de bens e serviços, a produtividade seria comparada a de outros governos, municipal, estadual ou federal, observando-se os insumos usados e os produtos (resultados obtidos). Ou seja, quanto a maior a produção com a mesma quantidade de insumos, maior a eficiência desse governo; e quanto menor for o a quantidade de insumos utilizados a fim de obter o mesmo resultado, mais eficiente também será. (ZHOGBI et al., 2009, p. 786).

A eficiência compara o que foi produzido relacionando-o com os recursos disponíveis; ou seja, com o que poderia ter sido produzido usando dos mesmos insumos. Existem distinções significativas na forma de avaliar a quantidade mencionada. Os métodos paramétricos pressupõem uma relação funcional entre os recursos e o que foi produzido, usando médias para determinar o potencial de produção. Outros métodos, entre os quais encontra-se a Análise Envoltória de Dados, não fazem essa relação funcional e procuram encontrar o máximo que poderia ter sido produzido a partir da observação das unidades mais produtivas. Na Figura 1, o eixo X representa os Recursos; Y representa a Produção; a curva S, chamada Fronteira de Eficiência, indica o máximo que foi produzido para cada nível de recurso. A região abaixo da curva é chamada de Conjunto Viável de Produção (DE MELLO et al., 2005).

Figura 2. Produtividade e eficiência



Fonte: MELLO et al. 2008

A fronteira eficiente tem como significado dispor da melhor oferta em relação a suas necessidades. Isso quer dizer que estando abaixo deste nível, estamos diante de um déficit relativo em relação aos serviços pesquisados.

Conforme Faria, Jannuzi & Silva (2008), as relações dentro das políticas públicas geralmente não são passíveis de retornos constantes de escala; além disso, nesta seara se procura maximizar os outputs mantendo-se os inputs, buscando identificar aqueles municípios mais eficientes com recursos limitados.

A fronteira, para a economia, está intimamente relacionada à eficiência. Nesse sentido, esta pesquisa busca encontrar as fronteiras comparando-as com algumas variáveis, relativas aos investimentos de capital, de trabalho, e da situação socio-econômica do discente

### 3.2. Amostra e método de análise

A pesquisa tem o objetivo de analisar a eficiência e qualidade dos investimentos per capita em educação na rede municipal do ensino fundamental nas cidades do estado de Alagoas. Este tipo de análise tem sido alvo de diversos estudos no cenário nacional e no exterior, contudo não existe consenso na escolha dos insumos e produtos a serem utilizados para medir a eficiência (SILVA FILHO et al.,2016).

O Quadro 1 apresenta alguns desses estudos e as variáveis utilizadas para se medir eficiência, assim como a ferramenta de análise. Deste modo, a escolha das variáveis a serem usadas neste trabalho foram extraídas baseada na literatura especializada, mais especificamente no modelo utilizado por Almeida e Gasparini(2011), que procura analisar o aspecto qualitativo dos gastos na Educação, levando-se em consideração tanto o nível de aprendizagem quanto os gastos despendidos, atentando-se ainda para a situação socioeconômica em que está inserida o aluno, fator considerado muitas vezes significativo no resultado final do aprendizado.

Quadro 1. Estudos e Variáveis relativos a eficiência na educação

<b>AUTOR</b>	<b>AMOSTRA</b>	<b>INSUMO</b>	<b>PRODUTO</b>	<b>TÉCNICA</b>
FIRMINO (2013)	149 municípios paraibanos (Anos 2007 e 2009)	Receitas das transferências do Fundeb dos municípios paraibanos e as outras fontes de recursos da educação básica	Resultado dos Índices de Desenvolvimento da Educação Básica (Idebs)	DEA
SANTOS; FREITAS; FLACH (2015)	Municípios de Santa Catarina (Ano 2010)	O Gasto per capita com educação e cultura (GpcEdu&C) dos municípios e o rendimento médio mensal dos responsáveis pelos domicílios particulares permanentes (Renda) de cada município	Taxa de atendimento às crianças de 0 a 5 anos; a taxa de atendimento às crianças de 5 a 6 anos; a taxa de atendimento às crianças de 7 a 14 anos; taxa de alfabetização de crianças de 11 a 14 anos	DEA
WILBERT; D'ABREU (2011)	Municípios do estado de Alagoas no período de 2007 a 2011	Gastos públicos com educação	Nota dos Ideb municípios alagoanos no IDEB de 2011 para a 4ª e 8ª série do ensino fundamental em escolas municipais	DEA

SOARES; SOARES; SANTOS; SANTOS (2020)	Município do estado do Espírito Santo (ano de 2017)	Gasto médio com educação per capita e o PIB per capita	A nota municipal no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)	DEA
SILVA; ALMEIDA (2012)	Municípios do Rio Grande do Norte	Recursos do FUNDEF destinados para educação municipal	Número de alunos matriculados; número de professores; número de escolas e salas de aula	DEA FDH
DELGADO; MACHADO (2007)	Escolas públicas estaduais de Minas Gerais (ano 2005)	Base do Sistema Informacional Custo Aluno (SICA); Censo Educacional do MEC/IBGE	Dados do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE);	DEA Regressão com background familiar de infraestrutura e dotação das escolas
FRIO et al. (2018)	Escolas públicas de ensino básico do Rio Grande do Sul  (Ano 2014)	Existência de sala de professores, biblioteca, laboratório de ciência; nº de computadores e funcionários da escola (Censo escolar)	Número de alunos da escola (Censo escolar);  Média na prova objetiva de língua portuguesa(ANA); Média na prova dissertativa de língua portuguesa(ANA); Média na prova de matemática (ANA)	DEA

SILVA; SOUZA; ARAÚJO (2013)	Capitais brasileiras (anos 2007 a 2009)	Despesa com ensino fundamental; número de alunos matriculados; número de professores; número de escolas	IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica	DEA
HERRERA; PANG (2005)	Amostra de 140 países com dados de 1996 a 2002	Gasto público em educação per capita, taxa de analfabetismo e razão professor – aluno	Matrículas no ensino primário e no ensino secundário; taxa de analfabetismo; número médio de anos na escola, primeiro grau completo; segundo grau completo e escores de aprendizado.	DEA FDH
MATOS (2018)	Escolas mineiras nos anos iniciais do ensino fundamental em 2015	Professores com formação superior, salário do diretor, salário médio dos professores, indicador de nível socioeconômico das escolas e horas de aula	Proficiência média em leitura e matemática, quantidade de alunos na idade correta (nível fundamental), número de alunos aprovados e porcentagem de professores que cumpriram 80% do currículo.	DEA
MONTE (2018)	Municípios Cearenses	Gasto por aluno, Índice de Desenvolvimento Social (IDS), estimativa populacional, Produto Interno Bruto (PIB) municipal per capita, média de horas-aula diária, percentual de funções docentes com ensino superior	Notas IDEB 4ª e 5ª séries e Notas IDEB 8ª série e 9º ano.	DEA

Fonte: Elaborado pelo autor

Assim, o presente estudo buscou colher alguns tipos de dados relativos a inputs tradicionais que indicam infraestrutura da escola, capital, trabalho e riqueza do município. São eles: o número de professores da segunda fase do ensino fundamental (5ª a 9ª séries); a média de horas-aula diárias nesta etapa do ensino fundamental, multiplicadas pelo número de alunos matriculados neste período; número de escolas públicas de Ensino Fundamental com acesso a rede de energia elétrica e/ou que possuem sistema de esgoto; Produto Interno Bruto (PIB municipal per capita).

Com o intuito de capturar a eficiência dos gastos públicos em educação e relacioná-lo à qualidade do ensino, serão utilizados como proxy dos resultados as notas de português e matemática na 9ª série, na prova Saeb, multiplicadas pelos alunos matriculados neste ano do ensino; bem como o inverso das despesas per capita no ensino fundamental (criticado por organizações internacionais por ser considerado baixo no Brasil). Neste caso, o inverso foi aplicado porque a DEA prevê a maximização das variáveis de saída.

As variáveis, divididas em inputs e outputs, são apresentadas pelos blocos 1 e 2. Como input selecionou-se primeiramente aqueles relacionados ao ambiente escolar, estrutural, que demonstrasse aspectos materiais e humanos a serviço da educação e do aluno. Para isso, foram utilizados o número de professores da segunda parte do ensino fundamental, profissionais envolvidos diretamente no ensino; média de horas-aula multiplicada pelo número de alunos matriculados nesta etapa do ensino (5ª a 9ª séries), o que representaria a quantidade do ensino ofertado; e o número de escolas públicas municipais com energia elétrica e/ou rede de esgoto, representando uma estrutura básica a ser utilizada por esses locais. Essas variáveis podem ser encontradas nos trabalhos realizados por Almeida e Gasparini (2012); Silva, Souza e Araújo (2013) e Matos (2018).

O Produto Interno Bruto municipal per capita é geralmente utilizado como um indicador que mensura a riqueza de um ente, e muitas vezes tem reflexo direto com o nível de bem-estar de uma determinada população (DA SILVA, 2018; SAVIAN; BEZERRA, 2013). Estudos demonstram que a relação entre educação e PIB comporta-se como uma parábola, deixando de realizar um crescimento significativo após o seu ápice, e em alguns casos havendo queda. Outras pesquisas concluem que a educação assume papel primordial em favor do desenvolvimento econômico, desenvolvendo a mão de obra e a renda, ao qualificar os trabalhadores. Existem ainda

outros trabalhos que evidenciam a correlação negativa entre educação e PIB. Assim, O Produto Interno Bruto dos municípios Alagoanos foi utilizado como uma proxy para entender se as características econômicas influenciam na escala de eficiência. O crescimento do PIB municipal teoricamente permitiria uma maior dedicação dos prefeitos na aplicação dos gastos com educação. Ou seja, com uma maior base de arrecadação municipal as prefeituras poderiam se dedicar mais na aplicação dos recursos, e tal fato geraria efeitos positivos na eficiência dos gastos públicos com educação (SILVA, ALMEIDA, 2012).

O segundo bloco, que representa os outputs, foi utilizado como uma proxy para o resultado a ser alcançado. Ou seja, espera-se que quanto maiores as notas médias de português e matemática, multiplicado pelo número de alunos matriculados, mais o objetivo da educação, do aprendizado, está sendo exercido. Esse fator, juntamente com o inverso das despesas per capita por aluno, demonstraria o índice de eficiência alcançado na aplicação dos recursos por parte dos administradores públicos municipais. Essa variável também foi utilizada nos trabalhos de D'Abreu e Wilbert (2013), Almeida e Gasparini(2011), SOARES et al., 2020; Wilbert e D'Abreu (2011), entre outros.

No intuito de se mensurar a oferta dos serviços de educação municipal, as variáveis apuradas em média foram multiplicadas pelo número de alunos matriculados na 9ª série, buscando assim uma proxy para o total dos estudantes matriculados nessa etapa do ensino. O último ano do ensino fundamental foi escolhido como forma de se avaliar toda essa fase.

Vale ressaltar que a partir de 2019 a prova Brasil passou a ter o nome de Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), sistema que existe desde os anos 90 e que, agora, nomeia o conjunto de avaliações da Educação Básica. Uma avaliação em larga escala, desenvolvida pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC), com o objetivo de analisar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro. Essa prova é aplicada a todos os estudantes da rede pública de ensino, da 4ª e 9ª séries do ensino fundamental e suas médias subsidiam o cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

O Saeb, assim como a prova Brasil, possibilita a avaliação das escolas nas redes municipais e estaduais de ensino; as médias de desempenho, juntamente com as taxas de aprovação,

reprovação e abandono, passaram assim a compor o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

O IDEB funciona como um indicador nacional capaz de monitorar a qualidade do ensino, assim como estabelecer metas a serem atingidas. Estas são diferenciadas para cada escola e rede de ensino. Estes testes e notas buscam refletir o aprendizado dos alunos, o que realmente importa na formação do capital humano, muitas vezes camuflado pelo número de alunos matriculados ou aprovação sem o conhecimento satisfatório para tanto

As despesas per capita em educação é um fator muitas vezes apontado por organismos internacionais como deficitária no Brasil, se comparado a outros países. Conforme relatório OCDE 2015, apesar do país despender boa parcela do PIB na educação, este investimento é diluído pelo grande número de alunos.

As despesas na função educação – ensino fundamental municipal foram colhidas no site da SICONFI - Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro), ligado à Secretaria do Tesouro Nacional, dividido pelo número de alunos matriculados no ensino fundamental para se chegar a um valor per capita.

Esta análise foi realizada com auxílio da ferramenta livre denominada SAGEPE (Software Análise Envoltória de Dados). Os dados utilizados foram colhidos por meio dos sítios da Secretaria do Tesouro Nacional (STN), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e no Sistema de Estatísticas Educacionais (microdados do censo escolar) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

O motivo da pesquisa focalizar o ensino fundamental é justificado pela própria Constituição Federal do Brasil, já que a mesma estabelece ser competência e responsabilidade prioritária dos municípios a oferta desta etapa do ensino, acarretando em aproximadamente 96% de todo o serviço básico fundamental inserido nas municipalidades

## Quadro 2. Variáveis utilizadas

<b>BLOCO 1 - INPUTS</b>
Nº de professores da segunda fase do ensino fundamental
Média de horas-aula diária na segunda fase do ensino fundamental X número de alunos matriculados neste período
Nº de escolas públicas do ensino fundamental com acesso a rede de energia elétrica e sistema de esgoto PIB per capita
<b>BLOCO 2 - PROXY DOS RESULTADOS</b>
Notas de português da 9ª série (Saeb/2019) X número de alunos matriculados neste ano do ensino
Notas de matemática da 9ª série (Saeb/2019) X número de alunos matriculados neste ano do ensino
Inverso das despesas per capita no ensino fundamental

Fonte: Elaborado pelo autor

No que tange à população, espera-se que exista uma relação negativa da escala de eficiência com a densidade demográfica. Parte-se do pressuposto que o aumento populacional dos municípios signifique no aumento da demanda na educação. Isso faz com que municípios que apresentem uma maior densidade populacional possam ter dificuldades na gestão dos recursos públicos, inclusive os destinados à educação (SILVA, ALMEIDA, 2012).

Primeiramente, foi utilizado o modelo orientado para output, com retornos variáveis de escala, analisando todos os municípios do estado de Alagoas, exceto os de Maceió e Arapiraca, outliers, com indicadores socioeconômicos bem superiores aos demais. Separou-se aqueles considerados eficientes frente aos demais, assim como aqueles considerados menos eficientes.

Optou-se aqui pela utilização do modelo DEA-BCC, que admite retornos variáveis de escala, porque, conforme Ferreira e Gomes (2009), quando o conjunto de DMUs tem tamanhos

diversos, por qualquer medida significativa, elas tendem a ter rendimentos de escala diferentes. Os municípios alagoanos possuem realidades diferentes, tamanhos diversos e população diferente, ou seja, tendem a ter retornos de escala diferentes.

Em seguida, no intuito de considerar as dimensões das cidades envolvidas na pesquisa de forma a separá-las em grupos mais homogêneos, utilizou-se o critério do segmento populacional. Esta divisão busca agrupar os povoados densamente equivalentes, já que isto possui relação direta com suas demandas por bens e serviços, principalmente no que diz respeito à educação (SILVA, ALMEIDA, 2012).

Agrupou-se então os municípios em quatro, utilizando-se o critério de segmento populacional, dividindo-se os municípios do estado em quartis, onde o grupo 1 representaria o quartil das maiores populações; o grupo 2, o segundo quartil; o grupo 3, o terceiro quartil e finalmente, o grupo 4, com aquelas cidades com os menores números de habitantes. Optou-se, então, nesse caso pela utilização do modelo de retornos constantes de escala, orientado para o output. Como se pretende considerar a dimensão dos municípios na oferta dos serviços de educação, todas as variáveis que estavam em fluxo ou em termos de média foram multiplicadas pelo número de alunos correspondente àquele período.

Em relação aos municípios de Penedo, Atalaia, Lagoa da Canoa, Barra do Santo, Passo de Camaragibe, Carneiros, Japaratinga e Santa Luzia do Norte, não foram encontrados dados relativos à despesa paga na função educação – ensino fundamental do ano de 2019. Assim, foi utilizado a média móvel dos anos de 2015 e 2017 destas cidades, no que se refere à variável em questão.

Observa-se que o Estado de Alagoas, assim como grande parte dos estados nordestinos, é composto, majoritariamente, por municípios pequenos e de baixo desenvolvimento econômico. Apenas duas cidades no estado são constituídas por mais de 100 mil habitantes (Maceió e Arapiraca), com indicadores socioeconômicos bem superiores aos das demais cidades.

Frisando-se mais uma vez que a metodologia DEA é sensível a valores extremos considerados atípicos, tais municípios ficaram excluídos da definição da fronteira tecnológica, a fim de impedir possíveis distorções, tendo em vista que essas cidades possuem características bem diferentes da média do estado. O município de Junqueiro também foi excluído da análise, tendo

em vista que não foram encontrados dados sobre as despesas pagas na função educação – ensino fundamental nos anos de 2019, 2017 e 2015.

#### 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados da análise, os quais serão discutidos com o intuito de compreender seus significados e alcançar os objetivos da pesquisa

Antes da apresentação dos resultados dos cálculos do DEA-BCC, será apresentada a Tabela abaixo, a qual expõe brevemente a estatística descritiva dos inputs e outputs/outcomes dos anos de 2017 e 2019. Nela é possível identificar as médias, desvios padrão, máximos e mínimos das variáveis analisadas.

Em seguida, apresenta-se um ranking de desempenho de eficiência relativa dos municípios componentes da amostra, classificando-os conforme parâmetros doutrinários, bem como indicando as regiões alagoanas que tiveram melhores índices

##### 4.1 - Análise comparativa entre inputs e outputs/outcomes dos anos de 2017 e 2019

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis nos anos 2017 e 2019

Variáveis/Ano	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
Nº de doc. AF/2019	83	64,42	349	11
Nº de doc. AF/2017	84	63,46	326	14
Hs aula AF X Mat AF/2019	6457,7	5136,37	31452,4	700,9
Hs aula AF X Mat AF/2017	6672	5068,83	28156,6	743,9
Nº Esc. ener/esg/2019	18	10,35	66	4
Nº Esc. ener/esg/2017	20	10,68	67	4
PIB per capita/2019	14.408	10.362	90.473	6.304
PIB per capita/2017	12.614	8.688	74.047	5.692
Desp. Pagas EF/2019	6.878	2685,94	20773,65	115,74
Desp. Pagas EF/2017	5.472	2795,77	18066,18	85,84
M9LPxMat.9/2019	57.240	39098,16	210238,74	8172,78
M9LPxMat.9/2017	57.923	38242,47	210985,94	8204,79
M9MTxMat.9/2019	58.585	41010,90	228364,50	8226,57
M9MTxMat.9/2017	57.993	39204,31	231653,46	8780,31

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se, comparando os dados das amostras da Tabela 1, que houve um aumento nas despesas pagas per capita no ensino fundamental, indo de 5.472 por aluno no ano de 2017, para 6.878 por aluno no ano de 2019. No entanto, é possível verificar que praticamente não houve reflexo nas outras variáveis utilizadas nesse estudo.

#### 4.2 - Ranqueamento das unidades

Cumprido destacar, inicialmente, que a ferramenta DEA nos permite verificar uma determinada situação fática, uma análise de eficiência relativa, em que são comparadas várias unidades, e onde nem sempre aquela considerada eficiente dentre as demais é de fato eficiente em termos absolutos ( MENDONÇA et al, 2016).

Assim, por meio da utilização do modelo se calculou a eficiência das DMU's, foi construída a fronteira de eficiência padrão e verificou-se aquelas unidades que são tomadas como referência (benchmarks) das melhores práticas.

Em seguida, através do software SAGEPE, buscando afastar as unidades consideradas falsas eficientes e levando-se em conta a benevolência com as DMU's em sua eficiência padrão, foram utilizadas as eficiências invertida, a composta e a composta normalizada, utilizando-se o retorno variável de escala orientado para o output, cujo resultado pode-se verificar abaixo, em forma de um ranking dos municípios.

Tabela 2. Ranking geral dos municípios segundo a eficiência

DMU	Eficiência Padrão	Eficiência Invertida	Eficiência Composta	Eficiência Composta Normalizada
Jequiá da Praia	1,000	0,479	0,760	1,000
Murici	1,000	0,552	0,724	0,952
Messias	0,972	0,547	0,713	0,937
Olho d'Água do Casado	0,986	0,563	0,712	0,936
Poço das Trincheiras	1,000	0,588	0,706	0,928
Paripueira	1,000	0,591	0,705	0,927
Senador Rui Palmeira	1,000	0,594	0,703	0,924
Estrela de Alagoas	1,000	0,636	0,682	0,897

Taquarana	0,923	0,567	0,678	0,891
Porto Calvo	0,924	0,579	0,673	0,885
São José da Tapera	0,985	0,652	0,667	0,876
Maragogi	0,968	0,646	0,661	0,869
Carneiros	1,000	0,699	0,651	0,856
Satuba	0,834	0,534	0,650	0,855
Palestina	1,000	0,702	0,649	0,853
São José da Laje	0,838	0,547	0,646	0,849
Boca da Mata	0,859	0,579	0,640	0,842
Água Branca	1,000	0,726	0,637	0,838
Jaramataia	1,000	0,728	0,636	0,836
Barra de São Miguel	0,876	0,619	0,628	0,826
Coqueiro Seco	0,908	0,661	0,623	0,820
Campestre	1,000	0,761	0,619	0,814
Canapi	0,989	0,756	0,616	0,811
Chã Preta	0,832	0,605	0,614	0,807
Feliz Deserto	1,000	0,773	0,613	0,807
Paulo Jacinto	0,818	0,600	0,609	0,801
Branquinha	0,906	0,704	0,601	0,791
Olho d'Água Grande	0,860	0,664	0,598	0,786
Marechal Deodoro	1,000	0,809	0,596	0,783
Flexeiras	1,000	0,814	0,593	0,780
Passo de Camaragibe	0,791	0,608	0,592	0,778
Colônia Leopoldina	0,807	0,628	0,590	0,776
Anadia	0,767	0,591	0,588	0,774
Olivença	0,932	0,764	0,584	0,769
Capela	0,833	0,685	0,574	0,755
Novo Lino	0,844	0,703	0,571	0,750
Porto de Pedras	0,783	0,668	0,557	0,733
Jacuípe	0,930	0,833	0,548	0,721
Igaci	0,744	0,649	0,548	0,720
Roteiro	0,768	0,681	0,543	0,714
Igreja Nova	0,734	0,650	0,542	0,713
Major Isidoro	0,858	0,780	0,539	0,709
Ibateguara	0,712	0,637	0,537	0,707
Campo Alegre	1,000	0,934	0,533	0,701
Minador do Negrão	1,000	0,941	0,530	0,696
Campo Grande	0,917	0,865	0,526	0,692
Piaçabuçu	0,736	0,690	0,523	0,688

Quebrangulo	0,710	0,668	0,521	0,686
Porto Real do Colégio	0,684	0,656	0,514	0,676
Lagoa da Canoa	0,704	0,678	0,513	0,674
Joaquim Gomes	0,662	0,648	0,507	0,667
Cacimbinhas	0,698	0,687	0,505	0,664
Coruripe	1,000	1,000	0,500	0,657
Dois Riachos	1,000	1,000	0,500	0,657
Pindoba	1,000	1,000	0,500	0,657
Craíbas	0,707	0,709	0,499	0,657
Pariconha	0,712	0,719	0,497	0,653
Japaratinga	0,693	0,705	0,494	0,650
Teotônio Vilela	0,978	1,000	0,489	0,643
Belo Monte	0,852	0,885	0,483	0,636
Mar Vermelho	0,906	0,950	0,478	0,629
Olho d'Água das Flores	0,598	0,645	0,476	0,626
São Brás	0,762	0,810	0,476	0,626
Viçosa	0,634	0,682	0,476	0,626
São Miguel dos Campos	0,844	0,908	0,468	0,616
São Sebastião	0,711	0,778	0,466	0,613
Maravilha	0,730	0,806	0,462	0,607
Cajueiro	0,801	0,892	0,455	0,598
Delmiro Gouveia	0,721	0,817	0,452	0,594
Ouro Branco	0,646	0,761	0,442	0,582
São Miguel dos Milagres	0,642	0,765	0,439	0,577
Maribondo	0,563	0,693	0,435	0,572
Rio Largo	0,858	1,000	0,429	0,564
Feira Grande	0,665	0,813	0,426	0,560
Santa Luzia do Norte	0,847	1,000	0,424	0,557
Pão de Açúcar	0,618	0,791	0,413	0,544
Piranhas	0,606	0,806	0,400	0,527
Coité do Nóia	0,638	0,860	0,389	0,511
Traipu	0,764	1,000	0,382	0,503
Palmeira dos Índios	0,750	1,000	0,375	0,493
Pilar	0,584	0,838	0,373	0,491
Tanque d'Arca	0,729	1,000	0,365	0,479
Girau do Ponciano	0,724	1,000	0,362	0,476
União dos Palmares	0,698	1,000	0,349	0,459
Monteirópolis	0,604	0,913	0,345	0,454
Penedo	0,633	0,948	0,343	0,450

São Luís do Quitunde	0,629	1,000	0,314	0,413
Atalaia	0,529	0,904	0,313	0,411
Jacaré dos Homens	0,547	0,942	0,303	0,398
Matriz de Camaragibe	0,449	0,847	0,301	0,396
Limoeiro de Anadia	0,583	0,984	0,299	0,394
Barra de Santo Antônio	0,575	1,000	0,288	0,378
Mata Grande	0,541	1,000	0,271	0,356
Inhapi	0,507	0,968	0,270	0,355
Santana do Ipanema	0,531	1,000	0,266	0,349
Santana do Mundaú	0,489	1,000	0,244	0,321
Belém	0,453	1,000	0,227	0,298
Batalha	0,442	1,000	0,221	0,291
Jundiá	0,412	1,000	0,206	0,271

Fonte: Sagepe

Analisando concomitantemente os 102 municípios do estado de Alagoas, com exceção de Maceió, Arapiraca e Junqueiro, utilizando-se um modelo orientado para output e do método de retorno variável de escala (VCR), visto que a realidade destas cidades é variada, observa-se que 19 municípios atingiram seus escores de eficiência padrão iguais a um (Eff. Padrão = 1, ou 100%), conforme tabela 2, acima. Os outros municípios deste espaço amostral são considerados ineficientes, devido ao seu escore ser menor que um.

A partir do indicador calculado, constatou-se que, dos 99 municípios que foram considerados para a construção da fronteira de eficiência, cerca de 20% foram tidos como referências para os demais, representando as melhores práticas analisadas. Esses municípios são aqueles que conseguiram gerar, dados os insumos utilizados, o melhor resultado comparativo com as outras cidades apreciadas na amostra.

Foram 19 os municípios que compuseram a fronteira de eficiência, considerados benchmarks para os municípios ineficientes: Jequiá da Praia, Murici, Poço das Trincheiras, Paripueira, Senador Rui Palmeira, Estrela de Alagoas, Carneiros, Palestina, Água Branca, Jaramataia, Campestre, Feliz Deserto, Marechal Deodoro, Flexeiras, Campo Alegre, Minador do Negrão, Coruripe, Dois Riachos, Pindoba

Do ponto de vista das políticas educacionais, os municípios que formam a fronteira poderiam ser tomados como parâmetros para outras localidades de dimensões e proporções parecidas no que tange ao emprego dos insumos e à alocação dos recursos públicos.

O coeficiente de fronteira invertida, que seria a inversão dos outputs e inputs; ou seja, o que é input viraria output e vice-versa, juntamente com a eficiência composta e a eficiência composta normalizada, pode ser usada para ranquear as DMU's, um meio para verificar qual é efetivamente a mais eficiente dentre as demais.

$$Efic. Composta = \frac{(Efic. padrão) - (efic. invertida) + 1}{2}$$

$$Efic. Composta normalizada = \frac{Eficiência Composta i}{maior valor efic. composta}$$

Deste modo, observando-se a tabela acima e a eficiência composta normalizada, o município de Jequiá da Praia seria o mais eficiente dentre as cidades de Alagoas analisadas, utilizando-se do método retornos variáveis de escala, orientado para output. Este município possui a segunda maior média em língua portuguesa (291) e a melhor média em matemática (343) no 9º ano nas provas do SAEB, além da menor despesa paga na função educação/ensino fundamental per capita.

#### **4.2.1 - Análise de Benchmarking**

A análise de Benchmarking é usada para identificar qual ou quais DMUS são eficientes e, a partir disso, como elas podem ser consideradas referências para as DMUs ineficientes. A DMU de maior peso geral é a que deve servir de referência para que a DMU ineficiente utilize como base as suas práticas para se tornar uma DMU eficiente. Em outras palavras, a DMU eficiente de maior

peso geral é a referência que a DMU ineficiente pode visitar para observar como pode melhorar as suas práticas produtivas.

A tabela abaixo mostra quais cidades são consideradas benchmark, e o número de municípios que podem se basear nela, podem tê-la como referência para se tornarem mais eficientes.

Tabela 3. Municípios eficientes na aplicação dos recursos em educação no estado de Alagoas no ano de 2019 (Benchmarking)

<b>MUNICÍPIOS Eff. = 1,00</b>	<b>BENCHMARK</b>
Campo Alegre	76
Jequiá da Praia	75
Palestina	44
Pindoba	27
Paripueira	20
Flexeiras	14
Marechal Deodoro	14
Coruripe	12
Poço das Trincheiras	12
Carneiros	11
Senador Rui Palmeira	5
Água Branca	4
Feliz Deserto	3
Jaramataia	2
Murici	1
Campestre	0
Dois Riachos	0
Estrela de Alagoas	0
Minador do Negrão	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que as cidades de Campo Alegre e Jequiá da Praia são as que aparecem mais vezes como benchmark para as demais, ou seja, o município de Campo Alegre serve de referência

para 76 cidades alagoanas, em seguida Jequiá da Praia aparece como parâmetro de comparação para 75 municípios do estado. O município de Jequiá da Praia, conforme verificado anteriormente, levando-se em conta a eficiência composta normalizada, seria o mais eficiente dentre as 99 cidades analisadas de Alagoas, utilizando-se do método retornos variáveis de escala, orientado para output

O município de Murici apresenta-se como benchmarking e melhor referência para o município de Limoeiro de Anadia. As DMUs Campestre, Dois Riachos, Estrela de Alagoas e Minador do Negrão inobstante tenham alcançado a fronteira de eficiência, não foram considerados modelos para nenhuma das 80 unidades ineficientes

Como na Tabela 3 foram apresentados os municípios que aparecem na fronteira de eficiência, os quais são referências (benchmarks) para os demais, foi possível identificar, através dos resultados da programação matemática não paramétrica DEA-BCC, quais são os parceiros de excelência dos municípios menos eficientes, as DMUs ineficientes.

Para a análise dos parceiros de excelência, a DMU eficiente dominante se constitui em parceiro de referência para uma DMU ineficiente, sendo dois aspectos relevantes para essa análise, de acordo com Ferreira e Gomes (2009, p. 311):

- a) Quanto maior o valor positivo de  $\lambda_k$ , mais importante é a DMU eficiente como parceiro de excelência.
- b) Quanto mais vezes uma DMU eficiente é identificada como parceiro de excelência para DMUs ineficientes, maior é a sua importância entre as DMUs eficientes.

Assim, como exemplo, o município de Pindoba aparece como referência para outros 27 municípios (Unidades Tomadoras de Decisão), além dele mesmo, e aparece como o melhor parceiro de excelência para o município de Roteiro. Isso quer dizer que o município de Roteiro pode se basear nas mesmas práticas de gestão na aplicação de recursos da educação básica que o município de Pindoba adota para atingir a fronteira de eficiência do modelo DEA.

O município de Água Branca, que serve como referência para Boca da Mata, Piranhas, Porto Calvo e São Miguel dos Campos; tem como o melhor parceiro de referência apenas Piranhas Porto Calvo e São Miguel dos Campos, tendo Boca da Mata como parceiro de excelência (melhor referência) o município de Paripueira.

### 4.3 - Classificação da população e municípios por faixa de eficiência

Com o intuito de aprofundar a classificação das eficiências dos municípios aqui analisados, adotou-se a classificação de Barros (2017), uma adaptação de Cavalcante (2011). Tal opção decorreu da separação em grupos de acordo com o grau de eficiência, em municípios considerados com eficiência alta (100%), média (80% < 99,9%), baixa (50% < 80%) e muito baixa (< 50%).

Assim, de acordo com essa classificação, 19 cidades foram consideradas de eficiência alta; 30 de eficiência média; 45 municípios de eficiência baixa; e 5 de eficiência muito baixa

Tabela 4. Proporção de residentes e de municípios por faixa de eficiência

Municípios por faixa de eficiência	População por faixa de eficiência	Percentual da população dos municípios	Quantidade de Municípios por faixa de eficiência	Percentual dos municípios por faixa de eficiência
100%	349.200	16,93	19	19,19
99,9% - 80%	600.656	29,13	30	30,30
80% - 50%	905.675	43,92	45	45,45
< 50%	104.354	5,06	5	5,05

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 3. Ranking com os municípios por faixa de eficiência

<b>Municípios com Eficiência Alta</b>	Camaragibe, Murici, Poço das Trincheiras, Paripueira, Senador Rui Palmeira, Estrela de Alagoas, Carneiros, Palestina, Água Branca, Jaramataia, Campestre, Feliz Deserto, Marechal Deodoro, Flexeiras, Campo Alegre, Minador do Negrão, Coruripe, Dois Riachos, Pindoba
---------------------------------------	--

<b>Municípios com Eficiência Média</b>	Canapi Olho d'Água do Casado São José da Tapera Teotônio Vilela Messias Maragogi Olivença Jacuípe, Porto Calvo, Taquarana, Campo Grande, Coqueiro Seco, Branquinha, Mar Vermelho, Barra de São Miguel, Olho d'Água Grande, Boca da Mata, Major Isidoro, Rio Largo, Belo Monte, Santa Luzia do Norte, Novo Lino, São Miguel dos Campos, São José da Laje, Satuba, Capela, Chã Preta, Paulo Jacinto, Colônia Leopoldina, Cajueiro
<b>Municípios com Eficiência Baixa</b>	Passo de Camaragibe, Porto de Pedras, Roteiro, Anadia, Traipu, São Brás, Palmeira dos Índios, Igaci, Piaçabuçu, Igreja Nova, Maravilha, Tanque d'Arca, Girau do Ponciano, Delmiro Gouveia, Pariconha, Ibateguara, São Sebastião, Quebrangulo, Craibas, Lagoa da Canoa, União dos Palmares, Cacimbinhas, Japaratinga, Porto Real do Colégio, Feira Grande, Joaquim Gomes, Ouro Branco, São Miguel dos Milagres, Coité do Nóia, Viçosa, Penedo, São Luís do Quitunde, Pão de Açúcar, Piranhas, Monteirópolis, Olho d'Água das Flores Pilar, Limoeiro de Anadia, Barra de Santo Antônio, Maribondo, Jacaré dos Homens, Mata Grande, Santana do Ipanema, Atalaia, Inhapi
<b>Municípios com Eficiência Muito Baixa</b>	Santana do Mundaú; Belém; Matriz de Camaragibe; Batalha; Jundiá

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se com base nesses dados, obtidos com a análise DEA, que apenas 19,19% dos alunos do ensino fundamental do estado usufruem de serviços públicos eficientes em educação e 80,8% dos municípios alagoanos subaproveitam seus recursos financeiros nesta área; que a maior parte da população e dos municípios está na subdivisão de eficiência baixa entre os percentuais de 80% a 50%, com 43,92% da população e 45 cidades; e que a divisão apresentada com a menor porcentagem populacional se situa na faixa menor que 50%, muito baixa, com 5,06% a população e 5 cidades.

#### 4.4 - Análise comparativa entre as cidades consideradas eficientes e o tamanho populacional

Tabela 5. Relação: Municípios eficientes X quartis (critério populacional)

MUNICÍPIOS Eff. = 1,00	BENCHMARK	GRUPO/ QUARTIL	OUTPUTS		
			Média_9_LP x Mat.9ano	Média_9_MT X Mat.9ano	Inv.Des.Ens.Fund. Per capita
Campo Alegre	76	1	146754	165558,6	0,0001034
Coruripe	12	1	210238,74	228364,5	0,0001431
Marechal Deodoro	14	1	160351,1	160773,2	0,0001482
Murici	1	1	115280,4	118024,2	0,0001800
Água Branca	4	2	55336,96	56107,52	0,0001508
Estrela de Alagoas	0	2	45252	45532	0,0001364
Carneiros	11	3	34638	35042,34	0,0000923
Dois Riachos	0	3	34620,2	35569,95	0,0001045
Flexeiras	14	3	50220	49703,76	0,0000727
Jequiá da Praia	75	3	36667,26	43195,32	0,0086394
Paripueira	20	3	52431,84	51121,68	0,0001368
Poço das Trincheiras	12	3	52070,5	53861,19	0,0001558
Senador Rui Palmeira	5	3	55932,35	57622	0,0001522
Campestre	0	4	19031,32	19124,49	0,0001410
Feliz Deserto	3	4	14947,65	15754,77	0,0001505
Jaramataia	2	4	15168,92	15761,02	0,0001644
Minador do Negrão	1	4	17193,4	17312,4	0,0001087
Palestina	44	4	19050,06	19118,79	0,0001370
Pindoba	27	4	8172,78	8226,57	0,0001370

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se na Tabela 5, que relaciona as cidades consideradas eficientes com o grupo/quartil pelo critério populacional, que a maior parte daqueles com eficiência padrão de 100% são dos grupos/quartis representados pelos municípios que possuem os menores números de habitantes, 13 municípios de um total de 19 são dos quartis 3 e 4, corroborando a tese de que o aumento populacional dos municípios significa no aumento da demanda na educação, fazendo com que municípios que apresentem uma maior densidade populacional possam ter dificuldades na gestão dos recursos públicos destinados ao ensino (SILVA, ALMEIDA, 2012).

#### 4.5 - Análise comparativa entre os municípios considerado eficientes e a mesorregião

A divisão regional em mesorregiões procura aproximar aqueles municípios com similaridades nos aspectos de rede de comunicação, quadro natural condicionante e processo social determinante na formação desses aglomerados.

Assim, ao relacionar os municípios considerados eficientes com este critério espacial de classificação, procura-se identificar em qual mesorregião está situado o maior número de unidades que podem servir de parâmetro para as demais, e com isso verificar os fatores característicos dessa mesorregião que possivelmente contribuíram para esse resultado.

O estado de Alagoas é dividido em três mesorregiões: o sertão alagoano, com 26 municípios; o agreste alagoano, com 24 municípios; e o leste alagoano, com 52 municípios. Pode-se notar, em atenção à tabela apresentada, que a mesorregião do agreste detém o menor número de cidades localizados na fronteira de eficiência, apenas duas. O Leste Alagoano é a região com o maior número de cidades nesta situação, possui 10 municípios dentre os seus 52; mas, proporcionalmente, o sertão alagoano, com 7 municípios dentre os seus 26 seria a mesorregião mais eficiente.

O Quadro 4 demonstra a relação entre os municípios mais eficientes comparados com a mesorregião.

Quadro 4. Relação entre Municípios eficientes X Mesorregião

MUNICÍPIOS BENCHMARKING	MESORREGIÃO
Estrela de Alagoas	Agreste Alagoano
Minador do Negrão	Agreste Alagoano
Campestre	Leste Alagoano
Campo Alegre	Leste Alagoano
Coruripe	Leste Alagoano
Feliz Deserto	Leste Alagoano
Flexeiras	Leste Alagoano
Jequiá da Praia	Leste Alagoano
Marechal Deodoro	Leste Alagoano

Murici	Leste Alagoano
Paripueira	Leste Alagoano
Pindoba	Leste Alagoano
Água Branca	Sertão Alagoano
Carneiros	Sertão Alagoano
Dois Riachos	Sertão Alagoano
Jaramataia	Sertão Alagoano
Palestina	Sertão Alagoano
Poço das Trincheiras	Sertão Alagoano
Senador Rui Palmeira	Sertão Alagoano

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.6 - Análise das cidades consideradas menos eficientes

Tabela 6. Municípios considerados menos eficientes

DMU	Eficiência Padrão	Eficiência Invertida	Eficiência Composta Normalizada
Viçosa	0,634	0,682	0,626
Penedo	0,633	0,948	0,450
São Luís do Quitunde	0,629	1,000	0,413
Pão de Açúcar	0,618	0,791	0,544
Piranhas	0,606	0,806	0,527
Monteirópolis	0,604	0,913	0,454
Olho d'Água das Flores	0,598	0,645	0,626
Pilar	0,584	0,838	0,491
Limoeiro de Anadia	0,583	0,984	0,394
Barra de Santo Antônio	0,575	1,000	0,378
Maribondo	0,563	0,693	0,572
Jacaré dos Homens	0,547	0,942	0,398
Mata Grande	0,541	1,000	0,356

Santana do Ipanema	0,531	1,000	0,349
Atalaia	0,529	0,904	0,411
Inhapi	0,507	0,968	0,355
Santana do Mundaú	0,489	1,000	0,321
Belém	0,453	1,000	0,298
Matriz de Camaragibe	0,449	0,847	0,396
Batalha	0,442	1,000	0,291
Jundiá	0,412	1,000	0,271

Fonte: Sagepe

Observa-se, de acordo com a Tabela 6, que as cidades de Santana do Mundaú, Belém, Matriz de Camaragibe, Batalha e Jundiá são aquelas consideradas de eficiência relativa muito baixa, inferiores a 50%.

O município de Jundiá é o que possui o resultado mais insatisfatório, devido ao menor escore de eficiência padrão de 0,412, ou seja, dados os insumos utilizados, o município gerou cerca de 60% abaixo do que seria possível realizar se usasse as melhores práticas empregadas pelas unidades que compõem a fronteira.

#### **4.7 - Análise de eficiência dos municípios de Maceió e Arapiraca:**

Os municípios tidos como outliers, Maceió e Arapiraca, atípicos na amostra devido a sua grande população, foram excluídos da análise pois poderiam criar viés no resultado e não puderam ser considerados para a determinação da fronteira de eficiência, contudo, o índice para eles também foi calculado, até porque é interessante observar se algumas das principais cidades do estado, apesar de possuírem dados atípicos, conseguiram ou não alcançar o resultado de referência.

O resultado foi bem diferente para as duas cidades. O município de Arapiraca, com aproximadamente 232 mil habitantes alcançou o resultado de referência no desempenho educacional, com eficiência padrão igual a 1. No entanto, Maceió, capital do estado, com

aproximadamente 1 milhão de habitantes, obteve eficiência padrão igual a 0,48 se comparado com todas as cidades do estado, realizando o método retorno variável de escala.

Analisando os insumos aplicados pela cidade de Maceió, verifica-se uma quantidade bem superior em relação a todas as demais, o que é compreensível devido ao seu porte. Apesar disso, o resultado gerado não se apresenta na mesma proporção, o que poderia explicar o baixo escore de eficiência padrão.

#### 4.8 - Análise por grupo/quartil (critério populacional)

Nesta seção os municípios foram separados em quatro grupos, utilizando-se o critério de segmento populacional, com o intuito de aproximar aqueles considerados mais semelhantes, dividindo-se os municípios do estado em quartis, onde o grupo 1 representaria o quartil das maiores populações; o grupo 2, o segundo quartil; o grupo 3, o terceiro quartil e finalmente, o grupo 4, com aquelas cidades com os menores números de habitantes. Optou-se, então, nesse caso pela utilização do modelo de retornos constantes de escala, orientado para o output.

Grupo 4:

Tabela 7. Análise de eficiência dos municípios do grupo/quartil 4

Municípios	Eficiência Padrão	Eficiência Invertida	Eficiência Composta	Eficiência Composta Normalizada
Coqueiro Seco	1,000	0,497	0,752	1,000
Paulo Jacinto	1,000	0,565	0,718	0,955
Jaramataia	1,000	0,600	0,700	0,931
Olho d'Água Grande	1,000	0,608	0,696	0,926
Palestina	1,000	0,647	0,677	0,900
Barra de São Miguel	1,000	0,651	0,675	0,897
Chã Preta	1,000	0,657	0,671	0,893
Roteiro	1,000	0,731	0,634	0,844
Feliz Deserto	1,000	0,774	0,613	0,816
Campestre	1,000	0,778	0,611	0,813
Pindoba	1,000	0,865	0,568	0,755
Jacuípe	0,972	0,881	0,545	0,726

Monteirópolis	1,000	0,976	0,512	0,681
Porto de Pedras	0,871	0,862	0,505	0,671
Mar Vermelho	1,000	1,000	0,500	0,665
Minador do Negrão	1,000	1,000	0,500	0,665
São Miguel dos Milagres	1,000	1,000	0,500	0,665
Santa Luzia do Norte	0,811	0,833	0,489	0,650
Japaratinga	0,788	0,833	0,477	0,635
São Brás	0,699	0,748	0,476	0,633
Belo Monte	0,882	0,963	0,460	0,612
Tanque d'Arca	0,742	0,932	0,405	0,539
Jacaré dos Homens	0,709	0,925	0,392	0,522
Jundiá	0,689	1,000	0,344	0,458
Belém	0,486	1,000	0,243	0,324
Média	0,880	0,736	0,572	0,769
Desvio Padrão	0,146	0,174	0,145	0,194

Fonte: Sagepe

Conforme tabela do grupo 4, quartil com os municípios menos populosos, o município de Coqueiro Seco é considerado o mais eficiente, de acordo com a eficiência composta normalizada, que leva em consideração a eficiência padrão e a eficiência invertida.

A cidade de Belém foi a que apresentou o escore de eficiência padrão menor dentro deste grupo, 0,486, produzindo menos de 50% do que seria possível se comparada com os outros municípios situados na fronteira de eficiência.

A média da eficiência padrão desta amostra ficou em 88% ( $Eff = 0,88$ ), com 15 municípios localizados na fronteira de eficiência, quais sejam: Coqueiro Seco, Paulo Jacinto, Jaramataia, Olho d'Água Grande, Palestina, Barra de São Miguel, Chã Preta, Roteiro, Feliz Deserto, Campestre, Pindoba, Monteirópolis, Mar Vermelho, Minador do Negrão, São Miguel dos Milagres

Grupo/Quartil 3:

Tabela 8. Análise de eficiência dos municípios do grupo/quartil 3

<b>Municípios</b>	<b>Eficiência Padrão</b>	<b>Eficiência Invertida</b>	<b>Eficiência Composta</b>	<b>Eficiência Composta Normalizada</b>
Carneiros	0,995	0,613	0,691	1,000
Paripueira	1,000	0,645	0,677	0,980
Olho d'Água do Casado	0,966	0,639	0,663	0,960
Jequiá da Praia	1,000	0,692	0,654	0,946
Senador Rui Palmeira	1,000	0,746	0,627	0,907
Poço das Trincheiras	1,000	0,774	0,613	0,887
Branquinha	0,927	0,715	0,606	0,877
Oliveira	0,913	0,748	0,583	0,843
Satuba	0,866	0,707	0,580	0,839
Passo de Camaragibe	0,833	0,702	0,566	0,819
Ibateguara	0,817	0,790	0,513	0,743
Flexeiras	1,000	0,983	0,508	0,736
Quebrangulo	0,754	0,750	0,502	0,727
Media	0,835	0,831	0,502	0,726
Maravilha	0,743	0,763	0,490	0,709
Novo Lino	0,849	0,873	0,488	0,707
Capela	0,854	0,887	0,484	0,700
Campo Grande	0,919	1,000	0,459	0,665
Cacimbinhas	0,735	0,871	0,432	0,625
Dois Riachos	0,858	1,000	0,429	0,621
Ouro Branco	0,712	0,946	0,383	0,554
Pariconha	0,729	1,000	0,364	0,527
Maribondo	0,617	0,923	0,347	0,502
Coité do Nóia	0,652	1,000	0,326	0,472
Barra de Santo Antônio	0,613	1,000	0,306	0,443
Santana do Mundaú	0,512	1,000	0,256	0,371
Média	0,835	0,831	0,502	0,726
Desvio Padrão	0,143	0,135	0,124	0,180

Fonte: Sagepe

Utilizando-se o método de retornos constantes de escala, o grupo/quartil 3 apresentou como municípios situados na fronteira de eficiência, o de Jequiá da Praia, Poço das Trincheiras, Senador Rui Palmeira, Paripueira e Flexeiras. Ao Fazer o ranking, levando-se em consideração a eficiência padrão e a eficiência invertida, ou seja, utilizando-se da eficiência composta normalizada, temos o município de Carneiros como o mais eficiente, já que sua eficiência padrão, apesar de não ter sido 1 (Eff. Padrão = 0,99), a sua eficiência invertida foi baixa se comparado aos outros municípios que se localizaram na fronteira de eficiência.

O município de Santana do Mundaú foi considerado o menos eficiente da amostra, tendo em vista que o valor do seu escore de eficiência padrão foi o menor (0,512), ou seja, gerando em torno da metade do resultado se comparado com aqueles situados na fronteira de eficiência.

Grupo 2:

Tabela 9. Análise de eficiência dos municípios do grupo/quartil 2

<b>Municípios</b>	<b>Eficiência Padrão</b>	<b>Eficiência Invertida</b>	<b>Eficiência Composta</b>	<b>Eficiência Composta Normalizada</b>
Estrela de Alagoas	1,000	0,640	0,680	1,000
Messias	1,000	0,673	0,664	0,976
São José da Laje	0,996	0,691	0,652	0,959
Anadia	1,000	0,722	0,639	0,940
Taquarana	1,000	0,751	0,624	0,918
Porto Real do Colégio	1,000	0,774	0,613	0,901
Olho d'Água das Flores	1,000	0,776	0,612	0,900
Lagoa da Canoa	1,000	0,812	0,594	0,873
Água Branca	1,000	0,835	0,582	0,856
Canapi	1,000	0,847	0,576	0,847
Joaquim Gomes	0,965	0,825	0,570	0,838
Colônia Leopoldina	0,889	0,803	0,543	0,798
Pão de Açúcar	1,000	0,922	0,539	0,793
Craíbas	0,846	0,802	0,522	0,767
Piranhas	0,989	0,969	0,510	0,750
Cajueiro	1,000	1,000	0,500	0,735

Inhapi	1,000	1,000	0,500	0,735
Major Isidoro	1,000	1,000	0,500	0,735
Igreja Nova	0,816	0,885	0,466	0,684
Piaçabuçu	0,821	1,000	0,410	0,603
Matriz de Camaragibe	0,811	1,000	0,406	0,596
Feira Grande	0,762	1,000	0,381	0,560
Batalha	0,716	1,000	0,358	0,526
Mata Grande	0,632	1,000	0,316	0,465
Média	0,927	0,864	0,532	0,782
Desvio Padrão	0,111	0,122	0,101	0,149

Fonte: Sagepe

Ao analisar o grupo 2, observou-se que a média de eficiência padrão aumentou para 0,9268. Foram 12 os municípios que se situaram na fronteira de eficiência, de um total de 24 unidades. A cidade de Estrela de Alagoas foi a que obteve a maior eficiência composta normalizada, levando-se em conta tanto a eficiência padrão como a invertida, e o município de Mata Grande foi considerado a menos eficiente da amostra, com Eff. Padrão = 0,632, gerando quase 40 % a menos de resultado com os mesmos subsídios daqueles situados na fronteira de eficiência.

Ao observar os inputs do município considerado mais eficiente da amostra em questão, percebe-se que o mesmo utiliza o menor valor em algumas dessas variáveis, como o número de docentes nos anos finais de ensino, a média de horas-aula dos anos finais do ensino fundamental multiplicada pelo número de matrículas desse período, e o PIB per capita.

## Grupo 1

Tabela 10. Análise de eficiência dos municípios do grupo/quartil 1

Municípios	Eficiência Padrão	Eficiência Invertida	Eficiência Composta	Eficiência Composta Normalizada
Murici	1,000	0,558	0,721	1,000
Porto Calvo	1,000	0,586	0,707	0,981
Santana do Ipanema	1,000	0,633	0,684	0,948

Maragogi	1,000	0,658	0,671	0,931
Igaci	0,955	0,660	0,647	0,898
Boca da Mata	1,000	0,716	0,642	0,891
Marechal Deodoro	1,000	0,795	0,603	0,836
Campo Alegre	1,000	0,878	0,561	0,779
Penedo	1,000	0,968	0,516	0,716
Coruripe	1,000	1,000	0,500	0,694
São Luís do Quitunde	0,865	0,910	0,477	0,662
Delmiro Gouveia	0,748	0,820	0,464	0,644
Viçosa	0,919	1,000	0,460	0,638
São Miguel dos Campos	0,779	0,877	0,451	0,626
Teotônio Vilela	0,835	1,000	0,418	0,580
Traipu	0,787	1,000	0,393	0,546
Pilar	0,653	0,891	0,381	0,529
Rio Largo	0,762	1,000	0,381	0,529
Girau do Ponciano	0,749	1,000	0,375	0,520
Palmeira dos Índios	0,714	1,000	0,357	0,496
União dos Palmares	0,705	1,000	0,352	0,489
São José da Tapera	0,655	1,000	0,327	0,454
São Sebastião	0,640	1,000	0,320	0,444
Atalaia	0,628	1,000	0,314	0,436
Limoeiro de Anadia	0,591	1,000	0,295	0,410
Média	0,839	0,878	0,481	0,667
Desvio Padrão	0,149	0,154	0,137	0,190

Fonte: Sagepe

Em relação aos municípios com as maiores populações do estado de Alagoas, exceto Maceió e Arapiraca, verifica-se que a cidade de Murici é considerada a mais eficiente, eficiência composta normalizada, havendo 9 (nove) municipalidades na fronteira de eficiência, com Eff. Padrão igual a 1: Murici, Porto Calvo, Santana do Ipanema, Maragogi, Boca da Mata, Marechal Deodoro, Campo Alegre, Penedo, Coruripe.

Limoeiro de Anadia foi considerado o menos eficiente dentro deste espaço amostral, com eficiência padrão de 0,59. A média de eficiência deste grupo foi de 0,8394.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo geral aferir a eficiência e qualidade dos gastos públicos em educação no ensino fundamental da rede municipal de ensino das cidades do estado de Alagoas e assim verificar e avaliar quais as cidades mais e menos eficientes na oferta deste serviço educacional.

Nesse diapasão, como objetivos específicos, pretendeu-se a) Mensurar a eficiência técnica dos gastos públicos em educação no ensino fundamental nos municípios alagoanos, através da metodologia DEA (Data Envelopment Analysis); b) Apurar quais cidades possuem os maiores e o menores níveis de eficiência na aplicação dos recursos públicos em educação dentro do estado de Alagoas, apresentando um ranking; c) Verificar quais municípios alagoanos utilizam os insumos e os recursos destinados ao ensino fundamental de forma mais eficiente, ou seja, apontar os benchmarks; d) Confirmar a tese de que os municípios que possuem uma maior densidade populacional apresentam eficiência inferiores na gestão dos recursos públicos na área educacional.

A mensuração do índice de eficiência relativa da educação municipal, mais especificamente do ensino fundamental, foi efetivada em 99 dos 102 municípios alagoanos, excluídos do exame os municípios de Maceió e Arapiraca, tendo em vista serem constituídas por população maior que 100 mil habitantes, com indicadores socioeconômicos bem superiores às demais, bem como o município de Junqueiro (não foram encontrados dados sobre as despesas pagas na função educação – ensino fundamental nos anos de 2019, 2017 e 2015).

Para tanto, foi utilizada a metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA), a qual consiste em uma operacionalização da medida de eficiência de Farrell (1957), através de programação matemática, proporcionando a obtenção de uma eficiência técnica relativa a partir da comparação de um conjunto de unidades, as Decision Making Unit (DMU), utilizando múltiplos insumos e gerando produtos variados

Foram utilizados como fatores, na função de insumos, alguns tipos de dados relativos a inputs tradicionais que indicam infraestrutura da escola, capital, trabalho e riqueza do município. São eles: o número de professores da segunda fase do ensino fundamental; a média de horas-aula

diárias nesta última série do ensino fundamental, multiplicadas pelo número de alunos matriculados nesta etapa; número de escolas públicas de Ensino Fundamental com acesso a rede de energia elétrica e que possuem sistema de esgoto, e PIB per capita. Como outputs, foram utilizadas as notas de português e matemática na 9ª série, na prova Brasil/Saeb, multiplicadas pelos alunos matriculados neste ano do ensino; bem como o inverso das despesas per capita no ensino fundamental (criticado por organizações internacionais por ser considerado baixo no Brasil).

A média da eficiência padrão dos municípios de Alagoas (exceto Maceió, Arapiraca e Junqueiro) ficou em 78,79%, quando utilizado o retorno variável de escala orientado para o output. Ao dividir-se em quatro grupos mais homogêneos, utilizando-se o critério populacional e usando retorno constantes de escala orientado para o output, obteve-se uma média de eficiência padrão de 83,94% para o quartil 1 (municípios com maior número de habitantes); 92,68% para o quartil 2; 83,45% para o quartil 3 e 88% para o quartil 4 (municípios com os menores números de habitantes).

Observou-se com base nas análises realizadas em relação a todos os municípios, utilizando-se o retorno variável de escala orientado para o output, que apenas 19,19% dos alunos do ensino fundamental do estado usufruem de serviços públicos eficientes em educação e 80,8% dos municípios alagoanos subaproveitam seus recursos financeiros nesta área; que a maior parte da população e dos municípios está na subdivisão de eficiência baixa entre os percentuais de 80% a 50%, com 43,92% da população e 45 cidades; e que a divisão apresentada com a menor porcentagem populacional se situa na faixa menor que 50%, muito baixa, com 5,06% a população e 5 cidades.

Foram 19 os municípios que compuseram a fronteira de eficiência: Jequiá da Praia, Murici, Poço das Trincheiras, Paripueira, Senador Rui Palmeira, Estrela de Alagoas, Carneiros, Palestina, Água Branca, Jaramataia, Campestre, Feliz Deserto, Marechal Deodoro, Flexeiras, Campo Alegre, Minador do Negrão, Coruripe, Dois Riachos, Pindoba.

Levando-se em consideração a eficiência composta normalizada, o município de Jequiá da Praia seria o mais eficiente dentre as cidades de Alagoas analisadas, único 100%, utilizando-se do método retornos variáveis de escala, orientado para output. Este município possui a segunda maior média em língua portuguesa (291) e a melhor média em matemática (343) no 9º ano nas provas do SAEB, além da menor despesa paga na função educação/ensino fundamental per capita.

No extremo oposto, com eficiência considerada muito baixa, temos os municípios de Santana do Mandaú, Belém, Matriz de Camaragibe, Batalha e Jundiá, de eficiência relativa inferior a 50%.

O município de Jundiá é o que possui o resultado mais insatisfatório, devido ao menor escore de eficiência padrão de 0,412, ou seja, dados os insumos utilizados, o município gerou cerca de 60% abaixo do que seria possível realizar se usasse as melhores práticas empregadas pelas unidades que compõem a fronteira.

Ao se relacionar as cidades consideradas eficientes com o grupo/quartil pelo critério populacional, observa-se que a maior parte dos chamados benchmarking são dos grupos/quartis representados pelos municípios que possuem os menores números de habitantes, 13 municípios de um total de 19 são dos quartis 3 e 4, corroborando a tese de que o aumento populacional dos municípios significa no aumento da demanda na educação e maiores desafios nesse setor.

Em relação às mesorregiões, verificou-se que a do agreste detém o menor número de cidades localizados na fronteira de eficiência, apenas duas. O Leste Alagoano é a região com o maior número de cidades nesta situação, possui 10 municípios dentre os seus 52; mas, proporcionalmente, o sertão alagoano, com 7 municípios dentre os seus 26 seria a mesorregião mais eficiente.

O método DEA também foi utilizado para apontar os benchmarks dos municípios considerados ineficientes, apresentando, ainda, aqueles que possuíam maior e menor peso. Assim, das 19 unidades eficientes, 15 foram apontadas como benchmarks para as DMUs ineficientes, excluídas as unidades Campestre, Dois Riachos, Estrela de Alagoas e Minador do Negrão, que não foram considerados modelos para nenhuma das 80 unidades ineficientes.

A DMU mais citada como referência foi Campo Alegre e Jequiá da Praia são as que aparecem mais vezes como benchmark para as demais, ou seja, o município de Campo Alegre serve de referência para 76 cidades alagoanas, em seguida Jequiá da Praia aparece como parâmetro de comparação para 75 municípios do estado.

O índice de eficiência também foi calculado para os municípios de Maceió e Arapiraca, considerados outliers, no intuito de se verificar se conseguiram ou não alcançar o resultado de referência. O resultado foi bem diferente para as duas cidades. O município de Arapiraca, com

aproximadamente 232 mil habitantes alcançou o resultado de referência no desempenho educacional, com eficiência padrão igual a 1. No entanto, Maceió, capital do estado, com aproximadamente 1 milhão de habitantes, obteve eficiência padrão igual a 0,48 se comparado com todas as cidades do estado, realizando o método retorno variável de escala.

Comparando-se as variáveis e resultados dos anos de 2017 e 2019, percebeu-se que houve um aumento nas despesas pagas per capita no ensino fundamental, indo de 5.472 por aluno no ano de 2017, para 6.878 por aluno no ano de 2019. No entanto, é possível verificar que praticamente não houve reflexo nas outras variáveis utilizadas nesse estudo, cujas médias não sofreram alterações significativas de um ano para o outro.

A presente pesquisa permitiu, ademais, verificar que os municípios alagoanos de maior eficiência, em sua maior parte encontra-se dentre aqueles de população mais inferior corroborando a tese de que o aumento populacional dos municípios significa no aumento da demanda na educação, fazendo com que municípios que apresentem uma maior densidade populacional possam ter dificuldades na gestão dos recursos públicos destinados ao ensino (SILVA, ALMEIDA, 2012).

Deste modo, tomando-se como base os resultados da pesquisa, conclui-se que o método DEA possibilitou o atendimento dos objetivos da pesquisa, apresentando uma visão sobre a eficiência da educação municipal alagoana, mais precisamente do seu ensino fundamental.

Para os trabalhos futuros relativos ao tema, recomenda-se a replicação da presente análise com os dados atualizados, a fim de realizar um estudo comparativo e aprimorar as práticas de gestão do ensino fundamental nos municípios alagoanos, tendo em vista que esse tipo de análise permite que cada unidade visualize seus pontos fortes e fracos, bem como suas oportunidades de melhoria, tomando-se como base as práticas de seus benchmarks.

## 6. REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, M.; PAULO, V. Direito administrativo descomplicado. São Paulo: Método, 2017.

ALMEIDA, A. T. C. de; GASPARINI, C. E. Gastos públicos municipais e educação fundamental na Paraíba: uma avaliação usando DEA. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 621-639, jul-set., 2011

ALMEIDA, D. C.; PIERRE, V. H. L.; COSTA, E. S.; RITA, L. P. S.; PINTO, I. M. B. S. Enem: uma análise do efeito das políticas públicas educacionais em Alagoas e a comparação do resultado do ranking com os demais estados do Nordeste. Revista Brasileira de Política e Administração da Educação, v. 33, n. 2, p. 399 -419, 2017

ALVES, M. T. G.; FRANCO, C. A pesquisa em eficácia escolar no Brasil: evidências sobre o efeito das escolas e fatores associados à eficácia escolar. In: BROOKE, N.; SOARES, J. F. (Orgs.). Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias. Belo Horizonte: UFMG, 2008, p. 482-500

BRASIL. Constituição de 1988. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> Acesso em 08/2020.

BRASIL. Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm)> Acesso em 08/2020.

BRAZ, Elaine Paula Viturino. Governança da educação pública em Maceió: uma análise do programa viva escola (2013-2018). 2019. 153 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019

BROOKE, Nigel; SOARES, José Francisco. (Orgs.). Pesquisa em eficácia escolar: origens e trajetórias. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2008.

BRUNET, Júlio Francisco Gregory; BERTÊ, Ana Maria de Aveline; BORGES, Clayton Brito. Qualidade do Gasto Público em Educação nas Redes Públicas Estaduais e Municipais. XIII Prêmio Tesouro Nacional, Brasília, 2008.

CARVALHO, L. M. PISA, política e conhecimento em educação. Revista Educação & Sociedade, v. 37, n. 136, jul./set. 2016.

- CASADO, F. L.; SOUZA, A. M. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior. *Revista Sociais e Humanas*, Santa Maria, v. 1, p. 1-154, Jun. 2007.
- CAVALCANTE, S. M. A. Avaliação da eficiência acadêmica dos cursos de graduação da Universidade federal do Ceará (UFC): utilização de indicadores de desempenho como elementos estratégicos da gestão. 2011. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011
- CERQUEIRA, Leandro de Borja Reis. Desigualdades regionais na política educacional: o caso do salário-educação. 2018. 140 f. Dissertação (Programa Stricto Sensu em Educação) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2018.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v.2, n.6, p. 429-444, 1978
- DELGADO, V. M. S. Estudo sobre um ranking municipal de eficiência escolar em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 2, n. 1, 2008.
- DELGADO, V. M. S.; MACHADO, A. F. Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 37, n. 3, 2007
- DIAZ, M. D. M. Qualidade do gasto público em ensino fundamental no Brasil. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 128-141, jan./mar. 2012.
- DINIZ, J. A. Eficiência das transferências intergovernamentais para a educação fundamental de municípios brasileiros. Tese (Doutorado em Controladoria e Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA/USP, 2012
- DINIZ, J. A.; MACEDO, M. A. S.; CORRAR, L. J. Mensuração da eficiência financeira municipal no Brasil e sua relação com os gastos nas funções de governo. *Gestão & Regionalidade*, v. 28, n. 83, p. 5-20, 2012.
- ENTANI, T.; MAEDA, Y.; TANAKA, H. Dual models of interval DEA and its extension to interval data. *European Journal of Operational Research*, [s. l.], v. 136, n. 1, p. 32–45, 2002.
- FAGUNDES, H.; MOURA, A. B. Avaliação de programas e políticas públicas. *Revista Textos & Contextos*, Porto Alegre, v. 8, n. 1 p. 89-103, jan./jun. 2009
- FARIA, Carlos Aurélio Pimenta de. A política da avaliação de políticas públicas. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 20, n. 59, p. 97-109, out. 2005

FARIA, F. P.; JANNUZZI, P. de M.; SILVA, S. J. da. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, RJ, v. 42, n. 1, p. 155 a 180, 2008

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistic Society*. p. 253-290, 1957

FERREIRA, Carlos Maurício de Carvalho; GOMES, Adriano Provezano. *Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações*. Viçosa, MG: UFV, 2009

FIRMINO, Rafaelle Gomes. *Avaliação da eficiência na aplicação dos recursos públicos da educação básica: um estudo nos municípios paraibanos*. 2013.102 f. Dissertação (Mestrado de ciências contábeis) – UnB/UFPB/UFRN, João Pessoa, 2013.

FRIO, G. S.; FOCHEZATTO, A.; TRIACA, L. M.; FINN, E. S.; BRAATZ, J. Eficiência na educação: Uma análise por escola no Rio Grande do Sul utilizando o método DEA em dois estágios. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 12, n. 1, p. 74-89, 20 jul. 2018.  
GESTÃO deixa Política do Ensino Fundamental como legado para a Educação de Maceió. Prefeitura de Maceió, 2020. Disponível em: <<https://maceio.al.gov.br/noticias/semmed/gestao-deixa-politica-do-ensino-fundamental-como-legado-para-a-educacao-de-maceio>>. Acesso em: 12 jan 2021.

GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. dos S. Análise envoltória de dados: conceitos e modelo básicos. In: SANTOS, M. L. dos; VIEIRA, W. da C. (Orgs.). *Métodos quantitativos em Economia*. Viçosa: Editora UFV, 2004

GOLANY, B. e Y. ROLL, An Procedure for DEA. *Omega: The international Journal of Management Science*, v.17 n.3 p.237-250, 1989

GUERREIRO. A. S. **Análise da Eficiência de Empresas de Comércio Eletrônico usando Técnicas de Análise Envoltória de Dados**. Dissertação (mestrado em Logística) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006. 90 páginas

GUINA, F. T. C. ; PHILIPPSEN JR., L. A. ; PASSADOR, C. S. . A avaliação de políticas públicas: conceitos, usos e possibilidades. In: VI Encontro de Administração Pública da ANPAD - EnAPG, 2014, Belo Horizonte (MG). Anais VI EnAPG - ANPAD, 2014

HERRERA, S.; PANG, G. Efficiency of public spending in developing countries: an efficiency frontier approach. Policy research working paper n° 3645, World Bank Washington, DC, 2005.

KARINO, C. A.; LAROS, J. A. Estudos brasileiros sobre eficácia escolar: uma revisão de literatura. *Revista Examen*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 95-126, jul./dez. 2017

LIMA, Laudirege Fernandes; LUCE, Maria Beatriz. Sistema de Avaliação Educacional de Alagoas – Saveal: para ou contra a democratização da/na Educação Básica? Revista Práxis Educacional, Vitória da Conquista, v. 18n. 49, 2022.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente do apoio à decisão. COPPE/UFRJ, 2000.

MATOS, Rodrigo Braz de. A eficiência técnica das escolas mineiras nos anos iniciais do ensino fundamental em 2015.. 2018. 61 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Instituto de Ciências Sociais Aplicadas - Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2018.

MENDONÇA, D. J.; DE CASTRO, C. C.; E SOUZA, J. A.; GARCIA, M. O. Análise Envoltória de Dados (DEA) relacionada a análises financeiras: um estudo bibliométrico e sociométrico sobre a produção científica em periódicos internacionais. In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2016. Anais..., João Pessoa, 2016

MENSAH, Y. M.; SCHODERBEK, M. P.; SAHAY, S. P. The effect of administrative pay and local property taxes on student achievement scores: evidence from New Jersey public schools. Economics of Education Review, v. 34, n. 1, p. 1-16, 2013

MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares; MEZA, Lidia Angulo; GOMES, Eliane Gonçalves; BIONDI NETO, Luiz. Curso de análise de envoltória de dados. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, v. 37, 2005

DE MELLO, J.C.C.B.S., Angulo-Meza, L., Gomes, E. G., Biondi Neto, L. Curso de análise envoltória de dados (2005), In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Gramado-RS, de 27 a 30 de setembro de 2005.

MINAYO, M. C. S. Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 33, n. 1, 2009.

MONTE, Meiry Mesquita. Eficiência relativa da educação nos municípios cearenses. 2018. 117 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, 2018.

MOURA, C. F. L.; XAVIER, M. G. P.; SILVA, A. R. C. As fontes de crescimento econômico e uma análise empírica da economia da Coreia do Sul. Contextus: Revista Contemporânea de Economia e Gestão, Fortaleza, v. 9, n. 2, p. 97-107, jul./dez. 2011.

NARDI, E. L.; SCHNEIDER, M. P. ; RIOS, M. P. G. . Qualidade na educação básica: ações e estratégias dinamizadoras. Educacao e Realidade , v. 39, p. 359-390, 2014

- OLIVEIRA, Adão F. de; PIZZIO, Alex; FRANÇA, George. Políticas públicas educacionais: conceito e contextualização numa perspectiva didática. In: Oliveira, A. F.. (Org.). Fronteiras da Educação: desigualdades, ontologia e políticas educacionais. 01ed.Goiânia: Editora da PUC Goiás, 2010, v. 01, p. 95-104
- OZTURK, I. The Role of Education in Economic Development: A Theoretical Perspective. Journal of Rural Development and Administration, v. 33, n. 1, p.39-47, 2001.
- PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). RAC, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, jan./mar. 2008
- QEDU. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br/estado/102-alagoas/aprendizado> >Acesso em 09/2020.
- PERES, U. P. Financiamento da Educação nos Estados Brasileiros – Relatório Final de Pesquisa. Instituto Unibanco; Consed, São Paulo, 2018.
- SAVIAN, M. P. G.; BEZERRA, F. M. 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.
- SANTOS, D. D. P.; VIEIRA, H. R. Financiamento da educação básica no brasil: algumas reflexões. Revista on line de Política e Gestão Educacional, n. 19, 2017.
- SANTOS, R. R.; FREITAS, M. M.; FLACH, L. Análise Envoltória de Dados como ferramenta de avaliação da eficiência dos gastos públicos com educação dos municípios de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Custos, 25, 2018, Vitória- ES. Anais eletrônicos... Vitória: CBC, 2018
- SEIFORD, L. M. e R. M. Thrall, (1990). Recent developments in DEA. The mathematical programming approach to frontier analysis. Journal of Econometrics 46p.7-38
- SILVA, A. A. P.; FERREIRA, M. A. M.; BRAGA, M. J.; ABRANTES, L. A. Eficiência na alocação de recursos públicos destinados à educação, saúde e habitação em municípios mineiros. Contabilidade, Gestão e Governança, v. 15, n. 1, 2012.
- SILVA FILHO, G. M. da; PEREIRA, T. R. L.; DANTAS, M. G. da S.; ARAÚJO, A. O. Análise da Eficiência nos Gastos Públicos com Educação Fundamental nos Colégios Militares do Exército em 2014. Revista Evidenciação Contábil & Finanças, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 50–64, 2016.
- SILVA, M. C; SOUZA, F. J. V; BORGES, E.F; ARAUJO, A. O; SILVA, J.D.G. Avaliação da função educação nos municípios de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte: mudança ou inércia social? ConTexto, Porto Alegre, v. 15, n. 29, p. 17-29, jan./abr. 2015

- 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
- SILVA, Wellyngton Chaves Monteiro Da; FARENZENA, Nalú. O Programa Escola 10 no contexto da educação alagoana. *Diversitas Journal*, Santana do Ipanema, v. 5, n. 1, p. 531-46, 2020.
- SOARES DE MELLO, J. C. C. B., GOMES, E. G., ANGULO-MEZA, L. & LETA, F. R. DEA Advanced Models for Geometric Evaluation of used Lathes. *WSEAS Transactions on Systems* Vol. 7, n. 5, p. 500-520, 2008
- SOARES, D. J. M; SOARES, T. E. A; SANTOS, M. C. S; DO SANTOS, W. Análise da eficiência dos gastos públicos com educação nos municípios capixabas. *Research, Society and Development*. 9. 756974906. 10.33448/rsd-v9i7.4906. 2020
- SOUZA JUNIOR, Celso Vila Nova. Análise da equidade e da eficiência dos estados no contexto do federalismo fiscal brasileiro. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005.
- SOUZA JÚNIOR, C. V. N. de; GASPARINI, C. E. Análise da equidade e da eficiência dos estados no contexto do federalismo fiscal brasileiro. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 36, n. 4, p. 803-832, 2006
- TEODOROVIC, J. School Effectiveness: Literature review. (Sebastian Institute for Educational Research), v.41, n.1, p.297-314, jul. 2009
- TSCHAFFON, Pamela; MEZA, Lidia Angulo. Assessing the efficiency of the electric energy distribution using Data Envelopment Analysis with undesirable outputs. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, v. 12, n. 6, p. 1027-1035, 2014.
- VARELA, P. S. Financiamento e controladoria dos municípios paulistas no setor saúde: uma avaliação de eficiência. São Paulo, 2008. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) - Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.
- WILBERT, M. D., & D'ABREU, E. C. C. F. Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do Estado de Alagoas. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, v. 6, n. 3, p. 348- 372, 2013.
- YAMADA, Y, MATUI, T. & SUGIYAMA, M. New analysis of efficiency based on DEA. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 158–167, 1994

ZOGHBI, A. C. P.; ROCHA, F. F.; DE MATOS, E. H. C.; ARVATE, P. R. Uma análise da eficiência nos gastos em educação fundamental para os municípios paulistas. Planejamento e Políticas Públicas, Brasília, DF, n. 36, p. 9-61, jan./ jun. 2011.