



**Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade
e Gestão de Políticas Públicas
Departamento de Economia
Programa de Mestrado Profissional em Economia**

**Análise da eficiência na educação básica através de
Data Envelopment Analysis (DEA) em dois estágios**

Leonardo Bastos Cordeiro

Orientador: Prof. Dr. Vander Mendes Lucas

**Brasília/DF
2023**

Leonardo Bastos Cordeiro

**Análise da eficiência na educação básica através de
Data Envelopment Analysis (DEA) em dois estágios**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Economia da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Vander Mendes Lucas

**Brasília/DF
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA

Bastos Cordeiro, Leonardo

Análise da eficiência na educação básica através de Data Envelopment Analysis (DEA) em dois estágios / Leonardo Bastos Cordeiro; orientador Vander Mendes Lucas. -- Brasília, 2023.

69 p.

Dissertação (Mestrado em Economia) -- Universidade de Brasília, 2023.

1. Eficiência. 2. DEA. 3. FUNDEB. I. Mendes Lucas, Vander, orient. II. Título.

Universidade de Brasília (UnB)

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura
Reitor da Universidade de Brasília

Professor Doutor Enrique Huelva Unternbäumen
Vice-Reitor da Universidade de Brasília

Professor Doutor Lúcio Remuzat Rennó Junior
Decano de Pesquisa e Pós-Graduação

Professor Doutor José Márcio Carvalho
**Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de
Políticas Públicas**

Professor Doutor Roberto de Góes Ellery Júnior
Chefe do Departamento de Economia

Professora Doutora Marina Delmondes de Carvalho Rossi
Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Economia da UnB

Leonardo Bastos Cordeiro

**Análise de eficiência na educação básica através de
Data Envelopment Analysis (DEA) em dois estágios**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia da Universidade de Brasília como requisito à obtenção do título de Mestre em Economia.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Vander Mendes Lucas
PPGECO/UnB (Orientador)

Prof. Dr. Ana Carolina Pereira Zoghbi
PPGECO/UnB (Membro Interno)

Prof. Dr. George Henrique de Moura Cunha - UNIALFA
(Membro Externo)

BRASÍLIA/DF
2023

*“Porque estou certo de que, nem a morte, nem a vida,
nem anjos, nem principados,
nem coisas presentes, nem futuras, nem potestades,
nem a altura, nem a profundidade,
nem qualquer outra criatura nos poderá separar do amor de Deus,
que está em Cristo Jesus nosso Senhor.”*

Romanos 8:38-39

AGRADECIMENTOS

A Deus, sobretudo.

Aos meus pais, Wilson e Silvia. À minha querida vó Venina Cesário Bastos (*in memoriam*).

À minha esposa Carolina e aos meus sogros queridos, Rogerio e Denise.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Vander Mendes Lucas, pela atenção e assistência durante o projeto de pesquisa;

Aos docentes do Programa de Pós-graduação, principalmente à Professora Dr^a. Ana Carolina Pereira Zoghbi por sua imensa dedicação.

À Comissão de Avaliação, pelos valorosos conselhos.

Aos meus colegas de turma, principalmente aos meus amigos Enelson, Victor e Cristhiano.

RESUMO

O presente estudo buscou analisar a eficiência técnica dos 92 municípios fluminenses. Para analisar a eficiência dos municípios foi utilizada a técnica não paramétrica *Data Envelopment Analysis* (DEA) orientado a *output*, e regressões *logit* binária, para estimar o impacto de variáveis ambientais sobre o fator eficiência. Os resultados obtidos indicaram que 19 municípios (20,65% dos 92 municípios) apresentaram escores de eficiência iguais ou maiores que o limiar de eficiência (95%) delimitado, considerados eficientes.

O modelo de regressão *logit* mostrou que as variáveis independentes ambientais na área educacional foi significativa. Nesse aspecto, pode-se concluir pela iminente necessidade de melhorar a qualidade do gasto público com Ensino Fundamental nos municípios contemplados na análise, buscando, nesse aspecto, uma maior observância do Princípio da Eficiência na aplicação dos recursos públicos.

Palavras-chave: Eficiência, DEA, FUNDEB.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the technical efficiency of the 92 municipalities in the state of Rio de Janeiro. Non-parametric *Data Envelopment Analysis* (DEA) technique was used to analyze efficiency, while binary logit regressions were employed to estimate the impact of environmental variables on the efficiency factor. The results of the DEA technique indicated that 19 municipalities (20.65% of the 92 municipalities) achieved efficiency scores equal to or higher than the efficiency threshold (95%), thus considered efficient.

The regression model showed that higher values for the environmental independent variables was found to be significant. In this regard, it can be concluded that there is an imminent need to improve the quality of public spending on primary education in the analyzed municipalities, aiming for a greater adherence to the Principle of Efficiency in the allocation of public resources.

Keywords: Efficiency, DEA, FUNDEB.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – GRÁFICO DEA

FIGURA 2 - DEA ORIENTADO A ENTRADAS E ORIENTADO A SAÍDAS

FIGURA 3 - RECURSOS DO FUNDEB POR MUNICÍPIO

FIGURA 4 - QUANTIDADE DE DOCENTES POR MUNICÍPIO

FIGURA 5 - QUANTIDADE DE ALUNOS POR MUNICÍPIO

FIGURA 6 – RENDIMENTO ESCOLAR POR MUNICÍPIO

FIGURA 7 – ESCOLAS POR MUNICÍPIO

FIGURA 8 – MUNICÍPIOS EFICIENTES E MUNICÍPIOS INEFICIENTES

FIGURA 9 – ANÁLISE DA DISTÂNCIA DE COOK

FIGURA 10 – GRÁFICO DE RESÍDUOS VERSUS AJUSTES

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DADOS DESCRITIVOS

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DEA – *Data Envelopment Analysis*

DMU – *Data Management Unit*

FUNDEB - Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 16 |
| 3. METODOLOGIA..... | 23 |
| 3.1. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA - <i>DATA ENVELOPEMENT ANALYSIS</i>)..... | 23 |
| 3.2. MODELOS CLÁSSICOS DE DEA..... | 25 |
| 3.2.1. MODELO CCR..... | 26 |
| 3.2.2. MODELO BCC..... | 28 |
| 3.3. MODELO DO ESTUDO..... | 28 |
| 3.3.1. PRIMEIRO ESTÁGIO (DEA)..... | 29 |
| 3.3.1.1. <i>INPUTS</i> DO PROCESSO..... | 30 |
| 3.3.1.2. <i>OUTPUTS</i> DO PROCESSO..... | 31 |
| 3.3.1. SEGUNDO ESTÁGIO..... | 32 |
| 3.4. LIMITAÇÕES..... | 35 |
| 4. RESULTADOS..... | 36 |
| 4.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA..... | 36 |
| 4.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS DE EFICIÊNCIA OBTIDAS NO PRIMEIRO ESTÁGIO..... | 41 |
| 4.1. ANÁLISE DO SEGUNDO ESTÁGIO..... | 41 |
| 5. CONCLUSÃO:..... | 46 |
| 5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 47 |
| 6. REFERENCIAS:..... | 49 |
| 7. ANEXO..... | 65 |

1. INTRODUÇÃO

As discussões acerca das políticas públicas no âmbito educacional têm adquirido uma relevância contínua, ao longo dos anos. De acordo com as conclusões obtidas por Franco (2008), o crescimento econômico, a produtividade, a redução da criminalidade, o fortalecimento da democracia e a mitigação das disparidades sociais estão intrinsecamente dependentes do desenvolvimento do setor educacional.

A educação também se apresenta como um elemento central para o fortalecimento da democracia. Uma população educada está mais propensa a compreender questões políticas e a se envolver ativamente no processo democrático. A alfabetização, o desenvolvimento do pensamento crítico e a consciência cívica são externalidades positivas que a educação pode criar, contribuindo para a formação de uma sociedade engajada e participativa.

Além disso, a educação desempenha um papel significativo na redução das desigualdades sociais. Ao proporcionar um acesso equitativo a oportunidades educacionais, independentemente do contexto socioeconômico, é possível romper o ciclo de pobreza e estimular a mobilidade social ascendente. A educação possibilita que os indivíduos desenvolvam suas habilidades e talentos, capacitando-os a buscar melhores condições de vida e a promover uma sociedade mais equânime.

No âmbito da educação básica, a União exerce a função redistributiva por meio da alocação de recursos via Fundeb (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação). A distribuição dos investimentos é determinada com base no número de estudantes na educação básica, utilizando dados do censo escolar do ano anterior.

Conforme observado por Dias (2012), um simples aumento no percentual de gastos destinados à educação fundamental não garante, por si só, a melhoria da qualidade do ensino. O autor ressalta a importância de identificar os aspectos que necessitam de alterações antes de aumentar os investimentos, seguido da avaliação cuidadosa dos recursos necessários para efetivar as transformações esperadas. Além disso, Dias enfatiza a necessidade de realizar avaliações constantes dos resultados alcançados, a fim de determinar se as metas foram atingidas.

Kaveski e Martins (2008) argumentam que os sistemas de avaliação educacional desempenham um papel fundamental ao demonstrar à população a alocação dos recursos públicos em políticas voltadas para a educação. Esses sistemas também possibilitam a análise da qualidade do ensino, bem como garantem a transparência na prestação de serviços educacionais à sociedade.

O Ministério da Educação estabeleceu como meta para a educação básica, até 2022, uma nota no IDEB de 6,0 – média que corresponde a um sistema educacional de qualidade comparável a dos países desenvolvidos. Segundo dados do INEP, no ano 2021, a rede pública municipal fluminense de ensino, apresentou nota média de 5,5.

Tendo em vista que os municípios do Estado do Rio de Janeiro apresentaram notas inferiores à meta estabelecida, surge a seguinte questão de pesquisa:

Quais municípios fluminenses foram mais eficientes no IDEB?

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar a eficiência dos municípios na educação básica nos municípios fluminenses, utilizando-se a metodologia da Análise Envoltória de Dados – *Data Envelopment Analysis* (DEA).

Para atingir o objetivo geral da pesquisa, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento de dados dos municípios no exercício de 2016;
- Demonstrar os municípios eficientes e ineficientes em termos dos gastos públicos, *inputs* e *outputs* na educação básica;
- Elaborar um *ranking* de eficiência dos municípios em termos dos gastos públicos na educação básica.

Através dessa análise, busca-se fornecer subsídios aos gestores públicos e à população em geral, a fim de avaliar a efetividade da alocação dos recursos públicos e o impacto das políticas educacionais em vigor.

2. Revisão de literatura

A administração pública brasileira iniciou uma reforma com fundamentos do Gerencialismo a partir da década de 1990. Tal reforma gerencial trouxe para o contexto brasileiro uma nova relação entre Estado, sociedade e mercado, sob o fundamento de um modelo baseado em competição e com foco em resultados. Ainda que não seja um modelo de gestão único no território brasileiro, esse modelo de caráter híbrido com o patrimonialismo, a burocracia e a gestão societal guarda certos aspectos normativos e pressupõe a flexibilização do Estado. Além disso, a reforma gerencial prevê a adoção de mecanismos de controle e a utilização de ferramentas de gestão inspiradas em instrumentos de gestão do setor privado, de forma que a implementação e avaliação de políticas públicas torna-se passível de avaliação por meio de indicadores de desempenho (ANDION, 2012; DRUMOND; SILVEIRA; SILVA, 2014).

Nessa perspectiva gerencial para a administração pública defende-se que um melhor desempenho do gestor público é resultante de profissionalização. Os administradores públicos são vistos como empreendedores que, ao importar métodos empresariais, otimizam o controle fiscal e fortalecem a esfera pública por meio de melhores resultados na aplicação dos recursos públicos (ANDION, 2012; DRUMOND; SILVEIRA; SILVA, 2014).

Uma vez que os gestores públicos necessitam atender as demandas dos seus órgãos considerando as exigências das citadas políticas/programas em relação aos recursos a serem aplicados em educação, a administração gerencial se impõe por meio do atendimento à transparência e ao alcance de metas.

Gomes, Leal e Assis (2013) propõem alguns indicadores para se mensurar o desempenho interno e externo de órgãos responsáveis pela educação no município.

A análise envoltória de dados vem sendo largamente utilizada para análise de efetividade em vários contextos brasileiros, vide quadro a seguir, onde se reportam as principais variáveis utilizadas em estudos realizados, com a finalidade de mensurar eficiência dos dispêndios na área educacional brasileira.

Kaveski, Martins e Scarpin (2015) verificaram que das 27 unidades federativas brasileiras, quatro delas apresentaram escores de eficiência iguais a um, o que

significa que cerca de 15% das UF são eficientes. A análise dos dados sugere que os níveis de eficiência entre as UF são diferentes estatisticamente, e que a ineficiência observada nos *outputs* indica 'potencial de aumento na qualidade da educação nas instituições estaduais'.

Silva *et al.*, (2015) constataram que o município de São Paulo estava em inércia social, ou seja, a política do ensino fundamental não foi efetiva. Os municípios do Rio de Janeiro e Belo Horizonte apresentaram-se eficientes tecnicamente em todos os anos e na avaliação comparativa entre os três municípios.

Rodrigues (2015) demonstrou que dois terços dos municípios mineradores de Minas Gerais são ineficientes, e que o alcance da meta de qualidade está mais relacionado à eficiência da gestão do que ao montante de recursos. O volume arrecadado pelos royalties da mineração e os gastos em educação estão positivamente relacionados, nesse sentido os autores argumentam que tal achado indica 'a relevância daquelas receitas para a implementação de políticas públicas educacionais em municípios de base mineral'.

Rodrigues (2015) mostrou ainda que 18 (2,2%) municípios mineiros são eficientes enquanto 818 (97,8%) municípios são ineficientes na obtenção dos produtos (IDEB), e que estes, embora ineficientes, possuem boa estrutura educacional, enquanto àqueles que se mostraram eficientes possuem estruturas menores.

Souza *et al* (2015) mostraram que gastos médios por estudante no estado do Espírito Santo não são determinantes para alcançar as metas estabelecidas pelo IDEB, tendo os municípios de regiões mais desenvolvidas economicamente mostrando-se menos eficientes. Dos 10 municípios com maiores gastos, metade atingiu a meta e dois municípios com gastos abaixo da média atingiram os objetivos propostos, 16 municípios alcançaram a eficiência máxima na alocação dos recursos, e em todos estes municípios eficientes os gastos com ensino fundamental e a quantidade de alunos matriculados foram inferiores à média da amostra. No que tange à eficácia, há indícios de que o IDHM da educação, o alcance da meta estabelecida pelo IDEB, e a eficiente aplicação dos recursos possuem correlação significativa.

Schettini (2014) mostrou que dos 10 municípios mais eficientes do Brasil sete pertencem ao estado de São Paulo, dois pertencem ao Estado de Goiás e um ao

Estado do Paraná. Dos 10 municípios menos eficientes, cinco são do Rio Grande do Norte. Municípios com maior número de matrículas apresentaram menor ineficiência, o que sugere, segundo o autor, 'a existência de ganhos de escala na educação pública'. A eficiência dos municípios está negativamente relacionada à condição socioeconômica da população (desemprego; desigualdade de renda; crianças que trabalham; analfabetismo). Além disso, os municípios com maior proporção de escolas com programas para redução do abandono escolar e programas de reforço escolar, e com pais que participam da vida escolar das crianças se mostraram mais eficientes.

Will (2014) concluiu que Minas Gerais e Rio Grande do Sul são destaques em eficiência, dado que estes Estados apresentaram investimentos razoáveis em educação e as melhores notas de avaliação de ensino. Maranhão e Pará apresentaram eficiência máxima, mas seus resultados em avaliações de ensino, seus gastos e PIB per capita são baixos. Amazonas, Amapá, Rio de Janeiro e Sergipe destacam-se por baixa eficiência ainda que possuam seus gastos com educação e o PIB per capita sejam superiores aos demais. Santa Catarina e Mato Grosso do Sul são destaques de eficiência apenas em 2011, Bahia em 2009 e o Distrito Federal apenas em 2007 e Pernambuco foi destaque em eficiência em 2005. Tocantins foi destaque em ineficiência nas avaliações de 2005.

Bohrer, Comunelo e Godarth (2013) concluem que os municípios do sudoeste do Paraná com maiores custos por aluno não ocupam as primeiras posições da eficiência na gestão, de forma que maiores investimentos não implicaram em maior eficiência para os municípios analisados.

Bueno (2013), ao analisar todos os municípios brasileiros em 2005, 2007 e 2009 por meio de um modelo de regressão logística, inferiu que há uma relação não significativa entre o investimento educacional e a qualidade da educação nos municípios brasileiros, e sugere que tal investimento não é eficiente. Os resultados obtidos no estudo geraram evidências de que o gasto por aluno não tem impactado a qualidade da educação nos municípios brasileiros e que os resultados acadêmicos não satisfatórios são resultantes de má aplicação dos recursos vinculados à educação.

A pesquisa de Firmino (2013) demonstrou que aproximadamente 9% dos municípios paraibanos são eficientes, enquanto todos os demais, situados fora da fronteira de eficiência, apresentam uma alocação ineficiente de recursos na educação básica. Os

municípios localizados na fronteira de eficiência são caracterizados por serem pequenos, com baixa densidade populacional, possuindo menos de 20.000 habitantes e um baixo desenvolvimento econômico.

Wilbert e D'Abreu (2013) concluíram que os municípios alagoanos eficientes foram àqueles que possuíam as piores condições de riqueza média e nível educacional e que menos gastaram por aluno matriculado. Os municípios menos eficientes apresentavam as melhores condições de partida em termos de PIB per capita e valores de gastos por aluno, no entanto obtiveram os piores desempenhos no IDEB 2011.

Diniz (2012) mostrou que a eficiência dos gastos públicos dos municípios brasileiros é afetada negativamente pelas transferências intergovernamentais condicionais direcionadas à educação. As evidências permitiram afirmar que os municípios mais eficientes são aqueles que apresentaram maior custo por aluno, maiores índices de desenvolvimento da educação básica e maior número de alunos matriculados.

Silva e Almeida (2012) constataram baixa eficiência do gasto público na educação municipal, a pesquisa identificou 15 municípios eficientes no Rio Grande do Norte. O município mais ineficiente além de apresentar os mais elevados níveis de reprovação e abandono de alunos foi o que recebeu 'mais recursos do FUNDEF, apresentou menor número de escolas, de salas de aulas, de alunos matriculados e de professores contratados' em relação ao município mais eficiente.

Souza *et al.* (2012) verificaram que a maior e a menor destinação de recursos com ensino fundamental foram dos estados de São Paulo e Maranhão, respectivamente. Maranhão, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo foram eficientes na aplicação dos recursos, no entanto, a eficiência não apresentou relação com a qualidade do ensino nestes estados, pois o aumento nos escores de eficiência não é acompanhado pelo desempenho no IDEB.

Zoghbi *et al.* (2011) pesquisaram a eficiência de municípios paulistas em gastos com educação fundamental no ano 2005 através do método de fronteira de Fronteira de Eficiência (FDH). Concluíram que municípios mais populosos, partidos políticos específicos e o nível de municipalização do ensino influenciam na eficiência. Contudo variáveis econômicas e de renda não influenciam na eficiência (Zoghbi *et al.*, 2011).

Diniz e Corrar (2011) verificaram que os municípios mais eficientes do estado da Paraíba receberam transferências maiores do FUNDEB, isto é, municípios com maior dependência dos recursos de transferências do FUNDEB se mostraram mais eficientes quanto ao gasto público no Ensino Fundamental. De acordo com os autores, aqueles 'gestores municipais que enfrentam uma dependência de recursos financeiros do FUNDEB, recebendo mais transferências condicionais, conseguem otimizar a aplicação desses recursos públicos no setor educacional de forma mais eficiente'. Os estudos realizados nos últimos cinco anos revelam que municípios que possuem boa estrutura, que pertencem a regiões melhor desenvolvidas economicamente e que apresentam melhor desempenho no IDEB não são classificados como eficientes. Chama a atenção que alguns estudos apontam como ineficientes municípios que aparentemente teriam ampla possibilidade de apresentar melhores resultados do IDEB, como São Paulo, por exemplo, pois tais municípios dispõem de melhor estrutura e de mais investimentos por aluno.

De acordo com estes estudos, o percentual de eficiência, tanto quando se analisa os Estados brasileiros como quando se analisa municípios de um determinado Estado, normalmente é muito baixo, de forma que mais de 85% dos analisados são classificados como ineficientes. Estes estudos mostram ainda que, maiores gastos públicos não têm redundado em melhor qualidade na educação, pois gastos e notas do IDEB não apresentam uma relação positiva. Alguns destes estudos discorrem que a ineficiência indica a possibilidade de melhoria, ou seja, defendem que tais municípios têm potencial para melhorar a qualidade da educação, desde que se trabalhe para isso em termos de melhor gestão dos recursos públicos. Sob os pressupostos da nova gestão pública que se pauta no Gerencialismo, os resultados destes estudos poderiam sugerir que o que falta para que a eficiência seja notória está principalmente no aspecto formativo dos gestores, ou seja, na profissionalização do gestor como advoga a administração pública gerencial.

No entanto, os resultados também chamam à atenção para a questão social. Municípios classificados como ineficientes, especialmente porque suas notas de IDEB estão nos patamares mais baixos, são municípios que pertencem a regiões demográficas menos favorecidas do território brasileiro. Outro fato que chama à atenção é que quanto mais alunos matriculados, menos eficiente se torna o município.

Considerando estes aspectos a presente pesquisa utiliza as notas do IDEB para avaliar a eficiência técnica dos 250 maiores municípios brasileiros em termos de alunos matriculados no Ensino Fundamental, contempla o aspecto social por meio do IDH, e considera além das despesas liquidadas com educação, o gasto por aluno em cada município.

Quadro 1 – Resumo da literatura

| Autores | Objetivo | Dados analisados | Período | Input | Output |
|-----------------------------------|--|-----------------------------------|----------------|---|--|
| Rodrigues <i>et al</i> (2015) | Avaliar a eficiência da aplicação dos recursos em educação dos municípios mineiros de Minas Gerais. | 21 municípios do estado de MG. | 2013 | Gasto médio por aluno; número de alunos matriculados na rede municipal; percentual de docentes com curso superior | IDEB; Complemento da Taxa de Distorção Idade/Série. |
| Kaveski, Martins e Scarpin (2015) | Identificar a eficiência dos gastos públicos com o ensino médio regular nas instituições estaduais. | 27 estados brasileiros. | 2005 a 2011 | Gastos com educação; número de docentes; número de escolas. | Nota da prova de língua portuguesa; nota da prova de matemática; IDEB. |
| Rodrigues (2015) | Determinar a eficiência técnica educacional dos municípios mineiros. | 853 municípios de MG. | 1990 a 2010 | Dotações escolares; infraestrutura escolar; formação docente. | IDEB 2013 |
| Silva <i>et al.</i> (2015) | Avaliar se os municípios foram eficientes na gestão dos recursos, provocando mudanças, ou se permaneceram na inércia social. | O município de SP, do RJ e de BH. | 2005 a 2011 | Despesas com educação per capita; nº de Docentes; nº de Escolas; Relação de docentes por alunos. | IDEB (rede municipal – 4ª série / 5º ano); IDEB (rede municipal – 8ª série / 9º ano). |
| Souza <i>et al</i> (2015) | Avaliar os gastos com o ensino fundamental, analisar a eficiência e a eficácia na utilização de recursos públicos. | 58 municípios do estado do ES. | 2009 e 2011 | Despesas Liquidadas; Gasto Médio por aluno; IDHM - Dimensão Educação; - IDHM - Dimensão Renda. | Nota média do IDEB: (IDEB 4ª Série + IDEB 8ª Série) / 2. |
| Bohrer, Comunelo, Godarth (2013) | Investigar a eficiência do gasto público com a educação no Sudoeste do Paraná. | 42 municípios do estado PR. | 2009 | Custo por aluno. | Nota na Prova Brasil (média nas disciplinas de português e matemática) |
| Schettini (2014) * | Analisar a eficiência relativa dos municípios brasileiros no primeiro ciclo do ensino fundamental. | 4.386 municípios brasileiros. | 2011 | Gasto médio por aluno; professores com ensino superior por matrícula; horas-aula diárias; salas de aula por matrícula; Infraestrutura | Proficiência em matemática; inverso da taxa de distorção idade série; inverso da taxa de abandono. |

Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Lourenço (2017).

| Autores | Objetivo | Dados analisados | Período | Input | Output |
|----------------------------|--|---------------------------------|----------------|--|--|
| Will (2014) | Demonstrar o grau de eficiência alcançado pelos estados brasileiros na alocação de recursos públicos. | 27 estados brasileiros. | 2001 a 2011 | Gastos per capita em educação e cultura realizados; PIB per capita. | SAEB ensino fundamental; SAEB ensino médio. |
| Firmino (2013) | Avaliar se os recursos públicos, as transferências do Fundeb e outras fontes de recursos da educação básica, são aplicados de forma eficiente. | 149 municípios do estado do PB. | 2007 e 2009 | Receitas das transferências do Fundeb; outras fontes de recursos da educação básica | IDEB |
| Wilbert e D'Abreu (2013) | Avaliar a eficiência dos gastos públicos com educação fundamental. | 57 municípios do estado de AL. | 2007 a 2011 | Gasto empenhado com educação per capita; número de habitantes; número de alunos; PIB per capita; IDEB 4ª série | IDEB 2011. |
| Diniz (2012) | Mensurar a eficiência dos gastos em educação; validar a tese de transferências condicionais desfavoráveis à eficiência. | 3.013 municípios brasileiros. | 2004 a 2009 | Custo por aluno. | IDEB |
| Silva e Almeida (2012) | Mensurar a eficiência dos municípios e relacionar esta eficiência com os indicadores da avaliação educacional. | 167 municípios do estado do RN. | 2005 | recursos do FUNDEF destinados para a educação municipal | alunos matriculados, número professores, número escolas, número salas de aula. |
| Souza <i>et al.</i> (2012) | Analisar a eficiência dos gastos públicos com ensino fundamental nos estados brasileiros. | 23 Estados Brasileiros. | 2009 | Gastos com ensino fundamental. | IDEB do 5º ao 9º ano. |
| Diniz e Corrar (2011) | Analisar a eficiência das transferências realizadas pelo FUNDEB em relação ao desempenho discente. | 184 municípios do Estado da PB. | 2007 | Gastos com professores por aluno; Gastos com estrutura de funcionamento por aluno | Resultado médio de proficiência em Matemática e Língua Portuguesa. |

Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Lourenço (2017).

3. METODOLOGIA

Com o intuito de investigar a eficiência na alocação de recursos nos municípios do estado do Rio de Janeiro, foi conduzido um estudo que se concentrou exclusivamente na esfera municipal. Essa delimitação metodológica se fundamentou na compreensão de que os investimentos em educação em nível local são mais sensíveis às demandas e respostas da população, além de estarem sujeitos à responsabilidade constitucional do poder público e à função distributiva e complementar dos recursos federais destinados aos municípios.

O período analisado abrangeu um intervalo de quatro anos, compreendendo o período de 2016 a 2019, por ser mais recente e proporcionar uma extensão temporal adequada para a análise em questão. O período utilizado para o segundo estágio foi o ano de 2016 uma vez que as variáveis ambientais disponíveis compreendiam somente este período.

As variáveis analisadas incluíram os recursos provenientes do Fundeb por município, o número de professores atuantes no ensino fundamental, a quantidade de unidades escolares na rede municipal, o número de matrículas e a taxa de aproveitamento escolar no ensino fundamental. Os dados utilizados foram extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Firjan (FIRJAN) e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

Considerando a natureza do estudo, que visa analisar a eficiência na aplicação dos recursos públicos destinados à educação, com enfoque específico nos recursos provenientes do Fundeb, utilizou-se a técnica não-paramétrica conhecida como Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*) para avaliar o quão eficiente é o processo de transformação desses recursos em resultados educacionais. Essa abordagem permite descrever e avaliar a eficiência do processo sem assumir premissas rígidas sobre a relação funcional entre as variáveis envolvidas, uma vez que a função produção de rendimento escolar é desconhecida.

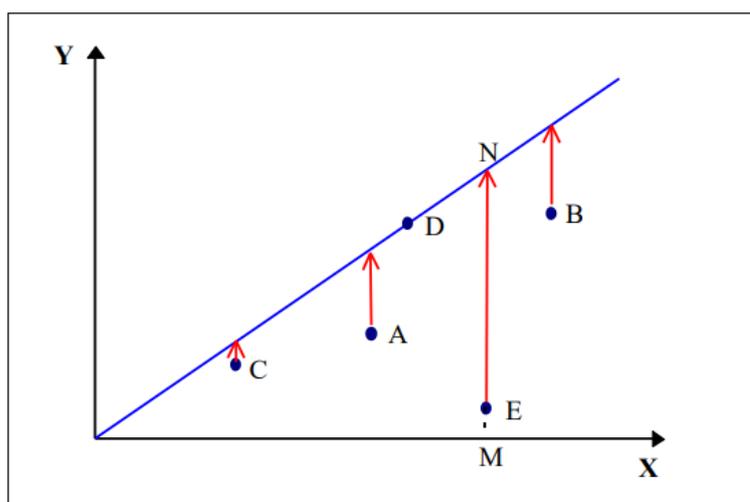
3.1. Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*)

A Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*) foi concebida por Abraham Charnes, William Cooper e Edward Rhodes em seu trabalho do ano de 1978

com o objetivo de avaliar a eficiência de unidades de tomada de decisão (DMUs - *Decision Making Unit*). Essas unidades podem englobar organizações, localidades, departamentos ou indivíduos que desempenham atividades semelhantes. A DEA é uma ferramenta essencial para medir a eficiência de unidades produtivas, pois permite estimar a eficiência técnica das DMUs sem a necessidade de atribuir pesos arbitrários a cada variável de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*), além de possibilitar a conversão de todas as variáveis em valores econômicos comparáveis (ESTELLITA LINS; ANGULO-MEZA, 2000).

A DEA é uma metodologia que identifica referências de desempenho a partir da avaliação relativa das unidades organizacionais selecionadas, que utilizam múltiplos insumos (*inputs*) para gerar produtos ou resultados (*outputs*). No contexto da DEA, uma unidade organizacional é considerada eficiente somente quando não é possível aumentar nenhum insumo ou produto sem reduzir algum outro insumo ou produto (COOPER, SEIFORD e TONE, 2000, p. 45), definindo um desempenho eficiente no sentido de Pareto-Koopmans. As DMUs mais eficientes, conhecidas como Pareto-eficientes ou extremo-eficientes, são representadas pelos vértices da fronteira construída pela metodologia DEA, como ilustrado na Figura 1, enquanto as menos eficientes se encontram abaixo da fronteira, em uma região denominada envelope ou envoltória (GOMES *et al.*, 2003).

Figura 1 – DEA



Fonte: Cooper, Seiford e Tone, 2000, p. 45.

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é capaz de fornecer um índice de desempenho inferior a 100% para cada unidade considerada ineficiente, localizada abaixo da

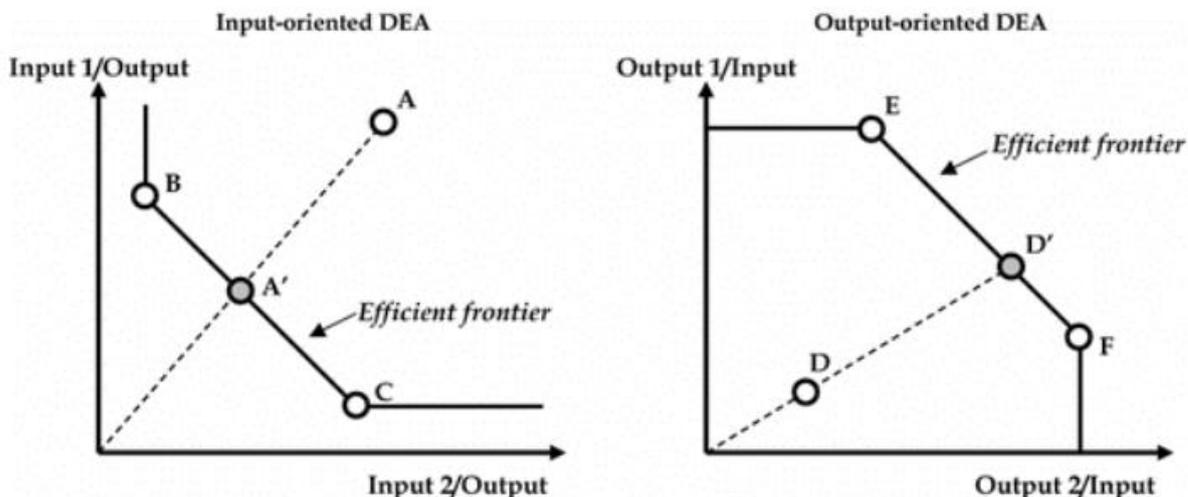
fronteira. Além disso, essa técnica identifica um subconjunto de unidades na fronteira que servem como referência para as demais. No entanto, é importante destacar que o uso da DEA requer certos requisitos, tais como: (a) homogeneidade das unidades avaliadas, ou seja, unidades que realizam atividades semelhantes; (b) atuação sob condições e variáveis (insumos e produtos) similares, com variações apenas em termos de intensidade ou magnitude (THANASSOULIS, 2000).

Embora a capacidade de gerar um único indicador de desempenho através da ponderação das razões entre produtos e insumos seja uma vantagem atrativa desse método, é importante destacar que seu uso apresenta diversas limitações. Essas limitações incluem o baixo poder de discriminação, devido à liberdade de escolha dos conjuntos de pesos para as variáveis, bem como a possibilidade de obter um esquema inadequado de pesos que possa resultar em uma solução distante da realidade. Portanto, é necessário ter cautela ao interpretar os resultados obtidos por meio da DEA e considerar essas limitações durante a análise dos dados. Cabe ressaltar novamente que a função produção para o rendimento escolar é desconhecida.

3.2. Modelos clássicos de DEA

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é composta por dois modelos básicos (GOMES *et al.*, 2003; ADLER *et al.*, 2002; COOK; SEIFORD, 2009) que são nomeados em referência a seus respectivos autores: o modelo CCR (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978) e o modelo BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984). O modelo CCR, também conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*), assume retornos constantes de escala, enquanto o modelo BCC, ou VRS (*Variable Returns to Scale*), considera retornos variáveis de escala, o que permite a introdução do conceito de economias de escala. A escolha do modelo adequado depende, em geral, da disponibilidade de dados e da sensibilidade do tomador de decisão. Esses modelos se diferenciam principalmente na orientação, que pode ser em relação aos insumos (*inputs*) ou aos produtos (*outputs*), como ilustrado nas Figuras 2 e 3, e no tipo de retorno de escala (constante, crescente ou decrescente).

Figura 2 - DEA orientado a entradas e orientado a saídas



Efficient frontiers for input-oriented and output-oriented DEA

Nas Figuras 2 e 3, os insumos consumidos pelas unidades produtivas são representados no eixo x, enquanto os produtos obtidos são representados no eixo y. O modelo com orientação a *inputs* é ilustrado pela Figura 2, onde a busca pela fronteira de eficiência é realizada por meio da redução dos recursos utilizados, mantendo-se os níveis de resultados constantes. Já a Figura 3 representa o modelo com orientação a *outputs*, no qual o objetivo é maximizar os resultados obtidos, mantendo os recursos utilizados constantes. Tanto o problema primal (modelo dos multiplicadores) quanto o problema dual (modelo do envelope) podem ser formulados para cada modelo (LINS; ANGULO-MEZA, 2000), conforme será descrito a seguir.

3.2.1. Modelo CCR

O modelo CCR orientado a *inputs* surge como uma evolução do trabalho pioneiro de Farrell (1957), abrangendo a análise de múltiplos insumos e produtos. Nesse contexto, a eficiência é determinada pela relação entre a soma ponderada dos produtos (*output virtual*) e a soma ponderada dos insumos (*input virtual*), traçando uma superfície linear por partes, que transcende as limitações dos modelos paramétricos convencionais (ESTELLITA LINS; ÂNGULO MEZA, 2000).

Cooper, Seiford e Tone (2000) enfatizam que, no modelo CCR básico, é imprescindível a criação de insumos e produtos virtuais para cada Unidade de Tomada de Decisão (DMU), acompanhada da definição dos pesos correspondentes.

De forma intrigante, Rubem *et al.* (2014, p.317) nos recordam que "os modelos DEA clássicos revelam duas facetas equilibradas (envelope e multiplicadores), cujo resultado de eficiência para cada DMU é harmonioso, pois ambos constituem problemas duais". Nesse contexto, Reinaldo *et al.* (2002) esclarecem que "devido à sua solução computacional mais singela, o modelo dual, conhecido como Envelope, ganha destaque sobre o modelo dos Multiplicadores". E é interessante notar que, enquanto no Modelo dos Multiplicadores, os pesos assumem o papel de variáveis decisórias, no Modelo do Envelope, eles se manifestam sob as formas de h_0 e λ 's.

O modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) surge como a semente da técnica DEA, brotando a partir do solo fértil estabelecido pelo trabalho de M.J. Farrell, como uma sinfonia de inovação. É considerado um modelo CRS (*Constant Returns to Scale*), pois acolhe o conceito de retornos constantes de escala, onde cada alteração nos insumos provoca uma variação proporcional nos produtos. Desse modo, a eficiência se manifesta como uma sinfonia harmônica, traduzida pela razão entre a soma ponderada dos produtos (*output*) e a soma ponderada dos insumos (*inputs*), ecoando o equilíbrio dinâmico entre recursos e resultados.

$$\text{Índice de Eficiência} = \frac{\sum u_j Y_{jk}}{\sum V_i X_{jk}} = \frac{uY_k}{V X_k}$$

Onde u e v são pesos ou multiplicadores por convenção $\frac{\sum u_j Y_{jk}}{v X_k} \leq 1$, o que gera índice de eficiência entre 0 e 1.

O modelo permite que seja atribuído um conjunto de peso (multiplicadores), o que é uma tarefa bastante complicada, particularmente se o mesmo conjunto de peso é aplicado em todas as DMUs. Ao invés de uma ponderação igual para todas as DMUs, Charnes *et al.* (1978) definiram que cada DMU, por possuir um sistema de valores particular, teria o poder de definir o seu próprio conjunto de pesos, no sentido de maximizar a eficiência.

Nesse sentido Chaves *et al.* (2008) ratificam que "a eficiência de cada DMU é determinada através da razão ponderada entre o conjunto de produtos gerados e o conjunto de insumos utilizados por cada uma". Charnes *et al.* (1996) explicam que a característica essencial do modelo CCR é a redução de múltiplos produtos e múltiplos insumos (para cada DMU) para um único produto 'virtual' e um único insumo 'virtual'.

Para uma DMU, a razão entre esse produto virtual e o insumo virtual fornece uma medida de eficiência que é função dos multiplicadores. Essa proporção, que será maximizada, forma a função-objetivo para a DMUs, que está sendo avaliada.

Rubem *et al.* (2014, p.317) lembra que “os modelos DEA clássicos possuem duas formulações equivalentes (envelope e multiplicadores), que fornecem o mesmo resultado de eficiência para cada DMU, já que constituem problemas duais.”

3.2.2. Modelo BCC

Proposto por (BANKER, CHARNES E COOPER, 1984), o modelo BCC também conhecido como VRS (Variable Return Scale), trabalha com retornos variáveis de escala, procurando, assim, evitar problemas existentes em situações de competição imperfeita (BIONDI NETO, 2003). Pressupõe que as DMUs avaliadas apresentem retornos variáveis de escala. Considera que um acréscimo no *input* poderá promover um acréscimo no *output*, não necessariamente proporcional, ou até mesmo um decréscimo. Soares de Mello *et al.* (2005) explicam que o modelo BCC substitui o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo axioma da convexidade e consequentemente permite que as DMUs que operam com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores, tenham retornos decrescentes de escala. O modelo BCC surgiu como uma forma de eficiência resultante da divisão do modelo CCR em duas componentes: eficiência técnica e a eficiência de escala.

A medida de eficiência técnica, resultante do modelo BCC, identifica a correta utilização dos recursos à escala de operação da DMU. A eficiência de escala é igual ao quociente da eficiência BCC com a eficiência CCR, e dá uma medida da distância da DMU em análise até uma DMU fictícia, que opera com o tamanho da escala mais produtivo.

3.3. Modelo do estudo

De acordo com Golany e Roll (1989) a análise DEA deve conter as seguintes etapas durante a modelagem:

- I. Seleção das variáveis de entrada e saída: é necessário definir as variáveis que serão usadas para avaliar a eficiência das unidades produtivas. As

variáveis de entrada são aquelas que são usadas no processo de produção, como o número de funcionários, o uso de matérias-primas e energia.

II. Coleta de dados: é preciso coletar os dados necessários para calcular a eficiência das unidades produtivas.

III. Normalização dos dados: como as unidades produtivas podem ter tamanhos diferentes e usar diferentes unidades de medida para as variáveis de entrada e saída, é necessário normalizar os dados para que possam ser comparados.

IV. Escolha do modelo DEA: existem diferentes modelos de DEA que podem ser usados, como o modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes) ou o modelo BCC (Banker, Charnes e Cooper).

V. Cálculo da eficiência: usando o modelo escolhido, é possível calcular a eficiência relativa de cada unidade produtiva em relação às outras unidades analisadas.

VI. Análise dos resultados: com os resultados obtidos, é possível identificar as unidades produtivas mais eficientes e aquelas que podem melhorar seu desempenho. Também é possível identificar as variáveis que têm maior impacto na eficiência e explorar as razões para as diferenças de eficiência entre as unidades analisadas.

A primeira fase da execução propriamente dita é sem dúvida uma das mais importantes, uma vez que é definido o modelo DEA através de sua função de produção, DMUs e quais serão os insumos e produtos do modelo. Tendo em vista que a função produção de rendimento escolar é desconhecida, foram selecionados os seguintes inputs e outputs com base na literatura acadêmica:

3.3.1. Primeiro estágio (DEA)

O modelo considerado nesta pesquisa limita-se ao desenvolvimento tradicional BCC (Banker, Charnes e Cooper) também conhecido como VRS (Variable Return Scale).

Um modelo DEA, segundo Charnes *et al.* (1996), determina: i) as propriedades implícitas dos retornos de escala; ii) a geometria da superfície de envelopamento dos dados, que tem relação com as medidas de eficiência; e iii) as projeções de eficiência, ou seja, o caminho das DMUs ineficientes até a fronteira de eficiência. Para o cálculo

da eficiência dos municípios da Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, optou-se pelo modelo de retornos variáveis de escala (BCC) com orientação a *outputs*.

A escolha desse modelo, deve-se principalmente pela diferença de tamanho observada entre os municípios da Baixada Fluminense, assumindo desta forma rendimentos variáveis de escala. É possível ressaltar que o processo de interiorização e a criação de muitos municípios facilitaram o aumento da discrepância entre essas unidades. Nesse sentido, Ferreira (2012, p.50) salienta que “o modelo BCC propõe comparar apenas DMUs que operem em escala semelhante”. Outro fato que contribuiu para a escolha do modelo de retornos variáveis de escala, deve-se à característica do modelo BCC trabalhar com variáveis que estejam na forma de índices, ao contrário do modelo CCR (DYSON *et al.*, 2001).

No modelo utilizado por esse trabalho não faria sentido eliminar alguma das variáveis de entrada “recursos oriundo do Fundeb, quantitativo do número de docentes e quantitativo do número de unidades escolar”. Em contrapartida, seria desejável melhorar os resultados da variável “taxa de rendimento escolar” mantendo-se os recursos utilizados. Assim, os municípios seriam eficientes na formação dos estudantes do ensino fundamental. Selva, Medina, Marzal (2014) apresentam outro argumento que pode justificar a escolha da orientação a resultados nesse caso específico. Os autores esclarecem que o ensino público tem a capacidade de controlar em maior medida os *outputs*, uma vez que, os *inputs* estão sujeitos a influência de fatores externos, tornando difícil o domínio sobre essas variáveis e por consequência sua otimização.

Segundo os objetivos traçados neste estudo, foram escolhidas para tal, de acordo com a necessidade do estudo e a disponibilidade de dados, um total de quatro variáveis, sendo 4 (quatro) variáveis de entrada e uma variável de saída.

3.3.1.1. *Inputs* do processo

a) Recursos oriundos do Fundeb: Esta variável é representada pelas receitas advindas da redistribuição do Fundo, realizada com base no número de matrículas efetivadas no ano anterior. A variável irá considerar apenas os ingressos ocorridos à conta do Fundeb, em cada município para o ano pesquisa.

b) Corpo docente: Reflete o tamanho do corpo docente em exercício no ensino fundamental em cada municipalidade. Entende-se que quanto maior o corpo docente, maior e mais diversificada é a capacidade de agregar conhecimentos ao aluno durante seu ciclo, podendo influenciar a variável de saída.

c) Número de matrículas para o ensino fundamental: De maneira semelhante ao corpo docente. Entende-se que quanto maior o corpo discente, maior e mais diversificada é a capacidade de agregar conhecimentos durante seu ciclo, podendo influenciar a variável de saída.

d) Quantidade de unidades escolares: Quantitativo de escolas em cada município, refletindo o tamanho da estrutura a ser utilizada para o desenvolvimento do ensino fundamental em cada municipalidade.

3.3.1.2. *Outputs* do processo

a) Taxa de rendimento escolar: Nota Média dos aprovados levando em conta todos os alunos em cada período letivo. Essa variável de saída está diretamente vinculada ao desempenho dos estudantes concluintes do ensino fundamental, podemos considerá-la como a taxa de sucesso do sistema, obtida através das informações, consolidadas ao final de cada período pelo Inep.

Quadro 2 – Descrição das variáveis

| VARIÁVEL | DEFINIÇÃO | TIPO | FONTE | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS |
|-----------|--|--------|-------------------------------------|----------------------------|
| TRAS_FUND | Repasso FUNDEB | Input | SIOPE/Tesouro Nacional ¹ | (BEZERRA, 2015) |
| QTEDOC | Quantidade de docentes ensino fundamental - 5ª série | Input | INEP/IBGE ² | (BEZERRA, 2015) |
| QTEMATR | Quantidade de matrículas - 5ª série | Input | INEP ³ /IBGE | (BEZERRA, 2015) |
| QTEESC | Quantidade de escolas ensino fundamental – 5ª série | Input | INEP/IBGE | (BEZERRA, 2015) |
| RENDESC | Rendimento escolar | Output | INEP/IBGE | (BEZERRA, 2015) |

¹ BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. SIOPE - Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Educação. Relatórios municipais. Brasília, DF: FNDE, [20--?]. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/assuntos/sistemas/siope/relatorios-municipais>. Acesso em: 24 abr. 2023.

² IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama. Rio de Janeiro: IBGE, [20--?]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ri/rio-de-janeiro/panorama>. Acesso em: 24 abr. 2023.

³ BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Dados abertos do INEP. Brasília, DF: INEP, [20--?]. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos>. Acesso em: 24 abr. 2023.

3.3.1. Segundo estágio

Ao longo dos anos, pesquisadores têm se dedicado à incorporação de fatores exógenos na avaliação da eficiência. A literatura aponta várias formas de se fazer essas inserções que vão de uma metodologia baseada em um estágio aos chamados modelos multi-estágios. Em modelos de um estágio, as entradas não controláveis são incluídas desde o início, juntando-se aos insumos controlados (BANKER; MOREY, 1986).

Os denominados modelos multi-estágios utilizam DEA para calcular índices de eficiência em uma avaliação inicial, sem incluir insumos não-discricionários, e, posteriormente, faz-se a correção dos escores de eficiência, levando em conta os efeitos desses insumos. Modelos multi-estágios foram estudados por Friede e Lovell (1996), Fried *et al.* (1999) e Fried *et al.* (2002).

A técnica em dois estágios utiliza os insumos incontroláveis (Z_j) como variáveis explicativas em uma regressão em que os índices de eficiência inicial (θ_j) são usados como variáveis dependentes:

$$\theta_j = f(Z_j, \beta_j) + \mu_j$$

Assim, os valores iniciais são ajustados com adoção de fatores exógenos (ou ambientais). Em qualquer caso, o ajuste desses valores pode ser realizado de acordo com critérios diferentes. Uma opção seria usar os índices calculados a partir dos parâmetros estimados na regressão MQO, *Tobit*, *Logit* e *bootstrap*.

Nesta pesquisa, optou-se pelo modelo *logit*. A regressão *logit* é um tipo de análise estatística usada para modelar e prever a probabilidade de ocorrência de um evento binário, ou seja, um evento que pode ter apenas duas categorias distintas.

A regressão *logit* é adequada quando você tem uma variável dependente binária. Ela é usada para entender como diferentes variáveis independentes influenciam a probabilidade de ocorrência do evento em questão.

Ao utilizar a regressão *logit*, é importante ter variáveis independentes relevantes e significativas para o evento em análise. Essas variáveis podem ser categóricas ou contínuas e devem ser cuidadosamente selecionadas com base no conhecimento teórico e nas hipóteses subjacentes ao problema.

A regressão *logit* estima os coeficientes das variáveis independentes usando o método de máxima verossimilhança. Os coeficientes estimados fornecem informações sobre a direção e a magnitude do efeito de cada variável independente na probabilidade de ocorrência do evento. Além disso, a regressão *logit* também pode ser usada para realizar inferências estatísticas, como testes de significância dos coeficientes e intervalos de confiança.

No entanto, da mesma maneira que a regressão linear, é importante destacar que a regressão *logit* tem pressupostos subjacentes, como: i) a independência das observações, ii) a ausência de multicolinearidade entre as variáveis independentes e a iii) linearidade na relação logarítmica entre as variáveis independentes e a variável dependente. Portanto, é fundamental avaliar e verificar essas suposições antes de interpretar e utilizar os resultados da regressão *logit*.

Em resumo, a regressão *logit* é uma técnica estatística poderosa para modelar e prever a probabilidade de ocorrência de eventos binários. Ela é amplamente utilizada em diversos campos para entender e quantificar o efeito das variáveis independentes na probabilidade de sucesso ou fracasso de um evento.

Aqui está a forma geral do modelo de regressão logística:

$$\text{Odds} = p / (1 - p)$$

$$\text{Logit}(p) = \ln(\text{Odds}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$$

Nesse modelo, temos:

- a) $\text{Logit}(p)$: é o logaritmo natural (\ln) da razão de chances (*odds*) de um evento ocorrer;
- b) p : é a probabilidade do evento ocorrer;
- c) $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$: são os coeficientes de regressão que representam o efeito das variáveis independentes (X_1, X_2, \dots, X_p) na $\text{logit}(p)$;
- d) X_1, X_2, \dots, X_p : são as variáveis independentes que influenciam a variável dependente binária;
- e) $p / (1 - p)$: é a razão de chances (*odds*), que é a chance de o evento ocorrer dividida pela chance de não ocorrer.

Para estimar os coeficientes $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, é comum utilizar o método de Máxima Verossimilhança. Depois de obter os coeficientes estimados, você pode usar

o modelo para fazer previsões e inferências sobre a probabilidade de o evento ocorrer com base nos valores das variáveis independentes.

Com base nos escores de eficiência que foram obtidos no primeiro estágio foram classificadas as DMU eficientes e ineficientes. Aquelas unidades com escores de eficiência próximos de 1 (*i.e.*, >0,95) foram consideradas eficientes, enquanto aquelas com escores menores que 0,95 (noventa e cinco centésimos) foram consideradas ineficientes. Esta classificação foi escolhida como variável dependente do modelo.

Tendo sido escolhido o modelo de regressão e a variável dependente, ajustou-se a função de produção, incluídos os fatores ambientais não-discricionários.

A grande dificuldade encontrada nesta pesquisa foi a identificação e a disponibilização de base de dados representativa dos insumos não-controláveis (ambientais).

Para esta pesquisa utilizou-se 3 (três) variáveis ambientais do índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), quais sejam: Emprego & Renda, Saúde e Educação.

Quadro 3 - Resumo dos componentes do IFDM

| IFDM | | |
|---|--|--|
| Emprego&Renda | Educação | Saúde |
| <ul style="list-style-type: none"> • Geração de emprego formal • Taxa de formalização do mercado de trabalho • Geração de renda • Massa salarial real no mercado de trabalho formal • Índice de Gini de desigualdade de renda no trabalho formal | <ul style="list-style-type: none"> • Atendimento à educação infantil • Abandono no ensino fundamental • Distorção idade-série no ensino fundamental • Docentes com ensino superior no ensino fundamental • Média de horas-aula diárias no ensino fundamental • Resultado do IDEB no ensino fundamental | <ul style="list-style-type: none"> • Proporção de atendimento adequado de pré-natal • Óbitos por causas mal definidas • Óbitos infantis por causas evitáveis • Internação sensível à atenção básica (ISAB) |
| <p>Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego</p> | <p>Fonte: Ministério da Educação</p> | <p>Fonte: Ministério da Saúde</p> |

Fonte: IFDM 2018 - Índice Firjan de desenvolvimento municipal ano base 2016.

Tais variáveis foram escolhidas como fatores representativos do desenvolvimento socioeconômico do ambiente familiar dos alunos. Essas variáveis

oferecem informações sobre uma grande variedade de circunstâncias que podem afetar o desempenho dos alunos.

É de se destacar que a escolha dessas variáveis representa uma limitação desta pesquisa. Muito embora a literatura aponte para essas macros variáveis, as adotadas nesta pesquisa ficaram restritas.

3.4. Limitações

O presente estudo, acadêmico, apresenta algumas limitações metodológicas e instrumentais que devem ser reconhecidas. Neste trabalho, foi utilizado a Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliar a eficiência de municípios. Esta abordagem permitiu a identificação de cidades que demonstram desempenho satisfatório.

Contudo, é importante destacar que o estudo foi realizado sob determinadas premissas, uma das quais é a homogeneidade dos municípios analisados. A DEA, apesar de ser uma ferramenta amplamente empregada e testada, apresenta algumas limitações significativas que precisam ser consideradas.

Primeiramente, a DEA é sensível a *inputs*, como valores extremos (outliers), que podem afetar os resultados da análise. Em segundo lugar, a metodologia não fornece informações sobre as relações causais. Como técnica não-paramétrica, a DEA retrata a situação atual sem ilustrar as causas subjacentes da ineficiência. Além disso, a metodologia depende de suposições teóricas que, se não forem válidas, podem comprometer a precisão dos resultados.

Embora a DEA seja uma técnica valiosa para a análise de eficiência, ela não deve ser utilizada isoladamente, mas sim complementada com outras técnicas analíticas para proporcionar uma visão mais holística do desempenho organizacional.

O foco principal deste estudo de caso foi examinar a eficiência na aplicação dos recursos nos municípios fluminenses. O objetivo não era esgotar a discussão sobre o tema.

Mesmo que este estudo tenha fornecido *insights* valiosos, existem limitações e a necessidade de pesquisas adicionais para uma compreensão mais aprofundada devem ser consideradas.

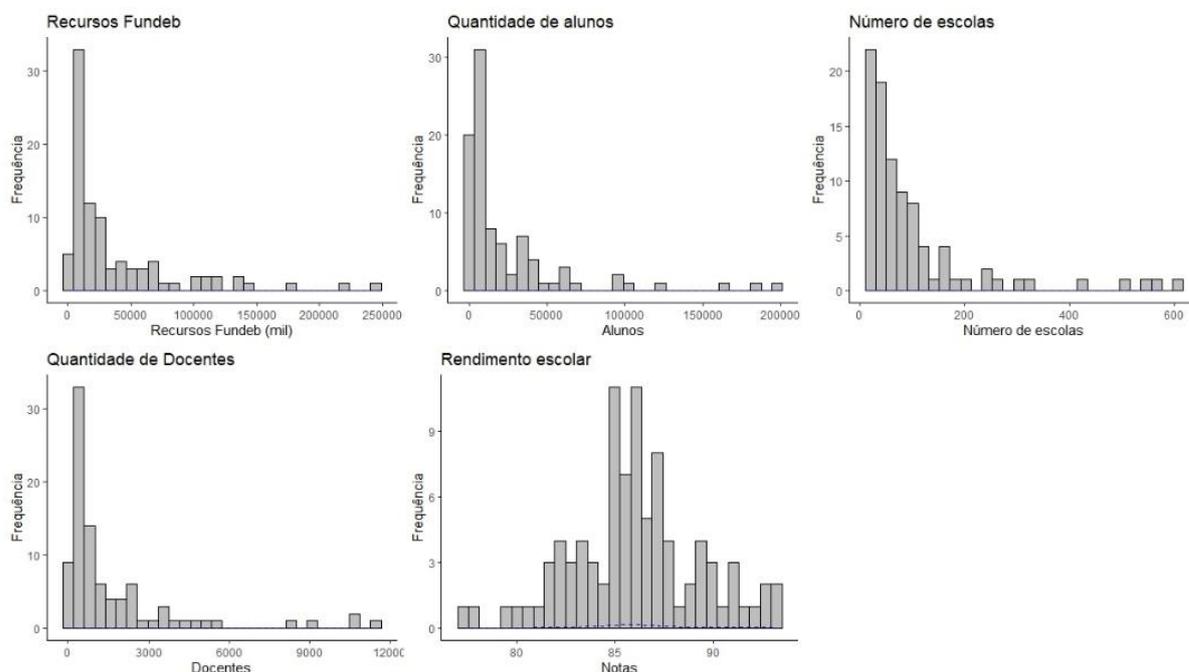
4. RESULTADOS

Esse capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos com a aplicação da ferramenta DEA (Análise Envoltória de Dados) e discussão sobre os dados analisados.

4.1. Caracterização da Amostra

Nos histogramas a seguir é apresentada uma visão geral dos dados dos municípios analisados.

Tabela 1 – Dados descritivos

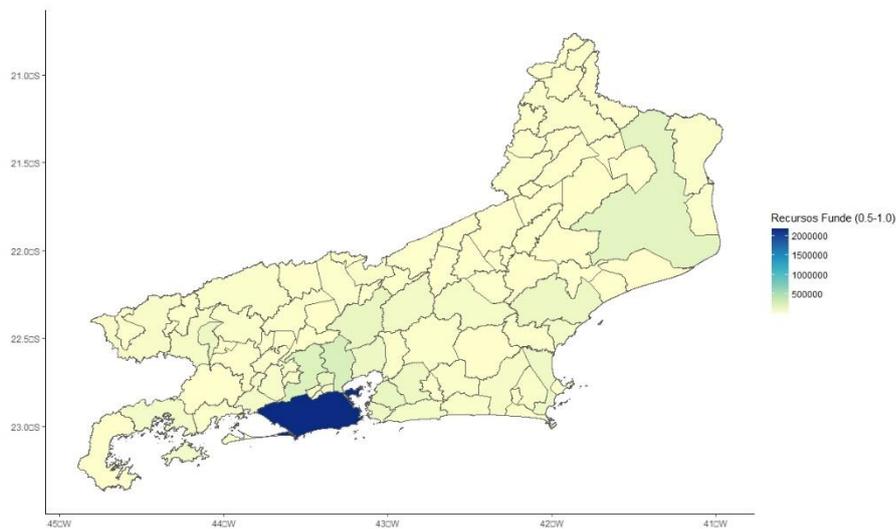


Fonte: elaborado pelo autor através de R.

De acordo com os dados, os maiores valores da variável TRANSF_FUND foram os municípios do Rio de Janeiro: R\$ 2.626.374.200,95, Duque de Caxias: R\$ 287.833.350,21, Campos dos Goytacazes: R\$ 195.587.443,79 São Gonçalo: R\$ 176.122.560,86, Niterói: R\$ 118.406.750,45. Uma análise qualitativa dos dados revela que os valores de transferência de recursos do Fundeb (TRANSF_FUND) variam significativamente entre os municípios do estado do Rio de Janeiro. O município do Rio de Janeiro possui o maior valor, destacando-se significativamente dos demais. Duque de Caxias, Campos dos Goytacazes, São Gonçalo e Niterói também

apresentam valores expressivos, porém menores em comparação com o Rio de Janeiro.

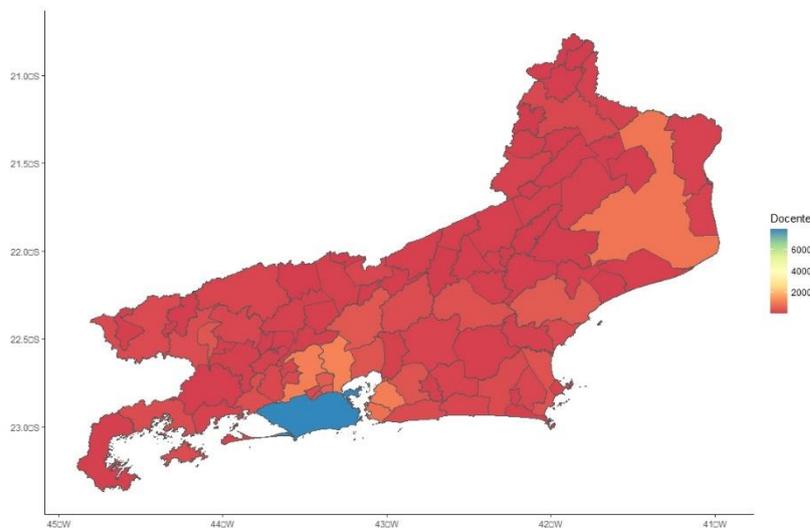
Figura 3 - Recursos do Fundeb por município



Fonte: Autor com auxílio do R.

Esses dados sugerem que os municípios com maior volume de recursos do Fundeb podem ter uma capacidade maior de investimento na área educacional, o que pode influenciar em aspectos como infraestrutura das escolas, contratação de professores e oferta de programas educacionais.

Figura 4 - Quantidade de docentes por município

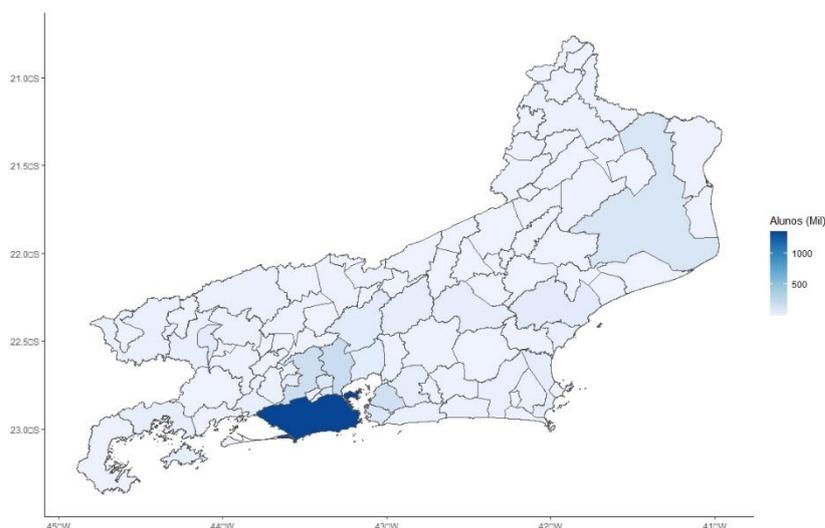


Fonte: Autor com auxílio do R.

Os dados apresentados representam o número de docentes (QTE_DOC_BAS) em cada município do estado do Rio de Janeiro. Vamos analisar esses dados qualitativamente. O município do Rio de Janeiro possui a maior quantidade de docentes, com um total de 76.355. Isso é esperado, considerando sua população e a quantidade de escolas e alunos. Outros municípios com um número significativo de docentes são Nova Iguaçu (10.226), Duque de Caxias (11.398), São Gonçalo (10.041) e Niterói (8.016).

Esses municípios também são bastante populosos e possuem uma infraestrutura educacional mais robusta. Há uma variação considerável no número de docentes entre os municípios. Alguns apresentam números baixos, como Engenheiro Paulo de Frontin (216) e São Sebastião do Alto (140), enquanto outros têm números mais elevados, como o Rio de Janeiro. É interessante observar que existem municípios com números de docentes relativamente altos em comparação com sua população. Isso pode indicar um esforço para garantir um corpo docente adequado para atender às demandas educacionais locais. Esses dados sobre o número de docentes são importantes para entender a capacidade de cada município em fornecer uma educação de qualidade.

Figura 5 - Quantidade de alunos por município



Fonte: Autor com auxílio do R.

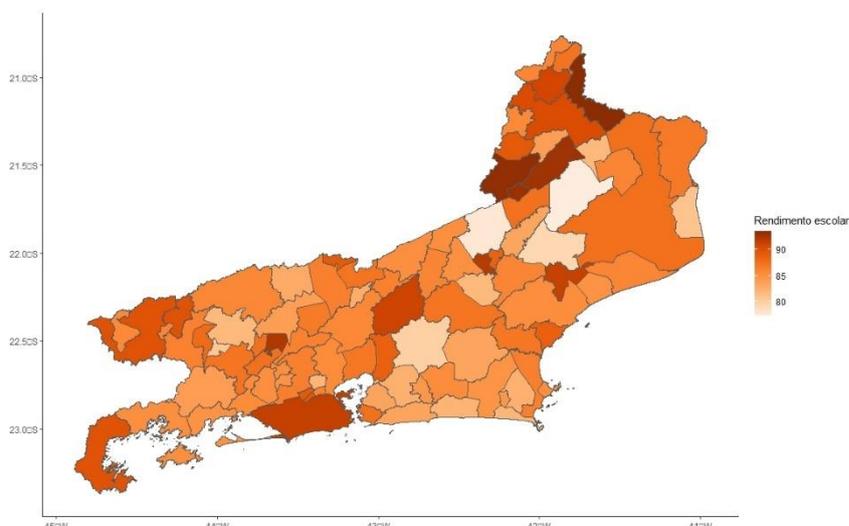
Observando os números de matrículas verificamos que o município do Rio de Janeiro possui a maior quantidade de matrículas, com um total de 1.348.505 alunos. Essa alta quantidade é esperada, considerando a densidade populacional e a oferta

educacional diversificada da cidade. Outros municípios com um número significativo de matrículas são Nova Iguaçu (183.076), Duque de Caxias (209.589), São Gonçalo (160.657) e Niterói (101.195). Esses municípios são bastante populosos e possuem uma infraestrutura educacional mais robusta para atender a demanda.

É interessante notar que alguns municípios têm um número considerável de matrículas em relação à sua população, como Belford Roxo (89.909) e São João de Meriti (91.400). Esses municípios apresentam uma alta demanda educacional e podem enfrentar desafios adicionais na garantia de acesso e qualidade do ensino.

Alguns municípios turísticos, como Cabo Frio, Armação dos Búzios e Angra dos Reis, também apresentam um número expressivo de matrículas. Isso pode ser atribuído à demanda gerada por famílias residentes e pelo turismo sazonal.

Figura 6 – Rendimento escolar por município



Fonte: Autor com auxílio do R.

Há uma variação considerável nos índices de rendimento escolar entre os municípios. Alguns municípios apresentam índices elevados, como Miracema (99,01%), Iguaba Grande (96,14%), Macaé (96,08%), Rio das Ostras (95,84%) e Teresópolis (95,58%). Isso indica um desempenho positivo dos estudantes nessas localidades.

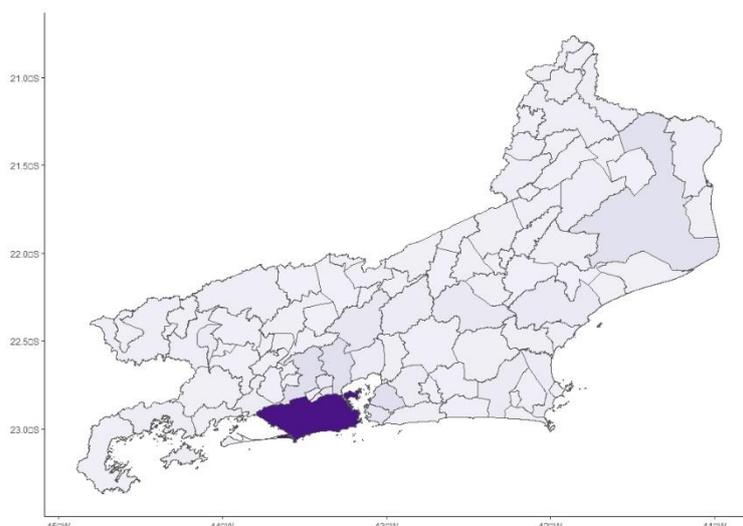
Por outro lado, alguns municípios têm índices de rendimento escolar relativamente baixos, como Campos dos Goytacazes (72,03%), Duas Barras (74,47%), Porciúncula (73,35%) e Trajano de Moraes (74,27%). Esses números podem indicar desafios educacionais específicos nessas áreas.

A maioria dos municípios apresenta índices de rendimento escolar na faixa de 80% a 95%. Isso sugere que a maioria dos estudantes possui um desempenho razoável ou bom em relação aos padrões estabelecidos.

s dados fornecidos representam o número de escolas (QTE_ESC) em cada município do estado do Rio de Janeiro. Essas informações indicam a quantidade de escolas existentes em cada localidade.

Há uma variação considerável no número de escolas entre os municípios. Alguns municípios possuem um número significativo de escolas, como o Rio de Janeiro (4293), São Gonçalo (615), Nova Iguaçu (519), Campos dos Goytacazes (522) e Duque de Caxias (567). Esses números refletem a necessidade de infraestrutura educacional nessas áreas densamente povoadas.

Figura 7 – Quantidade de escolas por município



Fonte: Autor com auxílio do R.

Por outro lado, existem municípios com um número relativamente menor de escolas, como Comendador Levy Gasparian (11), Italva (15), Porto Real (15), Quatis (15) e São José de Ubá (18). Esses municípios podem ter uma população menor ou contar com uma oferta educacional mais concentrada em um número reduzido de instituições.

A maioria dos municípios apresenta um número moderado de escolas, variando de dezenas a algumas centenas. Essa distribuição de escolas pode ser influenciada por

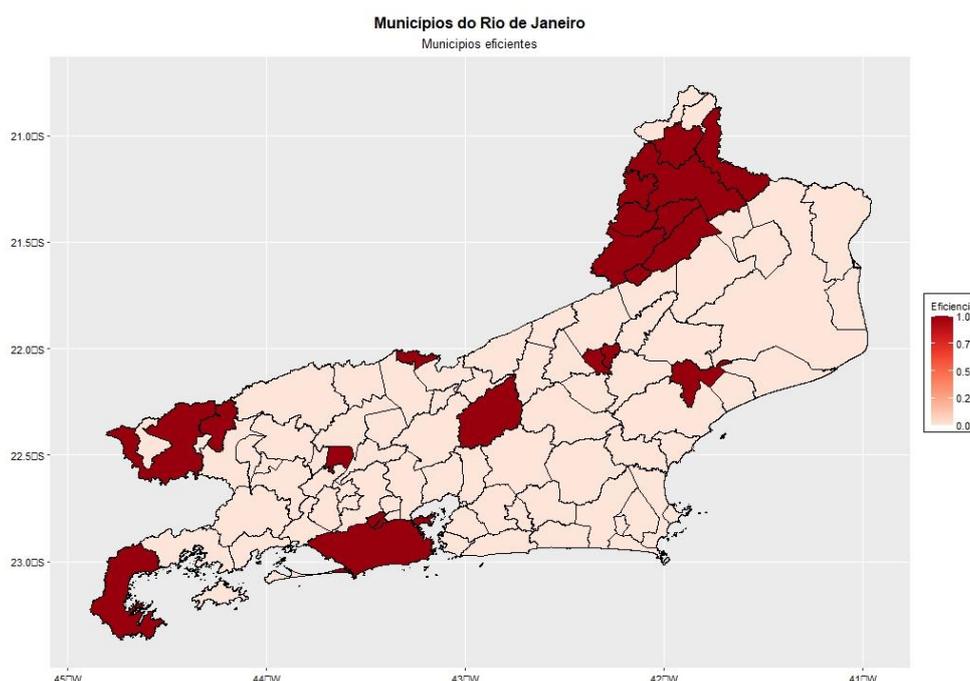
vários fatores, como a população do município, a demanda por educação, a disponibilidade de recursos e a política educacional local.

Esses dados fornecem uma visão geral da quantidade de escolas em cada município, mas não indicam diretamente a qualidade ou capacidade dessas instituições. Em resumo, os números sobre o número de escolas oferecem uma perspectiva da infraestrutura educacional em cada município do Rio de Janeiro.

4.2. Análise dos resultados de eficiência obtidas no primeiro estágio

Após a execução do modelo DEA foram verificados que com base na função de produção proposta foram encontrados 19 (dezenove) municípios que foram considerados eficientes (*i.e.*, escore > 0,95).

Figura 8 – Municípios eficientes e municípios ineficientes



Fonte: Autor com auxílio do R.

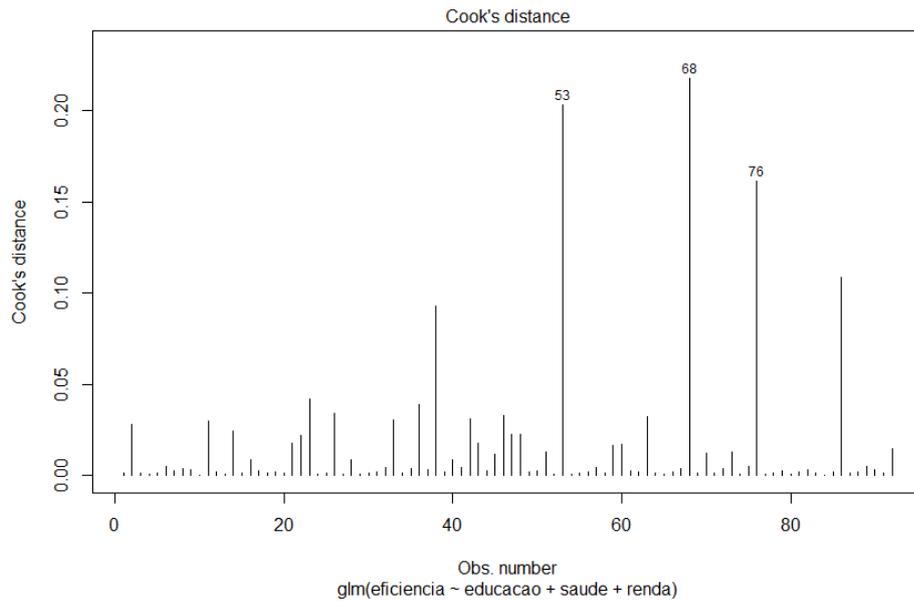
4.1. Análise do segundo estágio

A regressão logística é um modelo estatístico amplamente utilizado para análise de dados em que a variável dependente é binária ou categórica. De acordo com Kleinbaum e Klein (2010) os pressupostos da regressão logística binária são:

- Variável dependente binária: A regressão logística é adequada para análise quando a variável dependente é binária, ou seja, possui apenas dois valores possíveis, como "sim" ou "não", "1" ou "0". No modelo utilizado foi os valores de escores apurados no primeiro estágio acima de noventa e cinco centésimo foram considerados eficientes, enquanto que os valores abaixo foram considerados ineficientes.
- Independência das observações: As observações utilizadas na regressão logística devem ser independentes umas das outras. Isso significa que as observações não devem estar correlacionadas ou serem dependentes entre si.
- Linearidade em logit: A relação entre as variáveis independentes e a *log-odds* (logit) da variável dependente deve ser linear. Isso implica que o efeito das variáveis independentes no logit da variável dependente é aditivo.
- Ausência de multicolinearidade: As variáveis independentes não devem estar altamente correlacionadas entre si. A multicolinearidade pode levar a problemas de interpretação dos coeficientes e afetar a estabilidade e precisão do modelo.
- Ausência de valores extremos: Valores extremos ou outliers podem influenciar significativamente os resultados da regressão logística. Portanto, é importante avaliar e tratar possíveis outliers antes de ajustar o modelo.

Neste sentido, o primeiro passo foi verificar a ausência de valores extremos (outliers). Existem vários métodos e testes que podem ser utilizados para verificar a presença de *outliers* em um modelo logit. Alguns dos testes comuns incluem: resíduos de Pearson, teste de Cook, teste de Wald para coeficientes, análise de resíduos gráficos. O teste de influência de Cook é usado para identificar pontos de dados que têm uma influência desproporcional nos resultados do modelo. De acordo com Cook (1977) valores acima de 5 décimos são considerados altos e podem indicar possíveis *outliers*.

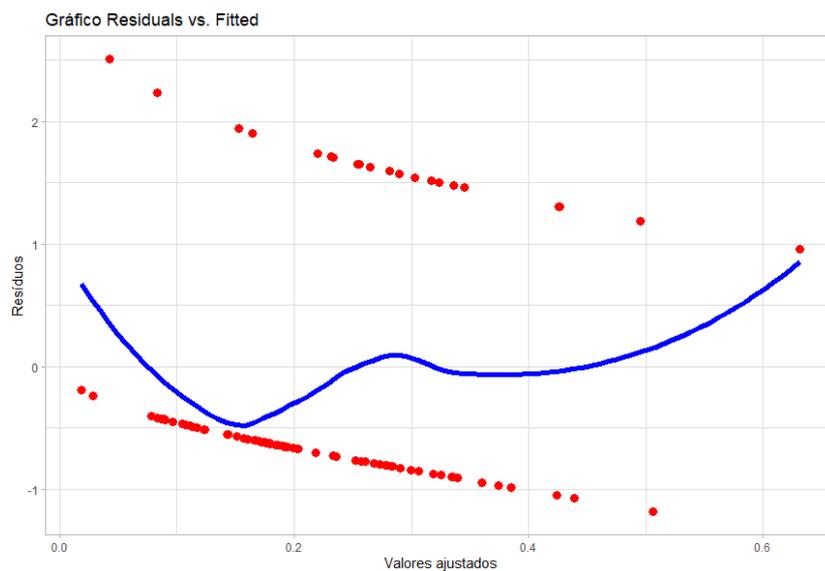
Figura 9 – Teste de distância de Cook.



Fonte: Autor com auxílio do R.

Análise de resíduos gráficos: A análise de resíduos gráficos envolve a inspeção visual dos resíduos em relação às variáveis independentes. Gráficos como o gráfico de resíduos versus valores ajustados, gráfico de resíduos versus variáveis independentes e gráfico de probabilidade normal podem revelar padrões incomuns ou outliers nos resíduos.

Figura 10 – Teste de diferença de residuais

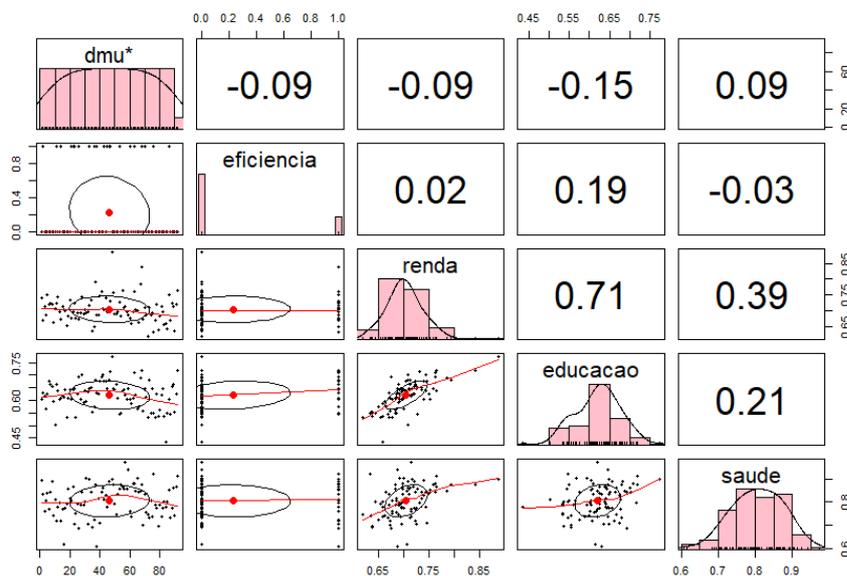


Fonte: Autor com auxílio do R.

No gráfico, os pontos representam os resíduos, enquanto a linha suavizada (gerada pelo método "loess") mostra a tendência geral dos resíduos à medida que os valores ajustados variam. A interpretação do gráfico envolve a análise de possíveis padrões ou desvios nos resíduos em relação aos valores ajustados. Quanto à Homocedasticidade, os pontos se espalham em torno da linha suavizada, sem um padrão distinto em forma de funil ou cone, isso sugere que a homocedasticidade (variância constante dos resíduos) está presente. Verifica-se através do gráfico que houve um padrão linear nos pontos em relação à linha suavizada, isso pode indicar uma relação linear entre as variáveis independentes e a variável dependente.

De acordo com Montgomery *et al* (2012) a multicolinearidade pode causar sérios problemas na análise de regressão, tornando difícil a interpretação dos coeficientes de regressão e afetando a precisão das estimativas. Portanto, é crucial realizar uma análise cuidadosa da multicolinearidade antes de tirar conclusões sobre a relação entre as variáveis independentes e a variável dependente.

Gráfico 5 – Análise de multicolinearidade



Fonte: autor com auxílio do R.

O VIF é uma medida estatística que indica o quanto a variância de um coeficiente de regressão é aumentada devido à multicolinearidade com as outras variáveis independentes. Um valor alto de VIF para uma variável indica uma alta correlação com as demais variáveis independentes, o que pode levar a problemas na interpretação dos coeficientes de regressão.

Geralmente, o VIF é calculado para cada variável independente no modelo de regressão. Um valor de VIF igual a 1 indica ausência de multicolinearidade, enquanto valores maiores que 1 indicam algum grau de multicolinearidade. Não há uma única fonte definitiva que estabeleça um limite específico para o VIF. Alguns autores sugerem um limite de 5 ou 10, enquanto outros argumentam que um VIF de até 2 ou 3 já pode ser considerado aceitável em certos casos. Como os valores para as preditoras educação, saúde e renda foram 2,25; 1,17; 2,48, respectivamente.

5. CONCLUSÃO:

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar através de índices de scores, a eficiência dos municípios fluminenses no ano de 2016, utilizando a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA) em dois estágios.

Para realizar a modelagem necessária na ferramenta DEA, foram coletados dados para cada município, incluindo os recursos provenientes do Fundeb, o número de docentes em exercício em cada município, o número de matrículas no ensino fundamental, o número de unidades escolares no município e o rendimento escolar médio dos estudantes matriculados nas séries do ensino fundamental nos 92 (noventa e dois) municípios do estado do rio de janeiro.

Durante o período analisado, a variável de entrada "TRANSF_FUND" desempenhou um papel importante na municipalização do ensino fundamental, incentivando melhorias na estrutura oferecida pelos municípios. O aumento no número de matrículas, a expansão das escolas, o aumento do corpo docente e sua remuneração eram contrapartidas do aumento das receitas municipais provenientes do Fundeb verificadas através de análise descrita dos dados. No entanto, acredita-se que o resultado desse processo deve ser o fortalecimento da capacidade do município em garantir o aprendizado dos alunos da rede pública municipal. Portanto, a eficiência na gestão dos recursos municipais consistiria em produzir indicadores de melhoria da aprendizagem, utilizando o menor nível possível de recursos.

A variável de saída "REND_ESC" representa o indicador de mensuração da função produção da educação, sendo que um valor alto indica um melhor desempenho de cada Unidade de Decisão (DMU, na sigla em inglês).

Diversos autores já percorridos nos capítulos anteriores chamavam a atenção para a necessidade da realização de estudos que analisassem a eficiência na alocação de recursos públicos, no propósito de sugerir possibilidades de melhoria na gestão e no planejamento do gasto público para melhor alocação e uso mais racional dos recursos. De lá para cá houve avanços em termos de pesquisas realizadas sobre o tema, embora não se possa considerar ainda que um conhecimento abrangente, no campo do financiamento da educação, tenha se consolidado.

De acordo com a modelagem DEA/BCC foi realizada uma simulação, utilizando as variáveis citadas acima, que considera como padrão de eficiência o score igual a 1, através da eficiência determinados a partir da fronteira de eficiência padrão.

O uso do segundo estágio possibilitou averiguar quais inputs e outputs foram determinantes no modelo, proporcionando uma visão complementar à fronteira clássica de DEA, permitindo apresentar uma alternativa nos indicadores das DMU's.

A Análise Envoltória de Dados mostrou-se uma ferramenta importante para a avaliação de eficiência na aplicação dos recursos do Fundeb pelos municípios escolhidos. No entanto, as medidas de eficiência consideradas nesse trabalho precisam ser observadas apenas como um dos indicadores de bom desempenho da gestão pública municipal, mas deve ser compreendida através da concatenação de outros indicadores e não somente a única.

No que se refere à limitação do trabalho, cabe afirmar que o conjunto de indicadores pode ser expandido, visando a oferecer uma dimensão mais precisa da situação dos municípios, através da inclusão de outros indicadores para os quais, no caso particular desse trabalho.

A metodologia DEA também depende dos indicadores escolhidos, seja como *inputs*, seja como *outputs*. Tais indicadores devem estar associados, seja em uma lógica causal ou processual, entre si. Além disto, deve-se ter cuidado com a escolha do modelo com o qual se pretende trabalhar. Assim, é uma ferramenta matemática fundamental na realização de estudos voltados a investigar a eficiência de gestões municipais, mas conforme já reiterado, trata-se de uma ferramenta não-paramétrica que deve ter sua função produção apurada de maneira cuidadosa.

5.1. Sugestões para Trabalhos Futuros

Com base nos resultados encontrados nessa pesquisa e através dos achados verificados em trabalhos que versam sobre a eficiência na aplicação de recursos públicos, utilizando DEA, pode-se sugerir aos futuros trabalhos que venham a abordar essa temática, uma análise ainda maior de municípios, adicionando variáveis à modelagem que englobem além daquelas usadas.

Uma ideia interessante para trabalhos futuros, seria análise centrada nas razões de ineficiência apresentada por alguns municípios, colocando algumas variáveis ambientais sobre criminalidade por exemplo.

Novas pesquisas sobre os financiamento e investimento em educação básica certamente contemplarão discussões importantes que esta pesquisa não se propôs alcançar, como educação e escolaridade dos pais e renda familiar.

Ademais, seria imperioso mostrar a análise por *cluster* homogêneos abarcando a possibilidade de agrupamentos formados por municípios em diferentes áreas, favorecendo a robustez de *benchmarks*, dada a maior similaridade entre as DMUs.

6. REFERENCIAS:

ABRAHÃO, J. Financiamento e gasto público da educação básica no Brasil e comparações com alguns países da OCDE e América Latina. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 26, n. 92, p. 841858, out. 2005.

ADLER, A., LEW, H., BRUNNER, S., OBERFORSTER, J., HINTERHOLZER, J., KULLNIG, G. C. M., MACH, R. L., KUBICEK, C. P. Fusaria in Austrian cereals – change in species and toxins spectrum. *Journal of Applied Genetics*, p. 1116, 2002.

ALMEIDA, M. H. T. Federalismo e políticas sociais. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo ANPOCS, v. 10, n. 28, p. 88108, 1995.

_____. M. H. T. Recentralizando a federação? *Revista de Sociologia e Política*, Curitiba, v.24, p. 2940, 2005. 140

ANDERSON, T. R., HOLLINGSWORTH, K. The fixed weighting nature of a Cross evaluation model. *Journal of Productivity Analysis*, May 2002.

ANDERSEN, P. PETERSEN, N. C. A procedure for ranking efficient units in *Data Envelopment Analysis*. *Management Sciences*, v. 39, n. 10, p. 12611264, 1993.

ANGULO MEZA, L.; LINS, M. P. Modelos multiobjetivo para determinação de alvos na análise envoltória de dados DEA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA PERACIONAL, 34., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: IME, p.649660, 2002.

ANGULO MEZA, L. *et al.* Free software for decision analysis: a software package for data envelopment models. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS, 7, Miami, 2005a, Proceedings... Miami, Florida International University, v.2, p.207212, 2005a.

ANGULO MEZA, L. *et al.* ISYDS Integrated System for Decision Support (SIAD Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for *Data Envelopment Analysis* model. *Pesquisa Operacional*, v.25, n.3, p.493503, 2005b.

ANGULO MEZA, L. *et al.* Seleção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia eléctrica. *Investigação Operacional*, v.27, n.1, p.2136, 2007.

ANGULO MEZA, L. *et al.* Modelling with Self Organizing Maps and *Data Envelopment Analysis*: A Case Study in Educational Evaluation. In: MWASIAGI, Josphat Igadwa

(Ed.). Self-Organizing Maps Applications and Novel Algorithm Design. Intech, p.7188, 2011.

ARAÚJO, Raimundo L. S. Financiamento da educação básica do governo Lula: elementos de ruptura e de continuidade com as políticas do governo de FHC. UNB, (PPG em educação), 2007. Dissertação de Mestrado.

ARELARO, Lisete; GIL, Juca. Política de fundos na educação: duas posições. In: (ROCHA, Maria José e DIDONET Vital. Orgs.). FUNDE Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação: avanços na universalização da educação básica. Em Aberto. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira, 2006.

ARRETCHE, Marta T.S. Políticas sociais no Brasil: descentralização em Estado federativo. RBCS, São Paulo, v. 14, nº. 40 p. 111141, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v14n40/1712>. Acesso em: 20 mar. 2013.

_____. Uma contribuição para fazermos avaliações menos ingênuas. In: BARREIRA, Maria Cecília R. N.; CARVALHO Maria do Carmo B. (Org.). Tendências e perspectivas de políticas e programas sociais. São Paulo: IEE/PUCSP, 2001.

_____. Relações federativas nas políticas sociais. Educ. Soc., Campinas, v. 23, n. 80, p. 2548, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v23n80/12922.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2014.

AZEVEDO, Janete M. Lins. A educação como política pública. Campinas: Autores Associados, 1997.

BANKER, R. D., CHARNES, A.; COOPER, W. W. "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in *Data Envelopment Analysis*." Management Science 30(9): 10781092, 1984.

BANKER, R. C., TALLURI, S. A closer look at the use of *Data Envelopment Analysis* for technology selection. Computer Industrial Engineering, v. 32, n.1, p. 101108, 1997.

BARRETO, A. S. Avaliação da eficiência dos processos de fornecimento e utilização de produtos químicos para processamento primário de petróleo na bacia de Campos. 2011. 109f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

BARR, R. S. DEA software tools and technology. In: COOPER, W.W; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Handbook on *Data Envelopment Analysis*. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 539-566, 2004. 142

BASSI, Marcos E.; CAMARGO, Rubens B. Participação e controle social no Fundef e no Fundeb. *Poiésis*, Tubarão, v. 2, n. 1, p. 105-118, jan./jun. 2009. Disponível: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Poiesis/article/viewArticle/504>. Acesso em: 22 jun. 2015.

BELLONI, J. A. Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras. 2000. 245f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BEZERRA, E. P. G.; DIWAN, J. R. Uso de DEA como alternativa ao IDH na mensuração do desenvolvimento humano nos maiores municípios brasileiros. 2001. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, PGEP, Rio de Janeiro, 2001.

BORGES, Vander O. Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização do Magistério – Fundeb: impactos financeiros junto aos governos estaduais e municipais, nos primeiros cinco anos de sua implantação. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B; GOMES, E. G. Método FourierDEA na medição de um componente da qualidade de energia elétrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003. Anais... Ouro Preto, 2003, p.17.

BOUSSOFIANE, A., DYSON, R.G. and THANASSOULIS, E. Applied *Data Envelopment Analysis*. *European Journal of Operational Research*, v. 52, n. 1, p. 115, 1991. 143

BRAGA, Marcus V. de A. O controle social da educação básica pública: a atuação dos conselheiros do Fundeb. Dissertação (Mestrado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

BUCAR, R. S. Aplicação da análise de envoltória de dados (DEA) na avaliação de eficiência e benchmarking em gestão de serviços de pós-vendas de automóveis. 2012, 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2012.

CACERES, H.; KRISTJANPOLLER, W.; TABILO, J. Análisis de la eficiencia técnica y su relación con los resultados de la evaluación de desempeño en una universidad chilena. *Inovar*, v.24, n.54, p.199217, 2014.

CAMPOS, Bruno C. C.; CRUZ Breno de P. A. Impactos do Fundeb sobre a qualidade do ensino básico público: uma análise para os Municípios do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Adm. Pública*, Rio de Janeiro, 43(2): p. 37193, Mar./abr. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v43n2/v43n2a05.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2012.

CASTRO, Carlos Eduardo Tavares de. Avaliação da eficiência gerencial de empresas de água e esgotos brasileiras por meio da envoltória de dados (DEA). 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) — PUC, Rio de Janeiro.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429444, 1978.

CHARNES, A., COOPER, W.W., HUANG, Z.M., SUN, D.B. Polyhedral cone ratio DEA models with an illustrative application to large commercial banks. *Journal of Econometrics*, v. 46, n.? p. 7391, 1990.

CHARNES, A.; Gallegos, A. & Li, H. Robustly efficient parametric frontiers via Multiplicative DEA for domestic and international operations of the Latin American airline industry. *European Journal of Operational Research*, 88(3), 525536, 1996.

CHAVES, M. C. C., *et al.* Uso de métodos baseado em DEA e multicritério para avaliação de resultados em competições esportivas: o caso dos jogos panamericanos de 2007. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 40., 2008, João Pessoa. Anais... João Pessoa: UFPB, p.299310. 2008.

CHAVES, V. L. J.; MENDES, O. C. Reuni o contrato de gestão na reforma da educação superior Pública. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE POLÍTICA E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO, 24., Vitória. Anais... Vitória: ANPAE; UFES, 2009. 2009. 146

CHIZZOTTI, A. A Constituição de 1823 e a educação. In: FÁVERO, O. (Org.). A educação nas constituintes brasileiras 1823-1988. Campinas: Autores Associados, p. 3153, 1996.

COOK, W. D.; SEIFORD, L. M. *Data Envelopment Analysis (DEA): thirty years on*. European Journal of Operational Research, v. 192, n. 1, p. 117, 2009.

COOK, W. D.; TONE, K.; ZHU, J. *Data Envelopment Analysis: Prior to choosing a model*. Omega, v.44, p.14, 2014.

COOPER, W.W., SEIFOR, L.M. and TONE, K., *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M., TONE, K. *Data Envelopment Analysis*. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 318, 2002.

_____. Introduction to *Data Envelopment Analysis and Its Uses*. New York: Springer Verlag, p. 354, 2006.

CUNHA, M. B. Para saber mais: fontes de informação em ciência e tecnologia. Brasília: Briquet de Lemos/Livros, 2001.

DAVIES, Nicholas. Tribunais de contas e educação: quem controla o fiscalizador dos recursos? Brasília: Plano, 2001.

_____. Financiamento da educação: novos ou velhos desafios? São Paulo: Xamã, 2004.

DAVIES, Nicholas. A política de fundos no financiamento da educação Fundeb: solução ou remendo para o financiamento da educação básica? In: GOUVEIA, Andréa B.; SOUZA, Ângelo R.; TAVARES, Taís M. (Org.). Conversas sobre financiamento da educação no Brasil. Curitiba: Editora da UFPR, 2006a. 147

DENHARDT, R. B. Teorias da Administração Pública. Tradução técnica Francisco G. Heidemann. São Paulo: Cengage, p. 342. 2012.

DE LEON, Peter. Public policy termination: an end and a beginning, Policy Analysis, 6(01), 0138. 1977.

DE LEON, Peter. Policy Evaluation and Program Termination. *Policy Studies Review*, 2(4), 631647. 1982.

DINIZ, J. A. Eficiência das Transferências Intragovernamentais para a educação fundamental de municípios brasileiros, São Paulo, 2012.

DYSON, R. G., *et al.* Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, v.132, n.2, p.245259, 2001.

DOYLE, Jr., and GREEN R. Efficiency and gross efficiency in DEA: derivation, meanings and uses *Jors* 45 (5): p. 567578. 1994.

DOYLE, J., GREEN, R., RODNEY, H. Cross evaluation in DEA: improving discrimination among DMUs. *Infor*, v. 33, n. 3, p. 205, Ottawa, ago. 1995.

FAÇANHA, L. O., MARINHO, A. Hospitais universitários: mecanismos de coordenação e avaliação comparativa de eficiência. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 6, n. 19, p. 201335, abr./jun. 1998.

FAÇANHA, Luís Otávio; MARINHO, Alexandre. Instituições de ensino superior governamentais e particulares: avaliação comparativa de eficiência. Texto para discussão nº 813: IPEA. Rio de Janeiro, 2001.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. Londres: v. 120, p. 253290, 1957. 148

FARIA, F. P.; JANNUZZI, P. M.; SILVA, S. J. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 155177, 2008.

FERNANDES, Francisco das C. O Fundeb como política pública de financiamento da educação básica. *Revista Retratos da Escola*, Brasília, v. 3, n. 4, p. 2338, 2009.

FERREIRA, F. B. Análise da eficiência relativa das usinas minimills da Gerdau S.A. nas Américas: Um estudo a partir da análise envoltória de dados. 2012. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2012.

FRIEDMAN, L.; SINUANYSTERN, Z. Combining ranking scales and selecting variables in the DEA context: the case of Industrial Branches. *Computers and Operations Research*, v.25, n.9, p.781791, 1998.

FIGUEIREDO, M. F.; FIGUEIREDO, A. C. Avaliação política e avaliações de políticas: um quadro de referência teórica. *Análise e Conjuntura*, Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p. 107127, set./dez. 1986.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for DEA. *Omega*, v.17, n.3, p.237250, 1989.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; BIONDI NETO, L. Avaliação de eficiência por análise de envoltória de dados: conceitos, aplicações à agricultura e integração 149

com Sistemas de Informação Geográfica. *Documentos*, n. 28. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. C.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.43, n.4, p.606631, 2005.

GONDIM, Sócrates. S. Análise da eficiência técnica das redes hospitalares públicas estadual e municipal em Fortaleza. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2008.

GUIMARÃES, P. R. B. Métodos Quantitativos Estatísticos. Curitiba: IESDE Brasil, 2008.

HADDAD, Sérgio. Os Bancos Multilaterais e as Políticas Educacionais no Brasil. In: *As estratégias dos Bancos Multilaterais para o Brasil: análise crítica e documentos inéditos*. Brasília: INESC, 1998.

HANUSHEK, Eric A., and Ludger WOESSMANN. 2008. "The Role of Cognitive Skills in Economic Development." *Journal of Economic Literature* 46, no.3 (September):607-668.

HEDGES, L.V., LAINE, R.D., e GREENWALD, R. (1994). Does money matter? A meta *Analysis* of studies of the effects of differential school *inputs* on student outcomes. *Educational Researcher*, 23(3), 514.

JOHNES, G.; JOHNES, J. Measuring the research performance of UK economics departments: an application of *Data Envelopment Analysis*. *Oxford Economic Papers*, v.45, n.2, p.332347, 1993.

JOHNES, P. J. Evolution and management of the impact of land use change on the nitrogen and phosphorus load delivered to surface waters: the export coefficient modelling approach. *Journal of Hydrology*. p. 323349. Contribution of journal, 1996. 150

JOHNES, J. *Data Envelopment Analysis* and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, v.25, n. 3, p.273288, 2006.

JUNIOR, Sáris Pinto Machado; IRFFI, Guilherme Irffi; BENEGAS, Mauricio Benegas. Análise da eficiência técnica dos gastos com educação, saúde e assistência social dos municípios cearenses. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 36, 2011.

KAO, C.; HUNG, H.T. Efficiency *Analysis* of university departments: an empirical study. *Omega*, v.36, n.4, p.653664, 2008.

LEITE, Sérgio Pereira. (coord.), FLEXOR, George.; MEDEIROS, L.; DELGADO, N.G.; MALUF, R. Avaliando a gestão de políticas agrícolas no Brasil: uma ênfase no papel dos policymakers. Rio de Janeiro: CPDA/UFRRJ – CNPq, 2006.

LETA, F. R. *et al.* Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. *Investigação Operacional*, v.25, n.2, p.229242, 2005.

LI, XB., REEVES, G. A multiple criteria approach to *Data Envelopment Analysis*. *European Journal of Operational Research*, v. 115, n.? p. 507517, 1999.

LINS, M. E. *et al.* O uso da análise envoltória de dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 12, n. 4, p. 985998, 2007.

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

LOUREIRO LOURENÇO, Rosenery; ANGOTTI, Marcello; BERNARDES DO NASCIMENTO, João Carlos Hipólito; FILGUEIRAS SAUERBRONN, Fernanda. Eficiência do gasto público com ensino fundamental: uma análise dos 250 maiores municípios brasileiros. Contabilidade Vista & Revista, v. 28, n. 1, p. 89-116, jan.-abr. 2017. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil.

MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde dos municípios do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Ipea, 2001 (Texto para Discussão, n. 842).

MACHADO, Maria G. F. A proposta do Fundeb no executivo federal: interlocuções na formulação de políticas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2007. 151

MACHADO, Maria G. F. A promoção do accountability na fiscalização de Municípios do Rio Grande do Sul: a atuação do TCE na implementação do Fundeb de 2007 a 2009. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2012.

MACHADO, E. Z. Análise envoltória de dados sobre as universidades brasileiras: uma análise sobre eficiência. 2008. 114f. Dissertação (Mestrado em Economia) Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTÍN RIVERO, R. La evaluación de la eficiencia. Una aplicación del DEA a la Universidad de la laguna. In: JORNADAS DE LA ASOCIACIÓN DE LA ECONOMÍA DE LA EDUCACIÓN, 15, 2006, Granada, Anais... Granada, 2006, p.217228.

MARTINS, P. de S. O Fundeb em funcionamento: diretrizes, critérios, conceitos. EccoS Revista Científica, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 397417, jul./dez. 2008. Disponível: <http://www4.uninove.br/ojs/index.php/eccos/article/viewFile/1325/1161>. Acesso em 12 de jul 2015.

MARTINS, Paulo de S. O financiamento da educação básica por meio de fundos contábeis: estratégia política para a equidade, a autonomia e o regime de colaboração entre os entes federados. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MENEZESFILHO, N.; PAZELLO, E. Does money in school's matter: evaluating the effects of a funding reform on wages and test scores in Brazil. 2004.

MELLO, J. C. C. Soares Baptista *et al.* Integração SIGDEA aplicada à análise de dados de um vestibular. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 32., Viçosa, 2000, Anais... Viçosa, 2000. 152

MELLO, S. A. As práticas educativas e as conquistas de desenvolvimento das crianças pequenas. In: RODRIGUES, E.; ROSIN, S. M. (orgs.) Infância e práticas educativas. Maringá: Eduem, 2007. p. 1122.

MEZA, L. A. *Data Envelopment Analysis* (DEA) na determinação da eficiência dos programas de Pós-Graduação do Coppe/UFRJ. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — UFRJ, Rio de Janeiro.

MILITÃO, Silvio C. N. FUNDEB: mais do mesmo. Nuances: estudos sobre Educação. Ano XVII, v. 18, n. 19, p. 81106, jan./abr. 2011. Disponível em <http://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/viewFile/351/386>. Acesso em 03 ago. 2015.

NASCIMENTO, João B. do. O financiamento da Educação Básica e a política de fundos em Goiás (1998 a 2011): municipalização, redistribuição dos recursos e (des)valorização do magistério. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

NEVES, E. B.; DOMINGUES, C. A. (Org.). Manual de metodologia da pesquisa científica. Rio de Janeiro: EB/CEP, 2007.

NOGUEIRA, Marco A. Entre o local e o global. In: MARTINS A. M.; OLIVEIRA, C.; BUENO, M. S. S. (Org.). Descentralização do Estado e municipalização do ensino: problemas e perspectivas. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

NOH, Y. "Evaluation of the resource utilization efficiency of university libraries using DEA techniques and a proposal of alternative evaluation variables", Library Hi Tech, Vol. 29 No. 4, pp. 697724, 2011.

OLIVEIRA, Romualdo P. Financiamento da educação no Brasil: um Estado da arte provisório e algumas questões de pesquisa. In: GOUVEIA, Andréa B.; SOUZA, Ângelo R.; TAVARES, Taís M. (Org.). Conversas sobre financiamento da educação no Brasil. Curitiba: Editora da UFPR, 2006. 153

OLIVEIRA, Ramon. Os limites do Fundeb no financiamento do ensino médio. Currículo sem Fronteiras, v. 8, n. 2, p. 7896, jul./dez. 2008. Disponível em: <http://www.curriculosemfronteiras.org/vol8iss2articles/oliveirar.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2015.

PIMENTA, H. L. N.; MACEDO, M. A.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Decisão da realização de investimentos em tecnologia da informação com análise envoltória de dados. Revista Produção Online. v.4, n.2, p.116, 2004.

PINTO, J. M. de R.; ADRIÃO, T. Noções gerais sobre o financiamento da educação no Brasil. EccoS revista científica, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 2346, jan.jun. 2007.

PINTO, José M. de R. A política de fundos para o financiamento da educação e seus efeitos no pacto federativo. Educ. Soc., Campinas, v. 28, n. 100, p. 877 898, 2007.

PONTE, J. P. O estudo de caso na investigação em educação matemática. Quadrante, v.3, n.1, p.318, 1994.

RAFAELI, L. Análise envoltória de dados como ferramenta para avaliação do desempenho relativo. 2009. 166f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

REINALDO, R. R. P; POSSAMAI, O; THOMAZ, A. C. F. Avaliando a eficiência em unidades de ensino fundamental de Fortaleza usando técnicas de análise envoltória de dados (DEA). Revista Científica Faculdade Lourenço Filho, v.2, n.1, p.131, 2002.

REZENDE, F. Finanças Públicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. P. 382.

REZENDE, A. J.; SLOMSKI, V.; CORRAR, L. J. A gestão pública municipal e a eficiência dos gastos públicos: Uma investigação empírica entre as políticas públicas

e o índice de desenvolvimento. Revista Universo Contábil, Blumenau, v.1, n,1, p 2440, jan./abr. 2005. 154

RIBEIRO, W. Municipalização: os conselhos municipais de educação. Rio de Janeiro: DP & A, 2004.

RIO DE JANEIRO TCE. Lei nº 63, de 01 de agosto de 1990, atualizada em 05 de dezembro de 2014. Dispõe sobre a Lei Orgânica do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Goiânia, 2014. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br/>. Acesso em: 20 jan 2015.

RONDINELLI, Denis A. e outros. Decentralization in developing countries: a review of recent experience. Washington: The World Bank, 1984.

ROSSINHOLI, Marisa. Política de financiamento da educação básica: do Fundef ao Fundeb. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Metodista de São Paulo, Piracicaba, 2008.

RUBEM, A. P. S., MOURA, A. L., OLIVEIRA, E., SOARES DE MELLO, J. C. C. B. e ALVES, L. A. Avaliação da eficiência produtiva de pequenos horticultores agroecológicos usando mapas autoorganizáveis e análise envoltória de dados. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 17, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval, 2014, p.314327, 2014.

SALERIAN J.; CHAN C. Restricting multiple *output* multiple *input* DEA models by disaggregating the *outputinput* vector. Journal of Productivity Analysis, v.24, p.529, 2005.

SANTOS, Waldir J. L. Financiamento e investimento da educação nos Municípios de Duque de Caxias e de Nova Iguaçu – RJ: Avaliação de eficácia, da efetividade e da transparência das políticas públicas. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SARAVIA, Enrique e FERRAREZI, Elizabete. Políticas Públicas: Coletânea. Brasília: ENAP, 2006, p.2142. 155

SARKIS, J. Evaluating flexible manufacturing systems alternatives using *Data Envelopment Analysis*. The Engineering Economist, v. 43, n. 1, p. 2547, 1997.

SARKIS, J. A comparative *Analysis* of DEA as a discrete alternative multiple criteria decision tool. *European Journal of Operational Research*, v. 123, n.?. p. 543557, 2000.

SAVIANI, Dermeval. PDE – Plano de Desenvolvimento da Educação: análise crítica da política do MEC. Campinas: Autores Associados, 2009.

SELVA, M. L. M.; MEDINA, R. P.; MARZAL, C. C. Calidad y eficiencia de las Universidades Públicas Española. *Revista de Estudios Regionales*, n.99, p.135154, 2014.

SENGUPTA, J. K. A dynamic efficiency model using *Data Envelopment Analysis*. *International Journal of Production Economics*, v.62, n.3, p.209218, 1999.

SEXTON, T.R., SILKMAN, R.H., HOGAN, A.J., 1986. *Data Envelopment Analysis: Critique and extensions*. In: Silkman, R.H.(Ed.), *Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis*. JosseyBass, San Francisco, CA, pp. 73105.

SHANG, J., SUEYOSHI, T. A unified framework for the selection of a Flexible Manufacturing System. *European Journal Of Operational Research*, v. 85, n. 2, p. 297315, 1995.

SILVA, JR, João do R. e SGUISSARDI, Valdemar. *Novas faces da educação superior no Brasil: reformas do Estado e mudanças na produção*. Bragança Paulista: EDUSF, 1999.

SILVA, Rose C. R. *O Conselho de Acompanhamento e Controle Social do FUNDEB de Campo VerdeMT: conflitos e confluências*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

SILVA, M. M da; FERNANDES, E. Um estudo da eficiência dos programas de Pós-Graduação em engenharia no Brasil. *Avaliação*, v. 6, n. 3 (21), p. 5366, set. 2001. 156

SILVA, J. L. M da. *Et al.* Eficiência no gasto público com educação: uma análise dos municípios do rio grande do Norte. Disponível em: www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren. Acesso em: 18 set 2015.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art. *Journal of Productivity Analysis*, v. 13, p. 4978, 2000.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B., GOMES, E. G., LINS, M. P. E., VIEIRA, L. A M. SPINAK, E. Indicadores cientométricos. *Ciência da informação*, v. 27, n. 2, p. 141148, maio/ago. 1998.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B., GOMES, E. G., LINS, M. P. E., VIEIRA, L. A M. Integração SIGDEA aplicada à análise de dados de um vestibular. XXXII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO, Viçosa, MG, out. 2000. (CD Rom).

SOARES DE MELLO, J. C. C. B., GOMES, E. G., LINS, M. P. E., VIEIRA, L. A M. Um caso de estudo de integração SIGDEAMCDA: a influência de uma instituição de ensino superior em vários municípios do Estado do Rio de Janeiro. *Investigação Operacional*, v. 21, n. 2, p. dez. 2001.

SOARES DE MELLO, M. H. C. S. *et al.* Análise Envoltória de Dados para Avaliação de Departamentos de Ensino. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v.12, n.42, p.611622, 2004.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B. *et al.* Curso de Análise Envoltória de Dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. Anais... Gramado: UFSM, p.25202545, 2005.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B. *et al.* Engineering postgraduate programmes: a quality and productivity analysis. *Studies in Educational Evaluation*, v.32, n.2, p.136152, 2006.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B. *et al.* DEA Advanced Models for Geometric Evaluation of used Lathes. *WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS*, v.7, n.5, p.500520, 2008a. 157

SOARES DE MELLO, J. C. C. B. *et al.* Estudo não paramétrico da relação entre consumo de energia, renda e temperatura. *IEEE Latin America Transactions*, v.6, n.2, p.153161, 2008b.

SOUSA, Antônia de Abreu. A política de fundo público para o financiamento da educação básica: impacto e impasses no Município de Fortaleza. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SOUSA JUNIOR, Luiz de. Fundeb; novo fundo, velho problemas. In: 30ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 2007, Caxambu MG. Apresentação de trabalho. Caxambu MG:

Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação, 2007. Disponível: <http://www.anped.org.br/reunioes/30ra/trabalhos/GT053091Int.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2015.

SOUZA, Celina. Governos locais e gestão de políticas sociais universais. São Paulo em perspectiva, v. 18, n. 2, p. 2741. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v18n2/a04v18n2.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2014.

SOUZA, Donaldo B.; FARIA, Lia C. Reforma do Estado, descentralização e municipalização do ensino no Brasil: A gestão política dos sistemas públicos de ensino pósLDB 9.394/96. In: Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação / Fundação Cesgranrio. Rio de Janeiro: A. Fundação, v. 12 n. 45. p. 925944, out./dez. 2004.

TALLURI, S., WHITESIDE, M. M., SEIPEL, S. J. A nonparametric stochastic procedure for FMS evaluation. European Journal of Operational Research, v. 124, n.? p. 529538, 2000.

THOMPSON, R.G., LANGEMEIER, L.N., LEE, CT, THRALL, R.N. The role of multiplier bounds in efficiency *Analysis* with application to Kansas farming. Journal of Econometrics, v. 46, n.? p. 93108, 1990.

TROMPIERI NETO, N. *et al.* Determinantes da eficiência dos gastos públicos municipais em educação e saúde: o caso do Ceará. In: ENCONTRO ECONOMIA DO CEARÁ EM DEBATE, 4, 2008, Fortaleza. 158

THANASSOULIS, E. DEA and its Use in the Regulation of Water Companies, European Journal of Operational Research, Vol 127, 1, pp. 113, 2000.

THANASSOULIS, E. Introduction to the theory and application of *Data Envelopment Analysis*: a foundation text with integrated software. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2001.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VAZQUEZ, Daniel A. Fundos multi-governamentais e seus efeitos redistributivos no financiamento da educação: um balanço final do Fundef e uma avaliação da implantação do Fundeb. Brasília, Tesouro Nacional. Finanças Públicas – XVI Prêmio Tesouro Nacional, 2011 Disponível em:

http://www3.tesouro.fazenda.gov.br/Premio_TN/XVIPremio/politica/MHpfceXVIPTN/Tema_3_MH2.pdf. Acesso em: 20 mar. 2014.

WONG, YH. B., BEASLEY, J. E. Restricting weight flexibility in *Data Envelopment Analysis*. Journal of the Operational Research Society. v. 41, n. 9, p. 829835, 1990.

YAMADA, Y.; MATUI, T.; SUGIYAMA, M. New *Analysis* of efficiency based on DEA. Journal of the Operations Research Society of Japan, v.37, n.2, p.158167, 1994.

XUE, M., HARKER, P. T. extensions of modified DEA. Working Paper Series 9907, Financial Institutions Center, The Wharton School, University of Pennsylvania, 1999.

7. ANEXO

Listagem dos municípios analisados:

| Ranking | Município | Eficiência | Escore | IDHM Renda | IDHM Educação | IFDM | Emprego & Renda | Educação | Saúde |
|---------|-------------------------------|-------------|--------|------------|---------------|--------|-----------------|----------|--------|
| 1 | Aperibé | Eficiente | 1 | 0,6700 | 0,6310 | 0,7163 | 0,4257 | 0,8869 | 0,8365 |
| 2 | Bom Jesus do Itabapoana | Eficiente | 1 | 0,7230 | 0,6620 | 0,7015 | 0,4542 | 0,9316 | 0,7188 |
| 3 | Cambuci | Eficiente | 1 | 0,6720 | 0,6080 | 0,6264 | 0,3384 | 0,8206 | 0,7203 |
| 4 | Comendador Levy Gasparian | Eficiente | 1 | 0,6760 | 0,6050 | 0,6913 | 0,4232 | 0,8435 | 0,8074 |
| 5 | Engenheiro Paulo de Frontin | Eficiente | 1 | 0,6740 | 0,6940 | 0,6679 | 0,4915 | 0,8281 | 0,6842 |
| 6 | Macuco | Eficiente | 1 | 0,6870 | 0,6310 | 0,6721 | 0,5241 | 0,8863 | 0,6059 |
| 7 | Santo Antônio de Pádua | Eficiente | 1 | 0,7090 | 0,6480 | 0,7398 | 0,4641 | 0,9192 | 0,8360 |
| 8 | São José de Ubá | Eficiente | 1 | 0,6330 | 0,5480 | 0,7548 | 0,4489 | 0,8914 | 0,9240 |
| 9 | Cordeiro | Eficiente | 0,99 | 0,7240 | 0,6490 | 0,6658 | 0,4106 | 0,8827 | 0,7042 |
| 10 | Laje do Muriaé | Eficiente | 0,99 | 0,6490 | 0,5750 | 0,6626 | 0,4785 | 0,7870 | 0,7223 |
| 11 | Conceição de Macabu | Eficiente | 0,98 | 0,6980 | 0,6420 | 0,6584 | 0,3200 | 0,7875 | 0,8677 |
| 12 | Natividade | Eficiente | 0,98 | 0,7070 | 0,6830 | 0,7083 | 0,3630 | 0,8718 | 0,8902 |
| 13 | Quatis | Eficiente | 0,98 | 0,6760 | 0,6030 | 0,6573 | 0,4020 | 0,8080 | 0,7619 |
| 14 | Rio de Janeiro | Eficiente | 0,98 | 0,8400 | 0,7190 | 0,7886 | 0,6200 | 0,8693 | 0,8765 |
| 15 | Teresópolis | Eficiente | 0,98 | 0,7520 | 0,6050 | 0,7648 | 0,5963 | 0,8470 | 0,8510 |
| 16 | Itaperuna | Eficiente | 0,97 | 0,7160 | 0,6490 | 0,8180 | 0,6603 | 0,8924 | 0,9012 |
| 17 | Paraty | Eficiente | 0,97 | 0,7260 | 0,5440 | 0,7210 | 0,5036 | 0,8035 | 0,8558 |
| 18 | Mesquita | Eficiente | 0,96 | 0,7040 | 0,6780 | 0,6589 | 0,4442 | 0,7220 | 0,8104 |
| 19 | Miracema | Eficiente | 0,96 | 0,6960 | 0,6460 | 0,6902 | 0,4081 | 0,8829 | 0,7794 |
| 20 | Nilópolis | Eficiente | 0,96 | 0,7310 | 0,7160 | 0,6368 | 0,3703 | 0,7427 | 0,7974 |
| 21 | Resende | Eficiente | 0,96 | 0,7620 | 0,7090 | 0,7787 | 0,6045 | 0,8511 | 0,8806 |
| 22 | Guapimirim | Ineficiente | 0,95 | 0,6920 | 0,6040 | 0,6529 | 0,4569 | 0,7137 | 0,7882 |
| 23 | Porto Real | Ineficiente | 0,95 | 0,6880 | 0,6450 | 0,7410 | 0,4928 | 0,7876 | 0,9427 |
| 24 | Rio das Ostras | Ineficiente | 0,95 | 0,7840 | 0,6890 | 0,7136 | 0,4878 | 0,8024 | 0,8504 |
| 25 | São Sebastião do Alto | Ineficiente | 0,95 | 0,6380 | 0,5360 | 0,6434 | 0,4029 | 0,8315 | 0,6957 |
| 26 | Varre-Sai | Ineficiente | 0,95 | 0,6360 | 0,5550 | 0,6346 | 0,4289 | 0,7338 | 0,7410 |
| 27 | Campos dos Goytacazes | Ineficiente | 0,94 | 0,7150 | 0,6190 | 0,7208 | 0,6373 | 0,7556 | 0,7694 |
| 28 | Itaocara | Ineficiente | 0,94 | 0,6960 | 0,6350 | 0,6542 | 0,4162 | 0,8413 | 0,7052 |
| 29 | Mendes | Ineficiente | 0,94 | 0,7070 | 0,7000 | 0,7412 | 0,4933 | 0,8666 | 0,8637 |
| 30 | Niterói | Ineficiente | 0,94 | 0,8870 | 0,7730 | 0,7784 | 0,6093 | 0,8273 | 0,8986 |
| 31 | Paracambi | Ineficiente | 0,94 | 0,6890 | 0,6660 | 0,6616 | 0,4635 | 0,7736 | 0,7476 |
| 32 | Piraí | Ineficiente | 0,94 | 0,7140 | 0,6200 | 0,7931 | 0,5407 | 0,8641 | 0,9744 |
| 33 | São José do Vale do Rio Preto | Ineficiente | 0,94 | 0,6700 | 0,5330 | 0,6586 | 0,4622 | 0,7254 | 0,7883 |
| 34 | Três Rios | Ineficiente | 0,94 | 0,7250 | 0,6560 | 0,7397 | 0,6166 | 0,8295 | 0,7729 |
| 35 | Volta Redonda | Ineficiente | 0,94 | 0,7630 | 0,7200 | 0,7921 | 0,5905 | 0,8726 | 0,9133 |
| 36 | Cabo Frio | Ineficiente | 0,93 | 0,7430 | 0,6400 | 0,6953 | 0,5506 | 0,7547 | 0,7806 |
| 37 | Cardoso Moreira | Ineficiente | 0,93 | 0,6530 | 0,5340 | 0,6601 | 0,4012 | 0,7868 | 0,7923 |
| 38 | Casimiro de Abreu | Ineficiente | 0,93 | 0,7340 | 0,6420 | 0,6829 | 0,3971 | 0,8344 | 0,8172 |
| 39 | Magé | Ineficiente | 0,93 | 0,6850 | 0,6260 | 0,6587 | 0,4687 | 0,6912 | 0,8162 |

| Ranking | Município | Eficiência | Escore | IDHM Renda | IDHM Educação | IFDM | Emprego & Renda | Educação | Saúde |
|---------|-----------------------------|-------------|--------|------------|---------------|--------|-----------------|----------|--------|
| 40 | Miguel Pereira | Ineficiente | 0,93 | 0,7400 | 0,6750 | 0,6947 | 0,3718 | 0,8814 | 0,8308 |
| 41 | Nova Friburgo | Ineficiente | 0,93 | 0,7580 | 0,6450 | 0,8089 | 0,6677 | 0,8819 | 0,8771 |
| 42 | Nova Iguaçu | Ineficiente | 0,93 | 0,6910 | 0,6410 | 0,6612 | 0,5156 | 0,6733 | 0,7947 |
| 43 | Paraíba do Sul | Ineficiente | 0,93 | 0,6970 | 0,6100 | 0,7424 | 0,5426 | 0,8526 | 0,8321 |
| 44 | Paty do Alferes | Ineficiente | 0,93 | 0,6830 | 0,5490 | 0,6969 | 0,4016 | 0,8144 | 0,8746 |
| 45 | Quissamã | Ineficiente | 0,93 | 0,6980 | 0,6100 | 0,6890 | 0,3448 | 0,8411 | 0,8811 |
| 46 | São Francisco de Itabapoana | Ineficiente | 0,93 | 0,6180 | 0,5330 | 0,6158 | 0,3692 | 0,7301 | 0,7480 |
| 47 | Sumidouro | Ineficiente | 0,93 | 0,6580 | 0,4360 | 0,6170 | 0,3616 | 0,7098 | 0,7795 |
| 48 | Trajano de Moraes | Ineficiente | 0,93 | 0,6680 | 0,5470 | 0,7062 | 0,5409 | 0,8457 | 0,7320 |
| 49 | Armação dos Búzios | Ineficiente | 0,92 | 0,7500 | 0,6240 | 0,7656 | 0,6092 | 0,8485 | 0,8391 |
| 50 | Barra Mansa | Ineficiente | 0,92 | 0,7200 | 0,6570 | 0,7224 | 0,5420 | 0,7350 | 0,8901 |
| 51 | Carapebus | Ineficiente | 0,92 | 0,6990 | 0,6440 | 0,6620 | 0,5033 | 0,7103 | 0,7726 |
| 52 | Carmo | Ineficiente | 0,92 | 0,6830 | 0,6080 | 0,7766 | 0,5978 | 0,8744 | 0,8576 |
| 53 | Duas Barras | Ineficiente | 0,92 | 0,6770 | 0,5340 | 0,6468 | 0,3743 | 0,8132 | 0,7530 |
| 54 | Duque de Caxias | Ineficiente | 0,92 | 0,6920 | 0,6240 | 0,6637 | 0,5269 | 0,6723 | 0,7919 |
| 55 | Itaguaí | Ineficiente | 0,92 | 0,7030 | 0,6380 | 0,7815 | 0,7294 | 0,8153 | 0,7998 |
| 56 | Itatiaia | Ineficiente | 0,92 | 0,7350 | 0,6520 | 0,7648 | 0,6332 | 0,8194 | 0,8418 |
| 57 | Petrópolis | Ineficiente | 0,92 | 0,7630 | 0,6390 | 0,7826 | 0,6409 | 0,8378 | 0,8691 |
| 58 | Porciúncula | Ineficiente | 0,92 | 0,6980 | 0,6060 | 0,6559 | 0,2947 | 0,8167 | 0,8563 |
| 59 | Rio Bonito | Ineficiente | 0,92 | 0,7050 | 0,6200 | 0,7237 | 0,5470 | 0,7776 | 0,8464 |
| 60 | São João de Meriti | Ineficiente | 0,92 | 0,6930 | 0,6460 | 0,6546 | 0,5421 | 0,6840 | 0,7376 |
| 61 | Sapucaia | Ineficiente | 0,92 | 0,6820 | 0,5610 | 0,7379 | 0,6528 | 0,7730 | 0,7879 |
| 62 | Valença | Ineficiente | 0,92 | 0,7130 | 0,6660 | 0,7367 | 0,5239 | 0,8255 | 0,8606 |
| 63 | Angra dos Reis | Ineficiente | 0,91 | 0,7400 | 0,6050 | 0,7049 | 0,4781 | 0,7417 | 0,8948 |
| 64 | Araruama | Ineficiente | 0,91 | 0,7140 | 0,6170 | 0,6441 | 0,4405 | 0,7318 | 0,7599 |
| 65 | Iguaba Grande | Ineficiente | 0,91 | 0,7440 | 0,7040 | 0,6773 | 0,3647 | 0,8235 | 0,8439 |
| 66 | Italva | Ineficiente | 0,91 | 0,6920 | 0,5950 | 0,7103 | 0,3881 | 0,8373 | 0,9054 |
| 67 | Japeri | Ineficiente | 0,91 | 0,6370 | 0,5550 | 0,5816 | 0,4460 | 0,6093 | 0,6894 |
| 68 | Macaé | Ineficiente | 0,91 | 0,7920 | 0,6810 | 0,7543 | 0,5409 | 0,8474 | 0,8746 |
| 69 | Mangaratiba | Ineficiente | 0,91 | 0,7460 | 0,6760 | 0,7075 | 0,5381 | 0,8747 | 0,7098 |
| 70 | Queimados | Ineficiente | 0,91 | 0,6590 | 0,5890 | 0,6048 | 0,4154 | 0,6628 | 0,7361 |
| 71 | Rio Claro | Ineficiente | 0,91 | 0,7000 | 0,5670 | 0,6662 | 0,3157 | 0,7795 | 0,9033 |
| 72 | Seropédica | Ineficiente | 0,91 | 0,6950 | 0,6480 | 0,7132 | 0,5917 | 0,7729 | 0,7750 |
| 73 | Tanguá | Ineficiente | 0,91 | 0,6440 | 0,5480 | 0,6547 | 0,3824 | 0,7776 | 0,8040 |
| 74 | Areal | Ineficiente | 0,9 | 0,6860 | 0,5660 | 0,7565 | 0,6610 | 0,8031 | 0,8054 |
| 75 | Rio das Flores | Ineficiente | 0,9 | 0,6640 | 0,5750 | 0,7107 | 0,4707 | 0,8182 | 0,8430 |
| 76 | Silva Jardim | Ineficiente | 0,9 | 0,6570 | 0,5360 | 0,6741 | 0,4440 | 0,7744 | 0,8038 |
| 77 | Vassouras | Ineficiente | 0,9 | 0,7190 | 0,6240 | 0,7701 | 0,6430 | 0,8024 | 0,8648 |
| 78 | Arraial do Cabo | Ineficiente | 0,89 | 0,7220 | 0,6770 | 0,6300 | 0,3522 | 0,7675 | 0,7702 |
| 79 | Maricá | Ineficiente | 0,89 | 0,7610 | 0,6920 | 0,6771 | 0,3949 | 0,7948 | 0,8417 |
| 80 | São Gonçalo | Ineficiente | 0,89 | 0,7110 | 0,6810 | 0,6189 | 0,4708 | 0,6546 | 0,7314 |
| 81 | Barra do Pirai | Ineficiente | 0,88 | 0,7230 | 0,6650 | 0,6689 | 0,3976 | 0,7672 | 0,8420 |

| Ranking | Município | Eficiência | Escore | IDHM Renda | IDHM Educação | IFDM | Emprego & Renda | Educação | Saúde |
|---------|----------------------|-------------|--------|------------|---------------|--------|-----------------|----------|--------|
| 82 | Belford Roxo | Ineficiente | 0,88 | 0,6620 | 0,5980 | 0,5963 | 0,4333 | 0,6141 | 0,7416 |
| 83 | Bom Jardim | Ineficiente | 0,88 | 0,7070 | 0,5030 | 0,6969 | 0,4873 | 0,7924 | 0,8112 |
| 84 | Itaboraí | Ineficiente | 0,88 | 0,6900 | 0,5930 | 0,6379 | 0,4082 | 0,7196 | 0,7859 |
| 85 | São Pedro da Aldeia | Ineficiente | 0,88 | 0,7210 | 0,6260 | 0,6633 | 0,4656 | 0,7517 | 0,7726 |
| 86 | Saquarema | Ineficiente | 0,88 | 0,7140 | 0,6210 | 0,6727 | 0,5291 | 0,7525 | 0,7366 |
| 87 | Pinheiral | Ineficiente | 0,87 | 0,7090 | 0,6430 | 0,6724 | 0,3474 | 0,8140 | 0,8557 |
| 88 | Santa Maria Madalena | Ineficiente | 0,87 | 0,6720 | 0,5560 | 0,6186 | 0,3944 | 0,7617 | 0,6997 |
| 89 | São João da Barra | Ineficiente | 0,87 | 0,6860 | 0,5510 | 0,7093 | 0,5243 | 0,7978 | 0,8058 |
| 90 | Cachoeiras de Macacu | Ineficiente | 0,86 | 0,6950 | 0,6030 | 0,6594 | 0,4157 | 0,7648 | 0,7979 |
| 91 | Cantagalo | Ineficiente | 0,84 | 0,7050 | 0,6140 | 0,6419 | 0,5196 | 0,7908 | 0,6152 |
| 92 | São Fidélis | Ineficiente | 0,83 | 0,6850 | 0,6110 | 0,6391 | 0,3642 | 0,7956 | 0,7574 |