



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Instituto de Matemática, Estatística e  
Computação Científica

FRANCIELE NATES DOS SANTOS

**Eficiência dos Gastos Públicos em Educação no  
Estado de Mato Grosso: uma investigação através  
da análise envoltória de dados**

Campinas

2020

**Franciele Nates dos Santos**

**Eficiência dos Gastos Públicos em Educação no Estado de Mato Grosso: uma investigação através da análise envoltória de dados**

Dissertação apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Matemática Aplicada e Computacional.

**Orientador: Cristiano Torezzan**

**Coorientador: Marcos Francisco Borges**

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA FRANCIELE NATES DOS SANTOS, ORIENTADA PELO PROF. DR. CRISTIANO TOREZZAN.

Campinas

2020

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica  
Ana Regina Machado - CRB 8/5467

Santos, Franciele Nates dos, 1994-

Sa59e Eficiência dos gastos públicos em educação no estado de Mato Grosso : uma investigação através da análise envoltória de dados / Franciele Nates dos Santos. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Cristiano Torezzan.

Coorientador: Marcos Francisco Borges.

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica.

1. Eficiência. 2. Gastos públicos. 3. Educação. 4. Análise envoltória de dados. 5. Mato Grosso. I. Torezzan, Cristiano, 1976-. II. Borges, Marcos Francisco. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Efficiency of public spending on education in the state of Mato Grosso : an investigation through date envelopment analysis

**Palavras-chave em inglês:**

Efficiency

Public expending

Education

Data envelopment analysis

Mato Grosso (Brazil: State)

**Área de concentração:** Matemática Aplicada e Computacional

**Titulação:** Mestra em Matemática Aplicada e Computacional

**Banca examinadora:**

Cristiano Torezzan [Orientador]

Priscila Cristina Berbert Rampazzo

Johan Hendrik Poker Junior

**Data de defesa:** 22-10-2020

**Programa de Pós-Graduação:** Matemática Aplicada e Computacional

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-9805-4239>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/5042462202509605>

**Dissertação de Mestrado Profissional defendida em 22 de outubro de 2020 e aprovada pela banca examinadora composta pelos Profs. Drs.**

**PROF. DR. CRISTIANO TOREZZAN**

**PROF(A). DR(A). PRISCILA CRISTINA BERBERT RAMPAZZO**

**PROF. DR. JOHAN HENDRIK POKER JUNIOR**

A Ata da Defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria de Pós-Graduação do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica.

## **Dedicatória**

*Dedico ao meus pais Valdir dos Santos e Aurea Nates dos Santos que estiveram ao meu lado em todos os momentos da minha vida.*

## **Agradecimentos**

*Agradeço a Deus por ter me proporcionado a vida e dado força para sempre seguir em frente.*

*A todos os professores que de alguma forma contribuíram nessa jornada de construção do conhecimento.*

*A todos meus amigos, em especial a Kelly Cristine, Cristiane Santana, Carlos Robson Lima, Patrícia Lopes e Rafael Jamariqueli por deixarem meus dias mais felizes.*

*A meu querido orientador Cristiano Torezzan que acreditou nesse trabalho e deu todo o auxílio necessário para o desenvolvimento dessa dissertação.*

*A meu querido Coorientador Marcos Francisco Borges que mais uma vez esteve ao meu lado auxiliando nessa longa jornada acadêmica.*

*Aos meus familiares, em especial a Fabricia Nates dos Santos Galvão, Bruno Rodrigo Galvão e Patrícia Nattes dos Santos que de alguma forma contribuíram para que eu alcançasse meus objetivos.*

*E, principalmente, aos meus pais Valdir dos Santos e Aurea Nates dos Santos que sempre me apoiaram possibilitando a realização de meus sonhos.*

*Não há ramo da Matemática, por  
mais abstrato que seja, que não  
possa um dia vir a ser aplicado aos  
fenômenos do mundo real. (Nikolái  
Ivanovich Lobachevsky)*

## Resumo

Este estudo tem como objetivo avaliar a eficiência dos municípios do estado de Mato Grosso-Brasil, quanto a aplicação dos recursos orçamentários destinados ao ensino fundamental, sob a ótica da Análise Envoltória de Dados. O estado de Mato Grosso é conhecido como o celeiro do país por ser o maior produtor de soja, milho e algodão e ter o maior rebanho bovino. No entanto, no que se refere a educação, é o estado da região Centro Oeste que apresenta o pior desempenho nos índices de proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, mensurados a partir da prova do Sistema de Avaliação da Educação Básica. Este quadro nos levou a investigar se os 25% dos recursos financeiros aplicados na manutenção e desenvolvimento do ensino público, conforme preconiza a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, estão sendo aplicados com eficiência, o que nos conduziu a seguinte questão problema: *quais municípios do Estado de Mato Grosso são mais eficientes na conversão dos recursos públicos em indicadores de qualidade na educação em nível fundamental?* O estado de Mato Grosso possui 141 municípios, destes selecionamos 117 como unidades tomadoras de decisão (UTD's). Produzimos cinco Cenários diferentes, sendo que para o Cenário original escolhemos como variáveis de insumos: as despesas correntes; número de escolas públicas municipais de ensino fundamental; número de alunos; número de professores e o Produto Interno Bruto per capita, e como produto: o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica do 5º ano do Ensino Fundamental. Para nossa análise, utilizamos o método da Análise Envoltória de Dados (DEA), e escolhemos o modelo de Retornos Variáveis de Escala (BCC) com orientação à produto. Para a aplicação do modelo utilizamos o software Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD) e para a organização, tabulação e apresentação dos dados a planilha eletrônica do Microsoft Excel e os programas Notepad++ e Philcarto. Os resultados encontrados no Cenário original, por meio do modelo DEA apresentado pelo software SIAD, mostraram que 90,6% dos municípios mato-grossenses são ineficientes em relação aos gastos públicos com o ensino fundamental, o que revela a necessidade de uma avaliação das práticas de gestão pública quanto a alocação dos recursos financeiros. O município de Ribeirãozinho foi considerado como *benchmark* para 106 municípios ineficientes, pois, essa UTD apresentou a menor despesa corrente e possui um dos melhores índices do IDEB.

**Palavras-chave:** Eficiência. Gastos públicos. Educação. DEA. Mato Grosso.

## Abstract

This research aims to evaluate the efficiency of the municipalities in the state of Mato Grosso-Brazil regarding the application of public resources destined to the elementary education, by means of the Data Envelopment Analysis. The state of Mato Grosso is known as the breadbasket of the country because it is the largest producer of soy, corn and cotton and has the largest cattle herd, but regarding to education, Mato Grosso has the worst performance in the proficiency indexes in Portuguese and Mathematics among the states in Midwest region of Brazil. This scenario led us to investigate whether the 25% of the financial resources invested in the maintenance and development of public education, as recommended by the Law of Guidelines and Bases of National Education, are being applied efficiently, leading us to the following problem: which municipalities in the State of Mato Grosso are more efficient in converting public resources into quality indicators in education at the fundamental level? The state of Mato Grosso has 141 municipalities, of which we selected 117 as decision making units (DMU's). We produced five different scenarios, and for the original scenario we chose the following inputs variables: current expenses; number of municipal public elementary schools; number of students; number of teachers and the Gross Domestic Product per capita, and as a product: the Basic Education Development Index of the 5th year of Elementary Education. For our analysis, we used the Data Envelopment Analysis (DEA) method, and we chose the Variable Returns to Scale (VRS) model with product orientation. For the calculation we used the Integrated Decision Support System (SIAD) software and the organization, tabulation and presentation of the data we used the Microsoft Excel spreadsheet, the Notepad ++ and Philcarto programs. The results found that, in the original scenario, the DEA model shown that 90.6% of municipalities in Mato Grosso are inefficient in relation to public spending on primary education, which reveals the need for an evaluation of practices of public management regarding the allocation of financial resources. The municipality of Ribeirãozinho was considered as a benchmark for 106 inefficient municipalities, as this UTD had the lowest current expenditure and has one of the best IDEB indexes.

**Keywords:** Efficiency, Public Expenditure. Education. DEA. Mato Grosso.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> – Desempenho dos estados da região Centro-Oeste no SAEB 2017 .....	19
<b>Figura 2</b> - Fronteira de Eficiência.....	28
<b>Figura 3</b> - Orientação do Modelo DEA .....	32
<b>Figura 4</b> - Mapa da localização geográfica das UTD's .....	47
<b>Figura 5</b> - Gráficos de dispersão.....	60
<b>Figura 6</b> - Distribuição espacial dos municípios mato-grossenses por nível de eficiência .....	62
<b>Figura 7</b> - Metas para os municípios menos eficientes .....	66
<b>Figura 8</b> - Comparação entre os municípios eficientes no cenário original com os demais cenários.....	69
<b>Figura 9</b> - Gráficos de dispersão da eficiência do cenário original em relação aos demais cenários.....	70

## Lista de Quadros

<b>Quadro 1</b> – Ranking* e média das proficiências de países no PISA 2018 .....	17
<b>Quadro 2</b> - Distribuição dos trabalhos por ano de publicação .....	35
<b>Quadro 3</b> - Aplicações do modelo DEA na Área da Educação na literatura nacional .....	36
<b>Quadro 4</b> - Descrição das variáveis e o seu referencial teórico .....	41
<b>Quadro 5</b> - Descrição das variáveis de insumo e produto do Cenário Original .....	42
<b>Quadro 6</b> - Descrição das variáveis de insumo e produto do Cenário original e dos Cenários construídos.....	44
<b>Quadro 7</b> - Descrição das variáveis e suas respectivas fontes de coleta dos dados .....	46
<b>Quadro 8</b> - Descrição dos municípios avaliados por micro e mesorregião .....	47
<b>Quadro 9</b> - Municípios excluídos da amostra .....	49
<b>Quadro 10</b> – Matriz de correlação de Pearson para as variáveis usadas .....	52
<b>Quadro 11</b> - Municípios com maiores e menores PIB per capita municipal.....	54
<b>Quadro 12</b> - Municípios com maiores e menores despesas com educação.....	55
<b>Quadro 13</b> - Municípios com maiores e menores IDEB do 5º ano do Ensino Fundamental ..	56
<b>Quadro 14</b> - Escores de Eficiência DEA.....	58
<b>Quadro 15</b> - Distribuição das taxas de eficiência DEA.....	61
<b>Quadro 16</b> - Eficiência dos municípios por mesorregião.....	62
<b>Quadro 17</b> - Municípios com menor eficiência na aplicação dos recursos no ensino fundamental no ano de 2017.....	65
<b>Quadro 18</b> - Municípios eficientes em cada cenário.....	68

## **Lista de Tabelas**

<b>Tabela 1</b> - Síntese da Orientação do Modelo CCR.....	33
<b>Tabela 2</b> - Síntese da Orientação do Modelo BCC.....	34
<b>Tabela 3</b> - Estatística descritiva das variáveis .....	53
<b>Tabela 4</b> - Estatística descritiva dos escores de eficiência .....	58
<b>Tabela 5</b> - Municípios eficientes na aplicação dos recursos em educação no ano de 2017 ....	63
<b>Tabela 6</b> - Estatística descritiva dos escores de eficiência para cada cenário avaliado.....	67

## Sumário

1 Introdução .....	15
1.1 Contextualização.....	15
1.2 Problema de Pesquisa e Hipóteses.....	18
1.3 Objetivos.....	21
1.3.1 Objetivo Geral .....	21
1.3.2 Objetivos Específicos .....	21
1.4 Justificativa e Motivação para o Estudo .....	21
1.5 Estrutura do Trabalho .....	22
2 Revisão Bibliográfica .....	24
2.1 Análise Envoltória de Dados .....	24
2.1.1 Breve contextualização histórica .....	24
2.1.2 Conceitos básicos da DEA .....	26
2.2 Principais Modelos DEA.....	29
2.2.1 Modelo de Retornos Constantes de Escala (CRS).....	29
2.2.2 Modelo de Retornos Variáveis de Escala (VRS).....	31
2.2.3 Orientação do Modelo .....	32
2.3 Aplicações da DEA para a avaliação da Educação Brasileira.....	34
3 A DEA e a avaliação da eficiência dos municípios no investimento em educação pública no Mato Grosso .....	40
3.1 Pesquisa bibliográfica.....	40
3.2 As especificações do estudo: indicadores insumos e produtos.....	40
3.3 Fontes de coleta de dados .....	45
3.4 Delimitação e caracterização das UTD's.....	46
3.5 Modelo matemático .....	50
4 Análise e discussão dos resultados .....	51
4.1 Análise descritiva dos dados.....	51

4.2 Análise da eficiência do Cenário original quanto as despesas correntes com o ensino fundamental pelos municípios .....	57
4.2.1 Municípios referência, análise da projeção e aplicação dos recursos públicos no ensino fundamental .....	63
4.3 Análise da eficiência dos demais cenários quanto as despesas correntes com o ensino fundamental pelos municípios .....	67
5. Considerações Finais .....	72
6. Referências.....	75
APÊNDICES .....	79

# 1 Introdução

## 1.1 Contextualização

O ensino no Brasil tem passado por transformações desde a chegada dos padres jesuítas ao país, em 1549, com a fundação das primeiras instituições, que tinha como objetivo cristianizar as populações indígenas submetendo-as aos conjuntos de valores europeus.

De acordo com Gadotti (1997) a história da educação brasileira está dividida em três períodos: o primeiro do descobrimento até 1930, o segundo de 1930 até 1964 e o terceiro após 1964.

O primeiro período caracterizou-se pela predominância de uma educação tradicional, voltada para adultos, marcada por escolas dirigidas por denominações religiosas com predominância da fé católica e pelo fato de o ensino ser privado. O segundo foi marcado pelas discussões a respeito do ensino privado e do ensino público, bem como pela predominância de ideias liberais para a educação e o surgimento da “escola nova”, com o ensino voltado para as crianças e com métodos de ensino diferentes do tradicional, foi ainda nesse período que com o decreto nº 19.850, de 11 de abril de 1931 foi criado o Ministério da Educação (MEC) e as Secretarias de Educação dos estados.

O terceiro período foi caracterizado inicialmente por um ensino centrado no tecnicismo e uma educação autoritária durante o governo militar, foi criado em 1968 o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), cujo objetivo é captar recursos financeiros e canalizá-los para o financiamento de projetos de ensino e pesquisa, de modo a proporcionar mais autonomia as escolas, a suprir carências e a oferecer aos estudantes melhores condições de acesso e permanência na escola.

Após 1985, com o fim da ditadura militar, no período democrático, nos primeiros três anos da Nova República, com a elaboração da nova Constituição Federal foram aprovadas mudanças como o reconhecimento da Educação como direito subjetivo de todos, sendo o Governo Federal, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, responsáveis em gerir e organizar os sistemas de ensino, as avaliações externas e o piso para professores.

Ao Ministério da Educação coube a tarefa de implementar a política nacional de educação, cuja missão institucional é a de articular ações com o que está proposto na Lei nº 9.394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), aprovada em 20 de dezembro de 1996. Nela ficou estabelecido os princípios da educação e os deveres do Estado em relação à

educação escolar pública, além de abordar temas como os recursos financeiros e a formação dos profissionais da educação.

Na LDB, “Título VII – Dos Recursos Financeiros”, no seu artigo 68 está determinado que os recursos públicos destinados à educação serão originários de:

- I – receita de impostos próprios da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;
- II – receita de transferências constitucionais e outras transferências;
- III – receita do salário-educação e de outras contribuições sociais;
- IV – receita de incentivos fiscais;
- V – outros recursos previstos em lei. (BRASIL, 2017, p. 45)

A União cabe aplicar, anualmente, 18% da receita resultante de impostos e, aos Estados, aos Municípios e ao Distrito Federal, cabe aplicar 25% da receita à manutenção e desenvolvimento do ensino público.

Em 2007, foi promulgada a lei do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb) que se caracteriza por ser a maior fonte de recursos destinado a educação.

Quanto ao rendimento escolar, temos na LDB no “Título IV – Da organização da Educação Nacional”, no seu artigo 9º, inciso VI que a União compete:

- Assegurar processo nacional de avaliação no rendimento escolar no ensino fundamental, médio e superior, em colaboração com os sistemas de ensino, objetivando a definição de prioridades e a melhoria da qualidade de ensino. (BRASIL, 2017, p. 12)

Este processo é realizado pelo MEC a partir de um conjunto de instrumentos de avaliação, como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), criado em 2007, que calcula, a partir dos dados sobre a aprovação escolar obtidos no Censo Escolar e das avaliações realizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), dois conceitos importantes para a qualidade da educação: o fluxo escolar e a média de desempenho dos estudantes em língua portuguesa e matemática.

Ao analisarmos o último resultado disponível do IDEB, aplicado em 2017, podemos observar que o desempenho dos estudantes melhorou em relação as edições anteriores da avaliação, mas, quando olhamos para os relatórios do *Programme for International Student Assessment* (PISA), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), sobre a participação dos estudantes brasileiros, podemos constatar no Quadro 1 o

baixo desempenho em relação à média dos estudantes dos países da OCDE nas três áreas do conhecimento avaliadas: Leitura, Ciência e Matemática.

**Quadro 1** – Ranking\* e média das proficiências de países no PISA 2018

LEITURA			MATEMÁTICA			CIÊNCIAS		
País	Ranking	Média	País	Ranking	Média	País	Ranking	Média
Canadá	4 - 8	520	Coreia	5 - 9	526	Finlândia	5 - 9	522
Finlândia	4 - 9	520	Canadá	10 - 16	512	Coreia	6 - 10	519
Coreia	6 - 11	514	Finlândia	12 - 18	507	Canadá	6 - 10	518
EUA	10 - 20	505	Portugal	23 - 31	492	EUA	12 - 23	502
Portugal	20 - 26	492	<b>Média OCDE</b>	-----	<b>489</b>	Portugal	21 - 29	492
<b>Média OCDE</b>	-----	<b>487</b>	Espanha	32 - 37	481	<b>Média OCDE</b>	-----	<b>489</b>
Chile	42 - 44	452	EUA	32 - 39	478	Espanha	29 - 32	483
Uruguai	46 - 52	427	Uruguai	54 - 60	418	Chile	44 - 47	444
Costa Rica	46 - 54	426	Chile	55 - 60	417	Uruguai	51 - 57	426
México	49 - 57	420	México	60 - 63	409	México	55 - 62	419
<b>BRASIL</b>	<b>55 - 59</b>	<b>413</b>	Costa Rica	61 - 66	402	Costa Rica	56 - 63	416
Colômbia	54 - 61	412	Peru	62 - 67	400	Colômbia	58 - 64	413
Argentina	60 - 66	402	Colômbia	66 - 70	391	Peru	63 - 67	404
Peru	61 - 66	401	<b>BRASIL</b>	<b>69 - 72</b>	<b>384</b>	Argentina	63 - 68	404
Panamá	70 - 72	377	Argentina	70 - 73	379	<b>BRASIL</b>	<b>64 - 67</b>	<b>404</b>
República Dominicana	76 - 77	342	Panamá	76 - 77	353	Panamá	75 - 77	365
Espanha**	-----	-----	República Dominicana	78 - 78	325	República Dominicana	78 - 78	336

**Fonte:** Elaborada pela autora – dados disponíveis em Brasil (2018)

Notas: \* Ranking: intervalo no ranking considerando todos os países participantes no PISA.

\*\* Os resultados da Espanha em letramento em Leitura estavam embargados no momento da elaboração do relatório.

A média de proficiência dos estudantes brasileiros em letramento em Leitura no PISA em 2018 foi de 413 pontos, 74 pontos abaixo da média dos países da OCDE. Nas áreas de Matemática e Ciências os resultados brasileiros foram, respectivamente, de 108 e 85 pontos a menos que a média dos países da OCDE.

Embora não sejam instrumentos de avaliação que agradem os educadores, os resultados apresentados pelos alunos não têm sido nada satisfatórios. Esse fato nos mostra que

existem problemas, como da aplicação de recursos financeiro, no sistema de ensino brasileiro que tem comprometido a qualidade do ensino que está sendo ofertado.

Nesse cenário, uma das discussões existentes no país é referente a necessidade do aumento dos investimentos em educação, uma vez que, acredita-se que o aumento de recursos está associado a um melhor sistema educacional.

Esta é uma discussão necessária, uma vez que é preciso analisar a eficiência da alocação de recursos financeiros destinados à educação, pois, é quase que generalizada a fala de que o setor público gasta muito e gasta mal. Assim, identificar problemas e buscar por soluções, tanto na qualidade do ensino, quanto na alocação dos recursos educacionais, tem se tornado uma das preocupações dos pesquisadores.

Borger *et al.* (1994, apud ZOGHBI *et al.*, 2009) destaca que quantificar estes problemas é necessário, porque os cidadãos acabam ficando com o sentimento de que os recursos públicos não estão sendo utilizados da melhor maneira possível.

Para realizar esta quantificação podemos utilizar técnicas matemáticas, como a sugerida por Almeida (2017) e Silva (2017), a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*) como um dos principais métodos não-paramétricos usados em trabalhos científicos para avaliar o desempenho do setor público. A DEA mensura a eficiência de um conjunto de unidades produtivas considerando os produtos produzidos ou resultados alcançados de cada unidade em relação aos insumos aplicados para a obtenção desses produtos.

Neste estudo, utilizamos a DEA para avaliar a eficiência dos gastos públicos destinados à educação de 117 municípios mato-grossenses, perante as variáveis de insumos como, as despesas correntes; o número de escolas públicas municipais de ensino fundamental; número de alunos; número de professores e o Produto Interno Bruto (PIB) per capita e como produto o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

## 1.2 Problema de Pesquisa e Hipóteses

O Estado de Mato grosso é conhecido como o celeiro do país, uma vez que é campeão na produção de soja, milho, algodão e de rebanho bovino. Em 2017<sup>1</sup>, o estado apresentou um PIB estimado de R\$ 126,81 bilhões, o que corresponde a cerca de 1,9% do PIB nacional. (SEPLAG, 2019)

Localizado na região Centro-Oeste, Mato Grosso é o terceiro maior estado do país, com uma extensão territorial de 903.357,908 km<sup>2</sup> e com uma população que apresenta uma

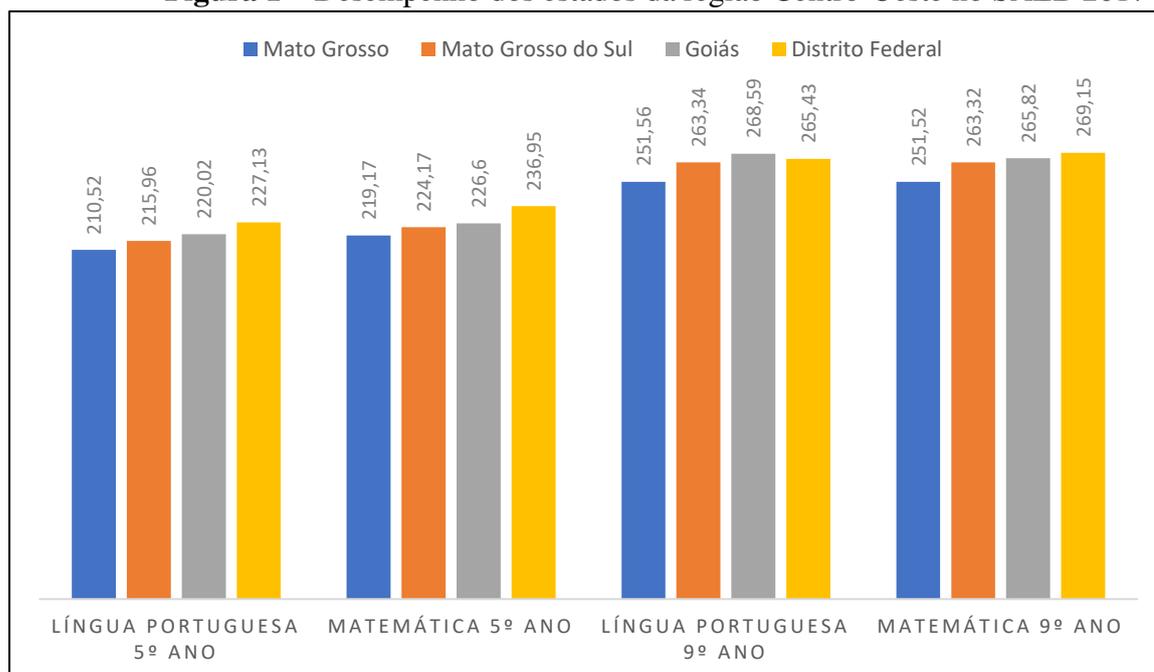
---

<sup>1</sup> O último dado referente ao PIB do Estado de Mato Grosso é o do ano de 2017.

mistura de índios, negros, portugueses e espanhóis que se miscigenaram nos primeiros anos do período colonial e integraram-se a migrantes brasileiros de todas as regiões do país.

No que se refere a educação, é o estado da região Centro-Oeste que apresenta o pior desempenho nos índices de proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, mensurados a partir da prova do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb).

**Figura 1** – Desempenho dos estados da região Centro-Oeste no SAEB 2017



**Fonte:** Elaborado pela autora – dados disponíveis no INEP

De acordo com a Figura 1, Mato Grosso apresentou em 2017 uma proficiência média em Língua Portuguesa no 5º ano do Ensino fundamental de 210,52 pontos e em Matemática de 219,17. Sendo que, o Distrito Federal obteve uma proficiência de 7,89% maior que Mato Grosso em Língua Portuguesa e 8,11% em Matemática.

No 9º ano do Ensino fundamental, o baixo desempenho se mantém quando comparado aos demais estados da região Centro-Oeste. Enquanto a proficiência média de Mato Grosso em Língua Portuguesa foi de 251,56 pontos e em Matemática de 251,52 pontos, o estado de Goiás e o Distrito Federal apresentaram os melhores índices com uma média de 268,59 pontos em Língua Portuguesa e 269,15 pontos em Matemática.

Ao observarmos o desempenho educacional dos municípios do Estado de Mato Grosso quanto aos índices de avaliação da educação básica disponibilizados pelo IDEB no ano de 2017, verificamos algumas disparidades no desempenho educacional entre os municípios do estado. Para o 5º ano do Ensino Fundamental, o município de Ribeirãozinho apresenta um

índice de 8,1 enquanto o de Rosário Oeste obteve um índice de apenas 4,1 para a mesma fase escolar.

Esse fato nos faz levantar a hipótese de que os recursos financeiros destinados ao desenvolvimento e manutenção da educação pública não tem sido investido com a mesma eficiência nos diferentes municípios, ou pelo menos, o investimento tem se convertido em resultados com taxas muito diferentes para cada município.

De certa forma, é natural esperar alguma divergência entre o desempenho de diferentes municípios nos índices educacionais, pois há características particulares em cada um deles. Como forma de ponderar as diferenças entre os municípios, levantamos também como hipótese que a renda per capita dos municípios, interfere diretamente na qualidade do ensino e consequentemente no desempenho nas avaliações educacionais, ou seja, nossa hipótese é de que municípios que possuam maior arrecadação e maior repasses financeiros para a educação deveriam ofertar uma educação com qualidade para a população.

É de se esperar então que os recursos financeiros públicos aplicados à educação propicie a melhoria da formação de capital humano, que é uma das principais fontes que alavancam o crescimento socioeconômico de um país. Nesse cenário, podemos dizer que o aumento dos investimentos em educação, consequentemente deveria levar a progresso do sistema educacional.

No entanto, a hipótese é quase que descartada ao compararmos os dados disponíveis no Finanças do Brasil – Dados Contábeis dos Municípios (FINBRA), do ano de 2017, entre os municípios mato-grossenses de Alto Araguaia e Araguainha. Podemos observar que as despesas com a manutenção e funcionamento do Ensino Fundamental ponderada pelo número de alunos matriculados do município de Araguainha foi de R\$ 14.301,77 enquanto que do município de Alto Araguaia foi de R\$ 8.427,54. Contudo, percebemos uma discrepância entre os índices avaliativos da educação, pois, apesar de apresentar um investimento por aluno menor, Alto Araguaia apresentou um IDEB de 6,3 para o 5º ano do Ensino fundamental enquanto que o município de Araguainha alcançou apenas 5,5 pontos para a mesma etapa de ensino.

Todavia, não se trata apenas de analisar o custo por aluno e os resultados alcançados, uma vez que outros fatores podem influenciar o sistema educacional e, devem ser levados em conta. Sendo assim, a DEA é uma metodologia que permite avaliar a eficiência de gastos públicos considerando múltiplos critérios na análise.

Nossa hipótese era a de que a aplicação de recursos públicos investidos na educação por alguns municípios para o desenvolvimento e manutenção da educação pública, não era

suficiente, sendo que para alguns municípios o valor investido era menor do que o necessário para suas necessidades, e para outros o valor aplicado não era investido da forma como deveria.

Neste sentido, é preciso analisarmos a eficiência dos gestores na aplicação dos recursos para que os resultados obtidos sejam satisfatórios. Nosso problema de pesquisa segue nesta direção, assim, levantamos a seguinte questão: *quais municípios do Estado de Mato Grosso são mais eficientes na conversão dos recursos públicos em indicadores de qualidade na educação em nível fundamental?*

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência dos municípios do Estado de Mato Grosso quanto a aplicação dos recursos orçamentários destinados ao ensino fundamental, a partir da análise, entre os recursos (inputs) disponíveis e o impacto dos serviços (outputs) prestados, com a aplicação do método da Análise Envoltória de Dados (DEA).

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

Realizar um levantamento teórico sobre a Análise Envoltória de Dados, bem como sua relevância para a avaliação de eficiência no setor de serviços públicos;

Detectar e coletar quais são as principais variáveis de insumo e produto para o estudo da relação entre os recursos públicos em educação e a qualidade do ensino ofertado;

Determinar a eficiência das despesas governamentais no fornecimento de serviços públicos em educação para o Ensino Fundamental no Estado de Mato Grosso, utilizando a Análise envoltória de Dados e destacar os *benchmarks*.

### 1.4 Justificativa e Motivação para o Estudo

A Educação Básica no Brasil tem sido um tema que encontra cada vez mais pesquisadores que a tem como foco de pesquisa. Quando pensamos, especificamente, sobre a qualidade da educação ofertada e conseqüentemente sobre os recursos públicos destinados para o seu funcionamento e manutenção, as discussões acerca desse tema tornam-se ainda mais relevantes.

O Brasil possui uma base normativa sofisticada no que tange ao financiamento das despesas governamentais para o fornecimento de serviços públicos em educação (ALMEIDA, 2017), neste sentido, é preciso ampliar as pesquisas nesta área para que se possa analisar a

aplicação dos recursos destinados à educação e se ele está implicando na melhoria da qualidade do ensino no país.

O interesse pelo tema surgiu ao nos depararmos com o desempenho insatisfatório dos alunos do ensino fundamental do estado de Mato Grosso nas avaliações nacionais, comparado aos demais estados da região Centro-Oeste, o que nos levou a pesquisar sobre a eficiência no gerenciamento do recurso público aplicado em educação pelos municípios mato-grossense.

Outro fato, é de que verificando a existência de pesquisas sobre a eficiência dos gastos públicos de alguns estados brasileiros, não encontramos alguma que tratasse sobre a eficiência na alocação de recursos públicos para a educação básica no estado de Mato Grosso, o que nos motivou para a realização desta investigação.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

A estrutura do trabalho é constituída por 5 capítulos. No capítulo 1, temos a Introdução da pesquisa, nela apresentamos informações sobre a Educação no Brasil, a contextualização do tema, o problema de pesquisa, as hipóteses do estudo, definimos os objetivos gerais e específicos e a justificativa do trabalho.

O capítulo 2 é composto por uma revisão bibliográfica sobre a Análise Envoltória de Dados, os conceitos básicos para a sua compreensão, como: eficácia, eficiência, produtividade, insumo, produto, fronteira de eficiência, unidade tomadora de decisão e benchmark; os modelos de Retornos Constante de Escala (CCR ou CRS) e Retornos Variáveis de Escala e a orientação do modelo. Apresentamos o estado da arte das produções acadêmicas no Brasil, sobre o uso da Análise Envoltória de Dados para avaliar a eficiência dos gastos públicos em educação, realizada por meio da consulta via internet a base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), com o intuito de verificar a aplicação da metodologia DEA na educação no Brasil, bem como sua relevância para a análise do investimento em educação com recursos públicos.

No capítulo 3 apresentamos a seleção das variáveis de insumos e produtos utilizadas na formulação da modelagem construída a partir dos dados coletados nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Secretaria do Tesouro Nacional (STN), e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), a seleção das UTD's e do modelo DEA com retornos de variáveis de escala (BCC), para a análise dos municípios em relação ao setor educacional.

O capítulo 4 é dedicado a apresentação da análise descritiva dos dados obtidos e dos resultados encontrados a partir do modelo DEA-BCC com orientação a produto para analisar a partir das variáveis de insumos e produtos os 117 municípios mato-grossenses.

O capítulo 5 corresponde as considerações finais do estudo.

## 2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo apresentamos uma revisão bibliográfica sobre a Análise Envoltória de Dados, envolvendo os conceitos básicos para a sua compreensão, como eficácia, eficiência, produtividade, Unidades Tomadora de Decisão – UTD's (DMU's)<sup>2</sup>, insumos (inputs), produtos (outputs), fronteira de eficiência e *benchmark*, bem como os modelos básicos de DEA conhecidos como Retornos Constante de Escala (CCR ou CRS) e Retornos Variáveis de Escala (BCC ou VRS).

### 2.1 Análise Envoltória de Dados

#### 2.1.1 Breve contextualização histórica

No início do século XX surge a economia do bem-estar, fundamentada pela teoria do economista Vilfredo Pareto, com objetivo principal de maximizar o bem-estar da sociedade e se distanciar das questões valorativas, morais e éticas, a fim de criar um conjunto de regras universais para a avaliação do bem-estar vinculada a satisfação das preferências dos indivíduos (GIACOMELLI, 2015). Para os economistas da época, essa satisfação podia ser mensurada pelo nível de utilidades que os bens geravam, isto é, pelo quanto um bem poderia ser útil para satisfazer uma necessidade qualquer e assim, a importância dos bens disponíveis na economia seria a mesma para todos os indivíduos. Como exemplo, Walras (1983, *apud* GIACOMELLI, 2015) cita o fato de que a procura de uma substância por um médico para curar um doente ou por um assassino para envenenar alguém, apesar de apresentar uma questão importante no nível social, do ponto de vista econômico prevalecia a utilidade da substância para ambos os casos.

Desse modo, a solução do problema de maximizar o bem-estar social está sujeita a um conjunto de possibilidades de utilidades, definidas por um conjunto de vetores que representam os níveis de utilidades dos indivíduos. Além disso, o máximo de bem-estar seria alcançado por um vetor de utilidades quando não existissem possibilidades de mudanças que permitissem o aumento de alguma componente do vetor sem que implicasse na redução de qualquer outra componente.

Os conceitos da economia do bem-estar de Pareto ao ambiente produtivo foram adaptados pelo holandês Tjalling Koopmans (1910 - 1985), ganhador do Prêmio Nobel de Ciências Econômicas em 1975 (junto com Leonid Kantorovich) em seu trabalho sobre a teoria da alocação ótima de recursos. Ele observou que um vetor de *outputs* (produtos) somente seria

---

<sup>2</sup> A sigla DMU tem origem do nome em inglês *Decision Making Units*.

eficiente se fosse impossível aumentar uma de suas componentes sem diminuir qualquer outra. Além disso, o vetor de *outputs* seria limitado a disponibilidade de *inputs* (insumos).

Além da contribuição dos estudos do economista Koopmans, que fez a junção dos conceitos de Pareto ao ambiente produtivo originando o conceito de eficiência de Pareto-Koopmans, utilizado pela Análise Envoltória de Dados, também foram importantes as contribuições dos economistas Debreu (1951)<sup>3</sup> e de Farrell (1957)<sup>4</sup> que com suas pesquisas sobre técnicas não-paramétricas para avaliar se um plano de operação é eficiente, resolveram as duas limitações presentes nos estudos de Pareto e Koopmans. (ARÊAS, 2005)

A primeira limitação consistia no fato de que, apesar de existir uma forma de medir a eficiência técnica, não havia uma maneira de se determinar o grau de ineficiência de um vetor. Debreu (1951) em seus estudos criou o coeficiente de utilização de recursos, afirmando que um vetor somente seria considerado eficiente caso fosse impossível reduzir os insumos (*inputs*), multiplicando-os por um mesmo coeficiente. Esse fato passou a permitir a medida radial da eficiência técnica possibilitando determinar o grau de ineficiência do vetor.

A segunda limitação tratava da abordagem dos estudos de Pareto e Koopmans que ainda não eram aplicáveis a dados reais. Foi com os estudos de Farrell (1957) que essa limitação foi superada ao mostrar que tais conceitos poderiam ser aplicados a vetores de dados reais de *insumos* e *produtos* para o cálculo de eficiência relativa.

Quase duas décadas após os trabalhos de Debreu e Farrell, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) desenvolveram a Análise Envoltória de Dados, um método matemático que utiliza uma abordagem de programação linear para mensurar a eficiência relativa de unidades de produção a partir de uma medida de produtividade parcial, constituída por um conjunto de insumos e produtos. (QUEIROZ, 2014)

Segundo Colin (2015), este método, apesar de ser uma técnica relativamente nova, está sendo cada vez mais utilizada por pesquisadores e gestores em geral, uma vez que permite comparar a eficiência entre diferentes Unidades Tomadora de Decisão – UTD's, utilizando múltiplos critérios de entradas, que seriam os insumos (*inputs*) e de saídas ou produtos (*outputs*).

A seguir, apresentamos alguns conceitos básicos para a compreensão do DEA.

---

<sup>3</sup> DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, Menasha, v. 19, n. 3, p. 273-92, jul. 1951.

<sup>4</sup> FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society - Series A**, Londres, v. 120, n. 3, p. 253-90, 1957.

### 2.1.2 Conceitos básicos da DEA

Entre os conceitos utilizados pela DEA, temos os de eficácia, eficiência, produtividade, unidades tomadoras de decisão (UTD's), insumos (inputs), produtos (outputs), fronteira de eficiência e *benchmark*.

Começaremos com o conceito de eficácia<sup>5</sup>. Ao pesquisarmos no dicionário Aurélio encontramos o seguinte significado para esta palavra:

1. Força latente que têm as substâncias para produzir determinados efeitos.
2. Virtude de tornar efetivo ou real.
3. Força (de produzir efeitos).

Para o outro conceito, o de eficiência<sup>6</sup> neste mesmo dicionário temos:

1. Qualidade do que é eficiente.
2. Capacidade para produzir realmente um efeito.
3. Qualidade de algo ou alguém que produz com o mínimo de erros ou de meios.

Percebemos que o significado destas palavras é semelhante, mas que, existe uma diferença sutil na definição e utilização dos termos, principalmente quando tratamos da Análise Envoltória de Dados.

De acordo com Mello *et. al.* (2005) a eficácia está relacionada apenas ao que é produzido, sem considerar os recursos usados para a produção, isto é, a eficácia corresponde à capacidade de uma unidade produtiva alcançar suas metas de produção, enquanto que a eficiência compara o que foi produzido com o que se poderia produzir usando os mesmos recursos disponíveis. Assim, compreendemos que a eficiência está ligada a otimização dos recursos usados no processo produtivo para gerar o máximo de produtos.

Ao falarmos em processo produtivo se faz necessário entendermos o conceito de produtividade, o qual corresponde a razão entre o que foi produzido e o que foi gasto para produzir. A partir do cálculo da produtividade, é possível obter a eficiência produtiva através da divisão entre a produtividade atual e a produtividade máxima que poderia ser alcançada pela unidade produtiva.

A Análise Envoltória de Dados, possibilita que haja a separação da eficiência produtiva, em dois componentes: a primeira, a eficiência de escala, que está relacionada as

---

<sup>5</sup> Significado de Eficácia. Dicionário do Aurélio Online, 2019. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/eficacia>>. Acesso em: 26 de Jul. de 2019.

<sup>6</sup> Significado de Eficiência. Dicionário do Aurélio Online, 2019. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/eficiencia>>. Acesso em: 26 de Jul. de 2019.

variações da produtividade decorrentes de modificações na escala de produção; a segunda, a eficiência técnica, associada à habilidade gerencial da unidade produtiva. (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984).

Para a aplicação da metodologia DEA em um problema qualquer, devemos como destacam Lins e Moreira (2000) seguir três etapas: (i) definir e selecionar as UTD's para análise; (ii) selecionar as variáveis (insumos e produtos) que são relevantes e apropriadas para estabelecer a eficiência relativa das UTD's selecionadas e (iii) aplicar os modelos DEA, com maior ou menor nível de sofisticação.

A partir do momento que temos várias Unidades Tomadoras de Decisões desenvolvendo atividades parecidas, é possível comparar as suas produtividades e averiguar qual o motivo de algumas apresentarem maior produtividade do que as outras. De modo geral, uma unidade produtiva pode apresentar maior produtividade por tomar decisões que lhe possibilitam aproveitar melhor os recursos disponíveis. (MELLO *et. al.* 2005)

O conceito das UTD's, segundo Almeida (2017, p. 29) está relacionado a “uma unidade que referencia um sistema de produção no qual realiza a transformação de um conjunto de entradas (*inputs*) em saídas (*outputs*)”. Este conjunto de *inputs* e *outputs* referem-se, respectivamente, aos materiais fundamentais usados no processo de produção e aos resultados obtidos ao fim desse processo. Além disso, os *inputs* e *outputs* podem também ser chamados, respectivamente, de insumos e produtos.

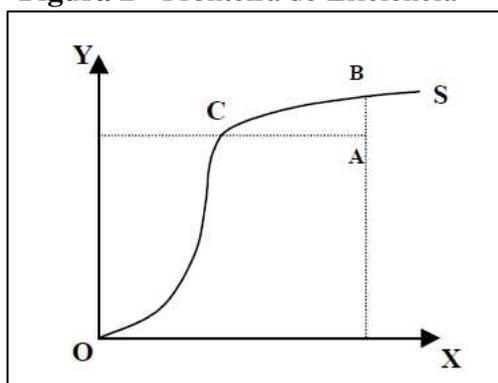
Para a análise da eficiência com despesas ou investimentos em educação podemos citar, como exemplo, as variáveis selecionadas aos insumos utilizados no trabalho de Afonso, Schuknecht e Tanzi (2005): i) o número de professores por aluno, obtido a partir total de professores por nível de ensino dividido pelo número de alunos matriculados nesse nível; ii) a média de horas-aula, obtida do número de horas-aula para cada nível de ensino; iii) a infraestrutura, obtida do percentual de escolas públicas com bibliotecas e microcomputadores por aluno matriculado e iv) a distorção idade-série, calculada com base na defasagem entre a idade e a série que o aluno deveria estar cursando.

Já como produtos, podemos exemplificar, com a escolha dos autores Araújo Junior (2017), Ferreira (2015) e Moraes (2010) que utilizaram o IDEB, de Almeida (2017) que utilizou, o número de matrículas, de professores e de escolas que oferecem merenda, e de Mota (2016) que usou como referência, o percentual de alunos com conhecimento avançado ou proficiente na Prova Brasil em Português e em Matemática.

A Análise Envoltória de Dados é uma técnica matemática que tem como objetivo a construção de uma fronteira de eficiência para a determinação da eficiência produtiva de um conjunto de unidades tomadoras de decisão.

Essa fronteira de eficiência corresponde a curva na qual se situam as UTD's eficientes e indica o máximo que foi produzido para cada nível de recurso. A Figura 2 ilustra a fronteira de eficiência de um processo genérico de produção com um insumo e um produto.

**Figura 2 - Fronteira de Eficiência**



Fonte: Oliveira (2008, p.17)

Na Figura 2, o eixo X corresponde aos insumos usados no processo produtivo, o eixo Y corresponde aos produtos e a curva S representa a fronteira de eficiência. A região abaixo da fronteira de eficiência é chamada de conjunto viável de produção.

As UTD's C e B que estão situadas sobre a curva S são consideradas eficientes enquanto a unidade produtiva A é considerada ineficiente, uma vez que, opera abaixo da fronteira de eficiência.

Por fim, um conceito também utilizado no DEA é de *benchmark* (Unidades de Referência). O modelo DEA possibilita que se tenha o percentual de eficiência de cada uma das UTD's analisadas, podendo assim estabelecer comparações entre elas, a fim de chegar aquelas que serão consideradas *benchmarks*, ou seja, as unidades produtivas eficientes que podem servir de referência para uma unidade não eficiente. De posse dessa informação é possível replicar o que se tem de eficiente nestas unidades produtivas nas que se mostraram ineficientes, com o intuito de melhorar o desempenho delas.

## 2.2 Principais Modelos DEA

Apesar de existirem várias formas de determinar a fronteira de eficiência, na metodologia DEA há dois modelos que são considerados clássicos: Retornos Constantes de Escala (CRS)<sup>7</sup> e Retornos Variáveis de Escala (VRS)<sup>8</sup>.

### 2.2.1 Modelo de Retornos Constantes de Escala (CRS)

O modelo CRS, também conhecido por CCR, desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) trabalha com retornos constantes de escala, ou seja, o modelo CCR considera que qualquer alteração nos insumos gera alterações proporcionais nos produtos.

Com base em Colin (2015) e Queiroz (2014) apresentaremos a seguir a formulação do modelo CCR.

Considere que existam  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) UTD's, um conjunto  $I_{ji}$  de insumos  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ) para cada UTD  $i$ , um conjunto  $P_{ki}$  de produtos  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ ) para cada UTD  $i$ . Considere também que a eficiência  $E_i$  de cada UTD, seja definida pela sua capacidade de transformar insumos em produtos, isto é,

$$E_i = \frac{\text{Valor de produtos gerados pela UTD } i}{\text{Valor de insumos consumidos pela UTD } i}.$$

Como a avaliação do que é melhor para cada UTD garantir sua eficiência pode se tornar conflituosa, o modelo DEA considera que cada UTD possa definir um peso de ponderação  $v_j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ) para cada insumo  $j$  e um peso de ponderação  $w_k$  ( $k = 1, 2, \dots, K$ ) para cada produto  $k$ . Assim, temos que

$$E_i = \frac{w_1 P_{1i} + w_2 P_{2i} + \dots + w_K P_{Ki}}{v_1 I_{1i} + v_2 I_{2i} + \dots + v_J I_{Ji}} = \frac{\sum_{k=1}^K w_k P_{ki}}{\sum_{j=1}^J v_j I_{ji}}.$$

O objetivo de cada UTD é maximizar sua eficiência, desse modo, a função objetivo do problema DEA é  $Max E_i = \frac{\sum_{k=1}^K w_k P_{ki}}{\sum_{j=1}^J v_j I_{ji}}$ . Entretanto como cada UTD pode definir seus próprios pesos, as variáveis de decisão do problema são  $v_j$  e  $w_k$ , que devem ser maiores ou iguais a zero. Além disso, cada UTD deverá ter uma eficiência máxima de 100%, ou seja,

$$\frac{\sum_{k=1}^K w_k P_{ki}}{\sum_{j=1}^J v_j I_{ji}} \leq 1.$$

Logo a formulação do modelo DEA-CCR pode ser escrita como:

<sup>7</sup> A sigla CRS tem origem do nome em inglês *Constant Returns to Scale*

<sup>8</sup> A sigla VRS tem origem do nome em inglês *Variable Returns to Scale*

$$\text{Max } E_0 = \frac{\sum_{k=1}^K w_k P_{k0}}{\sum_{j=1}^J v_j I_{j0}}$$

Sujeito à:

$$\frac{\sum_{k=1}^K w_k P_{ki}}{\sum_{j=1}^J v_j I_{ki}} \leq 1$$

$$v_j, w_k \geq 0 \quad \forall j, k$$

Podemos observar que este é um problema de programação não linear, contudo é possível transformar o modelo descrito acima em um problema de programação linear.

Assim a formulação do modelo de retornos constantes de escala é dada por:

$$\text{Max } E_0 = \sum_{k=1}^K w_k P_{k0}$$

Sujeito à:

$$\sum_{j=1}^J v_j I_{j0} = 1$$

$$\sum_{k=1}^K w_k P_{ki} - \sum_{j=1}^J v_j I_{ji} \leq 0$$

$$v_j, w_k \geq 0 \quad \forall j, k$$

onde:

$E_0$ : eficiência da UTD em análise;

$I_{j0}, P_{k0}$ : insumos e produtos referentes à UTD em análise;

$I_{ji}, P_{ki}$ : insumos e produtos referentes à UTD  $i$ ;

$v_j, w_k$ : pesos relativos aos insumos e produtos, respectivamente.

A forma dual para esse problema de programação linear, conforme apresentado por Mello *et. al.* (2005), é dada por:

$$\text{Min } \theta$$

Sujeito à:

$$\theta I_{j0} - \sum_{i=1}^n \lambda_i I_{ji} \geq 0, \quad j = 1, \dots, J;$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i P_{ki} - P_{k0} \geq 0, \quad k = 1, \dots, K;$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad \forall i$$

onde:

$\theta$ : nível de eficiência com variação entre 0 e 1;

$I_{j0}, P_{k0}$ : insumos e produtos referentes à UTD em análise;

$I_{ji}, P_{ki}$ : insumos e produtos referentes à UTD  $i$ ;

$\lambda_i$ : peso da UTD  $i$  para dominar a UTD em análise.

### 2.2.2 Modelo de Retornos Variáveis de Escala (VRS)

O modelo VRS, conhecido também por BCC, iniciais dos nomes de seus autores Banker, Charnes e Cooper (1984) que o apresentaram em um artigo publicado na *Management Science*. Este modelo pressupõe que as UTD's avaliadas apresentem retornos variáveis de escala, ou seja, não existe proporcionalidade entre os insumos e os produtos, o que possibilita retornos diferentes à escala ao longo da fronteira de eficiência fazendo como que a produtividade máxima varie em função da escala de produção.

Assim, no modelo BCC o axioma da proporcionalidade é substituído pelo axioma da convexidade com a inclusão da restrição  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ .

Com base em Banker, Charnes e Cooper (1984) e Rodrigues (2018) a formulação primal para o modelo DEA-BCC é dada por:

$$\text{Min } \theta$$

Sujeito à:

$$\theta I_{j0} - \sum_{i=1}^n \lambda_i I_{ji} \geq 0, \quad j = 1, \dots, J;$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i P_{ki} - P_{k0} \geq 0, \quad k = 1, \dots, K;$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

$$\lambda_i \geq 0 \quad \forall i$$

onde:

$\theta$ : nível de eficiência com variação entre 0 e 1;

$I_{j0}, P_{k0}$ : insumos e produtos referentes à UTD em análise;

$I_{ji}, P_{ki}$ : insumos e produtos referentes à UTD  $i$ ;

$\lambda_i$ : peso da UTD  $i$  para dominar a UTD em análise.

A formulação dual para o problema de programação linear é dada por:

$$\text{Max } E_0 = \sum_{k=1}^K w_k P_{k0} - w^*$$

Sujeito à:

$$\sum_{j=1}^J v_j I_{j0} = 1$$

$$\sum_{k=1}^K w_k P_{ki} - w^* - \sum_{j=1}^J v_j I_{ji} \leq 0, \quad i = 1, \dots, n$$

$$v_j, w_k \geq 0, \quad \forall j, k$$

onde:

$E_0$ : eficiência da UTD em análise;

$I_{j0}, P_{k0}$ : insumos e produtos referentes à UTD em análise;

$I_{ji}, P_{ki}$ : insumos e produtos referentes à UTD  $i$ ;

$v_j, w_k$ : pesos relativos aos insumos e produtos, respectivamente.

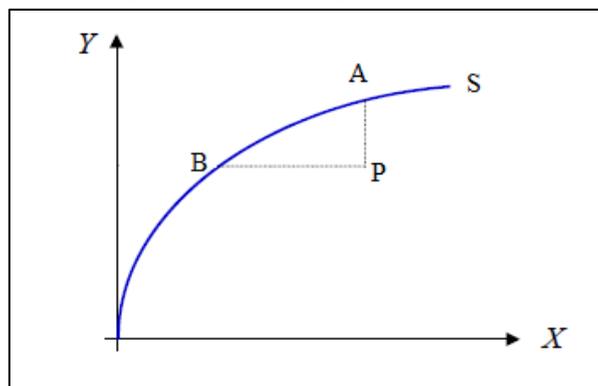
$w^*$ : corresponde ao fator de escala.

A variável  $w^*$  está associada a condição  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$  e representa o fator de escala, sendo que os retornos são constantes quando  $w^* = 0$ , decrescentes quando  $w^* > 0$  e crescentes quando  $w^* < 0$ . (BANKER *et al.*, 2011, *apud* RODRIGUES, 2018)

### 2.2.3 Orientação do Modelo

Existem duas maneiras básicas de uma unidade ineficiente tornar-se eficiente. A primeira é manter os insumos fixos e aumentar os produtos; a segunda é manter fixo os produtos e reduzir os insumos. Na Figura 3, podemos visualizar as duas formas mencionadas.

**Figura 3** - Orientação do Modelo DEA



Fonte: Elaborado pela autora

Na Figura 3, a curva S corresponde a fronteira de eficiência, o eixo X corresponde aos insumos e o eixo Y os produtos usados no processo produtivo. A unidade ineficiente P precisa se deslocar para o ponto A para que ela possa tornar-se eficiente aumentando os produtos, temos assim uma orientação à produto. Para a unidade P tornar-se eficiente reduzindo os insumos, ela deve ser deslocada até o ponto B, nesse caso dizemos que a orientação é a insumo.

Essas duas formas de tornar uma unidade P eficiente determina a orientação tanto para o modelo CCR quanto para o modelo BCC.

As Tabelas 1 e 2 a seguir apresentam uma síntese do problema de programação linear para cada um dos modelos DEA.

**Tabela 1 - Síntese da Orientação do Modelo CCR**

Orientação à insumo (= reduzir insumos)	Orientação à produto (= aumentar produtos)
<b>Modelo dos Multiplicadores</b>	
$Max E_0 = \sum_{k=1}^K w_k P_{k0}$ <p>Sujeito à:</p> $\sum_{j=1}^J v_j I_{j0} = 1$ $\sum_{k=1}^K w_k P_{ki} - \sum_{j=1}^J v_j I_{ji} \leq 0$ $v_j, w_k \geq 0 \quad \forall j, k$ <p><math>E_0</math>: eficiência da UTD em análise;  <math>I_{j0}, P_{k0}</math>: insumos e produtos referentes à UTD em análise;  <math>I_{ji}, P_{ki}</math>: insumos e produtos referentes à UTD <math>i</math>;  <math>v_j, w_k</math>: pesos relativos aos insumos e produtos, respectivamente.</p>	$Min E_0 = \sum_{j=1}^J v_j I_{j0}$ <p>Sujeito à:</p> $\sum_{k=1}^K w_k P_{k0} = 1$ $\sum_{k=1}^K w_k P_{ki} - \sum_{j=1}^J v_j I_{ji} \leq 0$ $v_j, w_k \geq 0 \quad \forall j, k$ <p><math>E_0</math>: eficiência da UTD em análise;  <math>I_{j0}, P_{k0}</math>: insumos e produtos referentes à UTD em análise;  <math>I_{ji}, P_{ki}</math>: insumos e produtos referentes à UTD <math>i</math>;  <math>v_j, w_k</math>: pesos relativos aos insumos e produtos, respectivamente.</p>
<b>Modelo do Envelope</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Min <math>\theta</math></b></p> <p>Sujeito à:</p> $\theta I_{j0} - \sum_{i=1}^n \lambda_i I_{ji} \geq 0, \quad j = 1, \dots, J;$ $\sum_{i=1}^n \lambda_i P_{ki} - P_{k0} \geq 0, \quad k = 1, \dots, K;$ $\lambda_i \geq 0 \quad \forall i$ <p><math>\theta</math>: nível de eficiência com variação entre 0 e 1;  <math>I_{j0}, P_{k0}</math>: insumos e produtos referentes à UTD em análise;  <math>I_{ji}, P_{ki}</math>: insumos e produtos referentes à UTD <math>i</math>;  <math>\lambda_i</math>: peso da UTD <math>i</math> para dominar a UTD em análise.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Max <math>\theta</math></b></p> <p>Sujeito à:</p> $-\theta P_{k0} + \sum_{i=1}^n \lambda_i P_{ki} \geq 0, \quad k = 1, \dots, K;$ $I_{j0} - \sum_{i=1}^n \lambda_i I_{ji} \geq 0, \quad j = 1, \dots, J;$ $\lambda_i \geq 0 \quad \forall i$ <p><math>\theta</math>: nível de eficiência com variação entre 0 e 1;  <math>I_{j0}, P_{k0}</math>: insumos e produtos referentes à UTD em análise;  <math>I_{ji}, P_{ki}</math>: insumos e produtos referentes à UTD <math>i</math>;  <math>\lambda_i</math>: peso da UTD <math>i</math> para dominar a UTD em análise.</p>

**Fonte:** Elaborado pela autora

**Tabela 2** - Síntese da Orientação do Modelo BCC

Orientação à insumo (= reduzir insumos)	Orientação à produto (= aumentar produtos)
<b>Modelo dos Multiplicadores</b>	
$Max E_0 = \sum_{k=1}^K w_k P_{k0} - w^*$ <p>Sujeito à:</p> $\sum_{j=1}^J v_j I_{j0} = 1$ $\sum_{k=1}^K w_k P_{ki} - w^* - \sum_{j=1}^J v_j I_{ji} \leq 0$ $v_j, w_k \geq 0 \quad \forall j, k$ <p><math>E_0</math>: eficiência da UTD em análise;  <math>I_{j0}, P_{k0}</math>: insumos e produtos referentes à UTD em análise;  <math>I_{ji}, P_{ki}</math>: insumos e produtos referentes à UTD <math>i</math>;  <math>v_j, w_k</math>: pesos relativos aos insumos e produtos, respectivamente.  <math>w^*</math>: corresponde ao fator de escala.</p>	$Min E_0 = \sum_{j=1}^J v_j I_{j0} - v^*$ <p>Sujeito à:</p> $\sum_{k=1}^K w_k P_{k0} = 1$ $\sum_{j=1}^J v_j I_{ji} - \sum_{k=1}^K w_k P_{ki} - v^* \geq 0$ $v_j, w_k \geq 0 \quad \forall j, k$ <p><math>E_0</math>: eficiência da UTD em análise;  <math>I_{j0}, P_{k0}</math>: insumos e produtos referentes à UTD em análise;  <math>I_{ji}, P_{ki}</math>: insumos e produtos referentes à UTD <math>i</math>;  <math>v_j, w_k</math>: pesos relativos aos insumos e produtos, respectivamente.  <math>w^*</math>: corresponde ao fator de escala.</p>
<b>Modelo do Envelope</b>	
<p style="text-align: center;"><i>Min</i> <math>\theta</math></p> <p>Sujeito à:</p> $\theta I_{j0} - \sum_{i=1}^n \lambda_i I_{ji} \geq 0, \quad j = 1, \dots, J;$ $\sum_{i=1}^n \lambda_i P_{ki} - P_{k0} \geq 0, \quad k = 1, \dots, K;$ $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ $\lambda_i \geq 0 \quad \forall i$ <p><math>\theta</math>: nível de eficiência com variação entre 0 e 1;  <math>I_{j0}, P_{k0}</math>: insumos e produtos referentes à UTD em análise;  <math>I_{ji}, P_{ki}</math>: insumos e produtos referentes à UTD <math>i</math>;  <math>\lambda_i</math>: peso da UTD <math>i</math> para dominar a UTD em análise.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Max</i> <math>\theta</math></p> <p>Sujeito à:</p> $-\theta P_{k0} + \sum_{i=1}^n \lambda_i P_{ki} \geq 0, \quad k = 1, \dots, K;$ $I_{j0} - \sum_{i=1}^n \lambda_i I_{ji} \geq 0, \quad j = 1, \dots, J;$ $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ $\lambda_i \geq 0 \quad \forall i$ <p><math>\theta</math>: nível de eficiência com variação entre 0 e 1;  <math>I_{j0}, P_{k0}</math>: insumos e produtos referentes à UTD em análise;  <math>I_{ji}, P_{ki}</math>: insumos e produtos referentes à UTD <math>i</math>;  <math>\lambda_i</math>: peso da UTD <math>i</math> para dominar a UTD em análise.</p>

Fonte: Elaborado pela autora

### 2.3 Aplicações da DEA para a avaliação da Educação Brasileira

Para verificarmos o estado da arte das produções acadêmicas no Brasil, sobre o uso da Análise Envolvória de Dados como ferramenta para avaliar a eficiência dos gastos públicos em educação, recorreremos a base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), por este ser esta uma fonte confiável e de busca livre das pesquisas de mestrado e doutorado das principais universidades brasileiras.

Para nossa consulta a base de dados da CAPES, na plataforma de Banco de Teses, utilizamos os descritores “Análise Envolvória de Dados + Gastos Públicos em Educação” como

forma de aproximação da temática da nossa pesquisa. Considerando que o Banco de teses da Capes possui muitas produções científicas, filtramos para seleção somente as pesquisas relacionadas a “dissertações e teses” no qual utilizamos como recorte temporal o período de 2009 a 2018, pois até a presente data desta pesquisa, não estavam disponíveis os dados cadastrados referentes ao ano base de 2019.

Após a primeira filtragem percebemos que as pesquisas envolvendo a Análise Envoltória de Dados concentravam, em sua maioria, em programas de Mestrado ou Doutorado pertencentes a grande área de conhecimento de Ciências Sociais Aplicadas e de Engenharias, em particular aos programas de Administração e Engenharia de Produção, o que revela que poucas pesquisas que englobam a Análise Envoltória de Dados foram desenvolvidas em programas de Matemática Aplicada. Diante desse fato, refinamos nossas buscas e incluímos como filtro a grande área de conhecimento de Ciências Sociais Aplicadas e de Engenharias.

Com a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos identificamos as que abordavam os gastos públicos em educação e utilizavam como ferramenta a Análise Envoltória de Dados. Entre as publicações analisadas encontramos 32 pesquisas. Com o objetivo de as reclassificarmos com as que se aproximavam com a temática da nossa pesquisa estabelecemos três critérios, sendo eles:

- Ter aplicado a metodologia DEA;
- Ter como insumo alguma variável que represente o gasto público em educação;
- Estar disponível em meio eletrônico.

Entre os 32 trabalhos, filtramos 17 que se enquadravam nos três critérios e as organizamos por ano de publicação conforme o Quadro 2.

**Quadro 2 - Distribuição dos trabalhos por ano de publicação**

ANO	PUBLICAÇÕES
2018	PLANELLS (2018)
2017	ALMEIDA (2017), ARAUJO JUNIOR (2017), SANTOS (2017)
2016	FREITAS (2016), MOTA (2016), OLIVEIRA (2016)
2015	FERREIRA (2015)
2014	COLUCCI (2014), FURTADO (2014), NUINTIN (2014), VECCHIA (2014), WILL (2014)
2013	DANTAS (2013), FIRMININO (2013), SILVA (2013)
2010	MORAIS (2010)

**Fonte:** Elaborado pela autora – dados extraídos do Banco de Teses e Dissertações da CAPES (2019).

As 17 pesquisas consultadas, foram produzidas nos últimos dez anos. Cabe ressaltar que os trabalhos excluídos após a segunda seleção, deu-se principalmente por dois fatores: i)

por não analisar a eficiência das unidades produtivas quanto ao gasto público e ii) por não analisar a eficiência quanto aos gastos públicos apenas em educação, mas também em outras áreas públicas, por exemplo, como em segurança e saúde de forma agregada.

Entre os trabalhos selecionados utilizando a metodologia DEA no setor de serviços públicos no Brasil, percebemos uma concentração em programas de Mestrados, sendo dezesseis Dissertações de Mestrado, e, somente um refere-se a Tese de Doutorado.

No Quadro 3, apresentamos uma síntese sobre as unidades produtivas consideradas nos trabalhos analisados, bem como sobre quais foram o modelo DEA, insumos e produtos utilizados.

**Quadro 3 - Aplicações do modelo DEA na Área da Educação na literatura nacional**

<b>Autor</b>	<b>UTD</b>	<b>Modelo DEA e Orientação</b>	<b>Insumo</b>	<b>Produto</b>
Planells (2018)	Universidades Federais	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo corrente sem hospital</li> <li>• Professores equivalentes</li> <li>• Funcionários equivalentes sem hospital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total de alunos matriculados na graduação</li> <li>• Índice geral de cursos</li> <li>• Taxa de sucesso na graduação</li> <li>• Conceito CAPES</li> <li>• Grau de participação estudantil</li> <li>• Ranking RUF</li> </ul>
Almeida (2017)	Municípios do Rio grande do Norte	CCR orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto público municipal em educação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de matrículas</li> <li>• Número de professores</li> <li>• Número de escolas que oferecem merenda</li> </ul>
Araujo Junior (2017)	Municípios Nordestinos	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto municipal com educação por aluno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notas do IDEB municipal para os anos iniciais e finais do Ensino Fundamental</li> </ul>
Santos (2017)	Municípios Brasileiros	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto por aluno com educação</li> <li>• Produto interno bruto municipal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IDEB 5º e 9º ano</li> <li>• Inverso da taxa de alunos de 6 a 14 anos com 2 anos ou mais atrasados</li> <li>• Taxa de atendimento a crianças de 6 a 14 anos na escola</li> </ul>
Freitas (2016)	Países	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto público em educação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa líquida de atendimento do Ensino Secundário</li> <li>• Exame do PISA</li> </ul>
Oliveira (2016)	Universidades Federais	CCR orientado a Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gastos totais por aluno</li> <li>• Gastos com custeio por aluno</li> <li>• Gastos com docentes por aluno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nota no Ranking RUF</li> </ul>
Mota (2016)	Municípios do Rio de Janeiro	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gastos municipais com Ensino Fundamental</li> <li>• Número de professores do 9º ano</li> <li>• Número de alunos matriculados no 9º ano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percentual de alunos com conhecimento avançado ou proficiente na Prova Brasil em Português.</li> <li>• Percentual de alunos com conhecimento avançado ou</li> </ul>

Autor	UTD	Modelo DEA e Orientação	Insumo	Produto
				proficiente na Prova Brasil em Matemática
Ferreira (2015)	Escolas municipais de São Paulo	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investimento anual por aluno do Ensino Fundamental</li> <li>• Nível socioeconômico médio dos alunos por escola</li> <li>• Infraestrutura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IDEB</li> </ul>
Nuintin (2014)	Universidades Federais	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo corrente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Total de aluno na graduação</li> <li>• Total de aluno na pós-graduação</li> <li>• Total de pessoas beneficiadas (Extensão)</li> <li>• Total de alunos assistidos (Assistência)</li> <li>• Taxa de sucesso na graduação</li> <li>• Índice geral de cursos</li> <li>• Ranking Internacional QS</li> <li>• Ranking Nacional RUF</li> </ul>
Furtado (2014)	Institutos Federais	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gastos correntes por aluno</li> <li>• Índice de titulação do corpo docente</li> <li>• Relação quantidade de aluno por professor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relação concluintes por alunos matriculados</li> </ul>
Colluci (2014)	Escolas públicas municipais brasileiras	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investimento anual municipal por aluno do Ensino Fundamental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Média padronizada da Prova Brasil</li> <li>• Indicador de rendimento</li> </ul>
Vecchia (2014)	Instituições de Ensino Superior Públicas do Nordeste do Brasil	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razão entre alunos matriculados na graduação e docentes totais em exercício</li> <li>• Índice de qualificação do corpo docente</li> <li>• Razão entre despesas gerais e alunos matriculados totais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número total de concluintes na graduação</li> <li>• Índice geral de cursos</li> </ul>
Will (2014)	Estados Brasileiros	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto <i>per capita</i> em educação e cultura</li> <li>• PIB <i>per capita</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notas do SAEB do 5º, 9º e Ensino Médio</li> </ul>
Silva (2013)	Municípios de Minas Gerais	CCR orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto com educação <i>per capita</i></li> <li>• Arrecadação do município <i>per capita</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de atendimento a crianças de 0 a 5 anos</li> <li>• Taxa de atendimento a crianças de 0 a 14 anos</li> <li>• Taxa de atendimento a jovens de 15 a 17 anos</li> </ul>

Autor	UTD	Modelo DEA e Orientação	Insumo	Produto
Dantas (2013)	Municípios do Rio Grande do Norte	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto público por aluno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de professores por aluno</li> <li>• Índice de salas de aula por aluno</li> <li>• Índice de escolas por aluno</li> <li>• Índice do inverso da taxa de distorção idade-série</li> <li>• IDEB</li> </ul>
Firmino (2013)	Municípios Paraibanos	BCC orientado a Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos do Fundeb</li> <li>• Outras fontes de recursos da Educação Básica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IDEB do 5º e 9º ano</li> </ul>
Morais (2010)	Municípios Mineiros	BCC orientado a Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despesa com Ensino Fundamental por número de matrículas</li> <li>• Média do percentual de professores com Ensino Superior</li> <li>• Infraestrutura</li> <li>• Consumo residencial <i>per capita</i> de energia elétrica nos municípios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IDEB do 5º e 9º ano</li> </ul>

**Fonte:** Elaborado pela autora – dados extraídos do Banco de Teses e Dissertações da CAPES (2019).

Ao observarmos o Quadro 3, percebemos que as pesquisas utilizando a metodologia DEA no setor de serviços públicos em educação se concentram, em sua maioria, sobre a avaliação da eficiência dos municípios em vários estados, porém não encontramos nenhuma pesquisa que tenha avaliado especificamente, a eficiência dos municípios mato-grossenses quanto ao gasto público em educação.

Outro fato que podemos observar no Quadro 3 é o número significativo de trabalhos voltados a avaliar a eficiência dos gastos públicos em Instituições de Ensino Superior, isso nos dá a ideia de que a preocupação com a eficiência do setor público no âmbito educacional vai desde os anos iniciais de ensino até a graduação e pós-graduação.

Quanto ao modelo DEA usado nas pesquisas, o mais empregado é o modelo BCC orientado a produto. De acordo com Will (2014) esse modelo torna-se mais adequado em pesquisas onde as unidades produtivas são de tamanhos diferentes, além do fato de que, tal modelo enriquece a avaliação da eficiência em organizações que atuem com retornos variáveis de escala, como é o caso do setor público. A escolha pela orientação a produto, está relacionado ao objetivo do trabalho. Dentre os trabalhos apresentados no Quadro 3, a maioria, possui a orientação a produto o que é justificável, pois os autores tinham como objetivo não diminuir os insumos usados, mas sim, que as unidades melhorassem seus resultados a partir dos recursos disponíveis.

Em relação as variáveis de insumo e produto apresentadas nos trabalhos selecionados, percebemos que, de modo geral existem duas vertentes que podem ser seguidas quando desejamos analisar a eficiência dos gastos públicos em educação: a abordagem quantitativa e a abordagem qualitativa.

Nos dois casos os insumos usados consistem basicamente em variáveis que representem o gasto público em educação, enquanto os produtos são escolhidos de acordo com a vertente em que o autor deseja avaliar a eficiência de suas UTD's.

No trabalho de Nuintin (2014) as duas abordagens, tanto qualitativa quanto quantitativa, são discutidas. Ao avaliar a eficiência dos gastos públicos nas Universidades Federais, o autor faz uma avaliação quantitativa, apresenta como produto o total de aluno na graduação, o total de aluno na pós-graduação, o total de pessoas beneficiadas (Extensão) e o total de alunos assistidos (Assistência). Essa escolha de variáveis evidencia que em uma abordagem quantitativa a preocupação na análise da eficiência consiste em avaliar os gastos públicos quanto ao número de pessoas atendidas pelo sistema público de educação.

Ao avaliar a eficiência de modo qualitativo, Nuintin (2014) escolhe como produto a taxa de sucesso na graduação, o índice geral de cursos, o ranking internacional QS e o ranking nacional RUF, tal escolha mostra que na abordagem qualitativa o objetivo está em analisar a eficiência da UTD quanto a qualidade do ensino ofertado pelas instituições.

### **3 A DEA e a avaliação da eficiência dos municípios no investimento em educação pública no Mato Grosso**

Neste capítulo apresentamos as etapas e procedimentos metodológicos adotados para a realização da avaliação da eficiência dos gastos públicos com o ensino fundamental no estado de Mato Grosso.

#### **3.1 Pesquisa bibliográfica**

Para delimitarmos o tema de estudo, identificamos as variáveis e os principais modelos DEA utilizados para a avaliação de desempenho no setor de serviços públicos no âmbito educacional, com o intuito de possibilitar que construíssemos uma modelagem para mensurar a eficiência dos gastos públicos educacionais em Mato Grosso.

De acordo com Fonseca (2002, p. 31), “[...] qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto”, sistematizamos os conceitos mais relevantes sobre: eficiência, Análise Envoltória de Dados e gastos públicos em educação.

Utilizamos os estudos publicados em bases como o banco de dados da CAPES e *Google Scholar* com base no que diz Fonseca (2002) de que a pesquisa bibliográfica é realizada a partir de um levantamento de referências teóricas já elaboradas, constituídas em geral por livros e artigos científicos, disponíveis em bibliotecas e páginas de *web sites*.

#### **3.2 As especificações do estudo: indicadores insumos e produtos**

A técnica de Análise Envoltória de Dados não propõe uma estratégia específica para a seleção das variáveis de insumos e produtos utilizadas na formulação da modelagem, ficando a critério do pesquisador escolher as variáveis de acordo com os objetivos do estudo. (ALMEIDA, 2017)

De acordo com Lins e Moreira (2000) a fase de seleção das variáveis considera inicialmente uma lista de possíveis variáveis a entrar no modelo, sendo que podem ser qualitativas ou quantitativas. Além disso, os autores destacam que a escolha das variáveis pode seguir a opinião do interessado ou utilizar o auxílio da análise de correlação, de modo que quando realizada de acordo com o interesse do pesquisador, a seleção das variáveis deve levar em consideração os seguintes aspectos: i) se a variável escolhida aponta uma informação necessária ainda não incluída em outras variáveis; ii) se a variável relaciona ou contribui com

os objetivos da aplicação; iii) se os dados de cada variável são confiáveis; iv) se explica a eficiência da unidade tomadora de decisão.

Assim, a partir da revisão da literatura identificamos um conjunto de variáveis para em seguida coletarmos os dados necessários referente aos anos disponíveis para todo o conjunto de variáveis e UTD's. O Quadro 4 apresenta uma síntese das variáveis utilizadas nessa pesquisa, bem como seus respectivos referenciais teóricos.

**Quadro 4 - Descrição das variáveis e o seu referencial teórico**

<b>Dimensão</b>	<b>Variável</b>	<b>Autor</b>
<b>Econômica</b>	Produto Interno Bruto (PIB)	Will (2014), Savian e Bezerra (2013), Santos (2017)
	Gastos Públicos em Educação	Almeida (2017), Araujo Junior (2017), Santos (2017), Mota (2016), Ferreira (2015), Dantas (2013), Savian e Bezerra (2013)
<b>Educacional</b>	Número de Alunos Matriculados	Mota (2016), Santos (2009)
	Número de Professores	Mota (2016), Santos (2009)
	Número de Escolas	Savian e Bezerra (2013)
	IDEA	Araujo Junior (2017), Santos (2017), Ferreira (2015), Dantas (2013), Savian e Bezerra (2013), Morais (2010)
<b>Geográfica</b>	Extensão Territorial	Sugestão da autora
	População Municipal	Sugestão da autora

**Fonte:** Elaborado pela autora

Apesar de, como apontado por Lins e Moreira (2000), em situações reais em que se pressupõe uma pequena oferta de variáveis e uma grande coleção de unidades produtivas a ser analisadas, não se justifica a necessidade de utilizar alguma técnica para seleção das variáveis. Realizamos nessa pesquisa um breve estudo da correlação entre as variáveis.

Por considerarmos a complexidade de pesquisas que envolvem a avaliação da eficiência no âmbito educacional, optamos por não restringir nossa análise a apenas uma vertente, e, portanto, ao decorrer do estudo realizamos a análise de diferentes cenários.

Assim, no que chamamos de Cenário Original, selecionamos as variáveis de insumos e produtos usadas na modelagem DEA, descritas no Quadro 5, com base nas variáveis apresentadas no Quadro 4, com o intuito de responder nossa questão problema: *quais municípios do Estado de Mato Grosso são mais eficientes na conversão dos recursos públicos em indicadores de qualidade na educação em nível fundamental?*

**Quadro 5** - Descrição das variáveis de insumo e produto do Cenário Original

Variáveis de Insumos	Variáveis de Produtos
Despesas com o Ensino Fundamental	IDEB do 5º Ano do Ensino Fundamental
PIB per capita Municipal	
Número de Escola Municipais de Ensino Fundamental	
Número de Professores	
Número de Alunos Matriculados	

Fonte: Elaborado pela autora

A escolha das despesas com o ensino fundamental como variável de insumo está relacionada a aquisição, manutenção, construção e conservação de instalações e equipamentos pelos municípios destinados ao funcionamento das unidades de ensino. De acordo com a LDB, em relação aos recursos oriundos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação Básica (FUNDEB), no art. 70 temos que as despesas relacionadas ou vinculadas à educação básica, são:

- I - remuneração e aperfeiçoamento do pessoal docente e demais profissionais da educação;
- II - aquisição, manutenção, construção e conservação de instalações e equipamentos necessários ao ensino;
- III - uso e manutenção de bens e serviços vinculados ao ensino;
- IV - levantamentos estatísticos, estudos e pesquisas visando precipuamente ao aprimoramento da qualidade e à expansão do ensino;
- V - realização de atividades-meio necessárias ao funcionamento dos sistemas de ensino;
- VI - concessão de bolsas de estudo a alunos de escolas públicas e privadas;
- VII - amortização e custeio de operações de crédito destinadas a atender ao disposto nos incisos deste artigo;
- VIII - aquisição de material didático-escolar e manutenção de programas de transporte escolar. (BRASIL, 2017, p.46)

Para avaliar a eficiência dos municípios quanto a aplicação dos recursos financeiros na educação básica, escolhemos também como insumo o Produto Interno Bruto per capita dos municípios, com o intuito de mensurar o impacto das riquezas municipais sobre a eficiência das UTD's. Autores como Santos (2017) e Will (2014) apontam o PIB como a variável que possibilita relativizar as riquezas das unidades, uma vez que as características econômicas diversas das UTD's podem influenciar nos resultados alcançados por elas.

Também consideramos as variáveis, número de escolas, alunos e professores porque elas descrevem os insumos necessários para produzir os resultados do IDEB, pois é no ambiente escolar que se dá a interação entre professores e alunos, de modo a possibilitar um ensino e aprendizagem de qualidade.

Com relação as escolas públicas municipais, em 2017 Mato Grosso possuía 1.021 escolas municipais com ensino fundamental localizadas na zona Rural e Urbana de acordo com

o censo escolar publicado pelo INEP. Destas escolas, 907 delas, que corresponde 88,83%, pertencem aos 117 municípios pesquisados.

No que se refere aos professores, segundo o Censo Escolar, a rede pública municipal de Mato Grosso, em 2017, tinha 10.334 professores no ensino fundamental. Nas 907 escolas municipais estavam lotados 9.704 professores correspondendo a 93,9% do total. Para Santos (2009) utilizar o número de professores como variável de insumo é importante, porque eles representam a maioria dos profissionais da educação e, portanto, grande parte dos recursos públicos é destinado ao pagamento desses profissionais.

Quanto ao número de alunos matriculados no Ensino Fundamental, Mato Grosso possuía 205.044 estudantes nas 907 escolas municipais. Esse número corresponde a 95,3% do total de alunos do ensino público municipal.

Dantas (2013) em sua pesquisa utilizou variáveis como índice de escola por alunos e índice de professores por alunos, no entanto de acordo com Mota (2016) o uso de variáveis na forma de razão pode levar a técnica DEA a encontrar eficiências com valores incorretos. Assim, optamos nessa pesquisa por trabalhar com as variáveis professor, aluno e escola separados.

Com relação a variável de produto, a escolha foi pelo IDEB em vez da nota do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), devido ao primeiro mensurar de modo amplo a qualidade do aprendizado nacional, uma vez que é calculado a partir da taxa de rendimento escolar (aprovação), obtidos no Censo Escolar e das médias do SAEB.

A meta para o Brasil até 2021 é a de alcançar o índice 6,0 no IDEB, para se equiparar aos índices de países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra e Suécia. No último IDEB realizado em 2017, o índice alcançado foi de 5,8 nos anos iniciais, 4,7 nos anos finais do Ensino Fundamental e de 3,8 no Ensino Médio. No Mato Grosso, o índice geral do IDEB alcançado pelas escolas públicas (municipal, estadual e Federal) foi de 5,7 no 5º ano e de 4,7 no 9º ano.

Utilizamos o IDEB apenas do 5º ano do Ensino Fundamental, pois durante a coleta dos dados verificamos a inexistência de informações sobre o IDEB do 9º ano do Ensino Fundamental para um número alto de municípios, o que levaria a exclusão de mais de 50% deles.

A educação básica é formada por três grandes etapas: educação infantil, ensino fundamental e ensino médio. Escolhemos o ensino fundamental por ele ser obrigatório, gratuito com duração de 9 anos, sendo 5 anos no atendimento das crianças na faixa etária de 6 a 10 anos

de idade nos anos iniciais e de 4 anos, na faixa etária de 11 a 14 anos de idade nos anos finais, de acordo com a Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006.

No Quadro 6 apresentamos as variáveis de insumo e produto usadas no Cenário original e as que modificamos nos outros Cenários construídos para verificarmos se a mudança das variáveis poderia acarretar em mudanças significativas no modelo original.

**Quadro 6** - Descrição das variáveis de insumo e produto do Cenário original e dos Cenários construídos.

Cenários	Variáveis de Insumos	Variáveis de Produtos
<b>Cenário original</b>	Despesas com o Ensino Fundamental	IDEB do 5º Ano do Ensino Fundamental
	PIB per capita Municipal	
	Número de Escola Municipais de Ensino Fundamental	
	Número de Professores	
<b>Cenário 1</b>	Despesas com o Ensino Fundamental	IDEB do 5º Ano do Ensino Fundamental
	PIB per capita Municipal	
<b>Cenário 2</b>	Despesas com Ensino Fundamental	IDEB do 5º Ano do Ensino Fundamental
<b>Cenário 3</b>	Despesas com o Ensino Fundamental	IDEB do 5º Ano do Ensino Fundamental
	PIB per capita Municipal	
	Número de Escola Municipais de Ensino Fundamental	
	Número de Professores	Número de Alunos Matriculados
	População Municipal	
<b>Cenário 4</b>	Despesas com o Ensino Fundamental	IDEB do 5º Ano do Ensino Fundamental
	PIB per capita Municipal	
	Número de Escola Municipais de Ensino Fundamental	
	Número de Professores	Extensão Territorial
	Número de Alunos Matriculados	

**Fonte:** Elaborado pela autora

Nos cenários 1 e 2, com o intuito de avaliarmos a eficiência dos municípios mato-grossenses considerando apenas o impacto dos aspectos econômicos sobre os resultados do IDEB, suprimimos do Cenário original, as variáveis da dimensão educacional. E, no cenário 2, retiramos do modelo a variável de insumo PIB per capita Municipal, a fim de verificarmos a

relevância dessa variável como instrumento capaz de relativizar as riquezas municipais e assim impedir possíveis erros e distorções nas taxas de eficiências encontradas.

No Cenário 3, acrescentamos às variáveis de insumo, a população municipal e na variável de produto, o número de alunos, por entendermos que o número de alunos poderia ser proporcional a população municipal. Ao colocarmos o número de alunos no produto, podemos avaliar a eficiência tanto em relação a qualidade do ensino ofertado mensurada pela variável IDEB quanto a eficiência em relação a quantidade de atendimento do sistema educacional aos alunos diante dos recursos disponíveis para o Ensino Fundamental.

Por fim, no cenário 4 incluímos na variável de produto, a extensão territorial. Ao analisarmos os resultados obtidos a partir do Cenário original, verificamos que alguns dos municípios considerados como eficientes possuíam pouca extensão territorial o que nos levou a considerar esta variável. Nossa hipótese foi de que esta variável poderia interferir na forma como o recurso é gasto pelo município, pois, se há escolas distantes da sua sede, a sua manutenção demanda a disponibilização de mais recursos financeiros para prover necessidades básicas para o seu funcionamento, como o deslocamento de recursos materiais e de pessoal, neste sentido, se o município possui uma extensão territorial menor, ele pode gerir melhor seus recursos e, portanto, alcançar melhores resultados.

### 3.3 Fontes de coleta de dados

Os dados coletados para a pesquisa são provenientes de fontes secundárias de consulta pública disponíveis em sites como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Secretaria do Tesouro Nacional (STN), e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

O IBGE é uma entidade da administração pública federal, vinculada ao Ministério da Economia, cujo principal objetivo é oferecer uma visão completa e atual do País, através do desempenho de suas principais funções, dentre as quais destacamos: a produção e análise de informações estatísticas; coordenação e consolidação das informações estatísticas; produção e análise de informações geográficas; coordenação e consolidação das informações geográficas; estruturação e implantação de um sistema de informações ambientais; documentação e disseminação de informações; coordenação dos sistemas estatístico e cartográfico nacionais.

O INEP é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação (MEC) encarregado de auxiliar na formulação de políticas educacionais dos diferentes níveis de governo com objetivo de colaborar para o desenvolvimento econômico e social do país, para

tanto, o INEP atua em Avaliações, exames e indicadores da Educação Básica e do Ensino Superior.

A STN foi instituída em 10 de março de 1986 através do Decreto nº 92.452 e desde então assumiu as funções da Comissão de Programação Financeira e da Secretaria de Controle Interno do Ministério da Fazenda, bem como as atribuições fiscais realizadas pelo Banco Central e Banco do Brasil S/A.

Com o intuito de gerir de forma eficiente e transparente as contas públicas e zelar pela qualidade dos gastos públicos a STN disponibiliza um banco de dados, chamado de Finanças do Brasil (FINBRA), formado pelas informações contábeis, orçamentárias e financeiras enviadas pelos entes da federação a Secretaria do Tesouro Nacional, em atendimento ao art. 51 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, conhecida como Lei de Responsabilidade Fiscal.

Desde 2014, com a criação do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi) os dados do FINBRA passaram a ser atualizados de forma automática e online sendo disponibilizado em formato CSV, facilitando a consulta pública de dados como a arrecadação dos municípios e destinação que eles dão da parcela referente ao recurso de investimentos, em obras, equipamentos e materiais permanentes nas escolas.

A seguir apresentamos o Quadro 7 que indica as fontes dos dados coletados para cada variável utilizada na pesquisa.

**Quadro 7 - Descrição das variáveis e suas respectivas fontes de coleta dos dados**

<b>Dimensão</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Fonte</b>
<b>Econômica</b>	PIB per capita Municipal	IBGE
	Despesas com Ensino Fundamental	FINBRA (STN)
<b>Educacional</b>	Número de Professores	Sinopse Estatística da Educação Básica (INEP)
	Número de Alunos Matriculados	Sinopse Estatística da Educação Básica (INEP)
	Número de Escola	Sinopse Estatística da Educação Básica (INEP)
	IDEB 5º ano do Ensino Fundamental	INEP
<b>Geográfica</b>	Extensão Territorial	IBGE
	População Municipal	IBGE

**Fonte:** Elaborado pela autora

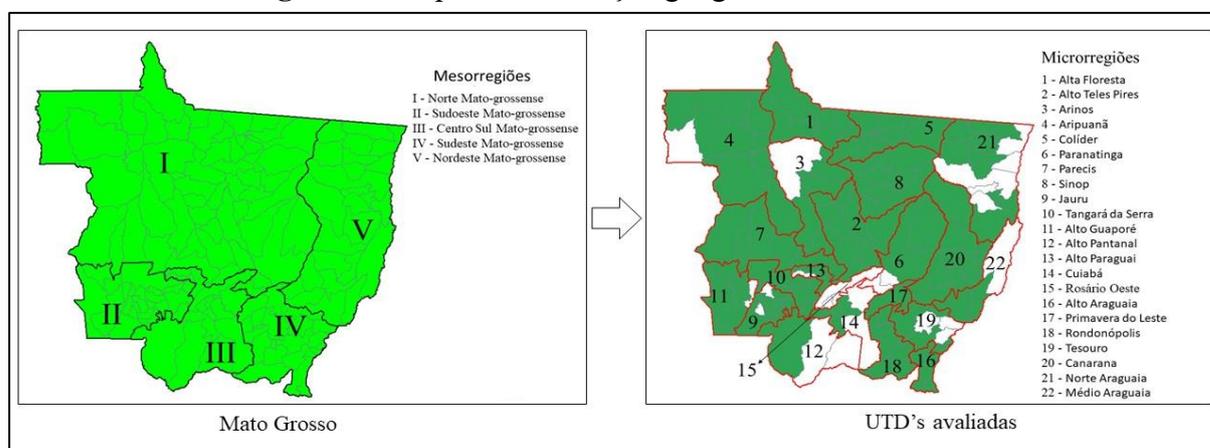
### 3.4 Delimitação e caracterização das UTD's

Para constituir um banco de dados para os 141 municípios do estado de Mato Grosso e analisar a aplicação dos recursos financeiros no Ensino Fundamental, coletamos os dados referentes as variáveis selecionadas para compor os insumos e produtos do modelo DEA, considerando os anos disponibilizados.

Considerando que o IDEB é avaliado a cada dois anos, utilizamos os dados das notas mais recentes que se refere ao ano de 2017, uma vez que ainda não foram divulgadas as notas para o ano de 2019. Devido à ausência da nota do IDEB e à falta de informação dos municípios quanto aos recursos financeiros destinados ao Ensino Fundamental enviados a STN, excluimos 24 municípios da amostra.

Assim, foram selecionados 117 municípios mato-grossenses, apresentado na Figura 4, que apresentaram todos os dados para compor a variável de insumo “despesa corrente em ensino fundamental” e do IDEB como variável de produto, para a aplicação da Análise Envoltória de Dados.

**Figura 4 - Mapa da localização geográfica das UTD's**



Fonte: Elaborado pela autora

Na imagem à esquerda da Figura 4 com a legenda “Mato Grosso” visualizamos a divisão municipal e as mesorregiões do estado, já na imagem à direita com a legenda “UTD's avaliadas” temos a divisão do estado por microrregião, bem como os municípios excluídos da amostra, que aparecem na cor branca no mapa.

Os 117 municípios selecionados como UTD's representam 82,98% da totalidade dos municípios mato-grossenses. O Quadro 8 apresenta a descrição nominal, bem como, a micro e a mesorregião a qual pertencem os municípios avaliados na pesquisa.

**Quadro 8 - Descrição dos municípios avaliados por micro e mesorregião**

Mesorregião	Microrregião	Município (UTD)
Norte mato-grossense	Alta Floresta	Alta Floresta, Apiacás, Carlinda, Nova Bandeirantes, Nova Monte Verde, Paranaíta

Mesorregião	Microrregião	Município (UTD)
	Alto Teles Pires	Ipiranga do Norte, Itanhangá, Lucas do Rio Verde, Nobres, Nova Mutum, Nova Ubiratã, Santa Rita do Trivelato, Sorriso, Tapurah
	Arinos	Nova Maringá, Novo Horizonte do Norte, Porto dos Gaúchos, São José do Rio Claro, Tabaporã
	Aripuanã	Aripuanã, Brasnorte, Castanheira, Colniza, Cotriguaçu, Juína, Juruena
	Colíder	Colíder, Guarantã do Norte, Matupá, Nova Canaã do Norte, Nova Guarita, Novo Mundo, Peixoto de Azevedo, Terra Nova do Norte
	Paranatinga	Gaúcha do Norte, Paranatinga
	Parecis	Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio, Comodoro, Diamantino, Sapezal
	Sinop	Cláudia, Feliz Natal, Itaúba, Marcelândia, Nova Santa Helena, Santa Carmem, Sinop, União do Sul, Vera
<b>Sudoeste Mato-grossense</b>	Jauru	Araputanga, Glória D'Oeste, Indiavaí, Jauru, Lambari D'Oeste, Mirassol D'Oeste, Porto Esperidião, Rio Branco, Salto do Céu, São José dos Quatro Marcos
	Tangará da Serra	Barra do Bugres, Denise, Nova Olímpia, Porto Estrela, Tangará da Serra
	Alto Guaporé	Conquista D'Oeste, Nova Lacerda, Pontes e Lacerda, Vila Bela da Santíssima Trindade
<b>Centro Sul Mato-grossense</b>	Alto Pantanal	Cáceres, Curvelândia
	Alto Paraguai	Alto Paraguai, Arenápolis, Nortelândia, Nova Marilândia
	Cuiabá	Cuiabá, Nossa Senhora do Livramento, Várzea Grande
<b>Sudeste Mato-grossense</b>	Alto Araguaia	Alto Araguaia, Alto Garças, Alto Taquari
	Primavera do Leste	Campo Verde, Primavera do Leste
	Rondonópolis	Dom Aquino, Itiquira, Jaciara, Juscimeira, Pedra Preta, Rondonópolis, São José do Povo, São Pedro da Cipa

Mesorregião	Microrregião	Município (UTD)
	Tesouro	Araguainha, General Carneiro, Guiratinga, Ponte Branca, Poxoréu, Ribeirãozinho
Nordeste Mato-grossense	Canarana	Água Boa, Campinápolis, Canarana Nova Nazaré, Nova Xavantina, Novo São Joaquim, Querência, Santo Antônio do Leste
	Norte Araguaia	Canabrava do Norte, Confresa, Novo Santo Antônio, Porto Alegre do Norte, Ribeirão Cascalheira, Santa Cruz do Xingu, São José do Xingu, Serra Nova Dourada, Vila Rica
	Médio Araguaia	Araguaiana, Barra do Garças

Fonte: Elaborado pela autora

A microrregião Rosário Oeste foi a única excluída da amostra, pois não há dados sobre os municípios pertencentes a ela. No Quadro 9 apresentamos uma síntese sobre os dados que não estão disponibilizados fazendo com que os municípios fossem excluídos da amostra.

**Quadro 9 - Municípios excluídos da amostra**

Mesorregião	Microrregião	Município	Dados faltantes
Norte mato-grossense	Arinos	Juara	IDEB
	Aripuanã	Rondolândia	Despesas e IDEB
	Paranatinga	Nova Brasilândia	IDEB
		Planalto da Serra	Despesas
Sudoeste Mato-grossense	Alto Guaporé	Vale de São Domingos	IDEB
	Jauru	Figueirópolis D'Oeste	IDEB
		Reserva do Cabaçal	Despesas
Centro Sul Mato-grossense	Alto Paraguai	Santo Afonso	IDEB
	Alto Pantanal	Barão de Melgaço	Despesas e IDEB
		Poconé	Despesas
	Cuiabá	Chapada dos Guimarães	Despesas
		Santo Antônio do Leverger	Despesas e IDEB
	Rosário Oeste	Acorizal	Despesas e IDEB
		Jangada	IDEB
Rosário Oeste		Despesas	
Sudeste Mato-grossense	Tesouro	Pontal do Araguaia	Despesas
		Tesouro	IDEB
		Torixoréu	Despesas
		Médio Araguaia	Cocalinho
Nordeste Mato-grossense	Norte Araguaia	Alto Boa Vista	Despesas e IDEB
		Bom Jesus do Araguaia	Despesas
		Luciara	IDEB
		Santa Terezinha	IDEB
		São Félix do Araguaia	IDEB

Fonte: Elaborado pela autora

No que se refere as mesorregiões, podemos observar no Quadro 9, que a que teve o maior número de municípios excluídos da amostra foi a Centro Sul Mato-grossense com oito municípios excluídos, seguido pela mesorregião Nordeste Mato-grossense que possui seis municípios excluídos.

### 3.5 Modelo matemático

Assim como os pesquisadores, Moraes (2010), Firmino (2013), Dantas (2013), Nuintin (2014), Colluci (2014), Vecchia (2014), Will (2014), Furtado (2014), Ferreira (2015), Freitas (2016), Mota (2016), Araujo Junior (2017), Santos (2017) e Planells (2018), optamos nesse estudo pelo modelo DEA com retornos de variáveis de escala (BCC) orientado à produto.

A escolha se deu visto que os municípios avaliados apresentam características diferentes no que se refere ao setor educacional, pois segundo Firmino (2013) quando o conjunto de UTD's possui tamanhos diversos em qualquer medida relevante, elas tendem a ter rendimentos de escala diferentes.

Além disso, o modelo BCC é recomendado para ser utilizado em trabalhos que apresentem dados em índices (FIRMINO, 2013), como é o caso da variável IDEB que estamos utilizando nesta pesquisa como produto.

Entre os motivos da escolha pela orientação do modelo, a orientação a produto é pelo fato de que com ele podemos analisar se os municípios podem aumentar seus desempenhos no IDEB, dado os recursos disponíveis que possuem para a manutenção do sistema de ensino. Outro motivo da escolha pelo modelo BCC orientado a produto, é de que, como diz Mota (2016), não faz sentido em estudos no âmbito educacional diminuir os insumos para tornar as UTD's eficientes. Cabe a unidade que foi considerada ineficiente buscar melhorar seus resultados mantendo os insumos que já utiliza.

A aplicação do modelo DEA foi realizada com o auxílio do software Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD), desenvolvido em Delphi 7.0, usado na plataforma Windows. A entrada de dados no software pode ser feita de duas formas, diretamente no programa, utilizando uma grade de entrada vazia (com a prévia indicação da quantidade de variáveis e UTD's) ou por meio de um arquivo (em formato "txt") com os dados já incorporados. (ANGULO MEZA *et al.*, 2004)

Para a organização e tabulação dos dados utilizamos a planilha eletrônica do Microsoft Excel e o programa Notepad++ e para a confecção dos mapas utilizados para a apresentação dos dados, o programa Philcarto, de uso livre.

## **4 Análise e discussão dos resultados**

Nesse capítulo apresentamos a análise e discussão dos resultados da avaliação da eficiência dos gastos públicos municipais em educação no estado de Mato Grosso por meio da técnica DEA-BCC com orientação a produto em relação aos Cenários construídos.

### **4.1 Análise descritiva dos dados**

Nessa seção, a análise concentra-se na observação das variáveis de insumos e produtos usados no modelo DEA-BCC, a fim de auxiliar a interpretação dos resultados. O Quadro 10 mostra a matriz de correlação entre as variáveis consideradas na pesquisa.

**Quadro 10** – Matriz de correlação de Pearson para as variáveis usadas

VARIÁVEIS	IDEB	Despesas totais	Despesas por aluno matriculado	PIB	Número de Escola	Número de Professores	Número de Alunos Matriculados	População Municipal	Extensão Territorial
IDEB	1								
Despesas Totais	0,0427	1							
Despesas por aluno matriculado	-0,0562	-0,1414	1						
PIB	0,2698	0,0472	-0,0149	1					
Número de Escola	-0,0460	0,8796	-0,2699	-0,0527	1				
Número de Professores	0,03912	0,9769	-0,2391	0,0299	0,9180	1			
Número de Alunos Matriculados	0,0602	0,9631	-0,2670	0,0437	0,9162	0,9883	1		
População Municipal	0,0311	0,9802	-0,1642	-0,0072	0,8906	0,9745	0,9727	1	
Extensão Territorial	-0,0234	0,0766	-0,2102	0,0814	0,2124	0,0914	0,0779	0,0195	1

**Fonte:** Elaborado pela autora

Podemos verificar no Quadro 10 um alto nível de correlação entre as variáveis despesas totais com Ensino Fundamental, número de escolas, número de alunos, número de professores e população municipal. Esse fato confirma a relação dessas variáveis, uma vez que elas expressam de forma explícita a relação de oferta e demanda dos serviços públicos no âmbito educacional.

Com o intuito de verificarmos a possibilidade de incluir as despesas ponderada pelo número de aluno matriculado no Ensino Fundamental como variável de insumo, calculamos seu coeficiente de correlação com as demais variáveis consideradas e percebemos uma baixa correlação com todas elas, o que corroboram com o proposto por Mota (2016) de que se deve usar variáveis com dados brutos. Assim mantemos a proposta original de trabalharmos com as despesas correntes com o Ensino Fundamental.

Quanto a correlação das variáveis PIB per capita e IDEB com as demais variáveis, podemos observar no Quadro 10 uma baixa correlação, fato esse justificado pela complexidade dos fatores envolvidos no processo de elaboração de ambas as variáveis.

A variável extensão territorial também apresenta uma baixa correlação com as demais variáveis, o que já era esperado devido ao fato de tal variável não possuir nenhuma relação direta com as demais.

A Tabela 3 apresenta a estatística descritiva dos insumos e produtos usados nos Cenários da pesquisa.

**Tabela 3** - Estatística descritiva das variáveis

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
1. Despesas correntes com o ensino fundamental (em R\$)	1.315.759,72	247.756.612,50	12.779.742,53	25.214.787,56
2. PIB per capita Municipal (em R\$)	10.577,65	190.238,95	38.891,40	28.768,41
3. Número de Escola Municipais de Ensino Fundamental	1	83	7,75	10,83
4. Número de Professores	5	1440	82,94	156,64
5. Número de Alunos Matriculados	92	29365	1.752,51	3.378,78
6. IDEB 5º ano do Ensino Fundamental	4,0	8,1	5,61	0,58
7. População Municipal	1.096	551.098	24.256,29	58.693,85
8. Extensão Territorial (em km <sup>2</sup> )	344,05	27.946,13	6.352,12	5.937,10

**Fonte:** Elaborado pela autora

Podemos observar na Tabela 3 a disparidade nas variáveis de insumos e produto entre os 117 municípios mato-grossenses avaliados. O município de Cuiabá apresenta os maiores valores da variável 1, de investimento no ensino fundamental, da 3 do número de escola, da 4 número de professores, da 5 número de alunos matriculados nas escolas municipais de Ensino Fundamental e da 7 população municipal. Ao município de Araguinha pertence os

menores valores para as variáveis 1, 3, 5 e 7, assim como, de outros 19 municípios que também apresentaram o número mínimo da variável 3.

Em relação ao IDEB o maior índice pertence ao município de Ribeirãozinho e o menor ao município de Lambari D'Oeste.

Quanto a extensão territorial, o município de Colniza é o maior do estado de Mato Grosso e o município de São Pedro da Cipa é o que apresenta menor extensão territorial.

O maior PIB per capita municipal pertence ao município de Campos de Júlio, enquanto o de Alto Paraguai apresenta o menor valor para essa variável, conforme podemos observar pelo Quadro 11.

**Quadro 11** - Municípios com maiores e menores PIB per capita municipal

MUNICÍPIOS COM MAIORES PIB		MUNICÍPIOS COM MENORES PIB	
Município	PIB per capita	Município	PIB per capita
Campos de Júlio	190.238,95	Nova Nazaré	18.832,64
Santa Rita do Trivelato	177.212,67	Porto Estrela	18.103,62
Sapezal	103.551,68	Arenópolis	17.951,61
Querência	97.592,96	Salto do Céu	16.987,73
Ipiranga do Norte	96.465,86	Vila Rica	16.933,82
Alto Taquari	94.550,8	Novo Horizonte do Norte	16.608,59
Diamantino	91.907,1	Campinópolis	16.553,92
Nova Ubiratã	90.449,04	Porto Esperidião	16.423,55
Campo Novo do Parecis	87.440,88	Rio Branco	16.402,79
Itiquira	85.498,25	Porto Alegre do Norte	16.336,52
Porto dos Gaúchos	76.599,43	Carlinda	16.069,29
Santo Antônio do Leste	76.131,93	Castanheira	16.051,25
Santa Carmem	71.232,82	Peixoto de Azevedo	14.863,24
Sorriso	67.251,95	Apiacás	14.625,46
Nova Mutum	65.340,93	Colniza	14.620,57
Campo Verde	60.777,98	Ponte Branca	14.586,2
Lucas do Rio Verde	60.473,87	Nova Bandeirantes	13.941,11
Tapurah	59.929,3	Novo Santo Antônio	13.834,92
Primavera do Leste	58.867,42	Juruena	12.654,98
Novo São Joaquim	57.085,71	São Pedro da Cipa	11.367,15
Canarana	56.106,96	São José do Povo	10.973,66
Gaúcha do Norte	55.813,13	Cotriguaçu	10.760,44
Paranaíta	54.834,07	Alto Paraguai	10.577,65

Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com a Tabela 3 a média do PIB per capita municipal no estado de Mato Grosso é de R\$ 38.891,40 sendo que apenas 35,89% dos municípios avaliados apresentaram PIB acima desse valor.

Entre os municípios analisados 29 apresentaram despesas com Ensino Fundamental acima da média enquanto 88 municípios gastaram abaixo da média.

No Quadro 12 temos os 23 municípios que efetuaram os maiores e menores gastos com a manutenção do Ensino Fundamental no ano de 2017.

**Quadro 12 - Municípios com maiores e menores despesas com educação**

MUNICÍPIOS COM MAIORES DESPESAS		MUNICÍPIOS COM MENORES DESPESAS	
Município	Despesa	Município	Despesa
Cuiabá	247.756.612,50	Curvelândia	3.242.118,50
Rondonópolis	80.786.714,76	Salto do Céu	3.207.859,34
Várzea Grande	78.958.901,93	Nova Guarita	3.115.850,75
Primavera do Leste	47.360.723,34	Nortelândia	3.083.885,05
Cáceres	45.616.907,65	Santa Cruz do Xingu	3.038.583,44
Sinop	43.241.625,70	Nova Marilândia	3.033.360,49
Tangará da Serra	37.122.312,40	Indiavaí	2.984.599,81
Lucas do Rio Verde	34.644.352,15	Porto Estrela	2.960.602,32
Barra do Garças	28.818.026,96	Arenápolis	2.897.344,38
Sorriso	25.781.106,99	Santa Rita do Trivelato	2.822.357,16
Colniza	23.257.774,75	Conquista D'Oeste	2.605.369,14
Sapezal	20.868.614,94	Nova Santa Helena	2.536.655,21
Campo Novo do Parecis	20.308.235,12	São Pedro da Cipa	2.534.766,25
Nova Mutum	20.038.096,27	São José do Povo	2.525.065,73
Campo Verde	19.178.236,47	Serra Nova Dourada	2.486.268,67
Guarantã do Norte	17.406.268,34	Nova Maringá	2.476.731,79
Colíder	16.683.648,61	Novo Santo Antônio	2.419.151,25
Barra do Bugres	15.952.875,31	Canabrava do Norte	2.335.668,44
Água Boa	15.335.410,67	Glória D'Oeste	2.104.031,35
Aripuanã	15.233.489,83	Ponte Branca	1.994.936,11
Diamantino	15.146.015,52	Novo Horizonte do Norte	1.784.857,34
Alta Floresta	15.118.353,36	Ribeirãozinho	1.402.710,62
Campinápolis	15.078.724,35	Araguainha	1.315.759,72

**Fonte:** Elaborado pela autora

Entre os municípios com as maiores despesas correntes com o ensino fundamental, destacamos que 12 deles pertencem a mesorregião Norte Mato-grossense. As mesorregiões

Centro Sul, Nordeste e Sudeste Mato-grossense possuem três municípios cada, e apenas dois municípios da Sudoeste Mato-grossense estão entre as 23 maiores despesas correntes com o ensino fundamental.

No Quadro 13 temos listados os 23 municípios que obtiveram os melhores e os piores índices do IDEB em 2017.

**Quadro 13 - Municípios com maiores e menores IDEB do 5º ano do Ensino Fundamental**

MUNICÍPIOS COM MAIORES IDEB		MUNICÍPIOS COM MENORES IDEB	
Município	IDEB	Município	IDEB
Ribeirãozinho	8,1	Barra do Bugres	5,1
Lucas do Rio Verde	6,7	Nobres	5,1
Porto dos Gaúchos	6,7	Vila Rica	5,1
Santa Rita do Trivelato	6,6	Cáceres	5,0
Itanhagá	6,5	Denise	5,0
Santa Carmem	6,5	Itaúba	5,0
Guarantã do Norte	6,4	Rio Branco	5,0
Alto Araguaia	6,3	Brasnorte	4,9
Campo Verde	6,3	Campinápolis	4,9
Colíder	6,3	Confresa	4,9
Nova Maringá	6,3	Dom Aquino	4,9
Nova Monte Verde	6,3	Indiavaí	4,9
Água Boa	6,2	Nova Nazaré	4,9
Juruena	6,2	Canabrava do Norte	4,8
Nova Marilândia	6,2	General Carneiro	4,8
Poxoréu	6,2	Juscimeira	4,8
Tangará da Serra	6,2	Santa Cruz do Xingu	4,8
Ipiranga do Norte	6,1	Porto Alegre do Norte	4,7
Jaciara	6,1	Porto Esperidião	4,6
Matupá	6,1	Vila Bela da Santíssima Trindade	4,5
Mirassol D'Oeste	6,1	São José do Povo	4,2
São José do Rio Claro	6,1	Serra Nova Dourada	4,2
Sorriso	6,1	Lambari D'Oeste	4,0

**Fonte:** Elaborado pela autora

Ao compararmos os Quadros 12 e 13 percebemos que os municípios de Lucas do Rio verde, Sorriso, Campo Verde, Colíder, Água Boa, Tangará da Serra e Guarantã do Norte apresentaram as maiores despesas correntes com o ensino fundamental, ou seja, os que mais investiram em educação, também atingiram os melhores índices do IDEB. Já, os municípios de

Cáceres, Barra do Bugres e Campinápolis, apesar de estarem entre os de maiores despesas, encontram-se na lista dos municípios com os piores IDEB.

Apesar dos municípios de Ribeirãozinho, Santa Rita do Trivelato, Nova Maringá e Nova Marilândia possuírem as menores despesas correntes com o ensino fundamental, eles estão entre os melhores índices do IDEB. Já, os municípios de Santa Cruz do Xingu, Indiavaí, São José do Povo, Serra Nova Dourada e Canabrava do Norte também estão entre os municípios de menores despesas, mas, aparecem entre os municípios com os piores IDEB.

Nesta análise podemos dizer que a relação entre investimento e desempenho na avaliação nacional não necessariamente, como podemos verificar neste caso, estão atreladas, pois temos municípios com as maiores despesas correntes com o ensino fundamental e que não produzem os melhores resultados quanto ao desempenho dos estudantes nas avaliações nacionais.

Em relação as riquezas municipais, observadas pelo PIB per capita municipal e o IDEB, notamos ao olharmos para os Quadros 11 e 13 que os municípios de Lucas do Rio Verde, Porto dos Gaúchos, Santa Rita do Trivelato, Santa Carmem, Campo Verde, Ipiranga do Norte e Sorriso estão entre os maiores PIB per capita e também na lista dos melhores IDEB do estado. Já os municípios de Vila Rica, Rio Branco Porto Alegre do Norte, Porto Esperidião, Campinápolis, Nova Nazaré e São José do Povo apresentam os menores valores para o PIB e também para o IDEB. No entanto, vale destacar que o município de Juruena não segue essa linha de correspondência entre riqueza municipal e resultados do IDEB, uma vez que apesar de estar na lista dos melhores PIB per capita municipal apresenta um dos menores índices do IDEB no estado de Mato Grosso.

Na próxima seção, vamos analisar o comportamento das taxas de eficiência das despesas públicas municipais com o ensino fundamental no período analisado.

## 4.2 Análise da eficiência do Cenário original quanto as despesas correntes com o ensino fundamental pelos municípios

No Cenário original, utilizamos no modelo DEA-BCC orientado a produto as variáveis de insumo: 1. despesas correntes municipais com Ensino fundamental; 2. PIB per capita municipal; 3. Número de Escola Municipais de Ensino Fundamental; 4. Número de Professores e 5. Número de Alunos Matriculados e como variáveis de produto: IDEB 5º ano do

Ensino Fundamental, considerando o ano base de 2017 para os 117 municípios mato-grossenses. Este modelo resultou em 11 municípios eficientes e 106 ineficientes<sup>9</sup>.

Na Tabela 4 temos a estatística descritiva para os escores de eficiência para os municípios mato-grossenses quanto a aplicação dos recursos públicos destinados ao Ensino Fundamental.

**Tabela 4** - Estatística descritiva dos escores de eficiência

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Eficiência nas despesas correntes com o ensino fundamental	49,4%	100%	77%	11,04%

**Fonte:** Elaborado pela autora

A menor taxa de ineficiência DEA foi a do município de Lambari D'Oeste localizado na região Sudoeste Mato-grossense. Como sabemos, quanto mais próximo de zero for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados, ao observarmos a Tabela 4, percebemos que o desvio padrão é alto devido ao intervalo entre os valores extremos. Este dado nos dá informação sobre a disparidade existente na alocação do orçamento público para a manutenção do ensino fundamental entre os municípios mato-grossenses.

Os 11 municípios que atingiram a fronteira de eficiência DEA (100%), foram: Alto Paraguai, Araguainha, Cotriguaçu, Cuiabá, Juruena, Nortelândia, Novo Horizonte do Norte, Ponte Branca, Ribeirãozinho, São José do Povo e São Pedro da Cipa.

As UTD's que mais se aproximaram da eficiência foram os municípios de: Novo Santo Antônio, Apiacás, Guarantã do Norte, Nova Monte Verde, São José dos Quatro Marcos e Salto do Céu, com uma taxa de eficiência que varia de 90,6% a 96,5%

**Quadro 14** - Escores de Eficiência DEA

Município	Eficiência
Alto Paraguai	100%
Araguainha	100%
Cotriguaçu	100%
Cuiabá	100%
Juruena	100%
Nortelândia	100%
Novo Horizonte do Norte	100%
Ponte Branca	100%
Ribeirãozinho	100%
São José do Povo	100%

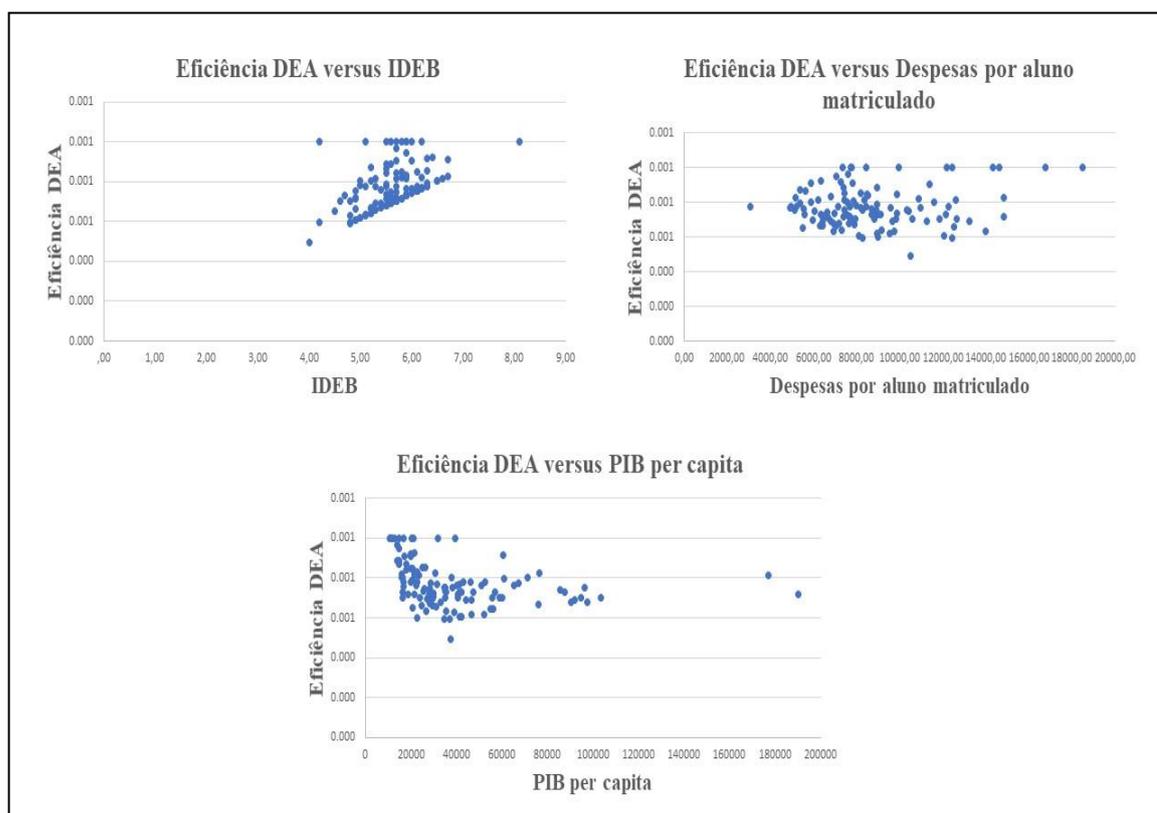
<sup>9</sup> Ver resultados completos no APÊNDICE 2

<b>Município</b>	<b>Eficiência</b>
São Pedro da Cipa	100%
Novo Santo Antônio	96,5%
Apiacás	95,7%
Guarantã do Norte	92,5%
Nova Monte Verde	91,8%
Lucas do Rio Verde	91,2%
São José dos Quatro Marcos	90,8%
Salto do Céu	90,6%

**Fonte:** Elaborado pela autora

Os municípios eficientes de São José do Povo, São Pedro da Cipa, Ponte Branca, Novo Horizonte do Norte, Ribeirãozinho, Nortelândia e Araguainha foram classificados entre os 23 municípios com menores gastos municipais com Ensino Fundamental. O município de Cuiabá, capital do Estado, foi a UTD que apresentou os maiores valor para as variáveis despesa corrente com educação, número de escolas, de professores e de alunos.

Na Figura 5 apresentamos alguns gráficos de dispersão, que permitem visualizar se há alguma relação imediata entre eficiência obtida pela DEA, com variáveis relevantes do problema como o IDEB, as despesas correntes ponderadas pelo número de alunos matriculados no Ensino Fundamental e o com PIB per capita municipal.

**Figura 5** - Gráficos de dispersão

**Fonte:** Elaborado pela autora

Pode-se notar que não há nenhuma correlação entre a eficiência DEA com as despesas por aluno ou com o PIB. Em relação ao IDEB, nota-se uma associação positiva entre as variáveis, mas com coeficiente de correlação muito baixo ( $r=0,47$ ). Isto é esperado, embora não obrigatório, visto que a abordagem DEA considera aspectos multicriteriais do problema analisado e não apenas uma relação direta entre insumos e resultados.

Nesse sentido, podemos observar, na Figura 5, que existem municípios que apesar de não possuírem um IDEB alto são considerados eficientes. Ao analisar tais municípios verificamos que, de um modo geral, eles também apresentam valores comparativamente baixo para as variáveis de insumo. Esse fato nos dá indícios de que, mesmo com um IDEB baixo, tais municípios realizam, ante suas limitações, a melhor conversão possível dos recursos disponíveis em resultados, mensurados pelo IDEB, quando comparado as demais UTD's.

Quanto a relação de eficiência DEA e despesas por número de aluno matriculado vemos, na Figura 5, que os municípios com um gasto por aluno maior não necessariamente, foram considerados eficientes, mesmo sob a perspectiva do modelo BCC, o que sugere possibilidades de melhoria nos processos de gestão interna.

Com relação ao PIB per capita municipal, destacamos que dos municípios considerados eficientes, 63,64% deles estavam listados entre os menores valores para o PIB.

Esses dados corroboram com os resultados encontrados no trabalho de Savian e Bezerra (2013) de que o fato de um município possuir PIB per capita elevado nem sempre se reflete na eficiência dos gastos públicos para manutenção e funcionamento da educação básica.

No Quadro 15, temos a distribuição de eficiências e ineficiências obtida pelos municípios mato-grossense.

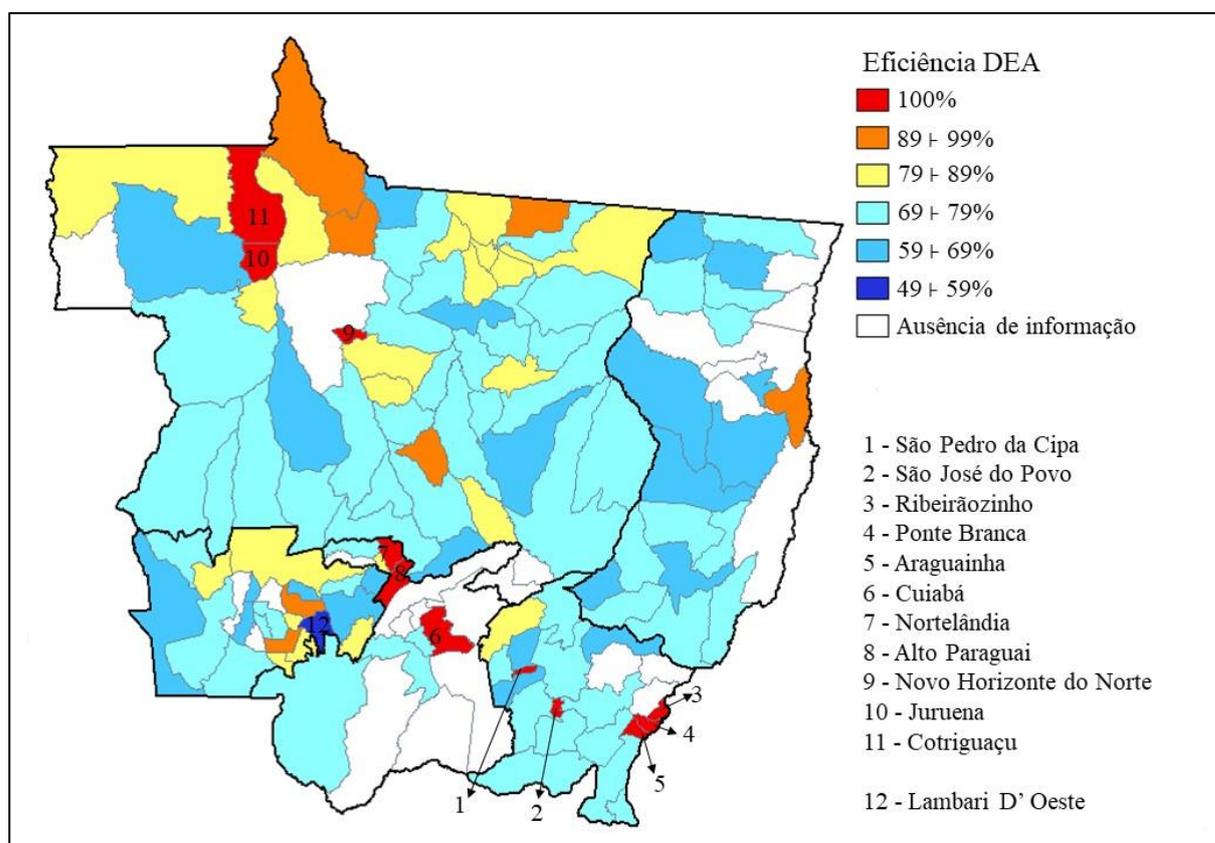
**Quadro 15 - Distribuição das taxas de eficiência DEA**

Eficiência	UTD's	%
100%	11	9,4
89 - 99%	07	5,98
79 - 89%	22	18,8
69 - 79%	55	47,01
59 - 69%	21	17,95
49 - 59%	01	0,86
	117	100

**Fonte:** Elaborado pela autora

Na Figura 6, apresentamos as informações contidas no Quadro 15 para a visualização da distribuição espacial dos municípios no mapa do estado do Mato Grosso, destacando os 11 municípios considerados *benchmarks* e o 12º município, que apresentou a menor taxa de eficiência entre as UTD's avaliadas.

**Figura 6 -** Distribuição espacial dos municípios mato-grossenses por nível de eficiência



Fonte: Elaborado pela autora

No Quadro 16 apresentamos a eficiência dos municípios no investimento na educação fundamental em relação as mesorregiões.

**Quadro 16 -** Eficiência dos municípios por mesorregião

Mesorregião	Nº de municípios	Nº de municípios eficientes	Porcentagem dos municípios eficientes
Norte mato-grossense	51	3	5,88%
Sudoeste Mato-grossense	19	5	26,32%
Centro Sul Mato-grossense	9	3	33,33%
Sudeste Mato-grossense	19	0	0%
Nordeste Mato-grossense	19	0	0%
TOTAL	117	11	9,4%

Fonte: Elaborado pela autora

Ao verificar os dados no Quadro 16, podemos identificar que a mesorregião Centro Sul Mato-grossense aparece como a que tem a maior porcentagem de municípios eficientes quanto as despesas com recurso público com o ensino fundamental, seguida da Sudoeste Mato-grossense e Norte Mato-grossense. Já, as mesorregiões Sudeste e Nordeste Mato-grossense não apresentaram nenhum município com eficiência de 100%.

#### 4.2.1 Municípios referência, análise da projeção e aplicação dos recursos públicos no ensino fundamental

A partir do índice de eficiência calculado para o ano de 2017, dos 117 municípios analisados 9,4% deles atingiram 100%, isso implica que eles foram os mais eficientes na conversão dos recursos aplicados na qualidade da educação mensurada pelo IDEB, quando comparados as demais UTD's avaliadas na pesquisa.

De acordo com Firmino (2013), os municípios eficientes podem ser considerados como *benchmarks*, isto é, eles servem como referência para os demais municípios mato-grossenses. Na Tabela 5 apresentamos os municípios eficientes e quantas vezes cada um deles foi usado como *benchmark* pelas UTD's ineficientes.

**Tabela 5** - Municípios eficientes na aplicação dos recursos em educação no ano de 2017

Município	Eficiência	Benchmark
Alto Paraguai	100%	0
Araguainha	100%	0
Cotriguaçu	100%	35
Cuiabá	100%	28
Juruena	100%	20
Nortelândia	100%	0
Novo Horizonte do Norte	100%	0
Ponte Branca	100%	1
Ribeirãozinho	100%	106
São José do Povo	100%	0
São Pedro da Cipa	100%	21

**Fonte:** Elaborado pela autora

Podemos observar que os municípios considerados com maior frequência como *benchmark* são o de Ribeirãozinho que aparece como referência para todos os 106 municípios ineficientes, seguido de Cotriguaçu que serviu de referência para 35, Cuiabá para 28 municípios, São Pedro da Cipa para 21 e Juruena para 20 municípios mato-grossenses. Os municípios de Alto Paraguai, Araguainha, Nortelândia, Novo Horizonte do Norte e São José do Povo apesar de alcançarem a eficiência máxima, não foram usados como parâmetro de comparação para nenhuma UTD, isso significa que há características particulares desses municípios que os tornam eficientes, no entanto, suas particularidades não são extrapoladas, tecnicamente, como referência para os demais.

Os resultados do modelo DEA apresentados pelo software SIAD permitem encontrar os municípios referência e identificar quais são as UTD's parceiras de excelência para cada município ineficiente. Neste sentido, como dizem Ferreira e Gomes (2009, *apud* FIRMINO, 2013) é necessário considerar dois aspectos relevantes para definir uma UTD eficiente como parceiro de excelência: i) o valor positivo de  $\lambda_k$  determina o grau de importância da UTD, ou seja, quanto maior for  $\lambda_k$  mais importante será a UTD como parceiro de excelência e ii) a importância entre as UTD's eficientes é dada de acordo com o número de vezes que elas aparecem como parceiras de excelência para as unidades ineficientes.

Para melhor compreensão da definição de parceiro de excelência vamos considerar como exemplo o município de Cáceres. De acordo com os resultados apresentados pelo software SIAD Cáceres apresenta como *benchmark* os municípios eficientes de Cotriguaçu, Cuiabá e Ribeirãozinho, cujos  $\lambda_k$  são, respectivamente, 0,6228, 0,1584 e 0,2188. Entre os municípios *benchmarks* para Cáceres o de Cotriguaçu é considerado o melhor parceiro de excelência para este município uma vez que o valor de  $\lambda_k$ <sup>10</sup> é o maior entre as demais unidades *benchmarks*.

Assim, temos que dos 35 municípios que Cotriguaçu é *benchmark*, ele aparece como parceiro de excelência para 11 deles: Cáceres, Campinápolis, Carlinda, Colniza, Guarantã do Norte, Nossa Senhora do Livramento, Nova Bandeirantes, Peixoto de Azevedo, Porto Esperidião, Vila Bela da Santíssima Trindade e Vila Rica. O que significa que esses municípios podem seguir a prática adotada por Cotriguaçu para a gestão dos insumos para alcançarem a eficiência.

Na Tabela 5, podemos verificar que o município de Juruena foi referência para 20 UTD's ineficientes, no entanto aparece como parceiro de excelência apenas para três municípios: Nova Monte Verde, Nova Nazaré e Porto Alegre do Norte.

São Pedro da Cipa é *benchmark* para 21 municípios ineficientes e é parceiro de excelência para sete municípios: Apiacás, Arenápolis, Novo Santo Antônio, Porto Estrela, Rio Branco, Salto do Céu e São José dos Quatro Marcos. Os municípios de Cuiabá e Ponte Branca não apresentaram parceiros de excelência significativos.

O Município de Ribeirãozinho aparece como parceiro de excelência para 85 municípios ineficientes e foi a UTD que mais vezes apareceu como *benchmark* e também como parceiro de excelência, assim, a sua gestão dos recursos públicos para a manutenção e funcionamento do ensino fundamental pode ser seguida para que os seguintes municípios se

---

<sup>10</sup> Dados completos no APÊNDICE 3

tornem eficientes: Água Boa, Alta Floresta, Alto Araguaia, Alto Garças, Alto Taquari, Araguaiana, Araputanga, Aripuanã, Barra do Bugres, Barra do Garças, Brasnorte, Campo Novo do Parecis, Campo Verde, Campos de Júlio, Canabrava do Norte, Canarana, Cláudia, Colíder, Comodoro, Confresa, Conquista D'Oeste, Curvelândia, Denise, Diamantino, Dom Aquino, Feliz Natal, Gaúcha do Norte, General Carneiro, Glória D'Oeste, Guarantã do Norte, Guiratinga, Indiavaí, Ipiranga do Norte, Itanhangá, Itaúba, Itiquira, Jaciara, Jauru, Juína, Juscimeira, Lambari D'Oeste, Lucas do Rio Verde, Marcelândia, Matupá, Mirassol d'Oeste, Nobres, Nova Canaã do Norte, Nova Guarita, Nova Lacerda, Nova Marilândia, Nova Maringá, Nova Mutum, Nova Olímpia, Nova Santa Helena, Nova Ubiratã, Nova Xavantina, Novo Mundo, Novo São Joaquim, Paranaíta, Paranatinga, Pedra Preta, Pontes e Lacerda, Porto dos Gaúchos, Poxoréu, Primavera do Leste, Querência, Ribeirão Cascalheira, Rondonópolis, Santa Carmem, Santa Cruz do Xingu, Santa Rita do Trivelato, Santo Antônio do Leste, São José do Rio Claro, São José do Xingu, Sapezal, Serra Nova Dourada, Sinop, Sorriso, Tabaporã, Tangará da Serra, Tapurah, Terra Nova do Norte, União do Sul, Várzea Grande e Vera.

Vale destacar Ribeirãozinho como a UTD com as melhores práticas na alocação dos recursos públicos destinados à educação no estado de Mato Grosso, o que pode ser constatado pela sua posição na fronteira de eficiência, uma vez que atingiu o IDEB de 8,1 que está bem acima da média de apenas 5,61 no estado no ano de 2017. Esse fato indica que quando comparado aos demais municípios que apresentam variáveis com valores similares, Ribeirãozinho alocou de maneira mais efetiva os insumos disponíveis.

O Quadro 17 mostra os municípios mato-grossenses que obtiveram as dez menores taxas de eficiências.

**Quadro 17** - Municípios com menor eficiência na aplicação dos recursos no ensino fundamental no ano de 2017

Município	Eficiência	Município	Eficiência
Juscimeira	63,2%	Dom Aquino	60,5%
Barra do Bugres	63,0%	Serra Nova Dourada	59,9%
Denise	61,7%	Santa Cruz do Xingu	59,4%
Itaúba	61,7%	General Carneiro	59,3%
Brasnorte	60,5%	Lambari D'Oeste	49,4%

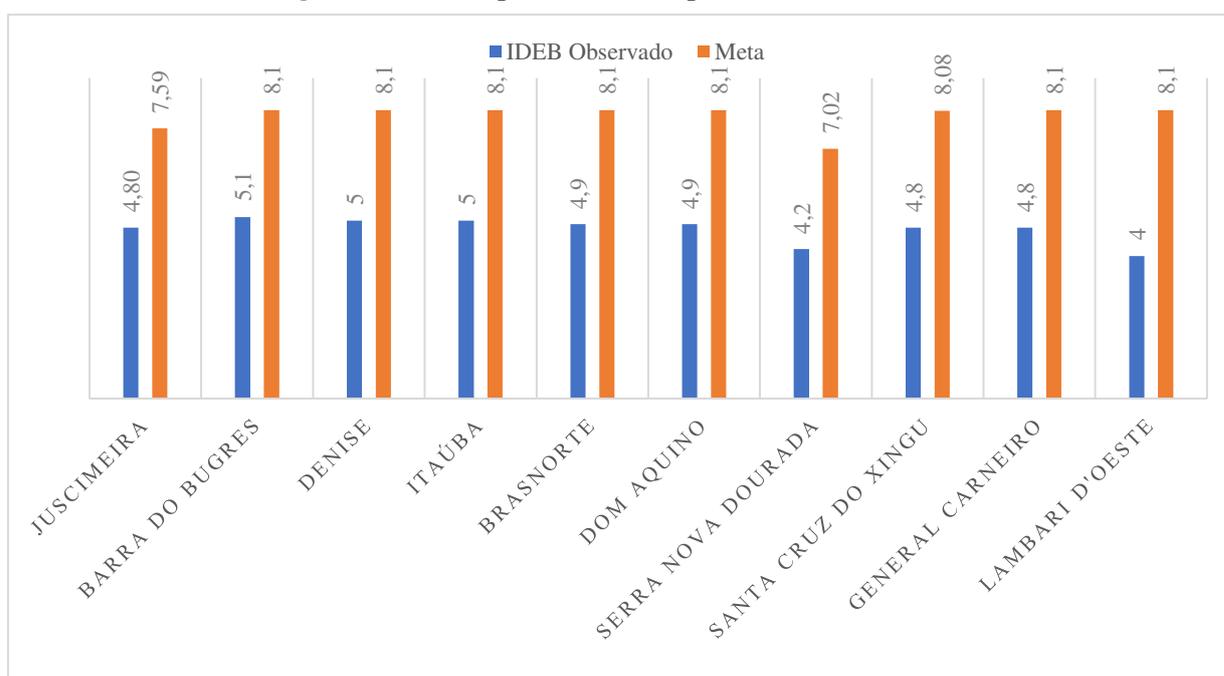
Fonte: Elaborado pela autora

De modo geral os municípios do estado de Mato Grosso apresentaram uma ineficiência moderada, com exceção de Lambari D'Oeste que apresentou um índice de eficiência menor que 50%.

O município de Juscimeira obteve uma taxa de eficiência de 63,2%, ou seja, diante dos insumos utilizados, o município gerou 36,8% menos do que seria possível produzir ao aplicar essa mesma quantidade de insumos de forma eficiente. Lambari D'Oeste, produziu um resultado 50,6% menor do esperado dado os insumos disponíveis.

A identificação dos alvos para cada UTD ineficiente, utilizando a Análise Envoltória de Dados permite identificar quais deveriam ser os valores meta de insumos e produtos daquela UTD para que ela se torne eficiente. O modelo BCC com orientação a produto, fornece quais seriam os produtos, no caso o IDEB, que tornaria o município ineficiente em eficiente diante do que se tem disponível de insumos. Na Figura 7 podemos observar qual a projeção do IDEB para que os 10 municípios mato-grossenses menos eficientes listados no Quadro 17 sejam eficientes.

**Figura 7 - Metas para os municípios menos eficientes**



Fonte: Elaborado pela autora

Ao observarmos a Figura 7 podemos verificar as metas que os municípios deveriam atingir no IDEB para que alcançassem os índices de eficiência e ao estabelecermos uma relação com o Quadro 17, é possível calcularmos o percentual de desperdício dos insumos, que é a diferença entre os 100% que o município deveria atingir para ser uma UTD *benchmark* e a eficiência alcançada por ele.

Como diz Mota (2016), não faz sentido em estudos no âmbito educacional diminuir os insumos para tornar as UTD's eficientes, a unidade considerada ineficiente tem que buscar melhorar seus resultados mantendo os insumos que já utiliza, podemos tomar como exemplo,

o caso do município de Barra do Bugres, que conforme apresentado na Figura 7 e Quadro 17, utilizando os insumos disponíveis poderia alcançar um IDEB de 8,1, mas, ao obter um índice de 5,1, mostra que utilizou dos 100% de seus insumos, apenas 63% de modo eficiente, tendo um percentual de desperdício de 47%.

#### 4.3 Análise da eficiência dos demais cenários quanto as despesas correntes com o ensino fundamental pelos municípios

Para a análise da eficiência dos Cenários construídos, para que pudéssemos verificar se o Cenário original era consistente, utilizamos o modelo DEA-BCC orientado a produto e fizemos alterações em relação as variáveis conforme anteriormente descrito no Quadro 6.

Na Tabela 6 apresentamos a estatística descritiva dos escores de eficiência dos municípios mato-grossenses para cada um dos cenários utilizados na pesquisa.

**Tabela 6** - Estatística descritiva dos escores de eficiência para cada cenário avaliado

	<b>Cenários</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Eficiência nas despesas correntes com o ensino fundamental</b>	Cenário original	49,4%	100%	77%	11,04%
	Cenário 1	49,56%	100%	76,95%	10,53%
	Cenário 2	49,56%	100%	70,61%	8,28%
	Cenário 3	56,76%	100%	88,55%	10,97%
	Cenário 4	51,08%	100%	82,53%	10,55%

**Fonte:** Elaborado pela autora

Como já vimos anteriormente, quanto mais próximo de zero for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados, ao observarmos a Tabela 6, percebemos que o desvio padrão é alto para todos os cenários devido ao intervalo entre os valores extremos. Isto mostra que há pouca mudança sobre o que ocorreu no cenário original, em todos os cenários temos a disparidade existente na alocação do orçamento público para a manutenção do ensino fundamental entre os municípios mato-grossenses.

No Quadro 18 apresentamos quantos e quais foram os municípios que atingiram a eficiência máxima em cada um dos cenários analisados.

**Quadro 18 - Municípios eficientes em cada cenário**

CENÁRIOS	MUNICÍPIOS COM EFICIÊNCIA MÁXIMA (100%)	NÚMERO DE MUNICÍPIOS EFICIENTES
<b>Cenário Original</b>	Alto Paraguai, Araguainha, Cotriguaçu, Cuiabá, Juruena, Nortelândia, Novo Horizonte do Norte, Ponte Branca, Ribeirãozinho, São José do Povo, São Pedro da Cipa	11
<b>Cenário 1</b>	Alto Paraguai, Araguainha, Cotriguaçu, Cuiabá, Juruena, Novo Horizonte do Norte, Ponte Branca, Ribeirãozinho, São José do Povo, São Pedro da Cipa	10
<b>Cenário 2</b>	Araguainha, Cuiabá, Ribeirãozinho	3
<b>Cenário 3</b>	Arenápolis, Campinápolis, Canabrava do Norte, Colniza, Alto Paraguai, Alto Taquari, Araguainha, Cláudia, Conquista D'Oeste, Cotriguaçu, Cuiabá, Indiavaí, Juruena, Lucas do Rio Verde, Nortelândia, Nova Lacerda, Nova Maringá, Nova Mutum, Nova Nazaré, Novo Horizonte do Norte, Novo Santo Antônio, Peixoto de Azevedo, Ponte Branca, Primavera do Leste, Ribeirãozinho, Rio Branco, Santa Carmem, Santa Cruz do Xingu, Santa Rita do Trivelato, São José do Povo, São Pedro da Cipa, Sapezal, Serra Nova Dourada, Sinop, Sorriso, Tangará da Serra, Várzea Grande, Vila Bela da Santíssima Trindade	38
<b>Cenário 4</b>	Alto Paraguai, Apiacás, Araguainha, Colniza, Cotriguaçu, Juína, Juruena, Nortelândia, Nova Maringá, Novo Horizonte do Norte, Novo Santo Antônio, Paranatinga, Ponte Branca, Ribeirãozinho, Salto do Céu, São José do Povo, São Pedro da Cipa	17

**Fonte:** Elaborado pela autora

Ao analisarmos o Quadro 18, verificamos que quando acrescentamos ao Cenário 3 as variáveis, de insumo “População Municipal” e de produto “Número de Alunos Matriculados”, temos um aumento substancial no número de municípios que melhoraram seus desempenhos, passando de 11 no Cenário original para 38.

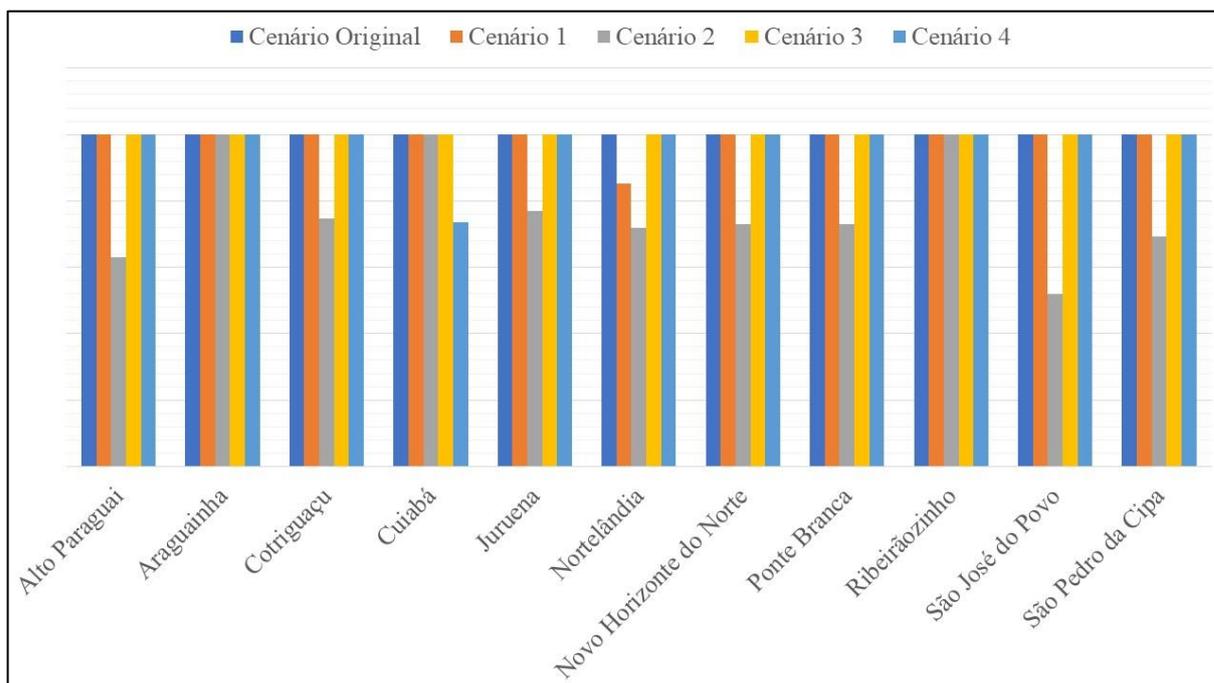
Este mesmo fato podemos constatar em relação ao Cenário 4, ao acrescentarmos nas variáveis de produto a “Extensão Territorial”, temos também um aumento no número de municípios que melhoraram seus desempenhos, passando de 11 no Cenário original para 17.

Entre os municípios considerados eficientes no Cenário 4, quatro deles: Colniza, Juína, Apiacás e Nova Maringá, estão entre os vinte e três municípios com maior extensão territorial. Já os municípios de Novo Horizonte do Norte, Nortelândia, Ponte Branca, Araguainha, São Pedro da Cipa, São José do Povo, Ribeirãozinho e Salto do Céu estão entre os vinte e três municípios com menor extensão territorial<sup>11</sup>. Vale destacar que no Cenário Original nenhum município que alcançou a eficiência máxima apresentava uma grande extensão territorial, o que pode nos indicar que a inclusão da variável “Extensão Territorial” teve uma influência significativa sobre o desempenho dos municípios avaliados, visto que de acordo com nossa hipótese inicial para a inclusão desta variável, municípios com pouca extensão territorial poderia gerir melhor seus recursos e assim obter a eficiência máxima mais facilmente.

<sup>11</sup> Dados completos no APÊNDICE 1

Com o intuito de facilitar a visualização e compararmos os municípios que alcançaram a eficiência máxima no cenário original e nos demais cenários, apresentamos a seguir as Figuras 8 e 9.

**Figura 8** - Comparação entre os municípios eficientes no cenário original com os demais cenários

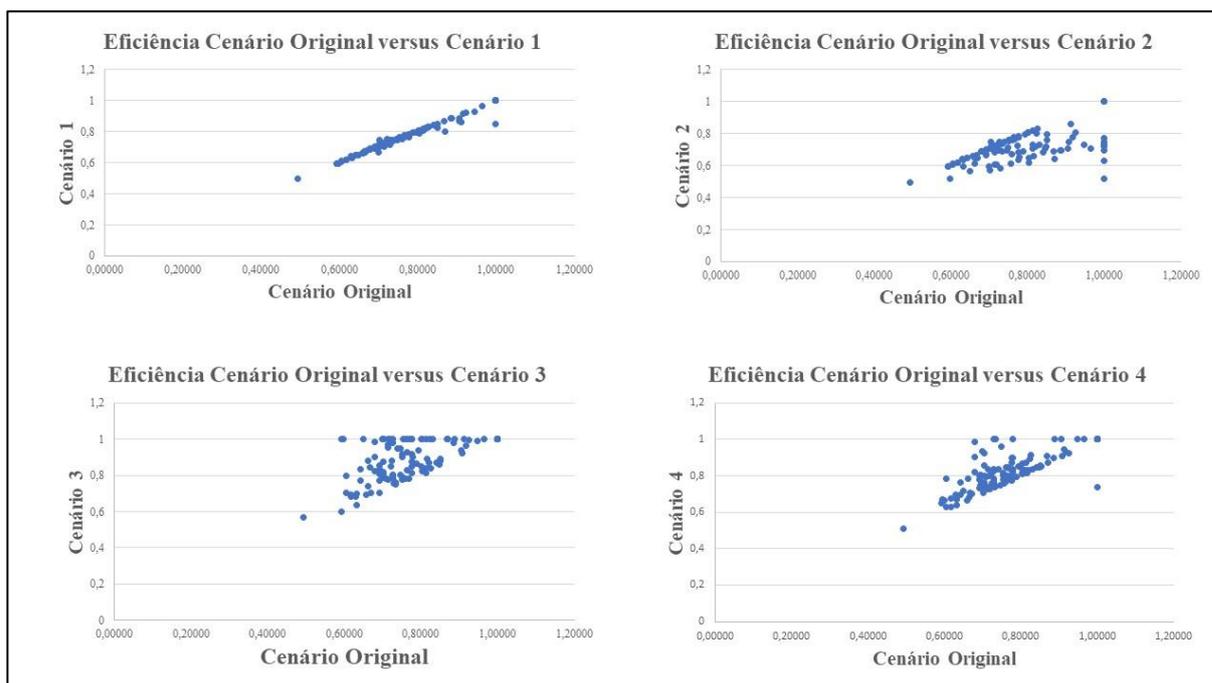


Fonte: Elaborado pela autora

Como podemos verificar na Figura 8, dos onze municípios considerados eficientes quanto a conversão de insumos em produtos no Cenário original, apenas os municípios de Ribeirãozinho e Araguainha se mantiveram eficientes nos outros cenários construídos. Podemos observar que no cenário 4, o município de Cuiabá foi o que apresentou a maior variação negativa em sua taxa de eficiência. Em todos os cenários analisados o município de Lambari D'Oeste foi o que apresentou a menor taxa de eficiência.

Na Figura 9 apresentamos os gráficos de dispersão da eficiência do cenário original em comparação com os demais cenários.

**Figura 9** - Gráficos de dispersão da eficiência do cenário original em relação aos demais cenários



Fonte: Elaborado pela autora

Na Figura 9 temos que no Cenário 1, os municípios, com exceção de Nortelândia, não apresentaram grandes variações na taxa de eficiência em relação ao cenário original.

No Cenário 2, os municípios tiveram uma piora na taxa de eficiência em relação ao cenário original, tal fato corrobora com o apontado por Santos (2017) e Will (2014) de que as características econômicas diversas das UTD's podem influenciar nos resultados alcançados por elas. Dessa forma o PIB per capita municipal, torna-se uma importante variável do cenário original, uma vez que possibilita relativizar as riquezas das unidades produtivas e assim corrigir possíveis distorções nos resultados de eficiência obtidos no modelo DEA.

No Cenário 3, podemos observar que a inserção da variável de insumo, população municipal e de produto, número de alunos, fez com que a eficiência de alguns municípios melhorasse, mostrando que essas variáveis podem ser consideradas em relação ao cenário original, ampliando assim os municípios que são eficientes na aplicação dos recursos no Ensino Fundamental.

Ao analisarmos o Cenário 4, verificamos também que com a inclusão da variável produto, extensão territorial, há uma melhora em relação aos municípios que utilizam seus recursos com eficiência, nos dando indícios de que esta variável aparece como uma boa opção caso se queira ampliar o modelo original e analisar a influência de questões geográficas na eficiência dos municípios quanto a aplicação dos recursos públicos em educação.

Por fim, esta análise nos mostra que as variáveis de insumo e de produto escolhidas para a composição do modelo do Cenário original mostram-se consistentes para a avaliação dos municípios do Estado de Mato Grosso quanto a eficiência na conversão dos recursos públicos em indicadores de qualidade na educação em nível fundamental.

## 5. Considerações Finais

A questão problema da nossa pesquisa foi: *quais municípios do Estado de Mato Grosso são mais eficientes na conversão dos recursos públicos em indicadores de qualidade na educação em nível fundamental?*

Os resultados encontrados por meio da Análise Envoltória de Dados, modelo BCC orientado a produto, apresentado pelo software SIAD usado para responder a essa questão no Cenário original, foi de que apenas 11, isto é 9,4%, dos 117 municípios mato-grossenses analisados em relação aos insumos: despesas correntes com o ensino fundamental, número de escolas públicas municipais; número de alunos; de professores e o Produto Interno Bruto per capita e tendo como produto, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, foram considerados eficientes quanto ao investimento do recurso público nesta etapa de ensino, sendo eles: Alto Paraguai, Araguainha, Cotriguaçu, Cuiabá, Juruena, Nortelândia, Novo Horizonte do Norte, Ponte Branca, Ribeirãozinho, São José do Povo e São Pedro da Cipa.

Levantamos como hipótese de que a renda per capita dos municípios poderia interferir diretamente no desempenho nas avaliações educacionais, esta hipótese não se confirmou. Em nossa análise identificamos que investimento e desempenho não estão atrelados. Mesmo apresentando o maior PIB per capita municipal, o município de Campos de Júlio não foi considerado eficiente, demonstrando que uma riqueza municipal elevada não corresponde necessariamente a uma melhor qualidade no setor educacional.

Os municípios de Ribeirãozinho, Santa Rita do Trivelato, Nova Maringá e Nova Marilândia que apesar de possuírem as menores despesas correntes com o ensino fundamental, apresentam os melhores índices do IDEB do 5º ano do Ensino Fundamental. Em contraposição, temos os municípios de Santa Cruz do Xingu, Indiavaí, São José do Povo, Serra Nova Dourada e Canabrava do Norte que também estão entre os municípios de menores despesas, mas que aparecem entre os municípios com os piores IDEB para o 5º ano do Ensino Fundamental.

Identificamos, em todos os Cenários construídos, um alto desvio padrão, o que indica a existência de disparidade nas variáveis de insumos e produto entre os 117 municípios mato-grossenses avaliados. O município de Cuiabá apresenta os maiores valores das variáveis: despesas correntes com o ensino fundamental, número de escola, de professores e de alunos matriculados nas escolas municipais de Ensino Fundamental; enquanto ao município de Araguainha pertence os menores valores para as variáveis: despesas correntes com o ensino fundamental, número de escola e número de alunos matriculados. Outros 19 municípios

também apresentaram o número mínimo da variável número de escola municipais de Ensino Fundamental.

No Cenário original, dos municípios avaliados 90,6% foram considerados ineficientes quanto a aplicação dos recursos públicos no setor educacional, sendo que 24,79% apresentaram despesas correntes com o ensino fundamental acima da média que foi de R\$ 12.779.742,53 e 75,21% municípios tiveram suas despesas abaixo dela. Ao olharmos para a média dos escores de eficiência dos municípios, que foi de 77%, identificamos que 58,12% deles apresentaram uma taxa de eficiência inferior a ela, o que nos dá indício da necessidade de uma revisão no modo como está sendo alocado e na gestão dos recursos públicos.

Já, em relação aos outros Cenários, temos que no cenário 1, 91,45% dos municípios foram considerados ineficientes, no cenário 2 essa taxa foi de 97,44%, no cenário 3 foi de 67,52% e no cenário 4, 85,47% dos municípios avaliados foram considerados ineficientes. Tais resultados reforçam a ideia de que os municípios mato-grossenses estão apresentando problemas em conseguir converter recursos públicos em indicadores de qualidade na educação em nível fundamental.

Em todos os Cenários analisados, o município de Ribeirãozinho foi considerado como *benchmark*. No Cenário original ele serviu de referência para 106 municípios ineficientes e como parceiro de excelência para 85 deles, pelo fato desta UTD possuir a menor despesa corrente com o ensino fundamental e estar entre os melhores índices do IDEB.

Ao analisarmos as mesorregiões no cenário original, podemos dizer que na Centro Sul Mato-grossense 33,33% das UTD's foram eficientes em relação a aplicação dos recursos públicos com o ensino fundamental, seguida da Sudoeste Mato-grossense com 26,32% e Norte Mato-grossense com 5,88%. Já, as mesorregiões Sudeste e Nordeste Mato-grossense não apresentaram nenhum município com eficiência de 100%. Esse fato revela que os municípios dessas mesorregiões devem rever suas estratégias de alocação dos recursos públicos a fim de garantir uma educação de qualidade a população.

Os resultados encontrados nos Cenários analisados revelam a necessidade de os gestores reverem as práticas utilizadas a fim de promover ações efetivas e eficientes quanto a destinação dos recursos públicos à educação, que já são poucos, de modo a ofertar uma educação pública, gratuita e de qualidade a população.

Como sugestão para investigações futuras, propomos a realização de uma pesquisa *in loco* aos municípios considerados eficientes quanto a alocação de recursos públicos, com o objetivo de analisar a gestão financeira e pedagógica das escolas destes municípios, para

identificar o que garante que eles sejam eficientes promovendo assim uma educação pública de qualidade frente aos insumos que dispõem.

Por fim, essa pesquisa não almeja sanar todas as discussões acerca da eficiência na alocação dos gastos públicos no setor educacional no estado de Mato Grosso, mas, contribuir para a reflexão sobre o modo como os recursos financeiros estão sendo aplicados na educação do estado e assim despertar um maior interesse social em analisar a qualidade da gestão do poder público no setor educacional promovendo melhorias para toda a população.

## 6. Referências

AFONSO, A.; SCHUKNECHT, L.; TANZI, V. *Public sector efficiency: an international comparison*. **Public Choice**, v. 123, n. 3-4, p. 321-347, 2005.

ALMEIDA, Wallace da Silva de. *Avaliação da Eficiência Dinâmica Municipal na Aplicação de Recursos Públicos para os Setores de Educação e Saúde Infantil no Rio Grande do Norte*. 136 f. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Natal, RN. 2017.

ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G.; COELHO, P.H.G. FSDA – Free Software for Decision Analysis (SLAD – Software Livre de Apoio à Decisão): A Software Package for Data Envelopment Analysis Models. In: XII CONGRESO LATINO-IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA, 12., 2004, La Habana. Memorias..., La Habana, 2004.

ARAÚJO JUNIOR, Josué Nunes de. *Análise intertemporal na eficiência dos gastos municipais do Nordeste com educação básica: uma abordagem com DEA e Índice de Malmquist*. 76 f. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Economia. Caruaru, 2017.

ARÊAS, D. B. *Avaliação do ensino superior da Engenharia de Produção da UFRJ usando DEA e uma abordagem qualitativa*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

BANKER, R.D.; CHARNES A.; COOPER, W.W. Some models for estimation technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, 30(9):1078-1092, 1984.

BRASIL. *Resumos de resultados nacionais do PISA 2018*. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. OCDE, 2018. Disponível em <[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio\\_PISA\\_2018\\_preliminar.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf)>. Acesso em 13 de fevereiro de 2020.

BRASIL. *LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional*. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2017. 58 p.

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

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. *Measuring the efficiency of decision making units*. **European Journal of Operational Research**, n. 2, p. 429-444, 1978.

COLIN, Emerson Carlos. *Pesquisa Operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas*. [Reimpr.] – Rio de Janeiro: LTC, 2015.

COLUCCI, Lucas. *O impacto na ponderação do peso da Prova Brasil e do indicador de rendimento no perfil das escolas municipais do ensino fundamental consideradas eficientes pela técnica DEA em transformar investimento financeiro em desempenho no IDEB em 2011*.

125 f. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Programa de pós-graduação em administração de organizações. Ribeirão Preto, 2014.

DANTAS, Fabiano da Costa. *Eficiência nos gastos públicos em educação fundamental: uma análise nos municípios do estado do Rio Grande do Norte, 2007 e 2011*. 135 f. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-graduação em Economia. Natal, 2013.

DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, Menasha, v. 19, n. 3, p. 273-92, jul. 1951.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society - Series A**, Londres, v. 120, n. 3, p. 253-90, 1957.

FERREIRA, Jonas. *Boas práticas administrativo-pedagógicas que colaboram para o desempenho dos alunos de escolas municipais do ensino fundamental do estado de São Paulo no IDEB*. 394 f. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Programa de pós-graduação em administração de organizações. Ribeirão Preto, 2015.

FIRMINO, Rafaelle Gomes. *Avaliação da eficiência na aplicação dos recursos públicos da educação básica: um estudo nos municípios paraibanos*. 102 f. 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa Multi-Institucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade de Brasília, da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. João Pessoa, 2013.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FREITAS, Marcelo Machado de. *A influência de variáveis independentes na eficiência do ensino médio: uma perspectiva cross-country*. 192 f. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-graduação em Contabilidade. Florianópolis, 2016.

FURTADO, Lorena Lucena. *Análise da eficiência técnica dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia*. 102 f. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas. Vitória, 2014.

GADOTTI, Moacir. *Educação brasileira contemporânea: desafios do ensino básico*. 1997. Disponível em < <http://acervo.paulofreire.org:8080/xmlui/handle/7891/3393> >. Acesso em 19 de junho de 2017.

GIACOMELLI, G. S. *Da economia tradicional do bem-estar à importância da equidade em saúde para o desenvolvimento humano*. 84 f. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Sociais, Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento, Rio Grande do Sul, 2015.

LINS, M. P. E.; MOREIRA, M. C. B. *Implementação com Seleção de Variáveis em Modelos de DEA*. In: LINS, M.P.E.; ANGULO MEZA, L. (org.). **Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. Cap. III, p.37 - 52.

- MELLO, J. C. C. B. S. *et. al. Curso de Análise de Envoltória de Dados*. XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Gramado, RS. 2005.
- MORAIS, Reinaldo Carvalho de. *Eficiência do gasto público em educação nas prefeituras mineiras: uma abordagem via análise envoltória de dados*. 78 f. 2010. Dissertação (mestrado) - Fundação João Pinheiro/ Escola de Governo Prof.º Paulo Neves de Carvalho. Programa de Pós-Graduação em Administração Pública, Belo Horizonte, 2010.
- MOTA, Tulio Rabelo de Albuquerque. *Utilização de DEA como instrumento de avaliação dos gastos públicos em educação: análise dos municípios do Estado do Rio de Janeiro*. 70 f. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Programa de pós-graduação *stricto sensu* em engenharia de produção. Niterói, 2016.
- NUINTIN, Adriano Antonio. *Eficiência da aplicação de recursos públicos nas Universidades Federais*. 169 f. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-graduação em Administração. Lavras, 2014.
- OLIVEIRA, Lucas Santos Menezes e. *Comparação de métodos de apoio à decisão na seleção de um imóvel*. 76 f. 2008. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2008.
- OLIVEIRA, Nelize Aparecida de. *Eficiência nos gastos de instituições federais de ensino superior: uma análise envoltória de dados*. 74 f. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Administração. Uberlândia, 2016.
- PLANELLS, Mariana. *Avaliação da eficiência da gestão dos recursos nas Universidades Federais Brasileiras*. 95 f. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Contabilidade, Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Curitiba, 2018.
- QUEIROZ, Marcelo Victor Alves Bila. *Avaliando as escolas pelas suas competências: aplicação do DEA não discriminatório para o Ensino Fundamental do Rio Grande do Norte*. 73 f. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2014.
- RODRIGUES, Márcia Lima. *Eficiência dos Bancos Comerciais no Brasil: uma abordagem utilizando DEA*. 150 f. 2018. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Engenharia de Produção e de Manufatura, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, São Paulo, 2018.
- SANTOS, Alex Marcelo Brito. *Avaliação da eficiência do ensino fundamental em Arapiraca*. 73 f. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Economia. Recife, 2009.
- SANTOS, Rodolfo Rocha. *Influência da governança pública na eficiência da alocação dos recursos públicos em educação e saúde*. 141 f. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-Graduação em Contabilidade, Florianópolis, 2017.
- SAVIAN, Mayá Patricia Gemelli; BEZERRA, Fernanda Mendes. *Análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental no estado do Paraná*. **Economia & Região**, Londrina(Pr),v.1, n.1,p.26-47, jan./ jul. 2013

SEPLAG, *Contas Regionais: Produto Interno Bruto de Mato grosso em 2017*. Cuiabá – MT, 2019. Disponível em <<http://www.seplan.mt.gov.br/documents/363424/12140610/contas+regionais+2017+VF.pdf/a86ef370-b11a-48f9-1bd4-b21daba914fb>> acessado em 24 de fevereiro de 2020.

SILVA, Cleiton Martins Duarte da. *Eficiência na alocação de recursos públicos na educação básica em Minas Gerais*. 184 f. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-graduação em Administração. Lavras, 2013.

SILVA, Vanderléia de Souza da. *Análise de eficiência dos gastos públicos em saúde nos municípios paranaenses*. 133 f. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas, Limeira, São Paulo, 2017.

VECCHIA, Daiana Dalla. *Análise da eficiência das instituições de educação superior públicas da Região Nordeste do Brasil – 2008 a 2012*. 147 f. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Economia. Salvador, 2014.

WILL, Anderson Renan. *Eficiência dos estados brasileiros nos gastos com educação: um estudo comparativo de recursos utilizados e resultados alcançados*. 117 f. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-graduação em Contabilidade. Florianópolis, 2014.

ZOGHBI, Ana Carolina Pereira *et. al.* Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. **Estud. Econ.**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 785-809, Dec. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-41612009000400004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612009000400004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso 02 set. 2018.

## Apêndices

APÊNDICE 1 – Dados das variáveis usadas na pesquisa

APÊNDICE 2 – Eficiências DEA dos municípios em cada cenário avaliado

APÊNDICE 3 – Valores de  $\lambda_k$  para os municípios *Benchmarks* do Cenário Original

## APÊNDICE 1 – Dados das variáveis usadas na pesquisa

Município	Despesa corrente (R\$)	Despesa ponderada por aluno (R\$)	PIB per capita (R\$)	Número de Escolas	Número de Alunos	Número de Professores	População	Extensão Territorial (km <sup>2</sup> )	IDEB 5º Ano
Água Boa	15335410,67	9584,631669	40218,44	12	1600	83	20856	7510,635	6,2
Alta Floresta	15118353,36	6668,881059	29714,34	9	2267	109	49164	8953,191	5,6
Alto Araguaia	9683244,58	8427,540975	46177,25	7	1149	58	15644	5399,326	6,3
Alto Garças	4741772,81	9677,087367	46426,35	3	490	26	10350	3865,971	5,6
Alto Paraguai	3886591,42	7773,18284	10577,65	3	500	25	10066	1844,817	5,1
Alto Taquari	7035041,47	7922,343998	94550,8	1	888	42	8072	1440,399	5,7
Apiacás	5050966,6	7034,772423	14625,46	4	718	31	8567	20493,065	5,9
Araguaiana	3792103,31	12272,179	22734,83	2	309	15	3197	6422,966	5,5
Araguainha	1315759,72	14301,73609	20991,08	1	92	12	1096	688,326	5,5
Araputanga	6952428,33	10423,43078	25728,15	3	667	33	15342	1610,076	5,6
Arenópolis	2897344,38	5355,534898	17951,61	1	541	21	10316	415,585	5,2
Aripuanã	15233489,83	6908,612168	33215,39	10	2205	112	18656	25107,968	5,5
Barra do Bugres	15952875,31	9739,240116	38900,89	8	1638	85	31793	5981,569	5,1
Barra do Garças	28818026,96	7597,687045	29744,71	22	3793	186	56560	9079,291	5,7
Brasnorte	13797869,85	8097,341461	41264,47	18	1704	87	15357	15959,135	4,9
Cáceres	45616907,65	7968,018803	19896,86	31	5725	274	87942	24593,123	5,0
Campinápolis	15078724,35	5127,073903	16553,92	34	2941	200	14305	5981,707	4,9
Campo Novo do Parecis	20308235,12	6354,266308	87440,88	9	3196	114	27577	9434,572	5,9
Campo Verde	12802916,27	14835,36068	190238,95	3	863	46	5154	6787,282	5,8
Campos de Júlio	19178236,47	5372,055034	60777,98	8	3570	159	31589	5394,764	6,3
Canabrava do Norte	2335668,44	5958,337857	24037,31	1	392	25	4786	3452,684	4,8
Canarana	11376450,19	7306,647521	56106,96	12	1557	71	18754	10882,379	5,2
Carlinda	6819708,13	7428,875959	16069,29	5	918	52	10990	2416,144	5,3
Castanheira	5024506,89	11577,20482	16051,25	5	434	24	8231	3909,537	5,2
Cláudia	7578747,69	10584,84314	34922,06	2	716	27	11028	3849,991	5,7
Colíder	16683648,61	8206,418401	26319,79	9	2033	96	30766	3103,958	6,3
Colniza	23257774,75	8945,297981	14620,57	15	2600	171	26381	27946,126	5,5
Comodoro	12588529,97	6052,17787	28139,25	10	2080	92	18178	21518,254	5,7
Confresa	14647359,37	6281,028889	24590,12	11	2332	101	25124	5801,945	4,9
Conquista D'Oeste	2605369,14	6802,530392	22868,99	5	383	15	3385	2684,256	5,9
Cotriguaçu	9742880,98	9931,581019	10760,44	7	981	56	14983	9421,076	6,0

Município	Despesa corrente (R\$)	Despesa ponderada por aluno (R\$)	PIB per capita (R\$)	Número de Escolas	Número de Alunos	Número de Professores	População	Extensão Territorial (km <sup>2</sup> )	IDEB 5º Ano
<b>Cuiabá</b>	247756612,5	8437,139877	39485,65	83	29365	1440	551098	3266,538	5,7
<b>Curvelândia</b>	3242118,5	9854,463526	20778,86	2	329	24	4866	359,031	5,8
<b>Denise</b>	4886138,8	8932,612066	52095,49	2	547	30	8523	1278,502	5,0
<b>Diamantino</b>	15146015,52	13227,96115	91907,1	8	1145	60	20341	8191,677	5,6
<b>Dom Aquino</b>	3724439,06	12053,20084	42154,85	2	309	15	8171	2224,269	4,9
<b>Feliz Natal</b>	7327050,95	6410,368285	29278,52	10	1143	67	10933	11678,999	5,4
<b>Gaúcha do Norte</b>	8743105,17	12652,82948	55813,13	7	691	40	6293	16934,298	5,7
<b>General Carneiro</b>	3603876,45	12427,16017	36997,8	7	290	24	5027	3710,456	4,8
<b>Glória D'Oeste</b>	2104031,35	12598,99012	22981,1	1	167	10	3135	833,162	5,7
<b>Guarantã do Norte</b>	17406268,34	6354,972012	21462,3	18	2739	144	32216	4734,589	6,4
<b>Guiratinga</b>	4031529,03	8707,406112	22308,98	3	463	22	13934	5044,139	5,4
<b>Indiavaí</b>	2984599,81	8830,176953	21553,71	1	338	17	2397	592,639	4,9
<b>Ipiranga do Norte</b>	4831449,48	8897,697017	96465,86	1	543	27	5123	3466,697	6,1
<b>Itanhangá</b>	3796430,29	7562,610139	37706,92	2	502	26	5276	2898,073	6,5
<b>Itaúba</b>	3494048,7	9520,568665	46579,69	2	367	20	4575	4529,581	5,0
<b>Itiquira</b>	10723288,88	6619,314123	85498,25	6	1620	78	11478	8659,91	6,0
<b>Jaciara</b>	10821428,93	10325,79096	35190,22	4	1048	53	25647	2396,589	6,1
<b>Jauru</b>	5545388,28	12517,8065	31177,02	3	443	24	10455	1358,411	5,3
<b>Juína</b>	12637021,47	9880,39208	25659,19	9	1279	80	39255	26189,915	5,5
<b>Juruena</b>	5837189,27	12186,19889	12654,98	7	479	26	11201	2778,986	6,2
<b>Juscimeira</b>	3988320,91	13994,10846	26618,94	3	285	20	11430	2720,481	4,8
<b>Lambari D'Oeste</b>	4426577,98	10489,52128	37265,8	3	422	33	5431	1765,077	4,0
<b>Lucas do Rio Verde</b>	34644352,15	5862,980564	60473,87	10	5909	254	45556	3675,221	6,7
<b>Marcelândia</b>	6033184,04	7666,053418	27675,63	4	787	33	12006	12273,552	5,5
<b>Matupá</b>	6401554,42	8270,742145	38399,56	4	774	33	14174	5219,025	6,1
<b>Mirassol d'Oeste</b>	7878357,98	7439,43152	24933,59	3	1059	56	25299	1080,144	6,1
<b>Nobres</b>	5673381,43	6918,757841	35303,94	5	820	46	15002	3911,85	5,1
<b>Nortelândia</b>	3083885,05	18466,37754	20121,51	1	167	7	6436	1353,604	5,8
<b>Nossa Senhora do Livramento</b>	9837830,06	8959,772368	20519,78	15	1098	62	11609	5439,889	5,5
<b>Nova Bandeirantes</b>	8409609,69	7409,347744	13941,11	7	1135	65	11643	9593,268	5,6
<b>Nova Canaã do Norte</b>	8306857,45	6520,296272	28665,66	5	1274	57	12127	5955,408	5,6
<b>Nova Guarita</b>	3115850,75	8490,05654	20002,49	2	367	21	4932	1114,126	5,7

<b>Município</b>	<b>Despesa corrente (R\$)</b>	<b>Despesa ponderada por aluno (R\$)</b>	<b>PIB per capita (R\$)</b>	<b>Número de Escolas</b>	<b>Número de Alunos</b>	<b>Número de Professores</b>	<b>População</b>	<b>Extensão Territorial (km²)</b>	<b>IDEB 5º Ano</b>
<b>Nova Lacerda</b>	5585259,38	5568,553719	28157,26	3	1003	40	5436	4793,173	5,6
<b>Nova Marilândia</b>	3033360,49	8198,271595	51097,46	1	370	20	2951	1936,428	6,2
<b>Nova Maringá</b>	2476731,79	5225,172553	52719,76	1	474	20	6590	11555,987	6,3
<b>Nova Monte Verde</b>	3810994,51	7272,890286	19857,79	4	524	20	8093	5150,562	6,3
<b>Nova Mutum</b>	20038096,27	5535,38571	65340,93	7	3620	133	31649	9532,064	6,0
<b>Nova Nazaré</b>	4943546,19	7378,427149	18832,64	11	670	52	3029	4037,501	4,9
<b>Nova Olímpia</b>	8056485,89	6969,278452	35054,39	5	1156	60	17515	1367,743	5,9
<b>Nova Santa Helena</b>	2536655,21	6421,911924	40672,04	3	395	19	3468	2375,578	5,8
<b>Nova Ubiratã</b>	11567581,56	7180,373408	90449,04	10	1611	79	9218	12500,114	5,5
<b>Nova Xavantina</b>	8154367,18	7886,235184	28207,29	6	1034	52	19643	5530,393	5,2
<b>Novo Horizonte do Norte</b>	1784857,34	7726,655152	16608,59	1	231	12	3749	898,499	5,9
<b>Novo Mundo</b>	6698873,72	10857,16972	21325,22	7	617	32	7332	5791,05	5,8
<b>Novo Santo Antônio</b>	2419151,25	7583,546238	13834,92	2	319	20	2005	4393,796	5,7
<b>Novo São Joaquim</b>	5777750,85	9098,820236	57085,71	4	635	35	6042	5231,297	5,9
<b>Paranaíta</b>	11409338,63	9156,772576	54834,07	6	1246	58	10684	4796,013	5,2
<b>Paranatinga</b>	14017377,81	8674,119932	35616,58	16	1616	89	19290	24162,444	5,9
<b>Pedra Preta</b>	11816318,83	8857,810217	42229	9	1334	60	15755	4049,47	5,9
<b>Peixoto de Azevedo</b>	13819300,63	5619,886389	14863,24	9	2459	111	30812	14400,558	5,5
<b>Ponte Branca</b>	1994936,11	16764,16899	14586,2	1	119	9	1768	686,687	5,9
<b>Pontes e Lacerda</b>	13095756,98	6792,405073	27121,8	7	1928	77	41408	8567,455	5,3
<b>Porto Alegre do Norte</b>	4873699,49	12153,86406	16336,52	4	401	21	10748	3972,255	4,7
<b>Porto dos Gaúchos</b>	9249625,26	8825,978302	16423,55	6	1048	69	11031	5810,977	4,6
<b>Porto Esperidião</b>	2960602,32	8507,477931	18103,62	5	348	26	3649	2057,327	5,5
<b>Porto Estrela</b>	5305378,62	14819,49335	76599,43	2	358	21	5449	6862,118	6,7
<b>Poxoréu</b>	8407389,53	10947,12178	31305,8	7	768	41	17599	6874,158	6,2
<b>Primavera do Leste</b>	47360723,34	11852,03287	58867,42	7	3996	177	52066	5482,065	5,7
<b>Querência</b>	11485980,15	7647,123935	97592,96	7	1502	77	13033	17786,195	5,5
<b>Ribeirão Cascalheira</b>	5487922,3	7035,797821	29608,88	7	780	48	8881	11354,805	5,2
<b>Ribeirãozinho</b>	1402710,62	12413,36832	31720,06	1	113	5	2199	625,806	8,1
<b>Rio Branco</b>	3289355,02	7850,489308	16402,79	1	419	25	5070	561,641	5,0
<b>Rondonópolis</b>	80786714,76	7672,052684	43175,13	38	10530	554	195476	4686,622	5,7

Município	Despesa corrente (R\$)	Despesa ponderada por aluno (R\$)	PIB per capita (R\$)	Número de Escolas	Número de Alunos	Número de Professores	População	Extensão Territorial (km <sup>2</sup> )	IDEB 5º Ano
<b>Salto do Céu</b>	3207859,34	11375,38773	16987,73	1	282	13	3908	1754,501	5,7
<b>Santa Carmem</b>	3896169,4	5876,575264	71232,82	1	663	26	4085	3855,362	6,5
<b>Santa Cruz do Xingu</b>	3038583,44	8279,51891	34487,9	2	367	21	1900	5651,747	4,8
<b>Santa Rita do Trivelato</b>	2822357,16	6202,982769	177212,67	2	455	20	2491	4734,93	6,6
<b>Santo Antônio do Leste</b>	3280796,05	6432,933431	76131,93	2	510	23	18463	3404,565	5,4
<b>São José do Povo</b>	2525065,73	14595,75566	10973,66	1	173	9	3592	448,285	4,2
<b>São José do Rio Claro</b>	5875190,25	11255,15374	44052,92	2	522	23	5240	7459,645	5,6
<b>São José do Xingu</b>	7276363,86	7824,047161	19823,03	3	930	44	18998	1287,884	6,0
<b>São José dos Quatro Marcos</b>	8105478,74	7436,219028	34647,23	5	1090	38	17124	4533,01	6,1
<b>São Pedro da Cipa</b>	2534766,25	7368,506541	11367,15	1	344	15	4158	344,05	5,6
<b>Sapezal</b>	20868614,94	7778,089802	103551,68	9	2683	91	18094	13624,368	5,7
<b>Serra Nova Dourada</b>	2486268,67	8975,69917	22899,55	1	277	13	1365	1500,391	4,2
<b>Sinop</b>	43241625,7	4905,459524	41408,12	16	8815	328	113099	3941,958	5,9
<b>Sorriso</b>	25781106,99	3053,909854	67251,95	20	8442	413	66521	9347,556	6,1
<b>Tabaporã</b>	6159649,33	7530,133655	41489,96	4	818	38	9932	8448,004	5,9
<b>Tangará da Serra</b>	37122312,4	5160,17687	30506,85	25	7194	218	83431	11601,104	6,2
<b>Tapurah</b>	8076839,16	7706,907595	59929,3	3	1048	51	10392	4489,391	5,7
<b>Terra Nova do Norte</b>	6400207,79	8355,36265	23500,84	7	766	48	11291	2432,07	5,9
<b>União do Sul</b>	3718768,84	9838,012804	40624,33	1	378	20	3760	4581,91	5,7
<b>Várzea Grande</b>	78958901,93	4955,061307	28803,94	60	15935	595	252596	942,568	5,3
<b>Vera</b>	7337087,68	9046,963847	47272,23	3	811	39	10235	2953,978	5,9
<b>Vila Bela da Santíssima Trindade</b>	11477104,65	5496,697629	20687,06	17	2088	109	14493	13420,436	4,5
<b>Vila Rica</b>	11693180,64	7116,969349	16933,82	12	1643	85	21382	7431,481	5,1

## APÊNDICE 2 – Eficiências DEA dos municípios em cada cenário avaliado

Município	Cenário Original	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Água Boa	76,5%	77,85%	77,85%	82,68%	84,60%
Alta Floresta	70,9%	72,40%	70,30%	78,16%	79,52%
Alto Araguaia	77,8%	78,56%	78,56%	81,10%	83,78%
Alto Garças	69,1%	69,41%	69,41%	70,19%	73,26%
Alto Paraguai	100,0%	100,00%	63,15%	100,00%	100,00%
Alto Taquari	70,4%	70,85%	70,85%	100,00%	72,38%
Apiacás	94,7%	92,86%	73,16%	99,11%	100,00%
Araguaiana	77,7%	76,35%	68,10%	92,03%	89,68%
Araguainha	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Araputanga	74,6%	75,07%	69,60%	80,23%	74,65%
Arenópolis	87,1%	79,95%	64,31%	100,00%	87,07%
Aripuanã	67,9%	69,05%	69,05%	90,13%	98,58%
Barra do Bugres	63,0%	64,08%	64,08%	68,26%	69,89%
Barra do Garças	72,1%	75,37%	72,77%	85,03%	80,35%
Brasnorte	60,5%	61,41%	61,41%	79,88%	78,42%
Cáceres	78,0%	77,98%	65,20%	89,97%	89,89%
Campinápolis	75,6%	75,58%	61,51%	100,00%	75,87%
Campo Novo do Parecis	72,8%	74,53%	74,53%	98,15%	83,45%
Campo Verde	79,5%	79,48%	79,48%	93,98%	85,08%
Campos de Júlio	71,6%	72,60%	72,60%	95,58%	79,76%
Canabrava do Norte	70,0%	66,46%	59,33%	100,00%	93,70%
Canarana	64,2%	64,98%	64,98%	77,40%	76,21%
Carlinda	81,6%	81,11%	65,86%	88,92%	81,64%
Castanheira	80,3%	79,57%	64,48%	82,40%	81,01%
Cláudia	70,4%	70,90%	70,90%	100,00%	74,83%
Colíder	85,2%	85,23%	79,23%	89,22%	85,41%
Colniza	88,8%	88,78%	69,73%	100,00%	100,00%
Comodoro	74,8%	74,83%	71,33%	94,95%	95,93%
Confresa	66,3%	67,56%	61,47%	88,18%	68,33%
Conquista D'Oeste	83,0%	83,03%	72,95%	100,00%	83,68%
Cotriguaçu	100,0%	100,00%	74,82%	100,00%	100,00%
Cuiabá	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	73,61%
Curvelândia	84,9%	83,85%	71,76%	85,95%	84,87%
Denise	61,7%	61,99%	61,99%	68,25%	62,77%
Diamantino	69,1%	70,30%	70,30%	77,29%	78,03%
Dom Aquino	60,5%	60,66%	60,66%	70,49%	62,77%
Feliz Natal	69,3%	69,30%	67,15%	81,10%	80,33%

Município	Cenário Original	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Gaúcha do Norte	70,4%	71,00%	71,00%	78,73%	92,46%
General Carneiro	59,3%	59,42%	59,42%	59,95%	64,97%
Glória D'Oeste	81,4%	80,80%	70,43%	81,12%	83,36%
Guarantã do Norte	92,5%	92,48%	80,56%	99,69%	92,48%
Guiratinga	76,1%	75,41%	66,88%	78,23%	76,80%
Indiavaí	71,5%	70,16%	60,61%	100,00%	72,78%
Ipiranga do Norte	75,3%	75,62%	75,62%	91,74%	81,32%
Itanhangá	80,2%	80,48%	80,48%	84,81%	83,74%
Itaúba	61,7%	61,88%	61,88%	69,19%	67,36%
Itiquira	74,1%	74,91%	74,91%	94,87%	83,63%
Jaciara	75,3%	76,17%	76,17%	79,16%	77,88%
Jauru	65,9%	66,29%	65,76%	69,33%	66,66%
Juína	73,4%	74,52%	68,83%	75,21%	100,00%
Juruena	100,0%	100,00%	76,95%	100,00%	100,00%
Juscimeira	63,2%	63,31%	59,44%	63,66%	63,84%
Lambari D'Oeste	49,4%	49,56%	49,56%	56,76%	51,08%
Lucas do Rio Verde	91,2%	86,16%	86,16%	100,00%	94,32%
Marcelândia	71,5%	71,84%	68,28%	77,73%	83,46%
Matupá	75,3%	75,76%	75,76%	77,76%	80,88%
Mirassol d'Oeste	85,1%	82,75%	75,90%	88,29%	85,51%
Nobres	63,3%	63,29%	63,29%	69,79%	67,07%
Nortelândia	100,0%	85,16%	71,75%	100,00%	100,00%
Nossa Senhora do Livramento	78,8%	79,40%	68,60%	86,38%	79,58%
Nova Bandeirantes	88,6%	88,62%	69,72%	98,11%	90,08%
Nova Canaã do Norte	72,5%	72,52%	69,71%	88,27%	75,75%
Nova Guarita	84,6%	83,83%	70,52%	86,43%	84,59%
Nova Lacerda	72,7%	72,65%	69,49%	100,00%	75,17%
Nova Marilândia	76,5%	76,69%	76,69%	92,56%	79,47%
Nova Maringá	77,8%	77,88%	77,88%	100,00%	100,00%
Nova Monte Verde	91,8%	91,68%	78,00%	96,52%	92,97%
Nova Mutum	76,2%	75,77%	75,77%	100,00%	84,57%
Nova Nazaré	71,9%	71,91%	60,75%	100,00%	72,62%
Nova Olímpia	73,4%	73,43%	73,43%	75,91%	74,36%
Nova Santa Helena	71,6%	71,70%	71,70%	97,22%	73,93%
Nova Ubiratã	67,9%	68,74%	68,74%	98,66%	81,88%
Nova Xavantina	67,1%	67,71%	64,72%	70,43%	70,22%
Novo Horizonte do Norte	100,0%	100,00%	72,87%	100,00%	100,00%
Novo Mundo	82,2%	82,34%	72,06%	87,07%	83,07%

<b>Município</b>	<b>Cenário Original</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>	<b>Cenário 4</b>
<b>Novo Santo Antônio</b>	96,5%	96,51%	70,46%	100,00%	100,00%
<b>Novo São Joaquim</b>	72,8%	73,22%	73,22%	80,18%	78,47%
<b>Paranaíta</b>	64,2%	64,98%	64,98%	83,64%	69,51%
<b>Paranatinga</b>	72,8%	73,96%	73,96%	79,64%	100,00%
<b>Pedra Preta</b>	72,8%	73,76%	73,76%	80,37%	76,96%
<b>Peixoto de Azevedo</b>	86,8%	86,77%	68,93%	100,00%	90,93%
<b>Ponte Branca</b>	100,0%	100,00%	72,89%	100,00%	100,00%
<b>Pontes e Lacerda</b>	69,4%	70,54%	66,37%	83,42%	75,04%
<b>Porto Alegre do Norte</b>	73,1%	71,72%	58,27%	75,50%	73,96%
<b>Porto dos Gaúchos</b>	82,7%	83,11%	83,11%	84,17%	91,47%
<b>Porto Esperidião</b>	70,3%	70,28%	57,33%	81,62%	70,76%
<b>Porto Estrela</b>	84,2%	84,20%	68,03%	87,06%	84,66%
<b>Poxoréu</b>	76,9%	77,78%	77,19%	78,12%	83,91%
<b>Primavera do Leste</b>	70,4%	74,49%	74,49%	100,00%	76,15%
<b>Querência</b>	67,9%	68,73%	68,73%	82,26%	90,54%
<b>Ribeirão Cascalheira</b>	66,3%	66,27%	64,51%	74,18%	78,32%
<b>Ribeirãozinho</b>	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
<b>Rio Branco</b>	80,4%	78,69%	61,87%	100,00%	81,57%
<b>Rondonópolis</b>	77,8%	77,80%	77,80%	87,40%	81,98%
<b>Salto do Céu</b>	90,6%	88,79%	70,52%	93,85%	100,00%
<b>Santa Carmem</b>	80,2%	80,49%	80,49%	100,00%	86,98%
<b>Santa Cruz do Xingu</b>	59,4%	59,38%	59,38%	100,00%	66,95%
<b>Santa Rita do Trivelato</b>	81,5%	81,62%	81,62%	100,00%	87,11%
<b>Santo Antônio do Leste</b>	66,7%	66,82%	66,82%	84,43%	70,80%
<b>São José do Povo</b>	100,0%	100,00%	51,92%	100,00%	100,00%
<b>São José do Rio Claro</b>	75,3%	75,92%	75,92%	90,08%	80,08%
<b>São José do Xingu</b>	69,1%	69,51%	69,51%	85,50%	79,77%
<b>São José dos Quatro Marcos</b>	90,8%	87,04%	74,60%	92,46%	90,85%
<b>São Pedro da Cipa</b>	100,0%	100,00%	69,23%	100,00%	100,00%
<b>Sapezal</b>	70,4%	72,06%	72,06%	100,00%	85,74%
<b>Serra Nova Dourada</b>	59,9%	59,20%	51,92%	100,00%	66,52%
<b>Sinop</b>	76,7%	76,70%	76,70%	100,00%	80,23%
<b>Sorriso</b>	77,6%	77,58%	77,58%	100,00%	87,19%
<b>Tabaporã</b>	72,8%	73,26%	73,26%	79,37%	82,80%
<b>Tangará da Serra</b>	82,3%	82,34%	79,98%	100,00%	89,36%
<b>Tapurah</b>	70,4%	70,94%	70,94%	80,76%	75,31%
<b>Terra Nova do Norte</b>	81,3%	81,33%	73,28%	83,73%	81,33%
<b>União do Sul</b>	70,4%	70,57%	70,57%	87,80%	79,82%

<b>Município</b>	<b>Cenário Original</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>	<b>Cenário 4</b>
<b>Várzea Grande</b>	77,5%	77,55%	72,16%	100,00%	77,55%
<b>Vera</b>	72,8%	73,36%	73,36%	78,00%	75,71%
<b>Vila Bela da Santíssima Trindade</b>	65,0%	65,01%	56,24%	100,00%	71,62%
<b>Vila Rica</b>	77,7%	77,72%	63,75%	85,14%	78,77%

APÊNDICE 3 – Valores de  $\lambda_k$  para os municípios *Benchmarks* do Cenário Original

UTD	Alto Paraguai	Araguainha	Cotriguaçu	Cuiabá	Juruena	Nortelândia	Novo Horizonte do Norte	Ponte Branca	Ribeirãozinho	São José do Povo	São Pedro da Cipa
Água Boa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Alta Floresta	0	0	0,09569	0	0	0	0	0	0,90431	0	0
Alto Araguaia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Alto Garças	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Alto Paraguai	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alto Taquari	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Apiacás	0	0	0,26587	0	0,23413	0	0	0	0,15320	0	0,34680
Araguaiana	0	0	0,12544	0	0,04122	0	0	0	0,55966	0	0,27367
Araguainha	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Araputanga	0	0	0	0	0,31429	0	0	0	0,68571	0	0
Arenápolis	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11933	0	0,14129
Aripuanã	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Barra do Bugres	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Barra do Garças	0	0	0,09425	0	0	0	0	0	0,90575	0	0
Brasnorte	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Cáceres	0	0	0,62278	0,15839	0	0	0	0	0,21883	0	0
Campinápolis	0	0	0,73494	0,03063	0	0	0	0	0,23443	0	0
Campo Novo do Parecis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Campo Verde	0	0	0	0,07215	0	0	0	0	0,92785	0	0
Campos de Júlio	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Canabrava do Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48087	0	0,00617
Canarana	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Carlinda	0	0	0,60445	0	0,06221	0	0	0	0,24511	0	0,08822
Castanheira	0	0	0,09036	0	0,57630	0	0	0	0,19637	0	0,13696
Cláudia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Colíder	0	0	0,27716	0,05265	0	0	0	0	0,67020	0	0
Colniza	0	0	0,83812	0,06015	0	0	0	0	0,10173	0	0

UTD	Alto Paraguai	Araguainha	Cotriguaçu	Cuiabá	Juruena	Nortelândia	Novo Horizonte do Norte	Ponte Branca	Ribeirãozinho	São José do Povo	São Pedro da Cipa
Comodoro	0	0	0,18534	0,03913	0	0	0	0	0,77553	0	0
Confresa	0	0	0,34018	0	0	0	0	0	0,65982	0	0
Conquista D'Oeste	0	0	0	0	0,21053	0	0	0	0,55180	0	0,23767
Cotriguaçu	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuiabá	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Curvelândia	0	0	0,13920	0	0,02747	0	0	0	0,46484	0	0,36850
Denise	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Diamantino	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Dom Aquino	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Feliz Natal	0	0	0,12384	0,01986	0	0	0	0	0,85630	0	0
Gáucha do Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
General Carneiro	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Glória D'Oeste	0	0	0	0	0	0	0	0,23975	0,53271	0	0,22754
Guarantã do Norte	0	0	0,50711	0,04779	0	0	0	0	0,44509	0	0
Guiratinga	0	0	0,25805	0	0,07528	0	0	0	0,54053	0	0,12613
Indiavaí	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50050	0	0,49950
Ipiranga do Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Itanhangá	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Itaúba	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Itiquira	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Jaciara	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Jauru	0	0	0	0	0,02848	0	0	0	0,97152	0	0
Juína	0	0	0,28917	0	0	0	0	0	0,71083	0	0
Juruena	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Juscimeira	0	0	0	0	0,26756	0	0	0	0,73244	0	0
Lambari D'Oeste	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Lucas do Rio Verde	0	0	0	0,09351	0	0	0	0	0,68443	0	0
Marcelândia	0	0	0	0	0,21214	0	0	0	0,78786	0	0
Matupá	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Mirassol d'Oeste	0	0	0	0,02419	0	0	0	0	0,62687	0	0,34625

UTD	Alto Paraguai	Araguainha	Cotriguaçu	Cuiabá	Juruena	Nortelândia	Novo Horizonte do Norte	Ponte Branca	Ribeirãozinho	São José do Povo	São Pedro da Cipa
Nobres	0	0	0	0,01734	0	0	0	0	0,98266	0	0
Nortelândia	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nossa Senhora do Livramento	0	0	0,53437	0	0	0	0	0	0,46563	0	0
Nova Bandeirantes	0	0	0,82873	0	0,02146	0	0	0	0,14981	0	0
Nova Canaã do Norte	0	0	0,15418	0,02281	0	0	0	0	0,82302	0	0
Nova Guarita	0	0	0,13132	0	0,03535	0	0	0	0,42596	0	0,40738
Nova Lacerda	0	0	0,17409	0,01108	0	0	0	0	0,81483	0	0
Nova Marilândia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Nova Maringá	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Nova Monte Verde	0	0	0,01617	0	0,48383	0	0	0	0,38704	0	0,11296
Nova Mutum	0	0	0	0,07157	0	0	0	0	0,90661	0	0
Nova Nazaré	0	0	0,15678	0	0,50361	0	0	0	0,33961	0	0
Nova Olímpia	0	0	0	0,02701	0	0	0	0	0,97299	0	0
Nova Santa Helena	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Nova Ubitatã	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Nova Xavantina	0	0	0,16760	0	0	0	0	0	0,83240	0	0
Novo Horizonte do Norte	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Novo Mundo	0	0	0,49595	0	0	0	0	0	0,50405	0	0
Novo Santo Antônio	0	0	0	0	0,00642	0	0	0	0,12084	0	0,87274
Novo São Joaquim	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Paranaíta	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Paranatinga	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Pedra Preta	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Peixoto de Azevedo	0	0	0,81273	0,02289	0	0	0	0	0,16438	0	0
Ponte Branca	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Pontes e Lacerda	0	0	0	0	0,24119	0	0	0	0,75881	0	0

UTD	Alto Paraguai	Araguainha	Cotriguaçu	Cuiabá	Juruena	Nortelândia	Novo Horizonte do Norte	Ponte Branca	Ribeirãozinho	São José do Povo	São Pedro da Cipa
Porto Alegre do Norte	0	0	0,08032	0	0,41968	0	0	0	0,22000	0	0,28000
Porto dos Gaúchos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Porto Esperidião	0	0	0,73242	0,00706	0	0	0	0	0,26052	0	0
Porto Estrela	0	0	0	0	0,23726	0	0	0	0,31597	0	0,44677
Poxoréu	0	0	0	0	0,02173	0	0	0	0,97827	0	0
Primavera do Leste	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Querência	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ribeirão Cascalheira	0	0	0,10555	0,01301	0	0	0	0	0,88144	0	0
Ribeirãozinho	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Rio Branco	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24742	0	0,75258
Rondonópolis	0	0	0	0,32224	0	0	0	0	0,67776	0	0
Salto do Céu	0	0	0	0	0	0	0	0	0,27616	0	0,72384
Santa Carmem	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Santa Cruz do Xingu	0	0	0	0,00664	0	0	0	0	0,99336	0	0
Santa Rita do Trivelato	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Santo Antônio do Leste	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
São José do Povo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
São José do Rio Claro	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
São José do Xingu	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
São José dos Quatro Marcos	0	0	0,07417	0,01896	0	0	0	0	0,39148	0	0,51539
São Pedro da Cipa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sapezal	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Serra Nova Dourada	0	0	0	0	0	0	0	0	0,56662	0	0,43338
Sinop	0	0	0	0,16983	0	0	0	0	0,83017	0	0
Sorriso	0	0	0	0,09896	0	0	0	0	0,90104	0	0

UTD	Alto Paraguai	Araguainha	Cotriguaçu	Cuiabá	Juruena	Nortelândia	Novo Horizonte do Norte	Ponte Branca	Ribeirãozinho	São José do Povo	São Pedro da Cipa
Tabaporã	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tangará da Serra	0	0	0,11022	0,14126	0	0	0	0	0,74852	0	0
Tapurah	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Terra Nova do Norte	0	0	0,39471	0,00692	0	0	0	0	0,59837	0	0
União do Sul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Várzea Grande	0	0	0,25260	0,30626	0	0	0	0	0,44113	0	0
Vera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Vila Bela da Santíssima Trindade	0	0	0,53484	0,02279	0	0	0	0	0,44238	0	0
Vila Rica	0	0	0,71201	0,01767	0	0	0	0	0,27032	0	0