



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Sociais Aplicadas - ICSA
Departamento de Ciências Econômicas



Monografia

**Análise de eficiência dos gastos com educação entre os países participantes
do PISA no ano de 2015.**

Leonardo de Freitas Padula

Mariana, MG
2019

Leonardo de Freitas Padula

**Análise de eficiência dos gastos com educação entre os países participantes
do PISA no ano de 2015.**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Econômicas da Universidade federal de Ouro Preto
como requisito para obtenção do título de bacharel
em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Victor Maia Senna Delgado

**Mariana, MG
2019**

P125a

Padula, Leonardo de Freitas.

Análise de eficiência dos gastos com educação entre os países participantes do PISA no ano de 2015 [manuscrito] / Leonardo de Freitas Padula. - 2019.

29f.: il.: grafs; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Victor Maia Senna Delgado.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Ciências Econômicas e Gerenciais.

1. Eficiência organizacional - Teses. 2. Educação - Teses. 3. Programa Internacional de Avaliação de Alunos - Teses. 4. Análise de envoltória de dados - Teses. I. Delgado, Victor Maia Senna. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 37.01

Catálogo: ficha.sisbin@ufop.edu.br



FOLHA DE APROVAÇÃO

Leonardo de Freitas Padula

Análise de eficiência dos gastos com educação entre os países participantes do PISA no ano de 2015

Membros da banca

Victor Maia Senna Delgado - doutor - UFOP
Héder Carlos de Oliveira - doutor - UFOP
Carolina Rodrigues Fonseca - mestre - UFOP

Versão final
Aprovado em 19 de Dezembro de 2019

De acordo

Professor (a) Orientador (a) Victor Maia Senna Delgado



Documento assinado eletronicamente por **Victor Maia Senna Delgado, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/12/2019, às 21:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0029883** e o código CRC **B558F82A**.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus por tudo que me proporcionou na vida e pela força para alcançar mais este objetivo.

Com muito carinho agradeço aos meus familiares, em especial, aos meus pais João e Marlene por todo amor, dedicação e conselhos que possibilitaram meu crescimento pessoal e profissional, e que apesar de todas as dificuldades me ajudaram na realização dos meus sonhos. Também aos meus irmãos, Heleno, Leandro e Joziane por todo carinho, apoio e inspiração.

Ao meu orientador Victor pela paciência, dedicação e por todos os conhecimentos compartilhados que foram imprescindíveis para a resolução deste trabalho.

A todos os professores do curso de Ciências Econômicas da UFOP pela dedicação e ensinamentos transmitidos que levarei para a vida toda.

Agradeço também aos amigos de longa data e aos novos que tive o prazer de conhecer e conviver ao longo dessa jornada e que tornaram essa trajetória inesquecível.

RESUMO

O Brasil tem apresentado resultados insatisfatórios nas avaliações do PISA (Programme for International Student Assessment) e devido ao desequilíbrio do orçamento público brasileiro, foi aprovada no ano de 2016 uma política fiscal contracionista conhecida como Emenda Constitucional (EC) do Teto dos Gastos. A referida EC limita o aumento real dos gastos do governo por um período de 20 anos, com o objetivo de conter os gastos públicos e ajudar a resolver o problema fiscal do país, essa limitação de um aumento real dos gastos do governo impossibilita a utilização de políticas públicas que visam melhorar a qualidade da educação através do aumento de investimentos. Diante deste cenário, buscou-se, nesta monografia, analisar a eficiência dos gastos com educação dos países que realizaram a prova do PISA no ano de 2015, com o objetivo de identificar os países eficientes e os ineficientes, enfatizando a situação brasileira quando comparada com os demais países analisados. Para medir a eficiência foi utilizado o método não paramétrico DEA (Análise Envoltória de Dados, do inglês, Data Envelopment Analysis) orientado ao output, utilizando como insumos as despesas no ensino primário e secundário, e como produtos os resultados da prova no PISA. Verificou-se que o Brasil é o país que apresenta maior ineficiência entre os países analisados, o que impõe a constatação de que é possível melhorar os resultados da prova do PISA sem que haja um aumento dos recursos já disponibilizados.

Palavras-chave: Eficiência; DEA; Educação; PISA; Educação Básica; Análise Envoltória de Dados.

ABSTRACT

Brazil has shown unsatisfactory results on PISA's (Programme for International Student Assessment) ratings, and due to the imbalance of the Brazilian public budget, a contractionary fiscal policy known as the Emenda Constitucional (EC) do Teto dos Gastos was approved in 2016. This constitutional amendment limits the real increase in government spending for a period of 20 years, seeking to contain public spending and helping to solve the country's fiscal problem. This limitation of a real increase in government spending turns it in a really hard scenario to use public policies aimed at improving the quality of education through real increasing in the investments. Given this scenario, the present research proposes to analyze the efficiency of education spending of the countries that took the PISA test in 2015, in order to identify efficient and inefficient countries, emphasizing the Brazilian situation when compared to the other countries analyzed. The non-parametric output-oriented Data Envelopment Analysis (DEA) method was applied to measure efficiency, using the primary and secondary education expenditures as inputs and PISA test results as outputs. It was found that Brazil is the country with the highest inefficiency among the countries analyzed, which shows that it is possible to improve the results of the PISA test without increasing the investment resources already available.

Keywords: Efficiency; DEA; Education; PISA; Primary Education; Secondary Education; Data Envelopment Analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Resultado primário e nominal do setor público, (%PIB).....	6
Figura 2 – Fronteira de Eficiência.....	11
Gráfico 1 – Pontuação dos países na prova de ciências do PISA no ano de 2015.	2
Gráfico 2 – Histograma dos desempenhos no PISA.....	17
Gráfico 3 – Histograma das despesas educacionais.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das variáveis de despesas em instituições de ensino público e privado.	13
Tabela 2 – Países em que foram utilizados anos diferentes de 2015 para as despesas educacionais.....	14
Tabela 3 – Descrição das variáveis de desempenho dos estudantes na avaliação do PISA.	15
Tabela 4 – Resumo descritivo dos dados da amostra e do Brasil.....	15
Tabela 5 – Modelos DEA.	19
Tabela 6 – Intervalos de eficiência DEA 1.....	21
Tabela 7 – Resumo descritivo dos índices de eficiência e o índice de eficiência do Brasil DEA 1.....	21
Tabela 8 – Intervalos de eficiência DEA 2.....	22
Tabela 9 – Resumo descritivo dos índices de eficiência e o índice de eficiência do Brasil DEA 2.....	22
Tabela 10 – Intervalos de eficiência DEA 3.....	23
Tabela 11 – Resumo descritivo dos índices de eficiência e o índice de eficiência do Brasil DEA 3.....	23
Tabela 12 – Índices de eficiência dos três modelos DEA para os países analisados.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CRS – Retornos Constantes de Escala

DEA – Análise Envoltória de Dados

DMUs – Unidades Tomadoras de Decisão

EC – Emenda Constitucional

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo

MQO – Mínimos Quadrados Ordinários

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PEC – Proposta de Emenda à Constituição

PIB – Produto Interno Bruto

PISA – Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes

PL – Programação Linear

PNE – Plano Nacional de Educação

PPPs – Paridade do Poder de Compra

VRS – Retornos Variáveis de Escala

AUS – Austrália

AUT – Áustria

BEL – Bélgica

BRA – Brasil

CAN – Canadá

CHL – Chile

COL – Colômbia

CZE – República Checa

DEU – Alemanha

DNK – Dinamarca

ESP – Espanha

EST – Estônia

FIN – Finlândia
FRA – França
GBR – Reino Unido
GRC – Grécia
HUN – Hungria
IDN – Indonésia
IRL – Irlanda
ISL – Islândia
ISR – Israel
ITA – Itália
JPN – Japão
KOR – Coreia do Sul
LUX – Luxemburgo
LVA – Letônia
MEX – México
NLD – Países Baixos
NOR – Noruega
NZL – Nova Zelândia
POL – Polônia
PRT – Portugal
SVK – República Eslovaca
SVN – Eslovênia
SWE – Suécia
TUR – Turquia
USA – Estados Unidos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA)	3
2.2. Desequilíbrio do orçamento público brasileiro	4
2.3. Análise Envoltória de Dados (DEA)	6
3. METODOLOGIA.....	9
3.1. Modelo DEA.....	9
4. BASE DE DADOS	13
4.1 Recursos financeiros investidos em educação (Inputs)	13
4.2 Desempenhos no PISA (<i>Outputs</i>).....	14
4.3. Análise descritiva	15
4.4. Modelos DEA utilizados e suas variáveis	18
5. RESULTADOS.....	20
5.1. Modelo DEA 1.....	20
5.2. Modelo DEA 2.....	21
5.3. Modelo DEA 3.....	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

A educação é uma importante variável que pode gerar grande diferença no crescimento e desenvolvimento econômico e social de um país, de forma que, os países estão sempre tentando aprimorar seus sistemas educacionais buscando uma máxima eficiência no aprendizado dos alunos dentro das instituições de ensino.

Mediante o orçamento público limitado para gerir todos os campos das políticas públicas na qual a educação está inserida, é essencial utilizar os recursos disponíveis de maneira eficiente buscando maximizar as competências e conhecimentos educacionais dos alunos utilizando o menor nível de recursos possível. Uma ferramenta disponível para realizar uma comparação da eficiência educacional entre vários países ao redor do mundo é a prova do PISA (Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes ou *Programme for International Student Assessment* em Inglês).

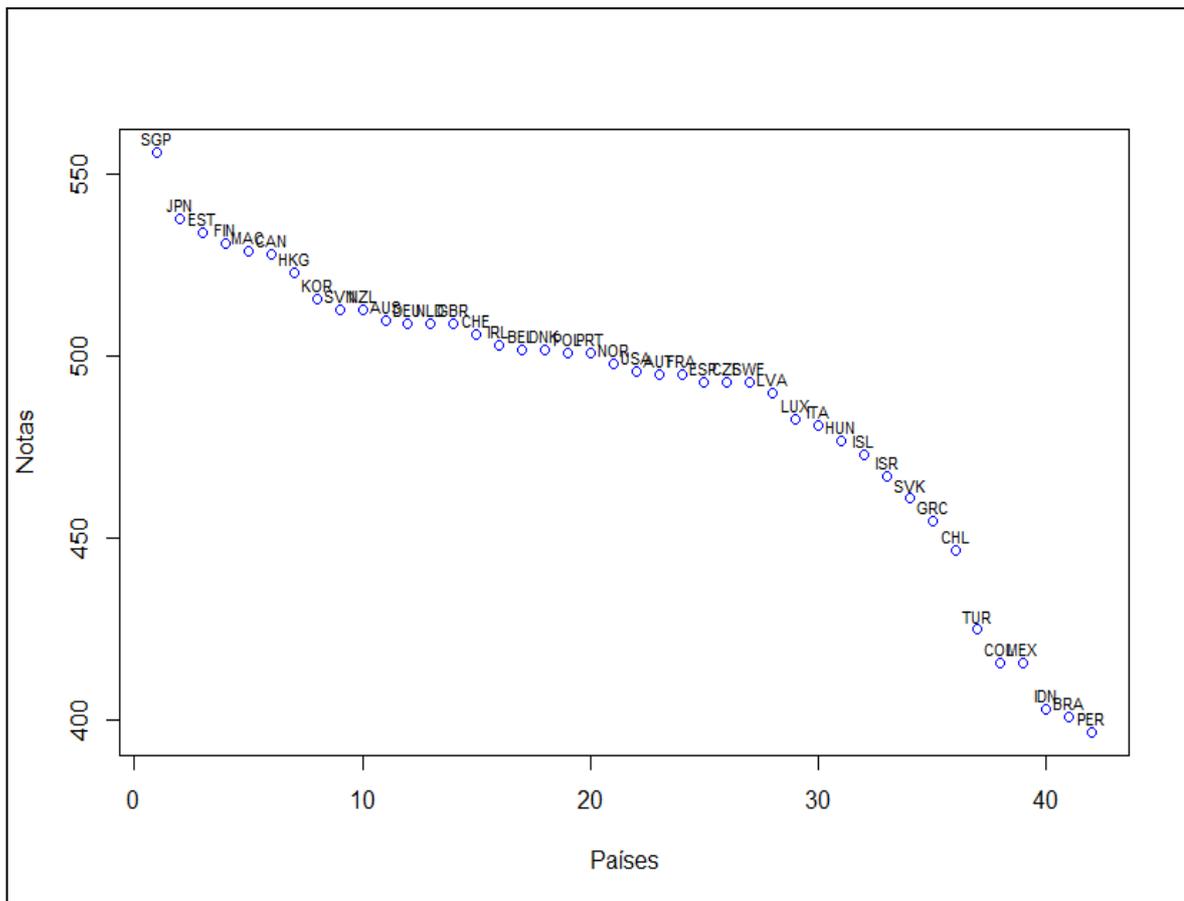
Segundo informações do INEP (2007), o PISA é uma avaliação internacional que mede o nível educacional de jovens de 15 anos por meio de provas de Leitura, Matemática e Ciências e seu objetivo principal é produzir indicadores que contribuam dentro e fora dos países participantes. Isto é importante para a discussão da qualidade da educação básica e subsidia as políticas nacionais de melhoria da educação. Quando comparado com os demais quarenta e três (43) países analisados, o Brasil tem apresentado resultados muito insatisfatórios nas avaliações do PISA ocupando a penúltima colocação, estando acima apenas do Peru na avaliação de Ciências, matéria que foi o foco da prova no ano de 2015. Pode-se verificar essa situação no gráfico 1.

De posse dos dados do PISA e dos gastos em educação dos países integrantes dessa avaliação, pretende-se, nesta monografia, realizar uma comparação da eficiência dos gastos educacionais com ênfase para a situação brasileira que apresenta resultados ruins na avaliação do PISA em relação à maioria dos países participantes.

Os dados do PISA utilizados nesse trabalho são do ano de 2015, edição mais recente realizada em que já está disponível os resultados das avaliações, para as despesas educacionais foi utilizado o ano de 2015, com exceção de alguns países que por não haver disponíveis os dados para o ano supracitado foram utilizados anos próximos ao de 2015.

A eficiência educacional dos países será analisada através do modelo não paramétrico de Análise Envoltória de Dados (DEA, *Data Envelopment Analysis* no inglês), na qual será usado para estimar uma curva eficiente de produção utilizando como insumos as despesas em educação dos países e como produtos os resultados do desempenho dos alunos no PISA separados em Leitura, Matemática e Ciências.

Gráfico 1 – Pontuação dos países na prova de ciências do PISA no ano de 2015.



Fonte: Elaboração própria.

Para compreensão do estudo, esse trabalho está estruturado em seis capítulos, além desta introdução. No capítulo dois encontra-se uma revisão bibliográfica comentando sobre o PISA, o descontrole do orçamento público brasileiro e também sobre o modelo DEA e sua utilização em trabalhos que buscaram analisar a eficiência em setores públicos. No terceiro capítulo é apresentada a metodologia empregada, no quarto capítulo é exposta a base de dados utilizada e uma breve análise descritiva, e enfim, nos dois últimos capítulos, é feita uma análise dos resultados e uma consideração final sobre o estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O interesse na realização deste estudo parte dos resultados insatisfatórios do Brasil na prova do PISA (*Programme for International Student Assessment*) e da indisponibilidade, no cenário atual, do aumento de recursos na educação como medida para melhorar o desempenho dos alunos. Partindo desse cenário, o estudo busca analisar a eficiência da educação dos países que realizaram a prova do PISA no ano de 2015 através do modelo DEA. Assim, nesta seção, será discutido um pouco sobre o PISA, sobre o orçamento público brasileiro e sobre a utilização do método DEA para medir a eficiência em diversos setores públicos.

2.1. Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA)

No Brasil pode-se observar uma grande preocupação em avaliar a qualidade educacional e fornecer dados e indicadores relevantes que sirvam de instrumento para proporcionar melhorias no sistema educacional, essa preocupação pode ser observada pelo fato de haver diversos estudos, pesquisas e avaliações realizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), e não só no âmbito nacional, mas também no internacional, para o qual o Brasil participa desde a primeira edição ocorrida em 2000 do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA) coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

De acordo com Araujo (2013, p.4):

O Programa propõe avaliar o desempenho dos estudantes de 15 anos de idade em três áreas consideradas fundamentais para promover o desenvolvimento de cada país, Leitura, Matemática e Ciências, com o objetivo de obter indicadores dos sistemas educacionais dos países participantes e o Brasil é o único país da América Latina a participar em todas as edições, de forma voluntária, através do INEP.

Ainda sobre o PISA, segundo o INEP (2019), a prova acontece a cada três anos dentro das três áreas já mencionadas, porém, a cada edição há maior ênfase em uma das três áreas. Em 2000, primeiro ano de aplicação, a ênfase foi em leitura, em 2003, em matemática, em 2006, a ênfase foi em ciências e assim se sucedendo, até que em 2015 a ênfase foi em ciências novamente. Além da aplicação de provas, o PISA também aplica questionários aos alunos, aos professores e para os responsáveis pelas escolas (diretoria) visando relacionar o desempenho dos alunos à variáveis demográficas, socioeconômicas e educacionais.

Considerando a gama de oportunidades oferecidas pelo PISA através de seus dados educacionais sobre os países membros da OCDE e também de outros países parceiros, o INEP/MEC (2016, p.18) em seu relatório denominado Brasil no PISA 2015: expõe que:

Mais e mais gestores estão utilizando os resultados de estudos como o PISA para tomar decisões sobre a educação – por exemplo, o Plano Nacional de Educação (PNE) estabelece uma meta de melhoria do desempenho dos alunos da Educação Básica nas avaliações da aprendizagem no PISA, tomado como instrumento externo de referência, internacionalmente reconhecido (Brasil, Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014). Dessa maneira, é importante que atores do contexto escolar, especialistas e a sociedade em geral entendam a avaliação e o que sustenta seus objetivos, de modo a pensar como poderão fazer a diferença nos resultados dos estudantes brasileiros.

Fica claro que a disponibilidade do PISA como instrumento de análise e comparação da educação entre os países deve ser utilizada pelo Brasil para melhorar o desempenho dos alunos que apresentam resultados muito aquém do esperado. Conforme Fernandes (2016), o escore médio dos estudantes na avaliação em ciências no ano de 2015 foi de 401 pontos, valor bastante inferior à média dos estudantes da OCDE que fizeram 493 pontos, o valor inferior pode ser observado também em leitura, a média dos brasileiros foi de 407 contra 493 da OCDE e em Matemática o resultado foi 377, pontuação inferior ao observado em 2012 que foi de 389.

2.2. Desequilíbrio do orçamento público brasileiro

Pode-se dizer que melhorar a educação brasileira é um consenso em toda a sociedade, e um dos aspectos muito discutidos é o de aumentar os recursos disponíveis para realizar melhorias na qualidade e no acesso educacional. No entanto, o Brasil tem passado por um período de recessão e desequilíbrio do orçamento público, desde 2014. Conforme exposto por Paula e Pires (2017), após um período de crescimento econômico compreendido entre 2004 a 2013, a economia brasileira entrou em recessão a partir de 2014, saindo de uma taxa de crescimento média do PIB real de 4,0% a.a., no primeiro período, para uma taxa de crescimento média negativa de 3,7% a.a., em 2015-2016.

Também em 2014, devido à queda das receitas tributárias e do impacto dos juros sobre a dívida pública, o déficit nominal passou de -3,0% do PIB em 2013 para -6,1% do PIB em 2014, -10,2% em 2015 e -9,0% em 2016, e o resultado primário saiu de 1.7% do PIB em 2013

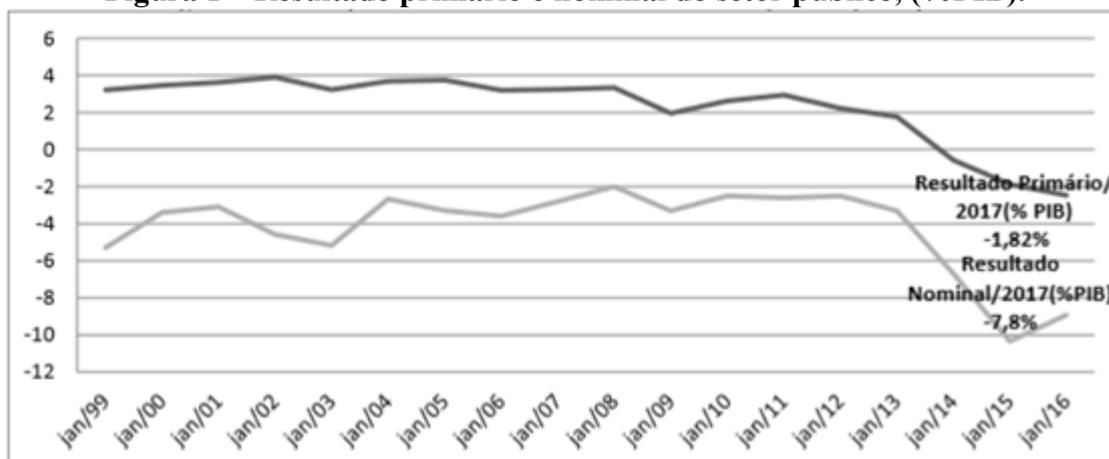
para -0,6% do PIB em 2014. Ficou em -1,9%, em 2015, e piorou em 2016 ficando em -2,5%. Isso mostra um quadro preocupante com uma tendência de alta no déficit público brasileiro (PAULA e PIRES, 2017).

Leite (2018) argumenta que uma forma de correção dos problemas de desequilíbrio fiscal é a adoção de regras fiscais como a ocorrida no ano de 1999 onde foi adotada uma regra fiscal para o resultado primário com o intuito de regularizar as contas públicas através de uma meta para o superávit primário reduzindo assim a dívida pública. A regra cumpriu com o seu papel até o ano de 2012, mas devido à expansão das despesas do governo ao longo dos anos e à deterioração das receitas do governo em função da recessão, tanto o resultado primário quanto o nominal, em porcentagem do PIB, despencaram entre 2014 e 2017, culminando em um déficit primário e nominal como mostrado na figura 1.

Diante da situação econômica exposta, segundo Paula e Pires (2017), após fechar o ano de 2014 com um déficit primário de -0,57% do PIB, no ano seguinte foi implementado, no governo Dilma, um ajuste fiscal voltado principalmente para a redução das despesas públicas estabelecendo uma meta de superávit primário de 1,2% do PIB para o ano de 2015 e 2,0% para 2016. Apesar disso, a situação econômica foi se deteriorando e o ajuste fiscal não foi capaz de conter o ruim desempenho das receitas, fechando o ano de 2015 com um déficit primário de -1,9% do PIB e um déficit nominal de -10,2% do PIB.

Já em 2016, ainda no governo presidido pela Dilma Rousseff, não foi possível realizar nenhuma política econômica devido à propagação da crise política que culminou no impeachment da então presidente e que teve como sucessor o vice-presidente Michel Temer. No governo Temer, em dezembro de 2016, foi aprovada uma nova política fiscal para conter os gastos públicos e tentar corrigir o grave problema fiscal abordado anteriormente.

Figura 1 – Resultado primário e nominal do setor público, (% PIB).



Fonte: LEITE, 2018, p.29

A recente política fiscal aprovada em dezembro de 2016 (Proposta de Emenda à Constituição 55/2016), bastante conhecida como PEC do Teto dos Gastos, veio com o objetivo de regularizar as contas públicas, para isso, a PEC terá um prazo de 20 anos podendo ser revisada pelo presidente a partir do décimo ano de sua vigência. Tendo sido aprovada, a PEC se tornou a Emenda Constitucional nº 95, nela o aumento dos gastos terá um limite podendo crescer somente à taxa da inflação acumulada do ano anterior medida pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), ou seja, a taxa real de crescimento dos gastos do governo será zero pelo prazo de pelo menos dez anos, podendo chegar aos vinte anos se não for revisada. Os opositoristas argumentaram que a nova política impedirá investimentos públicos, agravará a recessão e diminuirá recursos para áreas como saúde e educação. Senado Notícias (2016).

Perante o quadro apresentado, tornou-se necessária a contenção das despesas do governo. Sendo assim, foi adotada a nova política fiscal de caráter contracionista estabelecendo um limite sobre a despesa primária, uma tentativa de regularizar as contas públicas. Nesse contexto, se torna ainda mais importante à utilização de uma boa gestão dos recursos limitados buscando uma melhora nos resultados educacionais do país.

2.3. Análise Envoltória de Dados (DEA)

O método Análise Envoltória de Dados (DEA) vem sendo bastante utilizado em trabalhos que buscam medir a eficiência em variados setores, principalmente nos setores

públicos. Entre estes setores, o setor educacional têm se destacado com inúmeros trabalhos que utilizaram o modelo DEA para medir a eficiência na educação. Conforme descrito por Costa, et al. (2012, p. 418): “isso se deve, principalmente, ao fato de o setor educacional ser composto por múltiplos insumos e múltiplos produtos, o que facilita a estimação da fronteira pela DEA”.

No trabalho de Sousa e Ramos (1999) o modelo DEA é utilizado para medir a eficiência dos municípios no que se refere à utilização dos recursos públicos, os municípios estão presentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. E também analisaram a relação entre o tamanho do município e o nível de eficiência através da análise do tipo de economia de escala presente nos municípios. Para a realização do referido artigo foi utilizado como insumo a despesa corrente agregada e como produtos, foram utilizados cinco indicadores de serviços públicos. Os resultados de Sousa e Ramos (1999) apontam que municípios pequenos com população inferior a 15 mil habitantes apresentam baixa eficiência explicados pela presença de economias crescentes de escala (ou seja, tinham margem para adquirir mais eficiência, dado que aumentar os insumos geraria um aumento da produção mais do que proporcional ao aumento daqueles).

Outro trabalho que avalia a eficiência dos municípios brasileiros foi realizado por Cruz (2018), nele foi estimada através do modelo DEA, a eficiência dos municípios em educação, saúde e saneamento tendo como insumo o índice de renda per capita e realizou-se uma comparação com a reprodução dos indicadores do *ranking* de eficiência realizado pelo jornal Folha de São Paulo chamado de REM-F.

Já no âmbito educacional, um trabalho de grande relevância que analisou a eficiência da educação das universidades federais brasileiras no ano de 1994 foi o de Marinho, Resende e Façanha (1997) eles utilizaram o método não paramétrico DEA para estimar a fronteira eficiente e fornecer informações para a realização de uma melhor gestão das universidades indicando como os insumos e produtos podem ser ajustados de maneira mais eficiente.

O artigo de Costa, et al. (2012) também avaliou a eficiência do ensino superior no Brasil no período de 2004 a 2008, com ênfase nas Instituições Federais de Ensino Superior e também utilizando o método DEA. O objetivo foi estimar a eficiência de cada instituição e verificar as causas que podem levar a ineficiências das instituições. No artigo, foram analisadas 49

instituições divididas em dois grupos (A e B), o intuito foi o de minimizar a heterogeneidade existente no setor, as instituições apresentaram um elevado grau de eficiência e as principais causas da ineficiência para o grupo A foi a quantidade elevada de alunos por professor e o alto custo por aluno, para o grupo B, foi a quantidade elevada de alunos por professor e por funcionários e o índice de qualificação do corpo docente.

Também encontramos diversos estudos direcionados à qualidade da educação básica, educação que é primordial para a formação intelectual da sociedade, no artigo de Rosano-Peña, Albuquerque e Marcio (2012) é analisada a eficiência dos gastos públicos em educação básica nos municípios goianos no período de 2005 a 2009. A análise é realizada através dos resultados obtidos pelo modelo DEA comparando-os com os resultados obtidos pelo método da fronteira invertida, os resultados apontaram que a ineficiência global é de 67,44%, com apenas 20 municípios eficientes. Os autores argumentam que com os mesmos recursos teria sido possível alcançar um resultado melhor de no mínimo 48,28%, sendo necessário que todas as redes municipais realizassem as melhores práticas. Os autores também concluem que existe uma correlação positiva entre recursos e resultados, mas que maiores recursos em unidades ineficientes não garantem melhores resultados, sendo necessário solucionar a ineficiência para que os recursos não sejam desperdiçados.

Savian e Bezerra (2013) analisaram a eficiência dos gastos públicos com a educação no ensino fundamental dos municípios do Estado do Paraná com dados dos anos de 2005 e 2009. Os autores realizaram uma comparação do nível de eficiência entre os municípios e mesorregiões estudadas e utilizaram também a metodologia DEA. Os resultados apontaram que a maioria dos municípios são ineficientes necessitando uma melhor alocação dos recursos, em 2005, somente 4,20% das unidades estudadas eram eficientes e ainda apresentou uma diminuição de 19% no grau de eficiência técnica passando para 3,41% unidades eficientes em 2009.

3. METODOLOGIA

3.1. Modelo DEA

O modelo DEA, segundo Matos (2018), está fundamentado na Teoria de Produção microeconômica e teve início com a obra de Farrel (1957), mas só recebeu este nome após a obra de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) que propuseram um modelo DEA *input-oriented* com retornos constantes de escala e recebeu os nomes CCR derivados dos nomes dos autores ou CRS que vem da sigla, em inglês, para *Constant Returns to Scale*. Após a criação do modelo CCR, foi proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984) o modelo com retornos variáveis de escala que foi chamado de BCC também devido ao nome dos autores, ou VRS, sigla do inglês para *Variable Returns to Scale*.

Para realização deste trabalho utilizou-se a técnica de construção de fronteiras de produção chamada de DEA (*Data Envelopment Analysis* ou Análise Envoltória de Dados), o método DEA é um modelo não paramétrico que estima a eficiência das unidades tomadoras de decisão (DMUs – *Decision Making Unit*), que neste caso são os países que realizaram a prova do PISA no ano de 2015. Costa, et al. (2012, p. 418) alegam que:

Os métodos mais utilizados para medir a eficiência dentro do contexto do setor educacional são os paramétricos e os não paramétricos. As técnicas estatísticas empregadas são baseadas nos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) de regressão para análise de fronteira estocástica. Por outro lado, entre os métodos não paramétricos, as técnicas de Programação Linear (PL) são utilizadas para equacionar as relações de insumos e produtos, sendo a Análise Envoltória de Dados (DEA) a mais apropriada para o estudo da eficiência das Unidades Formadoras de Decisão (DMUs).

Por ser um método não paramétrico não se faz necessária uma suposição sobre a distribuição de probabilidade das amostras, conforme exposto por Delgado (2008. p. 27), “a vantagem dos modelos DEA não paramétricos é sua flexibilidade. Eles assumem poucas hipóteses sobre o comportamento dos dados e por isso não implicam nenhuma forma funcional a priori para a fronteira de educação”.

Antes de entrar no modelo DEA propriamente dito, é importante entender os conceitos de eficácia, produtividade e eficiência. Segundo Wilbert e D’Abreu (2013), eficácia é atingir um determinado nível de produção independente do nível de recursos utilizados, produtividade é

a razão entre o que foi produzido e o que foi gasto na produção, isto é, quanto maior for a produção e menor os recursos usados na produção maior será a produtividade. O conceito de eficiência em se tratando do nosso caso visa comparar o que foi produzido com o que poderia ser produzido utilizando os mesmos recursos, ou também qual o mínimo de recursos necessários para que se tenha uma mesma produção. De outro modo, trata-se das melhores práticas para obter a maior produtividade.

O modelo DEA estima uma fronteira eficiente de produção através de insumos (*inputs*) utilizados pelas DMUs e dos produtos (*outputs*) alcançados pelas mesmas. As DMUs que se encontram na fronteira são as que apresentaram as melhores práticas entre as DMUs analisadas e são consideradas unidades eficientes (*benchmarkings*), elas são utilizadas como referência para as demais DMUs que estão abaixo da fronteira e são consideradas ineficientes. Para a estimação da curva temos o modelo DEA chamado de CCR que apresenta retornos constantes de escala, ou seja, qualquer variação no insumo irá variar o produto em igual proporção, e temos também o modelo DEA, chamado de BCC, que apresenta retornos variáveis de escala. No BCC, ao variar o insumo, o produto irá variar em proporção maior (retorno crescente de escala) ou menor (retorno decrescente de escala).

Ambos os modelos podem ser orientados ao insumo (*inputs*) ou orientados aos produtos (*outputs*), o modelo utilizado para estimar a fronteira eficiente neste trabalho é o BCC orientado ao *output*. Abaixo se encontra a formulação do modelo matemático do BCC conforme Silveira, et al. (2012):

$$\text{Max } Eff_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{j0} + u_*$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \sum_{r=1}^s u_r y_{jk} - u_* \geq 0, k = 1, \dots, n$$

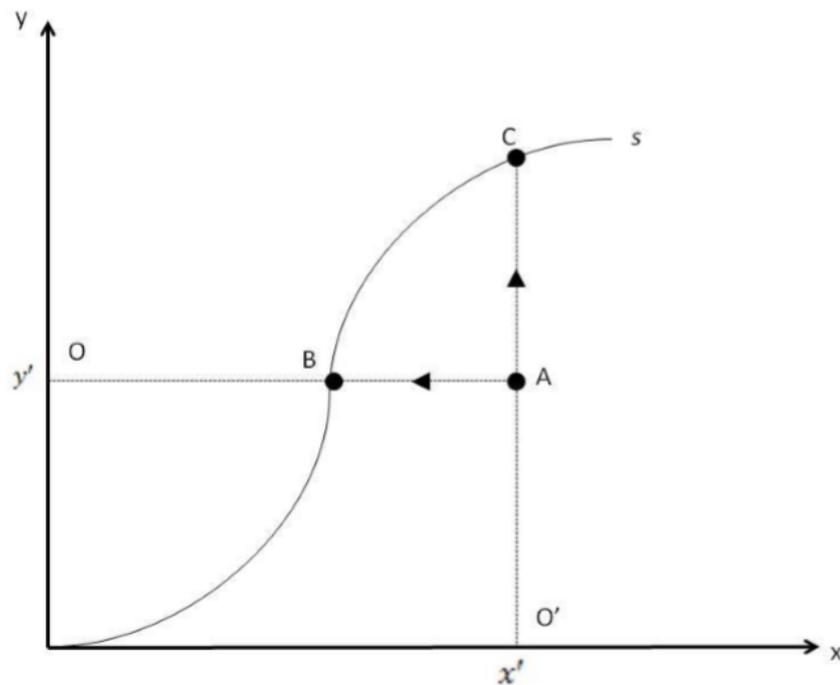
$$u_r v_i \geq 0, \forall r, i$$

$$u_* \in \mathcal{R}$$

Em que v_i e u_r são os multiplicadores de inputs i , $i = 1, \dots, m$, e outputs r , $r = 1, \dots, s$, respectivamente; x_{ij} e y_{rj} são os inputs i e outputs da DMU j , $j = 1, \dots, n$; u_* é a variável de escala.

Segundo Guerreiro (2019), o modelo BCC pode ser explicado pela figura 2:

Figura 2 – Fronteira de Eficiência.



Fonte: GUERREIRO, 2019, p.34

Ainda segundo Guerreiro (2019), a figura 2 é uma simulação de uma curva de produtividade eficiente (curva s), os insumos estão representados pelo eixo x e os produtos representados pelo eixo y , as DMUs consideradas eficientes são as que se encontram na curva s (pontos B e C) e a DMU ineficiente se encontra abaixo da fronteira (ponto A). Para a DMU ineficiente se tornar eficiente ela pode tanto reduzir os insumos até o ponto B, mantendo o produto constante, quanto aumentar o produto até o ponto C, mantendo os insumos constantes.

Guerreiro (2019, p.34) também mostra que:

A partir dessas informações podemos construir um índice pela ótica do produto (ρ) e um índice pela ótica dos insumos (δ). Medindo a distância entre o ponto A e ponto B com a origem, O, se obtém: $\delta = OB/OA$. Da mesma forma medindo do ponto A e ponto C até a origem, O', se têm: $\rho = O'C/O'A$. O resultado de ρ é limitado $[1, +\infty)$ e δ é limitado de $(0,1]$, onde $\rho = 1$ e $\delta = 1$ representam a eficiência máxima, os demais valores $\rho > 1$ e $\delta < 1$ são ineficientes.

A partir da apresentação metodológica, no próximo tópico será apresentada uma análise dos dados utilizados nesse trabalho.

4. BASE DE DADOS

Para realização deste trabalho foram utilizados dados do ano de 2015 referentes aos resultados do PISA e aos gastos educacionais em instituições de ensino públicas e privadas dos 43 países analisados, neste capítulo será apresentada a base de dados utilizada para compor os insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*) empregados para estimar a fronteira de produção.

4.1 Recursos financeiros investidos em educação (Inputs)

Os dados referentes aos recursos investidos em educação dos países foram retirados do site da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), principalmente através de *links* disponibilizados no livro Education at a Glance 2018, que direcionam para as planilhas do Excel contendo os dados supracitados. As despesas utilizadas estão divididas em dois níveis de ensino, são os níveis de ensino que abrangem os alunos que realizam a prova do PISA: o nível primário e o secundário. As despesas educacionais que foram utilizadas estão classificadas na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Descrição das variáveis de despesas em instituições de ensino público e privado.

Variável	Descrição
Prim_USDPPPs	Despesa por aluno no ensino primário em dólares convertidos usando PPPs para o PIB.
Sec_USDPPPs	Despesa por aluno no ensino secundário em dólares convertidos usando PPPs para o PIB.
Prim_pPIB	Despesa por aluno no ensino primário expressa em porcentagem do PIB per capita.
Sec_pPIB	Despesa por aluno no ensino secundário expressa em porcentagem do PIB per capita.

Fonte: Elaboração própria.

A despesa por aluno, em dólares convertidos usando PPPs – *Purchasing Power Parity*, para o PIB foi utilizada com o intuito de igualar o poder de compra eliminando a diferença de preços de bens e serviços entre os países.

Vale também ressaltar que não havia disponível para alguns países dados das despesas educacionais para o ano de 2015. Assim, foram utilizados, para estes países, dados do ano que mais se aproxima de 2015. A tabela 2 abaixo apresenta a relação destes países, bem como os anos utilizados.

Tabela 2 – Países em que foram utilizados anos diferentes de 2015 para as despesas educacionais.

País	Variável	Ano
Alemanha	Sec_\$PPPs	2014
Dinamarca	Prim_\$PPPs, Sec_\$PPPs, Prim_%PIB e Sec_%PIB	2014
Indonésia	Prim_%PIB e Sec_%PIB	2013

Fonte: Elaboração própria.

Mesmo utilizando deste artifício, alguns países ficaram sem dados de despesa em educação, estes países são: Hong Kong, Macau, Peru, Rússia, Singapura e Suíça.

4.2 Desempenhos no PISA (*Outputs*)

Os dados das avaliações do PISA também podem ser encontrados no site da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O ano de 2015 foi o escolhido para análise por ser o ano mais recente em que foi publicado o resultado das avaliações do PISA, os resultados das provas estão divididas em três categorias: Desempenho de leitura, desempenho em matemática e desempenho científico, e para cada ano de realização da prova do PISA há uma maior ênfase em uma matéria, no ano de 2015 a ênfase foi na prova que avalia o desempenho científico.

Segundo OECD (2019):

O desempenho da leitura, para o PISA, mede a capacidade de entender, usar e refletir em textos escritos, a fim de alcançar objetivos, desenvolver conhecimento e potencial e participar da sociedade. A pontuação média é a medida. O desempenho matemático, para o PISA, mede a alfabetização matemática de um adolescente de 15 anos para formular, empregar e interpretar matemática em vários contextos para descrever, prever e explicar fenômenos, reconhecendo o papel que a matemática desempenha no mundo. A pontuação média é a medida. Um aluno matematicamente alfabetizado reconhece o papel que a matemática desempenha no mundo para fazer julgamentos e decisões bem fundamentados, necessários aos cidadãos construtivos, engajados e reflexivos. O desempenho científico, para o PISA, mede a alfabetização científica de um adolescente de 15 anos no uso do conhecimento científico para identificar perguntas, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões relacionadas à ciência. A pontuação média é a medida.

As variáveis utilizadas estão classificadas na tabela 3 junto a uma rápida descrição:

Tabela 3 – Descrição das variáveis de desempenho dos estudantes na avaliação do PISA.

Variável	Descrição
Matemática	Mede o desempenho médio dos alunos em matemática de cada país participante.
Leitura	Mede o desempenho médio dos alunos em leitura de cada país participante.
Ciência	Mede o desempenho médio dos alunos em ciências de cada país participante.

Fonte: Elaboração própria.

4.3. Análise descritiva

Nesta seção é feita uma análise descritiva dos dados para obtenção de informações importantes e úteis da amostra utilizada neste trabalho. Na tabela 4 encontra-se um resumo descritivo dos dados da amostra de países e uma coluna separada com os dados do Brasil, para uma orientação da situação do país:

Tabela 4 – Resumo descritivo dos dados da amostra e do Brasil.

Variável	Mínimo	1ºQuartil	Mediana	Média	3ºQuartil	Máximo	Brasil
Matemática	377,0	476,0	494,0	484,8	510,5	564,0	377,0
Leitura	397,0	480,0	498,0	486,8	509,0	535,0	407,0
Ciência	397,0	475,0	496,0	487,8	509,5	556,0	401,0
Prim_USDPPPS	1514,0	6327,0	8288,0	8230,0	10211,0	20892,0	3762,0
Sec_USDPPPs	1435,0	6806,0	10111,0	9488,0	12202,0	20413,0	3872,0
Prim_pPIB	11,85	20,12	22,09	21,62	23,52	31,38	23,96
Sec_pPIB	9,85	22,55	25,31	24,54	27,74	34,66	24,66

Fonte: Elaboração própria.

Ao observar a tabela, nós podemos verificar que a média dos resultados das três áreas avaliadas na prova do PISA são próximas, indicando que, em média, os alunos estão obtendo um aprendizado parecido entre as três áreas. Entretanto, os resultados dos alunos do Brasil está bem abaixo da média, estando em todas as três áreas entre os 25% piores resultados. Em

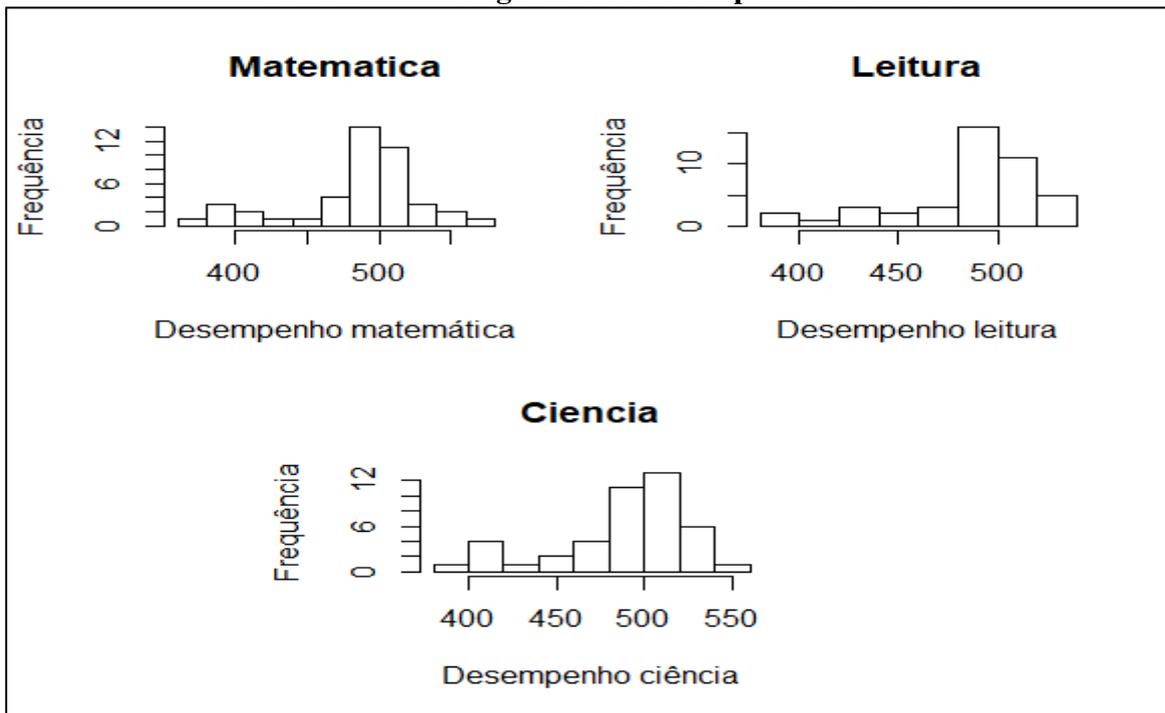
matemática, a nota mínima observada pertence ao Brasil e, em leitura e ciências, o resultado se aproxima das notas mínimas observadas.

Acontecimento parecido ocorre com as variáveis `Prim_USDPPPs` e `Sec_USDPPPs`, as despesas do Brasil expressas em paridade de poder de compra do dólar também se encontram entre as 25% menores despesas e bem abaixo da média dos países observados, porém, o mesmo não acontece quando tratamos as despesas por aluno em porcentagem do PIB per capita, onde o Brasil apresenta despesas próximas dos países com as maiores despesas. As despesas brasileiras por aluno no ensino primário (`Prim_pPIB`) está entre as 25% maiores despesas dos países observados e as despesas no ensino secundário (`Sec_pPIB`) se encontram um pouco acima da média. Isso denota que o Brasil faz um esforço de gasto quando se compara sua renda per capita e pode ser mais um sinal de que o país gasta mal seus recursos, dados que este esforço não repercute em resultados.

Para ilustrar como os conjuntos de dados estão distribuídos foi gerada uma série de histogramas dos desempenhos na prova do PISA e das despesas dos países. Por meio dos histogramas dos desempenhos no PISA, contidos no gráfico 4, constatamos que os resultados dos desempenhos em matemática, leitura e ciências possuem uma distribuição assimétrica com maior concentração das notas à direita, a maioria dos países apresentam notas mais altas situadas em torno dos 500 pontos.

O desempenho dos países da OCDE é diferente do desempenho dos países convidados. O Brasil, a Argentina, o Peru, a Colômbia, a Indonésia e a China são alguns desses países convidados. A China é o país convidado de melhor desempenho destacando-se positivamente. Os demais países relacionados possuem (todos eles) resultados abaixo da média da OECD. Essa discrepância entre os países explica uma parte da distribuição assimétrica que pode ser vista nos histogramas do gráfico 2.

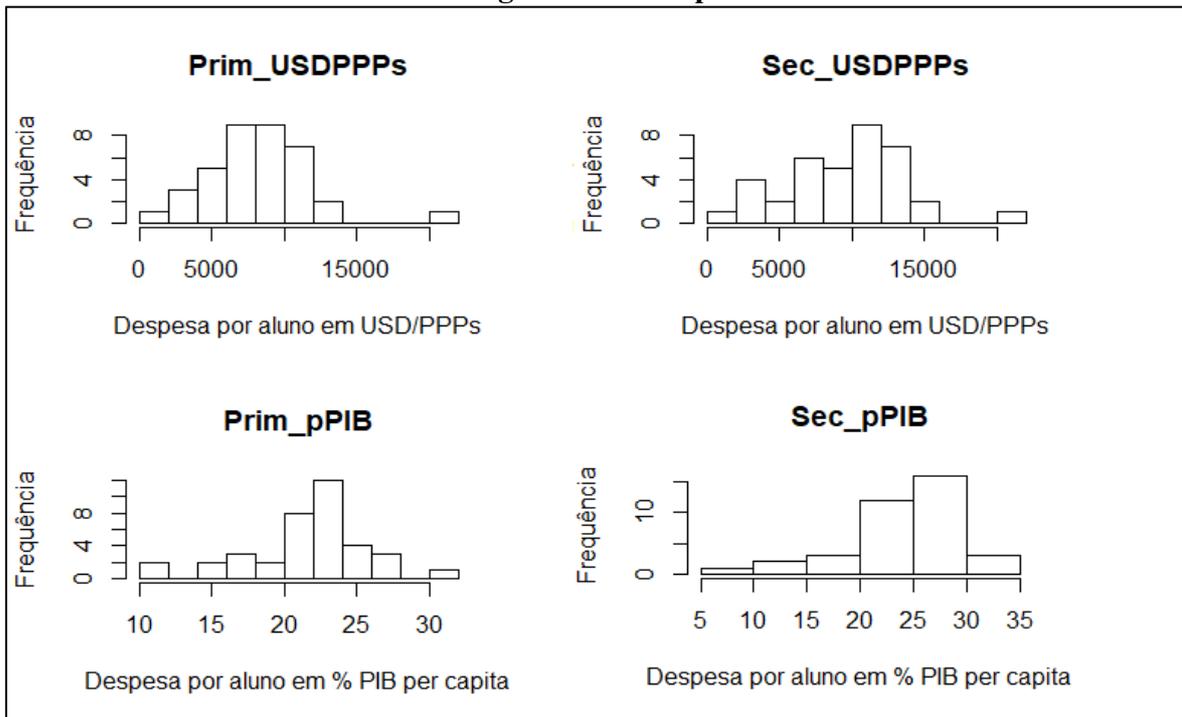
Gráfico 2 – Histograma dos desempenhos no PISA.



Fonte: Elaboração própria.

Os histogramas das quatro variáveis das despesas utilizadas estão expostos no gráfico 3. Nos histogramas das variáveis Prim_USDPPPs e Sec_USDPPPs podemos observar uma despesa por aluno em USD/PPPs bastante alta comparada com os demais países. Essa despesa isolada à direita refere-se à despesa de Luxemburgo, um pequeno país europeu. A variável Prim_USDPPPs é mais simétrica em sua distribuição com uma alta concentração das despesas em torno da média e a variável Sec_USDPPPs apresenta uma leve assimetria à esquerda. A variável Prim_pPIB possui uma leve assimetria à esquerda com maior concentração da despesa entre 20% e 25%, a variável Sec_pPIB também mostrar-se assimétrica à esquerda com maior concentração da despesa entre 20% e 30%.

Gráfico 3 – Histograma das despesas educacionais.



Fonte: Elaboração própria.

4.4. Modelos DEA utilizados e suas variáveis

O modelo DEA é característico por estimar a fronteira de produção utilizando múltiplos insumos e múltiplos produtos, neste trabalho foram utilizados três diferentes modelos DEA usando os quatro inputs e os três outputs citados anteriormente. Os três modelos DEA se diferenciam pelos insumos utilizados para medir a eficiência das DMUs, sendo dois modelos utilizando dois inputs e três outputs e um modelo com quatro inputs e três outputs.

O modelo empregado é o DEA BCC orientado ao produto. A escolha do modelo orientado ao produto foi determinada pela intenção de melhorar os resultados ruins obtidos pelo Brasil nas avaliações do PISA e alcançar a eficiência sem reduzir os recursos disponibilizados, pois embora o Brasil apresente uma despesa por aluno em porcentagem do PIB per capita acima da média, quando essa despesa por aluno é mensurada em dólares convertidos usando PPPs para o PIB, o Brasil está abaixo da média dos países analisados não justificando a redução das despesas em educação no país.

Na tabela 5 se encontram os modelos e quais variáveis foram utilizadas em cada um:

Tabela 5 – Modelos DEA.

Modelo	Input	Output
DEA1	Prim_USDPPPs Sec_USDPPPs	Matematica Leitura Ciencia
DEA2	Prim_pPIB Sec_pPIB	Matematica Leitura Ciencia
DEA3	Prim_USDPPPs Sec_USDPPPs Prim_pPIB Sec_pPIB	Matematica Leitura Ciencia

Fonte: Elaboração própria.

Outra perspectiva que leva a escolha do modelo orientado ao produto é a situação do déficit fiscal brasileiro e da política fiscal adotada para conter os gastos públicos limitando o aumento dos gastos somente à correção pela inflação acumulada do ano anterior, assim é fundamental se ter uma melhor utilização dos recursos disponíveis possibilitando um melhor desempenho nos resultados das avaliações do PISA.

5. RESULTADOS

Neste capítulo será feita uma análise das eficiências obtidas por meio do modelo não paramétrico DEA calculado através do software R versão 3.5.1. Da amostra de 43 países, os seis países em que os dados das despesas educacionais não estavam disponíveis foram retirados da amostra, totalizando 37 países analisados.

Foram realizados três modelos DEA conforme tabela 5 exposta no capítulo anterior, os modelos apresentam retornos variáveis de escala e foram orientados ao produto buscando informações para que haja um aumento do produto (desempenho na prova do PISA) sem a necessidade de realizar aumentos nos insumos (gastos na educação).

A análise está dividida em três subseções, uma para cada modelo DEA realizado, em todos os três modelos há a necessidade de melhorar a eficiência da educação brasileira dado os recursos disponibilizados para a educação do ensino primário e secundário no país.

5.1. Modelo DEA 1

No modelo DEA 1 foram utilizados dois inputs e três outputs. Os inputs são as despesas por aluno em dólares convertidos usando PPPs no ensino primário e secundário, e os três outputs foram os resultados em matemática, leitura e ciências na prova do PISA do ano de 2015.

Na tabela 6 se encontram intervalos das eficiências e a quantidade de países incluídos bem como suas porcentagens, os resultados serão analisados através do índice de eficiência (ρ). As DMUs que exibem o índice $\rho = 1$ são os países que se encontram na fronteira eficiente e que alcançaram a eficiência máxima, os países que obtiveram o índice $\rho > 1$ estão abaixo da fronteira e são considerados ineficientes, quanto mais se distanciam de 1 maior o nível de ineficiência.

Seis países se mostraram eficientes e servem de parâmetro para os demais países ineficientes, os países eficientes são: Canadá, Estônia, Finlândia, Indonésia, Japão e República Checa, totalizando 16,2 % da amostra.

Tabela 6 – Intervalos de eficiência DEA 1.

	$\rho = 1$	$1 < \rho \leq 1.1$	$1.1 < \rho \leq 1.2$
Nº de países	6	30	1
% de países	16.2	81.1	2.7

Fonte: Elaboração própria.

Através da tabela 7 abaixo podemos observar que o Brasil apresenta o pior índice de eficiência entre os países analisados. O índice indica que o Brasil mantendo constantes os insumos utilizados, poderia aumentar suas notas nas provas do PISA em 11,0 % alcançando a eficiência máxima.

Tabela 7 – Resumo descritivo dos índices de eficiência e o índice de eficiência do Brasil DEA 1.

Modelo	Mínimo	1ºQuartil	Mediana	Média	3ºQuartil	Máximo	Brasil
DEA 1	1.000	1.006	1.036	1.038	1.060	1.110	1.110

Fonte: Elaboração própria.

No modelo orientado ao *output* podemos perceber o quanto se pode aumentar na produção e se tornar uma DMU eficiente sem que seja necessário reduzir os insumos. Tal processo pode ser feito multiplicando o índice de eficiência pelas notas obtidas no PISA. Realizando este procedimento o Brasil poderia aumentar sua nota em matemática de 377 para 418, em leitura de 407 para 452 e em ciências de 401 para 445.

5.2. Modelo DEA 2

No modelo DEA 2 também foram utilizados dois inputs e três outputs, a diferença é que os dois inputs utilizados foram as despesas por aluno expressa em porcentagem do PIB per capita no ensino primário e secundário, e os três outputs permaneceram os mesmos, sendo estes os resultados em matemática, leitura e ciências na prova do PISA do ano de 2015.

Neste modelo como no anterior foram constatados seis países eficientes que servem de parâmetro para os demais países ineficientes: Canadá, Estônia, Finlândia, Indonésia, Irlanda e

Japão, comparando com o modelo anterior, a República Checa deixou de ser eficiente e a Irlanda entrou para o grupo de países eficientes.

Embora o número de países eficientes não tenha mudado em relação ao DEA 1, houve alterações significativas nos intervalos de eficiência como mostrado na tabela 8, os índices de eficiência se distanciaram mais do índice eficiente ($\rho = 1$) indicando um maior índice de ineficiência dos países quando utilizado os insumos em porcentagem do PIB per capita.

Tabela 8 – Intervalos de eficiência DEA 2.

	$\rho = 1$	$1 < \rho \leq 1.1$	$1.1 < \rho \leq 1.2$	$1.2 < \rho \leq 1.3$
Nº de países	6	25	3	3
% de países	16.2	67.6	8.1	8.1

Fonte: Elaboração própria.

Através da tabela 9 abaixo, também podemos constatar que os índices de eficiência quando comparado com o modelo DEA 1 se distanciaram mais do índice eficiente ($\rho = 1$), inclusive o Brasil saiu do índice $\rho = 1.110$ para $\rho = 1.292$ sendo agora necessário aumentar as notas na prova do PISA em 29,21 % mantendo os insumos constantes. Isso se dá devido ao fato de que quando utilizado como insumos as despesas por aluno em % do PIB *per capita*, o Brasil apresenta elevada despesa comparando com a maioria dos países. Em despesa primária o Brasil se encontra entre as 25% maiores despesas da amostra e em despesa secundária se encontra entre as 50% maiores despesas da amostra.

O Brasil também foi o país que apresentou o pior índice de eficiência neste modelo. Para o Brasil se tornar uma DMU eficiente mantendo os insumos constantes, sua nota em matemática deveria ser aumentada de 377 para 487, em leitura de 407 para 526 e em ciências de 401 para 518.

Tabela 9 – Resumo descritivo dos índices de eficiência e o índice de eficiência do Brasil DEA 2.

Modelo	Mínimo	1ºQuartil	Mediana	Média	3ºQuartil	Máximo	Brasil
DEA 2	1.000	1.027	1.047	1.066	1.076	1.292	1.292

Fonte: Elaboração própria.

5.3. Modelo DEA 3

No modelo DEA 3 foram utilizados quatro inputs e três outputs, pode-se dizer que é uma junção dos modelos DEA 1 e DEA 2, os quatro inputs utilizados foram as despesas por aluno em dólares convertidos usando PPPs no ensino primário e secundário, e as despesas por aluno expressa em porcentagem do PIB per capita no ensino primário e secundário. Os três outputs permaneceram os mesmos, sendo os resultados em matemática, leitura e ciências na prova do PISA do ano de 2015.

Os dados da tabela 10 mostram que neste modelo sete países são considerados eficientes, um país a mais que os outros dois modelos, os países eficientes são: Canadá, Estônia, Finlândia, Indonésia, Irlanda, Japão e República Tcheca, totalizando 18,9 % da amostra, os intervalos de eficiência se assemelham bastante com o modelo DEA 1 mudando somente um país do intervalo $1 < \rho \leq 1.1$ para o $\rho = 1$.

Tabela 10 – Intervalos de eficiência DEA 3.

	$\rho = 1$	$1 < \rho \leq 1.1$	$1.1 < \rho \leq 1.2$
Nº de países	7	29	1
% de países	18.9	78.4	2.7

Fonte: Elaboração própria.

Os dados da tabela 11 abaixo também se aproxima dos dados do modelo DEA 1, o Brasil continua sendo o país que apresenta o pior índice de eficiência, o índice obtido neste modelo se iguala ao índice obtido no modelo DEA 1. O Brasil mantendo constantes os insumos utilizados poderia se tornar uma DMU eficiente aumentando suas notas em 11%.

Tabela 11 – Resumo descritivo dos índices de eficiência e o índice de eficiência do Brasil DEA 3.

Modelo	Mínimo	1ºQuartil	Mediana	Média	3ºQuartil	Máximo	Brasil
DEA 2	1.000	1.005	1.028	1.035	1.057	1.110	1.110

Fonte: Elaboração própria.

Um fato relevante a ser observado é que a Indonésia esteve presente como uma DMU eficiente em todos os três modelos e é o país que apresenta as menores despesas em todos os

quatro inputs utilizados. Comparando a Indonésia com o Brasil, nos resultados da prova do Pisa somente em leitura a Indonésia possui desempenho inferior ao do Brasil, e em todos os quatro insumos utilizados na análise o Brasil apresenta despesas muito maiores que as observadas pela Indonésia.

Isso, juntamente com os índices de eficiência ruins do Brasil, demonstra a necessidade de sanar outros problemas relacionados à educação e à alocação dos recursos disponibilizados antes de se utilizar políticas que visam o aumento das despesas educacionais com o intuito de melhorar o desempenho dos alunos. Aumentos nas despesas podem acarretar em maiores desperdícios de recursos se empregados de maneira ineficiente. Recursos que, como apresentado anteriormente, estão limitados devido ao descontrole fiscal do país, se tornando ainda mais importante o uso eficiente dos recursos disponíveis para melhorar o desempenho educacional.

Na tabela 12 abaixo estão listados os 37 países e seus respectivos índices de eficiência para os três modelos DEA analisados:

Tabela 12 – Índices de eficiência dos três modelos DEA para os países analisados.

(Continua)

Países	DEA 1	DEA 2	DEA 3
Alemanha	1.027769	1.022570	1.022068
Austrália	1.042698	1.036382	1.036382
Áustria	1.066606	1.066606	1.066606
Bélgica	1.040336	1.040336	1.040336
Brasil	1.110052	1.292127	1.110052
Canadá	1.0	1.0	1.0
Chile	1.005304	1.142515	1.005304
Colômbia	1.005156	1.232037	1.005156
Coréia do Sul	1.005130	1.005130	1.005130
Dinamarca	1.035754	1.035754	1.035754
Eslovenia	1.026377	1.028659	1.026377
Espanha	1.051856	1.058696	1.051434
Estados Unidos	1.060362	1.056595	1.056595

**Tabela 12 – Índices de eficiência dos três modelos DEA para os países analisados.
(Conclusão)**

Países	DEA 1	DEA 2	DEA 3
Estônia	1.0	1.0	1.0
Finlândia	1.0	1.0	1.0
França	1.045942	1.046698	1.042882
Grécia	1.083288	1.126652	1.083288
Hungria	1.018845	1.092980	1.018845
Indonésia	1.0	1.0	1.0
Irlanda	1.005763	1.0	1.0
Islândia	1.077840	1.072361	1.072361
Israel	1.088051	1.091048	1.086157
Itália	1.069500	1.069120	1.068503
Japão	1.0	1.0	1.0
Letônia	1.063798	1.075802	1.063798
Luxemburgo	1.081736	1.060190	1.060190
México	1.020051	1.230619	1.020051
Noruega	1.027290	1.027290	1.027290
Nova Zelândia	1.027834	1.031737	1.027551
Países Baixos	1.029862	1.011473	1.009770
Polônia	1.023252	1.031130	1.023252
Portugal	1.047959	1.054410	1.047959
Reino Unido	1.048415	1.048041	1.048041
República Checa	1.0	1.044255	1.0
República Eslovaca	1.084250	1.097903	1.074743
Suécia	1.048753	1.044449	1.044425
Turquia	1.036612	1.158910	1.025417

Fonte: Elaboração própria.

Diante dos resultados apresentados, no próximo tópico será feita as considerações finais a respeito do presente trabalho.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início do trabalho de pesquisa foi constatado que os resultados do Brasil nas provas do (PISA) se mostraram insatisfatórios. O Brasil se encontra entre os países que apresentam os piores desempenhos dos estudantes, implicando em uma preocupação de procurar medidas que possam melhorar a educação brasileira. Uma das medidas muito discutidas é a de aumentar os investimentos em educação para melhorar a qualidade da educação e conseqüentemente o desempenho dos alunos, no entanto, o país passa por um período de descontrole do orçamento público sendo necessária a utilização de uma política fiscal para conter os gastos públicos, essa política limitou o aumento real dos recursos disponibilizados à educação por um período de 20 anos.

Perante a situação descrita, buscou-se nesta monografia estimar a eficiência dos gastos em educação dos países que realizaram a prova do PISA no ano de 2015 e analisar se o Brasil está usando os recursos disponíveis de maneira eficiente.

Para medir a eficiência foi utilizado o método de Análise Envoltória de Dados com retornos variáveis de escala e orientado ao *output*. Foram utilizados como *inputs* as despesas dos países no ensino primário e secundário e como *outputs* os resultados dos países na avaliação do PISA. Três modelos DEA foram utilizados: no modelo DEA 1 foram adotados como *inputs* as despesas por aluno em dólares convertidos usando PPPs, no modelo DEA 2 foram adotados como *inputs* as despesas por aluno expressa em porcentagem do PIB per capita e no DEA 3 utilizou-se como *inputs* a junção dos dois primeiros modelos, em todos os três modelos foram adotados como *outputs* as notas de matemática, leitura e ciências.

Dentre os 37 países analisados, constatou-se no DEA 1 e no DEA 2 havia seis países eficientes e no DEA 3 sete países eficientes, em todos os três modelos o Brasil não só demonstrou ser ineficiente como foi o país com maior ineficiência em todos os três modelos, este resultado da eficiência do Brasil implica em um desperdício de recursos, pois com os recursos disponíveis poderia se elevar o desempenho dos alunos brasileiros em pelo menos 11% quando se olha pelo modelo DEA 1 e DEA3, e 29,21% quando se olha pelo modelo DEA 2.

Um estudo aprofundado sobre como os países eficientes dirigem seu sistema educacional e alocam os recursos disponíveis poderia permitir uma identificação de como melhorar o desempenho educacional dos países ineficientes. Neste estudo buscou-se analisar a eficiência utilizando como variável somente as despesas dos países em educação, entretanto outras diversas variáveis influenciam no desempenho educacional dos alunos.

Outra opção bastante plausível para uma melhor avaliação é o PISA para Escolas, o programa esta começando a ser utilizado no Brasil com aplicação da prova em escolas dentro do estado de São Paulo no ano de 2019. Diferente do PISA, que permite uma comparação entre os países, o PISA para Escolas traz dados de cada unidade de ensino permitindo uma comparação entre as escolas, ou entre os estados dentro do país e também de cada escola ou estado com a média do Brasil e dos demais países, permitindo a realização de estudos mais aprofundados da educação no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. L. H. S. **Avaliação Internacional: concepções inerentes ao PISA e seus resultados no Brasil.** XXVI Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação, p. 1-12, 2013.
- COSTA, E. M. et al. **Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras.** Revista de Economia Contemporânea, v. 16, n. 3, 2012.
- CRUZ, D. F. **Eficiência dos municípios brasileiros em educação, saúde e saneamento por meio do método DEA-Data Envelopment Analysis: uma abordagem comparativa com o ranking de eficiência municipal do jornal Folha de São Paulo.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2018.
- DELGADO, Victor Maia Senna. **Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais: considerações acerca da qualidade a partir da análise dos dados do SICA e do SIMAVE.** Dissertação de Mestrado em Economia. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. Minas Gerais. 2008.
- FAÇANHA, L. O; RESENDE, M.; MARINHO, A. **Brazilian federal universities: relative efficiency evaluation and data envelopment analysis.** Revista Brasileira de Economia, v. 51, n. 4, p. 489-508, 1997.
- GUERREIRO, A. C. F. **Eficiência técnica em cirurgia cardiovascular nos hospitais das capitais do sudeste brasileiro entre 2014 e 2016: abordagem pelo método DEA – Data Envelopment Analysis.** Dissertação de Mestrado em Economia. Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2019.
- INEP, MEC. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros/OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.** São Paulo: Fundação Santillana, 2016. Disponível em < <https://goo.gl/naEkpK> > Acesso em: 29 de outubro de 2019.
- INEP, Instituto Nacional de estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **O que é o PISA.** Disponível em <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/o-que-e-o-pisa/21206> Acesso em: 18 de junho de 2019.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes.** Disponível em < <http://portal.inep.gov.br/pisa> > Acesso em: 09 de jun de 2019.
- LEITE, Á. R. **Trajatória da dívida pública no Brasil: análise de cenários sob a regra do teto dos gastos públicos (PEC 55/241) dentro da estrutura de um modelo DSGE.** Tese de Doutorado em Economia. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.
- MATOS, R, B. **A eficiência técnica das escolas mineiras nos anos iniciais do ensino fundamental em 2015.** 2018. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2018.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development. **Reading performance (PISA)**. Disponível em <<https://data.oecd.org/pisa/reading-performance-pisa.htm#indicator-chart>> Acesso em: 15 de novembro de 2019.

PAULA, L. F; PIRES, M. **Crise e perspectivas para a economia brasileira**. Estudos Avançados, v. 31, n. 89, p. 125-144, 2017.

ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; MARCIO, C. J. **A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos**. Economia Aplicada, v. 16, n. 3, p. 421-443, 2012.

SAVIAN, M. P. G; BEZERRA, F. M. **Análise de eficiência dos gastos públicos com educação no ensino fundamental no estado do Paraná**. Economia & Região, v. 1, n. 1, p. 26-47, 2013.

Senado Notícias. **PEC que restringe gastos públicos é aprovada e vai a promulgação**, 2016. Disponível em <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2016/12/13/pec-que-restringe-gastos-publicos-e-aprovada-e-vai-a-promulgacao>> Acesso em: 02 de novembro de 2019.

SILVEIRA, J. Q; MEZA, L. A. **Identificação de benchmarks e anti-benchmarks para companhias aéreas usando modelos DEA e fronteira invertida**. Production, v. 22, n. 4, p. 788-795, 2012.

SOUSA, M. C. S; RAMOS, F. S. **Eficiência técnica e retornos de escala na produção de serviços públicos municipais: o caso do Nordeste e do Sudeste brasileiros**. Revista brasileira de economia, v. 53, n. 4, p. 433-461, 1999.

WILBERT, M. D; D'ABREU, E. C. C. F. **Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do estado de alagoas**. Advances in Scientific and Applied Accounting, v. 6, n. 3, p. 348-372, 2013.