

Análise da eficiência dos gastos públicos com educação nos municípios capixabas
Analysis of the efficiency of public expenditure on education in capixaba municipalities
Análisis de la eficacia de los gastos públicos con educación en las municipalidades
capixabas

Recebido: 25/05/2020 | Revisado: 26/05/2020 | Aceito: 27/05/2020 | Publicado: 11/06/2020

Denilson Junio Marques Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3075-3532>

Instituto Federal de Minas Gerais, Brasil

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: denilson.marques@ifmg.edu.br

Talita Emídio Andrade Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2692-4941>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: talitaeandrade@gmail.com

Marianna Cassa de Souza Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3857-5710>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: marianna.cassa@gmail.com

Wagner dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9216-7291>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: wagnercefd@gmail.com

Resumo

O objetivo deste artigo é o de analisar a eficiência dos gastos públicos com educação nos municípios do estado do Espírito Santo. Para isto, utilizou-se uma metodologia descritiva, pautada em uma abordagem quantitativa, por meio da aplicação do modelo BBC, com retorno variável de escala e orientação para o produto, da Análise Envoltória de Dados (DEA). Considerou-se, como insumos, o gasto médio com educação *per capita* e o PIB *per capita* e,

como produto, a nota municipal no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), de 2017, para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Construiu-se um *ranking* de eficiência que pode ser utilizado para avaliar os impactos do uso dos recursos orçamentários de cada município e constatou-se que apenas 8,6% obtiveram eficiência máxima. Conclui-se que, para os municípios analisados, os gastos com educação não implicam, necessariamente, em eficiência na área e sugere-se que seja feita uma revisão administrativa dos meios de distribuição de recursos nos municípios do estado.

Palavras-chave: Educação; Análise Envoltória de Dados; Administração Pública.

Abstract

The purpose of this article is to analyze the efficiency of public spending on education in the municipalities of the state of *Espírito Santo*. For this matter, a descriptive methodology was used, based on a quantitative approach, through the application of the BBC model, with variable return of scale and product orientation, from the Data Envelopment Analysis (DEA). As inputs, we considered the average education expenditure *per capita* and GDP *per capita*. As a product, we used the municipal score in the Basic Education Development Index (IDEB) of Brazil, from the year 2017, considering the first years of elementary school. By creating and analyzing the ranking of efficiency that was made and used to assess the impacts of the use of budget resources in each municipality, we found that only 8.6% achieved maximum efficiency. It is concluded that, for the analyzed municipalities, the expenses with education do not necessarily imply efficiency in the area and it also suggests that an administrative review of the means of distribution of resources should be carried out in the municipalities of the state.

Keywords: Education; Data Envelopment Analysis; Public Administration.

Resumen

El objetivo de este artículo es analizar la eficacia de los gastos públicos con educación en las municipalidades del estado de Espírito Santo. Para esto, se ha utilizado una metodología descriptiva, basada en un abordaje cuantitativo, por medio de la aplicación del modelo BBC, con retorno variable de escala y orientación para el producto, del Análisis Envoltoria de Datos (DEA). Se ha considerado, como insumos, el gasto promedio con educación *per capita* y el PIB *per capita* y, como producto, la nota municipal en el Índice de Desarrollo de la Educación Básica (IDEB), de 2017, para los años iniciales de la enseñanza primaria y

secundaria. Se ha construido un *ranking* de eficacia que se puede utilizar para evaluar los impactos del uso de los recursos presupuestarios de cada municipalidad y se ha constatado que solamente un 8,6% obtuvieron eficacia máxima. Se ha concluido que, para las municipalidades analizadas, los gastos con educación no han implicado, necesariamente, en eficacia en el área y se sugiere que se haga una revisión administrativa de los medios de distribución de recursos en las municipalidades del estado.

Palabras clave: Educación; Análisis Envoltoria de Datos; Administración Pública.

1. Introdução

Em 1998, a Emenda Constitucional nº 19/1998, em seu artigo 3º, incluiu a eficiência como um dos princípios fundamentais da administração pública (Brasil, 1988). Desde então, segundo Wilbert & D'Abreu (2013), os estudos voltados à análise da eficiência no setor público têm ganhado um maior espaço nas discussões presentes em ambientes acadêmicos no Brasil.

Peña (2008, p. 85) conceitua a eficiência como “[...] a combinação ótima dos insumos e métodos necessários no processo produtivo de modo que gerem o máximo de produto” e destaca que a Análise Envoltória de Dados (do inglês Data Envelopment Analysis - DEA) tem sido aplicada com sucesso em estudos sobre eficiência na Administração Pública.

A DEA é uma técnica multivariável que visa estabelecer um indicador para avaliar a eficiência da relação insumos/produtos de unidades tomadoras de decisão (do inglês Decision Making Units - DMU). Indústrias, hospitais, municípios, escolas ou qualquer outra unidade em que se queira mensurar e comparar a eficiência pode ser tratada como uma DMU na DEA.

No âmbito educacional, estudos que envolvem esta técnica têm ganhado espaço e relevância acadêmica. Faria, Jannuzzi & Silva (2008), por exemplo, buscam verificar a relação entre gastos públicos e indicadores sociais na educação tendo como referência o estado do Rio de Janeiro, apresentando, também, uma análise das áreas de cultura, saúde e saneamento.

Wilbert & D'Abreu (2013) analisam a eficiência dos gastos públicos com educação considerando o ensino fundamental e os municípios do estado de Alagoas. Análise semelhante é realizada por Freitas & Flach (2015) e Dantas & Silva (2019), que consideram os municípios do estado de Santa Catarina e da microrregião Borborema, no Rio Grande do Norte, respectivamente.

Nestes estudos, percebe-se a grande disparidade entre a alocação de recursos, bem como do desempenho escolar nas regiões consideradas como campo de pesquisa. Assim, para avaliar os impactos dessa disparidade são apresentados rankings de eficiência, de modo a propor uma reflexão do uso dos recursos orçamentários de cada município analisado.

Conforme Nascimento, Costa & Olher (2015), estas análises são relevantes considerando as constantes irregularidades na aplicação dos recursos, presentes no decorrer da história da educação brasileira. Dessa forma, e em tempos de restrição orçamentária para os gastos públicos, se faz necessária uma expansão desses estudos para outras regiões brasileiras.

Seguindo esta vertente, o objetivo deste artigo é o de examinar e georreferenciar a eficiência na alocação dos recursos públicos com educação fundamental, considerando os municípios do estado do Espírito Santo. Para isto, emprega-se as técnicas da DEA visando compreender a relação existente entre esta alocação e o desempenho municipal no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), no ano de 2017.

2. Aspectos Teórico-Methodológicos

Neste estudo, adotou-se uma metodologia descritiva, pautada em uma abordagem predominantemente quantitativa, através da análise de dados referentes a gestão da educação nos municípios do Espírito Santo e da aplicação de técnicas estatísticas-matemáticas sobre eles.

2.1 Área de estudo

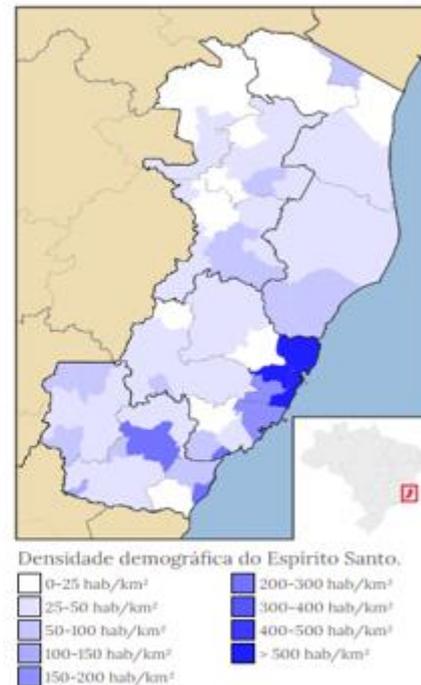
O estado do Espírito Santo está localizado na região Sudeste do Brasil e é dividido em 78 municípios, pertencentes a 4 mesorregiões: Central, Litoral Norte, Noroeste e Sul, conforme ilustra a Figura 1. Possui uma população estimada em 4 016 356 habitantes, distribuídos em uma área de 46 095,583 km² (Brasil, 2017a). Entretanto, a distribuição da população estadual é desigual, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 1. Mesorregiões Geográficas do Espírito Santo.



Fonte: Recuperado de https://wikitravel.org/upload/shared//6/60/Regions_of_Espirito_Santo_%28pt%29.png

Figura 2. Densidade Demográfica do Espírito Santo.



Fonte: Recuperado de https://wikitravel.org/upload/shared//6/60/Regions_of_Espirito_Santo_%28pt%29.png

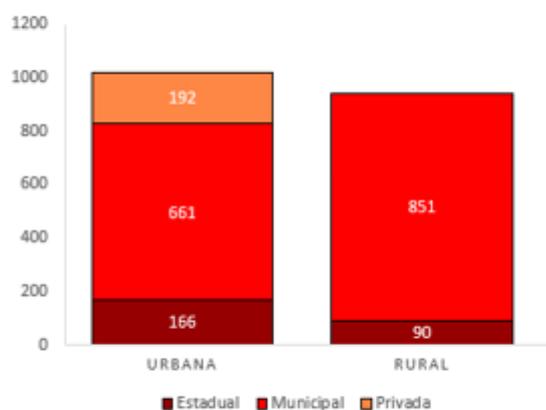
Quanto a seu sistema educacional, o Espírito Santo tem apresentado resultados positivos para os anos iniciais do Ensino Fundamental, seguindo uma tendência nacional, no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), considerado como “o principal indicador da qualidade da educação básica no Brasil” (Lima & Vasconcelos, 2019, p. 342).

Neste ciclo, o Espírito Santo encontra-se entre os 8 estados brasileiros que alcançaram uma nota maior ou igual a 6.0 no indicador, em 2017. Por outro lado, para o segundo ciclo do ensino fundamental o estado obteve nota 4.7, ficando 0.6 pontos abaixo da meta prevista para o ano. No Ensino Médio, o estado também não alcançou a meta de 5.1, ficando 0.7 pontos abaixo dela. Entretanto, é digno de nota que dentre as 27 unidades da federação, o estado obteve o melhor desempenho do país nesta etapa de ensino.

Estes fatos nos fizeram direcionar esta pesquisa apenas para os anos iniciais do ensino fundamental, considerando seus resultados significativamente melhores. De acordo com dados do Censo Escolar de 2017, neste ciclo, o estado conta com 1960 escolas, das quais cerca de 48% são rurais. Apesar do expressivo quantitativo de escolas rurais, em termos de matrícula este percentual cai para 11,7%, o que pode ser explicado pelo tamanho e pela

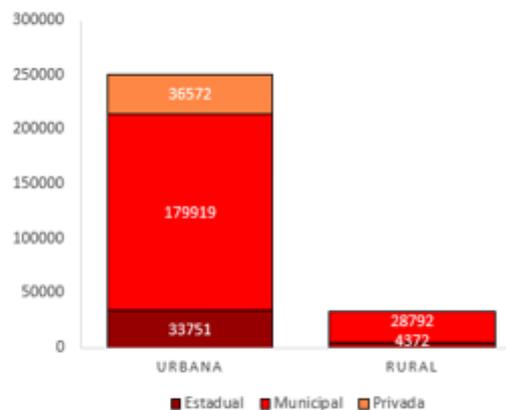
estrutura oferecida por essas escolas. As Figuras 3 e 4 ilustram estas distribuições, destacando também a divisão por dependência administrativa.

Figura 3. Distribuição das Escolas no Espírito Santo.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do Censo Escolar (Brasil, 2017a).

Figura 4. Distribuição das Matrículas no Espírito Santo.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do Censo Escolar (Brasil, 2017a).

Observe que a grande maioria das escolas do estado (1512) são de responsabilidade da administração pública municipal. Dessas, apenas 649 (43,58%) possuíam meta calculada para 2017, das quais 231 (35,6%) já alcançaram ou ultrapassaram a nota 6.0 no IDEB, que representa a meta nacional para o ano de 2021.

Considerando os municípios, dos 75 com meta calculada para os anos iniciais do ensino fundamental em 2017, 61 (81,3%) alcançaram a meta. A Tabela 1 representa uma distribuição de frequências considerando esses municípios e faixas de IDEB.

Tabela 1. Distribuição de frequências considerando os municípios do Espírito Santo e faixas de IDEB.

Até 3,7	De 3,8 a 4,9	De 5,0 a 5,9	6,0 ou mais
0	2	41	32
(0%)	(2,7%)	(54,7%)	(42,7%)

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Brasil, 2017b, p. 23).

Dessa forma, considerando os resultados obtidos e a distribuição das escolas quanto as dependências administrativas no Espírito Santo, este estudo se dirige especificamente a uma

análise dos municípios do estado, considerando os resultados do IDEB em 2017 para os anos iniciais do ensino fundamental.

2.2 Análise Envoltória de Dados

Nesta pesquisa, utilizou-se como método para avaliar a eficiência dos gastos públicos com educação nos anos iniciais do ensino fundamental dos municípios do Espírito Santo, uma ferramenta matemática conhecida como Análise Envoltória de Dados (do inglês *Data Envelopment Analysis* - DEA).

Lins & Meza (2000) destacam que o surgimento desta metodologia se deu a partir da tese de doutoramento de Edward Rhodes, publicada em 1978, cujo objetivo era o de comparar a eficiência de escolas públicas, através da transformação de insumos em produtos, considerando suas características.

Desde então, um conjunto significativo de estudos tem aplicados estas técnicas em diversos campos, especialmente no âmbito das políticas públicas, considerando que para este campo a DEA

[...] se apresenta como metodologia indicada para avaliar a eficiência do emprego dos recursos dos municípios em seus diversos serviços prestados, uma vez que identifica o desempenho das unidades de análises e faz uma comparação entre eles, possibilitando identificar as melhores práticas de políticas públicas, bem como identificar as melhorias na qualidade de bens e serviços prestados (Silva et al., 2012, p. 102).

Segundo Corrêa et al. (2019), trata-se de uma técnica não-paramétrica que emprega programação linear para estimar, empiricamente, uma função que pode ser utilizada para determinar a eficiência de unidades tomadores de decisão (DMU), através da comparação de unidades semelhantes que se diferenciam pela quantidade de recursos utilizados (insumos) e bens produzidos (produtos).

Através da construção de uma fronteira de eficiência, o método DEA fornece resultados entre 0 e 1 para cada DMU. Quanto mais próximo de 1, mais eficiente será a unidade, atingindo o valor máximo quando possuir eficiência igual a este extremo. Além disso, é possível mensurar, para cada unidade não eficiente, quais níveis de insumo e produto as tornariam eficientes.

Santos, Freitas & Flach (2015) destacam que há duas abordagens clássicas do modelo DEA: CRS (*Constant Returns to Scale*), cuja hipótese é a de um retorno constante de escala e VRS (*Variable Returns to Scale*), que considera situações em que há variação de escala. Em

termos práticos, a principal diferença entre esses modelos está relacionada ao axioma da proporcionalidade. Diferentemente do modelo VRS, o modelo CRS assume que qualquer variação nos insumos acarreta variação proporcional no produto.

Ambos os modelos admitem orientações voltadas para os insumos e para os produtos. No primeiro caso, procura-se mensurar a quantidade de insumos que pode ser reduzida, considerando que se tenha os mesmos produtos. No segundo caso, procura-se maximizar os resultados (produtos), considerando os mesmos insumos.

A escolha do modelo DEA adequado para esta pesquisa se deu em conformidade com Faria, Jannuzzi & Silva (2008, p. 164) que constataram que “[...] em geral, as relações que se estabelecem no campo das políticas públicas não supõem retornos constantes de escalas”. Além disso, estas relações procuram “[...] maximizar os *outputs* sem diminuir os *inputs*, ou seja, responder às questões: dados os recursos orçamentários limitados, quais municípios conseguem utilizá-los de forma mais eficiente?” (Faria, Jannuzzi & Silva, 2008, p. 164). Dessa forma, nas análises desta pesquisa será considerado o modelo DEA-VRS com orientação voltada ao produto.

Faria, Jannuzzi & Silva (2008) ressaltam, ainda, a necessidade de se realizar uma análise exploratória de dados, antes da aplicação da DEA, visando extrair DMUs potencialmente enviesantes, que podem ser consideradas como um padrão a ser seguido pelas unidades ineficientes, em busca da eficiência.

2.3 Variáveis utilizadas

As variáveis que serão utilizadas na aplicação do modelo DEA-VRS, orientado ao produto, estão identificadas no Quadro 1.

Quadro 1. Distribuição das Escolas no Espírito Santo

Insumos	Produto
Gasto médio com Educação <i>per capita</i>	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)
PIB <i>per capita</i> municipal	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A variável “gasto médio com Educação *per capita*” é obtida pela razão entre o valor dos gastos médios orçamentários com educação e o número médio de habitantes do

município. As informações referentes a esta variável foram obtidas através do anuário “Finanças dos Municípios Capixabas” (Borges & Vilella, 2007-2017) que utilizou balanços municipais coletados no Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI) e no Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo (TCE-ES).

Considerou-se uma média entre as despesas do período compreendido entre 2007, ano da criação do IDEB, e 2017, último ano cujas informações do IDEB estão disponíveis até o momento em que esta pesquisa foi realizada. A adoção por um período de tempo se justifica considerando que “[...] a educação é um investimento a longo prazo para o qual o primeiro retorno apropriado se verifica apenas depois de alguns anos” (Ferraz, 2008, p. 6). Além disso, buscou-se evitar o efeito de picos de investimento que pode enviesar os resultados.

O Produto Interno Bruto *per capita* é um indicador obtido pela razão entre a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por uma determinada região em um determinado período analisado (PIB) e a quantidade de habitantes dessa região. As informações referentes a esta variável foram obtidas no sítio eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil, 2017a).

A inclusão desta variável como insumo nas análises aqui realizadas se deu, em conformidade com Silva et. al (2012), visando uma análise mais consistente dos dados, relativizando os efeitos que podem ser gerados por uma riqueza municipal mais elevada, independente do total alocado para a educação nesses municípios.

Como produto, considerou-se os resultados do IDEB 2017 calculado para os municípios do Espírito Santo nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Por não possuírem resultados para este ano, os municípios de Divino de São Lourenço, Mimoso do Sul e Santa Leopoldina não foram incluídos nas análises. As informações referentes ao IDEB foram obtidas através do portal eletrônico do INEP.

Para verificar se as variáveis utilizadas na DEA estão associadas com a eficiência estimada, é realizada uma análise de correlação, a partir da construção de diagramas de dispersão e de testes de significância para o coeficiente de correlação de *Spearman*. O nível de significância adotado será de 5%.

2.4 Software e pacotes utilizados

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R, versão 3.6.2 (R Core Team, 2020). Trata-se de um software livre, de código aberto de fácil manuseio que tem ganhado espaço nas pesquisas educacionais devido a sua versatilidade e competência.

Dentre os pacotes do software R especializados em DEA, destaca-se o pacote benchmarking (Bogetoft, Otto & Otto, 2019), que realiza o cálculo dos parâmetros do modelo, considerando as suposições de rendimentos de escala e orientações, e a análise de fronteiras estocásticas (Corrêa et al., 2019).

Para a detecção de possíveis *outliers* e para a construção do Boxplot bivariado utilizou-se o pacote MVA (Everitt & Hothorn, 2015). Para a construção do mapa que permitiu uma análise geoespacial, utilizou-se o pacote tmap (Tennekes, 2018). Para as análises de regressão e correlação, utilizou-se o pacote MASS (Ripley et al., 2013).

3. Resultados e Discussão

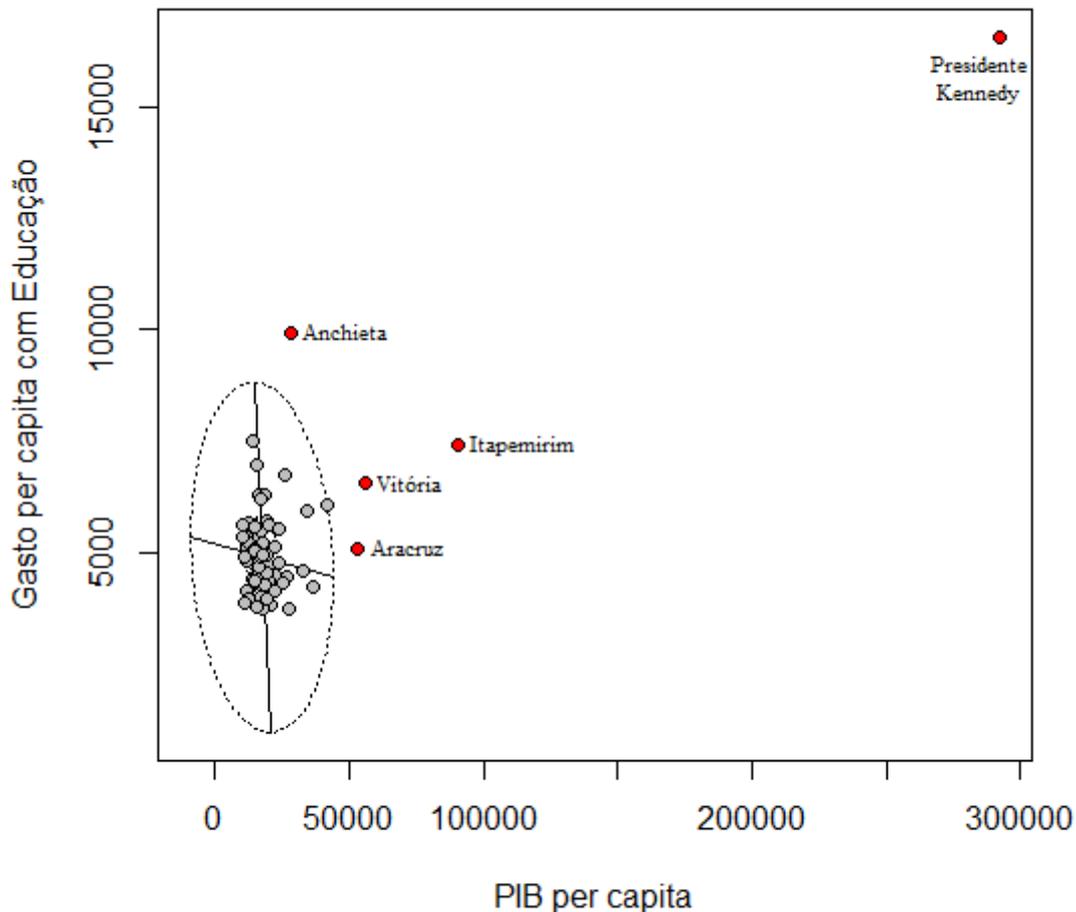
Visando analisar a eficiência dos municípios do Espírito Santo em alocar recursos públicos na área de educação, foi inicialmente realizada uma análise exploratória de dados e, em seguida, aplicou-se o modelo DEA-VRS, orientado ao produto, cujos resultados serão apresentados e discutidos nesta seção.

3.1 Análise Exploratória de Dados

Para uma maior comparabilidade entre os municípios, é necessário que se faça a detecção de valores atípicos, ditos como *outliers*. Segundo Araújo (2007) as medidas de eficiência derivadas da aplicação do método DEA são sensíveis a estes valores, sendo necessária sua exclusão para tornar as estimativas, não-paramétricas, mais confiáveis, garantindo maior comparabilidade entre os municípios.

Para isto, considerando o modelo com duas variáveis insumos, Everitt & Hothorn (2011) sugerem a construção de um gráfico Boxplot bivariado. Este tipo de gráfico é baseado em cálculos robustos das medidas de locação, escala e correlação. Sua representação é dada por duas elipses concêntricas. A elipse interior contém 50% dos dados e a elipse exterior delimita-os, deixando de fora as observações possíveis de serem *outliers*. As linhas contidas na elipse interior representam as retas de regressão das variáveis. O ângulo entre elas está relacionado à correlação entre essas variáveis, sendo que quanto maior esta correlação, menor o ângulo obtido. A Figura 5 representa este tipo de gráfico para as variáveis do modelo.

Figura 5. Boxplot bivariado para a detecção de dados discrepantes (outliers)



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do anuário “Finanças dos Municípios Capixabas” (Borges & Vilella, 2007-2017) e do IBGE (Brasil, 2017a).

A análise via Boxplot permitiu detectar e excluir 5 municípios que podem ser tratados como *outliers*. O município de Anchieta, embora possuísse um PIB *per capita* dentro dos limites elegíveis para compor o conjunto de dados, tem um gasto médio com educação per capita bastante elevado (9906 reais), se comparado com a média dos demais (aproximadamente o dobro). Já para os municípios de Aracruz, Itapemirim e Vitória ocorre o contrário. O que configura como sendo outliers, nesses casos, é o alto valor do PIB per capita iguais a 52 901, 90 330 e 55 779 reais, respectivamente.

O caso de Presidente Kennedy é, ainda, mais atípico e merece um maior destaque. Com um PIB *per capita* igual a 292 397 reais, o maior do Brasil, e um gasto médio com educação per capita de 16 541 reais, o município é considerado um *outlier* em ambas as variáveis. Entretanto, no que se refere ao resultado do IDEB 2017, considerando os anos iniciais do Ensino Fundamental, o município ocupa apenas a faixa de 33º a 38º colocados, com nota igual a 5.9 (0.2 acima da meta anual) no indicador.

Localizado no extremo sul do estado e com uma população total estimada de 11 742 habitantes (Brasil, 2017a), grande parte da riqueza de Presidente Kennedy se deve às explorações da camada pré-sal em alto mar, pela Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) e outras empresas do ramo. Entretanto, a pobreza e a desigualdade social estão entre os principais obstáculos a serem superados para que o município alcance uma educação pública de qualidade.

Com a exclusão desses 5 municípios, restaram 70 para serem tratados como DMU's. Na Tabela 2 são apresentadas algumas estatísticas descritivas para as variáveis que irão compor o modelo, considerando essas DMU's.

Tabela 2 – Estatísticas Descritivas para as variáveis do modelo.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão
IDEB	4,9	6,9	5,88	0,448
Gasto per capita	3.743	7.518	4.963	796
PIB per capita	9.999	41684	18.294	6182

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do anuário “Finanças dos Municípios Capixabas” (Borges & Vilella, 2007-2017), do IBGE (Brasil, 2017a) e do INEP (Brasil, 2017b).

É importante ressaltar que este quantitativo de municípios respeita o número mínimo de DMU's recomendado por Fitzsimmons & Fitsimmons (2010) para a aplicação da DEA. De acordo com os autores, este número deve ser maior ou igual ao quádruplo da soma do número de variáveis insumos e produto, neste caso, 15 (5x3).

3.2 Análise da Eficiência dos municípios

Através da aplicação do modelo DEA-VRS, orientado ao produto, foi possível classificar os municípios de acordo com os escores estimados, conforme representação apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Classificação dos municípios acerca da eficiência estimada e das variáveis utilizadas na DEA

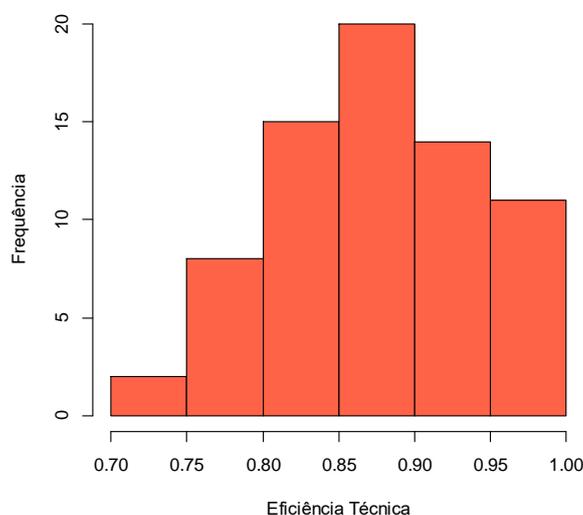
Município	Eficiência (E)	Eficiência Orientada ao Produto (1/E)	Gasto médio com educação <i>per capita</i>	PIB <i>per capita</i>	IDEB 2017
Guarapari	1.00	1.000	3743 (70°)	17544.28 (32°)	5.8 (32°)
Mantenópolis	1.00	1.000	4914 (37°)	10825.03 (67°)	6.9 (1°)
Marechal Floriano	1.00	1.000	4326 (53°)	25316.09 (8°)	6.7 (4°)
Pancas	1.00	1.000	5622 (12°)	9998.82 (70°)	5.7 (44°)
Pedro Canário	1.00	1.000	3891 (66°)	10751.32 (68°)	5.8 (36°)
São Gabriel da Palha	1.00	1.000	3806 (68°)	15227.17 (46°)	6.3 (11°)
Águia Branca	0.99	1.015	5160 (25°)	19211.38 (25°)	6.8 (2°)
Vila Pavão	0.99	1.015	5053 (31°)	14443.05 (52°)	6.8 (2°)
Conceição da Barra	0.98	1.023	3971 (64°)	13444.03 (57°)	6.1 (19°)
Vila Valério	0.97	1.030	4952 (34°)	17442.45 (33°)	6.7 (4°)
Iconha	0.96	1.040	4800 (39°)	23706.39 (9°)	6.6 (6°)
Castelo	0.95	1.057	4511 (46°)	22625.51 (11°)	6.4 (8°)
Ponto Belo	0.95	1.058	5369 (20°)	10298.06 (69°)	5.8 (36°)
Marilândia	0.94	1.062	5633 (11°)	20165.24 (21°)	6.5 (7°)
Afonso Cláudio	0.93	1.078	5133 (26°)	13573.12 (56°)	6.4 (8°)
Itaguaçu	0.93	1.078	5510 (18°)	17197.41 (37°)	6.4 (8°)
João Neiva	0.93	1.079	4395 (51°)	20399.93 (18°)	6.2 (14°)
Pinheiros	0.93	1.075	4029 (62°)	17070.11 (38°)	6.0 (26°)
Nova Venécia	0.92	1.084	4293 (56°)	18226.34 (30°)	6.1 (19°)
Alto Rio Novo	0.91	1.095	5133 (26°)	11611.06 (66°)	6.3 (11°)
Domingos Martins	0.91	1.103	4727 (40°)	20247.62 (19°)	6.2 (14°)
Itarana	0.91	1.095	6285 (5°)	18766.78 (28°)	6.3 (11°)
Alfredo Chaves	0.90	1.113	5124 (29°)	22466.48 (15°)	6.2 (14°)
Brejetuba	0.90	1.113	6292 (4°)	16275.21 (42°)	6.2 (14°)
Mucurici	0.90	1.113	5696 (10°)	12298.60 (60°)	6.2 (14°)
Santa Teresa	0.90	1.111	4558 (45°)	19353.67 (24°)	6.1 (19°)
Sooretama	0.90	1.107	3966 (65°)	19190.2 (26°)	5.8 (36°)
Viana	0.90	1.111	3754 (69°)	27678.29 (5°)	5.3 (64°)
Colatina	0.89	1.126	4489 (47°)	26863.05 (6°)	6.0 (26°)
Água Doce do Norte	0.88	1.131	5317 (22°)	11780.55 (63°)	6.1 (19°)
Governador Lindenberg	0.88	1.131	7518 (1°)	14133.75 (53°)	6.1 (19°)
Ibatiba	0.88	1.133	3985 (63°)	12396.03 (59°)	5.4 (59°)
Ibiraçu	0.88	1.131	5723 (9°)	19137.26 (27°)	6.1 (19°)
Rio Novo do Sul	0.88	1.131	5100 (30°)	14684.87 (50°)	6.1 (19°)
Boa Esperança	0.87	1.150	4420 (49°)	16582.61 (40°)	5.8 (36°)
Ecoporanga	0.87	1.150	5596 (14°)	12535.37 (58°)	6.0 (26°)
São Domingos do Norte	0.87	1.150	6746 (3°)	26061.77 (7°)	6.0 (26°)
Vargem Alta	0.87	1.150	4922 (35°)	17399.79 (34°)	6.0 (26°)
Barra de São Francisco	0.86	1.169	4921 (36°)	17319.53 (35°)	5.9 (31°)
Cachoeiro de Itapemirim	0.86	1.158	4206 (59°)	22522.28 (13°)	5.7 (44°)
Irupi	0.86	1.156	4716 (42°)	14517.6 (51°)	5.9 (31°)
Muqui	0.86	1.169	5230 (23°)	12291.49 (61°)	5.9 (31°)
Rio Bananal	0.86	1.169	4953 (33°)	19502.23 (22°)	5.9 (31°)
Santa Maria de Jetibá	0.86	1.169	5925 (8°)	34232.97 (3°)	5.9 (31°)
Conceição do Castelo	0.85	1.178	4727 (40°)	15169.85 (47°)	5.8 (36°)
Jaguará	0.85	1.174	4473 (48°)	15633.86 (43°)	5.7 (44°)
Atílio Vivacqua	0.84	1.190	4315 (55°)	22481.17 (14°)	5.6 (50°)
Cariacica	0.84	1.191	3823 (67°)	20584.24 (17°)	5.3 (64°)
Muniz Freire	0.84	1.190	5592 (15°)	14829.8 (48°)	5.8 (36°)
Serra	0.84	1.186	4251 (58°)	36884.26 (2°)	5.6 (50°)
Venda Nova do Imigrante	0.84	1.190	5537 (17°)	23548.8 (10°)	5.8 (36°)
Vila Velha	0.84	1.194	4155 (61°)	22605.19 (12°)	5.5 (53°)
Baixo Guandu	0.83	1.211	5001 (32°)	19494.23 (23°)	5.7 (44°)
Laranja da Terra	0.83	1.211	5383 (19°)	11697.36 (65°)	5.7 (44°)
Marataízes	0.83	1.211	6087 (7°)	41684.11 (1°)	5.7 (44°)
Jerônimo Monteiro	0.82	1.223	4810 (38°)	11697.94 (64°)	5.6 (50°)
Fundão	0.81	1.230	4316 (54°)	20186.62 (20°)	5.4 (59°)
Linhares	0.81	1.236	4618 (44°)	32417.46 (4°)	5.5 (53°)
São José do Calçado	0.81	1.227	4376 (52°)	14803.69 (49°)	5.4 (59°)
São Mateus	0.81	1.239	4673 (43°)	16451.41 (41°)	5.5 (53°)
Bom Jesus do Norte	0.80	1.255	5547 (16°)	14044.21 (54°)	5.5 (53°)
Montanha	0.80	1.255	5209 (24°)	17721.26 (31°)	5.5 (53°)
São Roque do Canaã	0.80	1.255	6230 (6°)	17216.7 (36°)	5.5 (53°)
Guaçuí	0.79	1.269	4290 (57°)	16887.94 (39°)	5.2 (66°)
Apiacá	0.78	1.276	4162 (60°)	12009.57 (62°)	4.9 (69°)
Dores do Rio Preto	0.78	1.278	5597 (13°)	18310.15 (29°)	5.4 (59°)
Iúna	0.78	1.275	4400 (50°)	13766.75 (55°)	5.2 (66°)
Piúma	0.78	1.278	5129 (28°)	22287.06 (16°)	5.4 (59°)

Ibitirama	0.74	1.353	5358 (21°)	15584.05 (44°)	5.1 (68°)
Alegre	0.71	1.408	6966 (2°)	15241.38 (45°)	4.9 (69°)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados obtidos com a aplicação do método DEA (2020).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, apenas 6 municípios analisados foram classificados como eficientes ($E = 1$), representando **8.57%** do total analisado. A eficiência média estimada foi de **0.88**, com desvio-padrão igual a **0.07**. A Figura 6 ilustra os resultados obtidos, através de um histograma de 6 classes.

Figura 6. Histograma para a eficiência estimada



Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados obtidos com a aplicação do método DEA (2020).

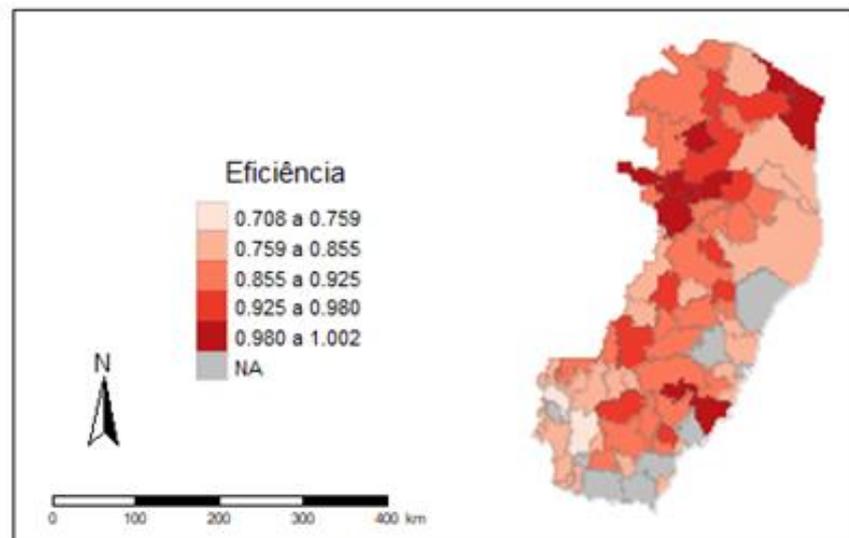
A eficiência média indica que os municípios do Espírito Santo estão tendo uma produção, em média, 12% aquém do possível. Além disso, como se utilizou da orientação ao produto, o inverso da eficiência, na Tabela 3 descrito como eficiência orientada ao produto, indica o quanto que a variável produto precisa aumentar para que o município se torne eficiente, considerando os mesmos insumos.

Por exemplo, para o município de Alegre, o menos eficiente dentre os analisados, considerando os mesmos insumos, é necessário que a nota do IDEB aumente em 1.408 (ou **40.8%**) para que este atinja a eficiência máxima. Em outras palavras, este município precisaria de uma nota no IDEB igual a 6.9 para ser considerado eficiente, dados os seus insumos. No caso do município de Apiacá, cuja nota do IDEB 2017 é igual à do município de

Alegre, este acréscimo seria de **27.6%**, ou seja, para ser eficiente, considerando os mesmos insumos, o município de Apiacá precisaria de uma nota no IDEB igual a **6.3**.

Para uma análise espacial com o objetivo de visualizar a distribuição dos municípios quanto a eficiência, construiu-se a Figura 7.

Figura 7. Distribuição espacial dos municípios quanto a eficiência.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados obtidos com a aplicação do método DEA (2020).

Considerando uma análise subjetiva, é possível inferir que os municípios da Mesorregião Noroeste Espírito-Santense apresentam resultados melhores que as demais. Nesta região encontram-se 3 dos 6 municípios considerados como eficientes: Mantenópolis, Pancas e São Gabriel da Palha. Por outro lado, os municípios da Mesorregião Sul do Estado são aqueles em que pode se notar um rendimento menor. Não houve municípios eficientes nesta mesorregião. Os municípios de Guarapari e Marechal Floriano pertencem a Mesorregião Central e o município de Pedro Canário à região Litoral Norte do estado.

Para estes municípios, foi construída a Tabela 4, com análises descritivas para as variáveis insumos e produto

Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis do modelo considerando os municípios eficientes.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão
IDEB	5,7	6,9	6,05	0,514
Gasto per capita	3.743	5622	4384	749
PIB per capita	9.999	25316	14944	5889

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do anuário “Finanças dos Municípios Capixabas” (Borges & Vilella, 2007-2017), do IBGE (Brasil, 2017a) e do INEP (Brasil, 2017b).

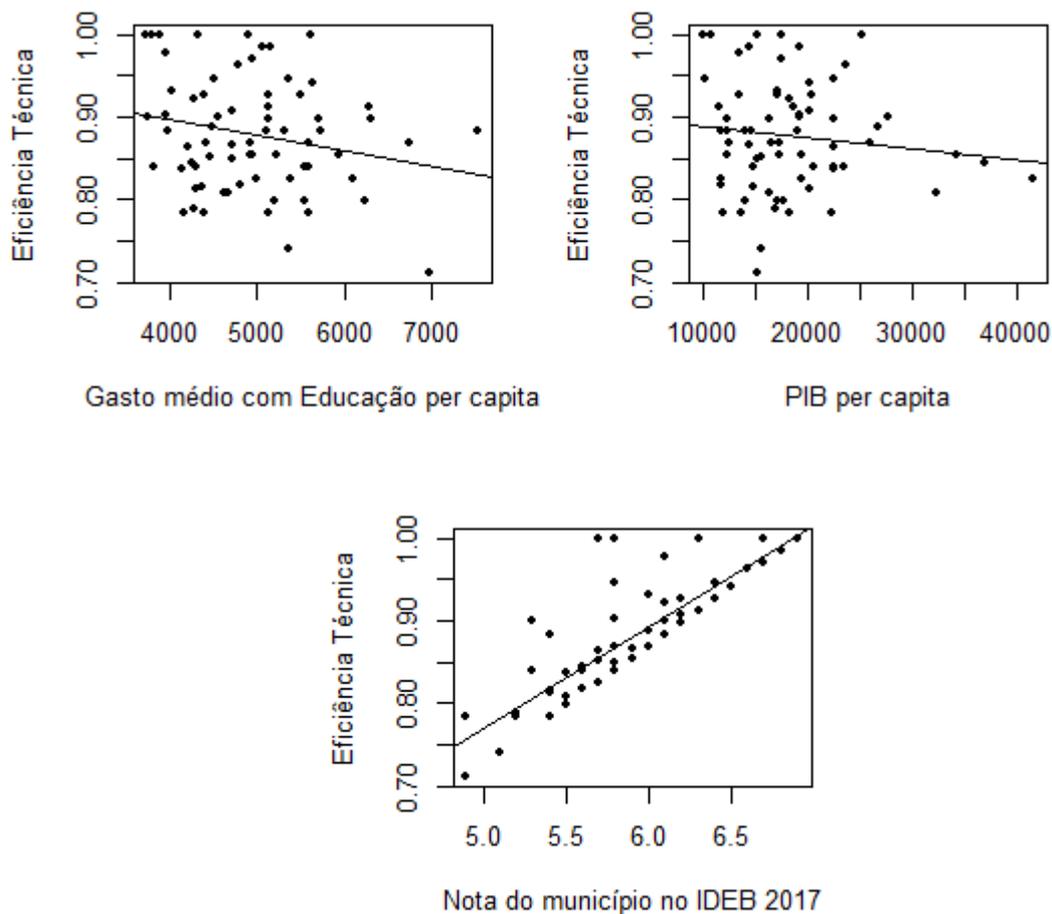
Através de uma comparação com os valores apresentados na Tabela 2, percebe-se que a nota média do IDEB para estes municípios foi maior e o gasto médio per capita com educação, assim como o PIB médio per capita foram menores, considerando a média de todos os municípios.

Também é digno de nota que os municípios aqui ditos eficientes cumpriram as metas do IDEB em todas as suas edições desde 2007. Além disso, Mantenópolis, Marechal Floriano, Pedro Canário e São Gabriel da Palha já alcançaram a meta prevista para 2021, prazo limite para que o Brasil atinja a meta igual a 6.0, o que reforça a eficiência desses municípios em alocar recursos públicos na educação.

3.3 Análise da Correlação entre as variáveis

A análise da associação entre as variáveis utilizadas na DEA e a eficiência estimada, permitiu a construção dos gráficos de dispersão apresentados na Figura 8.

Figura 8. Análise da associação entre as variáveis utilizadas na DEA e a eficiência.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados obtidos com a aplicação do método DEA (2020).

Tanto o gasto médio com Educação *per capita*, quanto o PIB *per capita*, indicam uma leve tendência de redução da eficiência a medida em que têm seus valores aumentados. Entretanto, a análise do coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ) estimado (-0.21 e -0.12 , respectivamente) não se mostrou significativa, considerando **5%** de nível de significância (p-valor = **0.07** e p-valor = **0.30**, respectivamente).

Este resultado é interessante pois indica que a eficiência não está diretamente relacionada com a disponibilidade de recursos. Dessa forma, municípios que gastam muito (pouco) podem obter resultados piores (melhores), dependendo da forma com que esses gastos são aplicados.

Analogamente, não há uma correspondência direta entre a riqueza do município e sua eficiência. Municípios pobres podem ser eficientes, e municípios ricos não, indicando que é mais valiosa a forma com que os recursos são aplicados. Em tempo, ressalta-se que esses

resultados estão em conformidade com os encontrados por Faria, Januzzi & Silva (2008), Wilbert & D'Abreu (2013) e Santos, Freitas & Flach (2015).

Por outro lado, como esperado, encontrou-se uma correlação significativa (p-valor ≈ 0) e muito forte ($\rho = 0.81$) entre a nota do município no IDEB 2017 e sua eficiência, indicando que quanto maior a nota no indicador, mais eficiente tende a ser o município.

4. Considerações Finais

Este estudo teve o objetivo de analisar a eficiência na alocação dos gastos públicos com educação, considerando os municípios do estado do Espírito Santo. Para isto, utilizou-se da aplicação do método DEA-VRS, orientado ao produto.

Foi possível identificar 6 municípios na fronteira de eficiência: Guarapari, Mantenópolis, Marechal Floriano, Pancas, Pedro Canário e São Gabriel da Palha. Estes municípios foram classificados como eficientes e conclui-se que, nestes casos, os recursos orçamentários de cada município estão sendo bem empregados, considerando as variáveis insumos e produto utilizadas nas análises.

Observou-se que a nota média no IDEB 2017 para os municípios eficientes foi maior do que a média geral, considerando todos os municípios analisados, apontando para uma associação positiva entre esta variável e a eficiência, confirmada pelo coeficiente de correlação de *Spearman*.

Também pode-se observar que gasto com educação *per capita* e PIB *per capita* não são variáveis linearmente associadas à eficiência, indicando que municípios com menores recursos orçamentários podem ser classificados como eficientes, desde que consigam alocar bem os recursos disponíveis, usando-os com eficiência.

Quanto a análise computacional, o *software* R se mostrou uma ferramenta poderosa para a análise via DEA, constituindo uma opção vantajosa para a aplicação da técnica, considerando o fato de ser um *software* livre.

Ressalta-se que os resultados aqui obtidos não podem ser extrapolados para outras regiões que não constituem o campo de pesquisa adotado neste estudo. Entretanto, esta discussão não deve ser esgotada. Outros estudos que consideram a inclusão de novas variáveis insumos e produtos ou aplicados em outras regiões constituem um campo aberto para a pesquisa. Além disso, pode-se considerar escolas e demais instituições de educação como

unidades tomadoras de decisão, à procura de boas práticas que possam corroborar para a melhoria da qualidade da educação.

Espera-se que este trabalho possa servir como um instrumento de difusão das técnicas que envolvem a DEA na análise da eficiência de políticas públicas, especialmente voltadas à educação, e possibilite uma maior reflexão acerca da alocação dos recursos públicos, visando uma gestão mais eficiente que implique em melhorias para a população.

Referências

Araújo, P. L. D. C. P. (2007). *Eficiência tributária municipal em dois estágios: análise envoltória de dados (DEA) e regressão quantílica*. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de Brasília, Brasília-DF. Disponível em:

<https://repositorio.unb.br/handle/10482/2773>. Acesso em 05/04/2020.

Brasil (1988). *Emenda Constitucional nº 19*, de 04 de junho de 1998. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc19.htm. Acesso em: 19/03/2020.

Brasil (2017a). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Censo demográfico*. Rio de Janeiro-RJ. Recuperado de <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 22/03/2020.

Brasil (2017b). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. *Resumo Técnico: Resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, 2005-2017*. Disponível em:

http://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/planilhas_para_download/2017/ResumoTecnico_Ideb_2005-2017.pdf. Acesso em 22/03/2020.

Bogetoft, P., Otto, L., & Otto, M. L. (2019). *Package ‘benchmarking’*. Disponível em:

<https://cran.r-project.org/web/packages/Benchmarking/index.html>. Acesso em 27/03/2020.

Borges, A. J. M., & Vilella, T. M. C. (2011). *Finanças dos Municípios Capixabas 2007-2017*. Vitória: *Aequus Consultoria*. Disponível em:

http://www.aequus.com.br/anuarios_es.html. Acesso em 27/03/2020.

Corrêa, A. C., Costa, N. R., Corrêa, D. C. G., & Miranda, J. L. S (2019). Análise envoltória de dados com apoio do software R: uma aplicação nos Institutos Federais. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, 11(2), p. 1-13. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/view/12990>. Acesso em 05/04/2020.

Dantas, M., & Silva, M. (2019). Análise da eficiência dos gastos públicos com educação básica: um estudo na microrregião Borborema Potiguar-RN. *Research, Society and Development*, 8(2), e3582782. doi:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i2.782>

Everitt, B., & Hothorn, T. (2011). *An introduction to applied multivariate analysis with R*. Springer Science & Business Media, New York.

Everitt, B. S., & Hothorn, T. (2015). Mva: An introduction to applied multivariate analysis with r. *R package version*, 1-0. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/MVA/index.html>.

Faria, F. P., Jannuzzi, P. M., & Silva, S. J. (2008). Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. *Revista de Administração Pública*, 42(1), 155-177. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-76122008000100008>

Ferraz, N. R. C. (2008). *Risco-País e educação*. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.6/2928>

Fitzsimmons, J. A., & Fitzsimmons, M. J. (2014). *Administração de Serviços-: Operações, Estratégia e Tecnologia da Informação*. Amgh Editora.

Lima, P. V. P. S., & Vasconcelos, J. C. (2019). Programa Bolsa Família e educação escolar: uma abordagem de dados em painel. *Redes. Revista do Desenvolvimento Regional*, 24(1), p. 335-355. doi: <https://doi.org/10.17058/redes.v24i1.11692>

- Lins, M. P. E., & Meza, L. A. (2000). *Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.
- Nascimento, L. M., Costa, I. S., & Olher, B. S. (2015). Gastos públicos com educação: a análise da eficiência dos municípios da Zona da Mata mineira. *Revista de Ciências da Educação*, 8(32), p. 119-143. doi: <https://doi.org/10.19091/reced.v1i32.392>
- Peña, C. R. (2008). Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*, 12(1), 83-106. <https://doi.org/10.1590/S1415-6552008000100005>
- R Core Team. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: www.R-project.org/. Acesso em 27/03/2020.
- Ripley, B., Venables, B., Bates, D. M., Hornik, K., Gebhardt, A., Firth, D., & Ripley, M. B. (2013). *Package 'mass'*. *Cran R*, 538. Recuperado de <https://cran.r-project.org/web/packages/MASS/index.html>. Acesso em 27/03/2020.
- Santos, R. R., Freitas, M. M., & Flach, L. (2015). Análise Envoltória de Dados como ferramenta de avaliação da eficiência dos gastos públicos com educação dos municípios de Santa Catarina. In *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*. Recuperado de <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3946>
- Silva, A. A. P., Ferreira, M. A. M., Braga, M. J., & Abrantes, L. A. A (2012). Eficiência na alocação de recursos públicos destinados à educação, saúde e habitação em municípios mineiros. *Contabilidade, Gestão e Governança*, 15(1), p. 96-114. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/1651>
- Tennekes, M. (2018). tmap: Thematic Maps in R. *Journal of Statistical Software*, 84(6), 1 - 39. doi:<http://dx.doi.org/10.18637/jss.v084.i06>

Wilbert, M. D., & D'Abreu, E. C. C. F. (2013). Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do estado de alagoas. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, 6(3), 348-372. doi: 10.14392/ASAA.2013060304

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Denilson Junio Marques Soares – 25%

Talita Emidio Andrade Soares – 25%

Marianna Cassa de Souza Santos – 25%

Wagner dos Santos – 25%