

EFICIÊNCIA DOS GASTOS PÚBLICOS NOS ESTADOS BRASILEIROS NAS ÁREAS DE SAÚDE, SEGURANÇA E EDUCAÇÃO: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS^{1,2}

Juliana Moreira Gagliardi³

Alexandre Marinho⁴

Luiz Fernando de Paula⁵

Este trabalho avalia a eficiência dos gastos públicos nos 26 estados brasileiros nas áreas de saúde, segurança e educação. Para este propósito, utiliza-se uma abordagem em dois estágios: o primeiro, com uso da metodologia denominada Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA), busca resultados de eficiência relativa; o segundo analisa, a partir de regressões censuradas do tipo Tobit, quais fatores não discricionários estariam influenciando os escores de eficiência. Além disso, compara aplicações distintas da DEA para uma análise feita de forma agregada, construindo, para tanto, o Indicador de Desempenho do Setor Público (IDSP).

Palavras-chave: eficiência econômica; gastos públicos; Data Envelopment Analysis; DEA; regressões Tobit.

EFFICIENCY IN PUBLIC EXPENDITURES IN THE BRAZILIAN STATES IN THE AREAS OF HEALTH, SECURITY AND EDUCATION: A DATA ENVELOPMENT ANALYSIS APPROACH

This paper assesses the efficiency in public expenses in the 26 Brazilian states in the areas of health, security and education. For this purpose, an approach in two steps is applied: the first, with the use of the methodology Data Envelopment Analysis – DEA, seeks to generate the results of relative efficiency; the second, by using censored regressions of the Tobit type, which non-discretionary factors would be influencing the efficiency scores. Furthermore, this work compares distinct applications of DEA in order to make an aggregate analysis, with the use of the Index of Performance of Public Sector (IPPS).

Keywords: economic efficiency; public expenditures; Data Envelopment Analysis; DEA; Tobit regressions.

JEL: C54; D61; H75; H76.

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ppe53n1art5>

2. Os autores agradecem os valiosos comentários de um parecerista anônimo. Todos os eventuais erros e omissões remanescentes são de nossa inteira responsabilidade.

3. Doutoranda em economia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar/Face/UFMG). *E-mail:* julianagagliardi@gmail.com.

4. Técnico de planejamento e pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e professor associado da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FCE/UERJ). *E-mail:* alexandre.marinho@ipea.gov.br.

5. Professor doutor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ) e professor voluntário do Instituto de Estudos Sociais e Políticos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Iesp/Uerj). *E-mail:* luiz.fpaula@ie.ufrj.br.

1 INTRODUÇÃO

A importância da política fiscal e seus desdobramentos relativos ao comportamento da economia, seja na condução de política macroeconômica ou nos aspectos sociais, é notória. A partir dos anos 2000, essa importância foi ressaltada com a entrada em vigor da Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF – Lei Complementar nº 101/2000), a qual alterou a atuação de todas as esferas governamentais em relação ao comportamento contábil. A referida lei tem como principais objetivos promover a disciplina fiscal e a transparência da gestão pública, pois estabelece limites ao endividamento e aos gastos públicos, bem como formaliza critérios de prestação das contas.

Observa-se que, também neste período, houve um crescimento da importância do papel dos governos na esfera social, com a adoção de políticas públicas e consequente ampliação de gastos públicos nesta esfera. Nesse contexto, um aspecto legal de grande relevância é a elevação do princípio da eficiência a princípio constitucional regente da administração pública, com a Emenda Constitucional nº 19, de 1998, que modificou o art. 37 da Constituição (Brasil, 1998).

Importa, neste momento, diferenciar o conceito de efetividade e eficiência: enquanto *efetividade* significa alcançar os objetivos pretendidos, sem analisar a forma pelo qual eles foram atingidos; *eficiência, grosso modo*, atrela-se ao fato de se alcançar um objetivo realizando-o da melhor maneira possível, dadas as condições disponíveis.⁶ Trabalha-se aqui, portanto, com o conceito de eficiência. Sendo assim, ao se analisar a eficiência dos gastos nos estados, procura-se entender quais deles, ao serem comparados, tiveram os melhores resultados nas áreas de saúde, segurança e educação, dada a realização dos seus gastos.

A escolha das áreas mencionadas neste trabalho fundamenta-se no grande impacto social que possuem, visto que são alicerces básicos para a qualidade de vida dos cidadãos, e no fato de serem esferas nas quais os estados da Federação possuem importante participação direta, apesar de não única.

Tomar os estados brasileiros como objeto de análise justifica-se pela possibilidade de analisar sistemas de saúde, de segurança e de educação mais semelhantes entre si – guardadas as devidas singularidades estaduais – do que quando esta comparação é feita entre países. Outro aspecto que direcionou tal escolha é que o montante de gasto *per capita* da União é inferior à média do gasto estadual *per capita* nas áreas recortadas.

6. Em um sentido estrito, uma unidade produtiva é eficiente no sentido de Pareto-Koopmans se um aumento em qualquer *output* requer a redução da quantidade de pelo menos um outro *output* ou o aumento da quantidade de pelo menos um *input*, e se a redução de qualquer *input* requer um aumento da quantidade de pelo menos um outro *input* para manter as quantidades de todos os *outputs*, ou a redução da quantidade de pelo menos um *output*. Um produtor tecnicamente ineficiente poderia produzir as mesmas quantidades de todos os *outputs* utilizando menor quantidade de pelo menos um *input*, ou utilizar as mesmas quantidades de todos os *inputs* para produzir mais de pelo menos um *output*.

Muitos são os trabalhos que utilizam a análise de fronteira – paramétrica ou não paramétrica – para estudar a eficiência dos gastos, sobretudo a eficiência de serviços públicos. Na literatura internacional, encontram-se alguns destes, os quais investigaram o desempenho público de forma agregada, tendo países ou governos locais como parâmetro de análise. Afonso, Schuknecht e Tanzi (2005) e Afonso e Kazemi (2016) analisaram a eficiência do setor público em países industrializados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) a partir da formulação de uma *proxy*, que é o resultado da junção de diversos indicadores que refletem o desempenho do governo em suas principais funções. Esta *proxy*, chamada de Indicador de Desempenho do Setor Público (IDSP), é capaz de sintetizar características econômicas, sociais e administrativas. A partir disso, calcularam o Índice de Eficiência do Setor Público (IESP) e em seguida utilizaram a metodologia de fronteira não paramétrica.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Afonso, Romero e Monsalve (2013) analisaram a eficiência do setor público em 23 países da América Latina e Caribe no período 2001-2010, de forma agregada. A fim de explicarem os escores obtidos na Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA), identificaram a influência dos fatores não discricionários através de regressões censuradas do tipo Tobit.

Kyriacou, Gallo e Sagalés (2015) buscaram analisar a eficiência da despesa pública e da tributação para fins de distribuição de renda em um painel de 27 países, numa amostra que incluiu economias desenvolvidas ou em desenvolvimento, compreendendo os anos de 1984 a 2012, e procuraram entender quais variáveis exógenas seriam capazes de explicar as diferenças dos resultados entre os países.

Em uma abordagem regionalizada, onde os trabalhos destinam-se a analisar governos locais, encontra-se a pesquisa de Kutlar, Bakirci e Yuksel (2012), os quais analisaram a eficiência das despesas públicas para 37 municípios turcos. Além da metodologia DEA, utilizaram o índice de Malmquist. Já Yusufany (2015) avaliou a eficiência de cidades da Indonésia, divididas em seis regiões em 2010, utilizando a metodologia em duas etapas.

A partir de um arcabouço metodológico similar, Agasisti, Dal Bianco e Griffini (2015) analisaram a prestação de serviços essenciais nos municípios italianos em uma região mais populosa, a Lombardia, para os anos 2010, 2011 e 2012. Também analisando os municípios italianos, Lo Storto (2016) avaliou a eficiência de custos para uma amostra de 108 municípios para 2013. Ocupando-se do governo local português, há os trabalhos de Afonso e Fernandes (2006) e Cordero *et al.* (2017), que utilizaram a DEA como ferramenta para obter os escores de eficiência.

Diferentemente dos trabalhos citados, Geys, Heinemann e Kalb (2013), utilizando análise paramétrica de fronteira estocástica, avaliaram a eficiência dos

gastos de 1.021 municípios alemães localizados no estado de Baden-Württemberg, na provisão de serviços públicos como educação, infraestrutura e serviços sociais, em 2000.

Na literatura nacional são escassos os trabalhos que analisam a eficiência do setor público de forma agregada. Destaca-se, porém, o trabalho de Ribeiro (2008), o qual buscou comparar o desempenho do Brasil com outros dezesseis países da América Latina. Para tal, baseou-se no trabalho de Afonso, Schuknecht e Tanzi (2005). Os resultados apresentam o Brasil abaixo da média quanto à eficiência dos gastos e em torno da média na avaliação dos serviços.

Nacionalmente é predominante na literatura a abordagem desagregada para analisar a eficiência do setor. Na área da *educação*, Zoghbi *et al.* (2009) analisaram o desempenho e a eficiência dos gastos públicos para os níveis fundamental e médio nos estados brasileiros em 2003. Para tanto, realizaram uma adaptação da metodologia do IDSP, sintetizando indicadores sociais de cunho quantitativo e qualitativo de forma atrelada às questões da educação e, assim, cruzando com os gastos na educação por estado, aplicaram a metodologia Free Disposal Hull (FDH).

Scherer *et al.* (2016), por sua vez, analisaram a eficiência dos gastos públicos em educação básica nos estados brasileiros para 2009, utilizando a metodologia DEA. Como resultado, constaram que apenas um estado, o Ceará, era eficiente. Já Silva e Almeida (2012) buscaram mensurar a eficiência dos municípios do estado do Rio Grande do Norte para 2005 e entender os fatores que influenciariam os resultados de eficiência. Utilizaram as metodologias DEA e FDH e estimaram uma função de ineficiência dos gastos a partir de um modelo Tobit.

Por fim, Scherer *et al.* (2019) buscaram medir o grau de eficiência dos estados brasileiros na alocação dos gastos públicos com educação no ensino fundamental de 2013, através do uso da metodologia DEA, verificando a relação entre os gastos efetuados nesse setor e índices de professores com ensino superior, com os Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), taxas de aprovação, reprovação e abandono escolar. Os resultados demonstraram que no ensino fundamental apenas um estado obteve o nível de eficiência máxima (3,70% da amostra), cinco estados obtiveram um alto grau de eficiência (18,52% da amostra), seis estados apresentaram um bom grau de eficiência (22,22% da amostra), treze estados apresentaram um médio grau de eficiência (48,15% da amostra) e dois estados apresentaram um baixo grau de eficiência (7,41% da amostra).

Ainda na área de educação, alguns trabalhos buscaram analisar a eficiência das escolas, e não dos gastos, para municípios e estados brasileiros, tais como Trompieri Neto *et al.* (2014), Araújo Júnior *et al.* (2016), Carvalho e Souza (2014) e Delgado (2007).

Em relação à eficiência do *sistema de saúde* do Brasil, Marinho, Cardoso e Almeida (2012) utilizaram a metodologia de fronteira estocástica em um painel para os anos 2004, 2005 e 2006. Os resultados obtidos indicaram um bom desempenho do Brasil em relação aos demais países em termos de custo-efetividade. Todavia, o trabalho frisou que eficiência não implica, necessariamente, efetividade.

Garmatz, Sirena e Vieira (2021), por sua vez, analisaram a eficiência técnica dos hospitais de ensino do Brasil com dados de 2017, utilizando a DEA, e encontraram que doze hospitais ficaram localizados na fronteira de eficiência, ou seja, foram relacionados como eficientes na maximização dos *outputs* (produtos), e dezessete ficaram abaixo. Outros trabalhos buscaram analisar a eficiência do setor de saúde, tal como Marinho e Cardoso (2007) e Anjos, Costa e Campello (2011).

Na área da *segurança*, Silveira *et al.* (2016) calcularam e analisaram o nível de eficiência dos gastos públicos na função de segurança pública dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal para o período 2011-2014, utilizando a DEA. Os resultados indicam que dois estados estiveram na fronteira de eficiência em todos os anos de análise: Piauí e Santa Catarina. O pior resultado em toda a série analisada foi do Espírito Santo em 2011, enquanto o Rio Grande do Norte obteve o pior resultado na média geral dos anos analisados. Em Castanheira (2011), foi analisada a relação entre gasto público e criminalidade nos estados brasileiros no período 2005-2008, objetivando avaliar tanto a eficiência como a efetividade. Como conclusão obteve que, ao olhar para regiões nacionais, o Sul apresentou-se como o mais eficiente, enquanto o Sudeste foi o menos eficiente.

Este trabalho visa analisar empiricamente a eficiência relativa dos gastos dos 26 estados brasileiros nas áreas de saúde, segurança e educação para 2015. Para tanto, analisa-se quais estados conseguem retornar o melhor desempenho nas áreas supracitadas, dado os desembolsos relativos a cada uma dessas áreas, gerando um *ranking*. Busca-se identificar quais fatores não discricionários são determinantes para explicar as discrepâncias encontradas.

A metodologia da pesquisa perpassa dois estágios: a análise de fronteira não paramétrica DEA e regressões censuradas do tipo Tobit. Efetua-se, então, uma comparação entre maneiras distintas de se obter os escores de eficiência a partir da metodologia DEA. A primeira delas é utilizar uma medida de desempenho agregada como *input*, criando um indicador – IDSP – baseado em Afonso, Schuknecht e Tanzi (2003); a segunda é utilizar os indicadores desagregados, os mesmos que foram utilizados na construção do indicador anterior, como *inputs* distintos numa modelagem DEA tradicional; e, por fim, a terceira utiliza um modelo de eficiência direcional, conhecido na literatura (ver, por exemplo, o capítulo 3 de Bogetoft e Otto, 2015) como modelos de *bad outputs* (ou *undesirable outputs* ou *unwanted outputs*), que visam maximizar bons *outputs* e minimizar maus *outputs*. Essa estratégia

busca melhorar o poder de análise e de discriminação desse indicador agregado e contribuir para a literatura nacional, visto que são escassos os trabalhos que analisam desempenho público estadual de forma agregada.

Este texto está dividido em três capítulos, além desta introdução: a seção 2 detalha a metodologia e dados que foram utilizados no trabalho empírico; a seção 3, por sua vez, efetua uma análise dos resultados obtidos; por fim, a seção 4, com os comentários finais, sintetiza o trabalho.

2 METODOLOGIA E DADOS

2.1 O IDSP

Tomando como base Afonso, Schuknecht e Tanzi (2003; 2006), o IDSP tem como função captar o desempenho deste setor nos âmbitos nacional, estadual ou municipal, de modo a agregar fatores macro e microeconômicos.

Admitindo-se que o IDSP dependa de diferentes indicadores, $IDSP_{ij}$ é uma função dos indicadores escolhidos. Então, para i países e j áreas do governo que determinam o desempenho do país, a equação que sintetiza o indicador pode ser representada da seguinte forma:

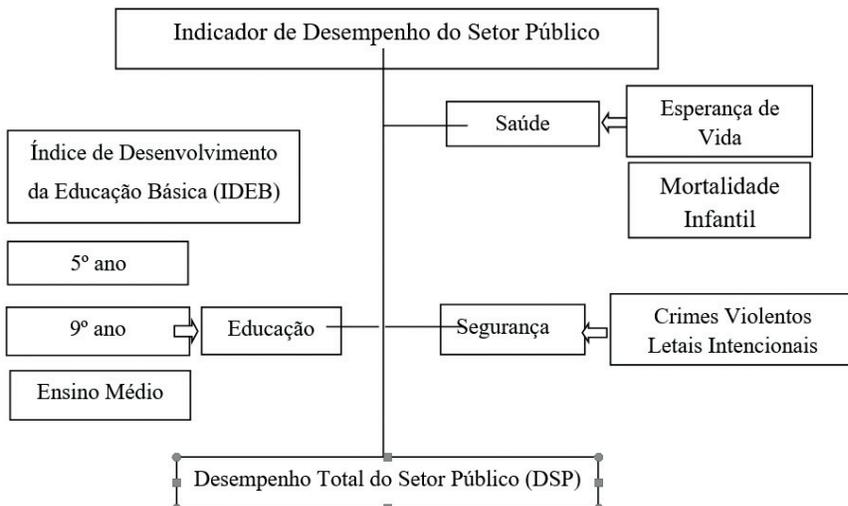
$$IDSP_i = \sum_{j=1}^n IDSP_{ij}. \quad (1)$$

Com isso, é intuitivo deduzir que a melhoria do desempenho do setor público está diretamente atrelada à melhoria dos indicadores utilizados.

Assim, a proposta deste trabalho é baseada na metodologia citada, cujo objetivo é construir um IDSP para as áreas de análise, por meio de uma adaptação compatível com os dados disponíveis e o nível de agregação desejável. A administração dos três subindicadores do recorte é de competência dos estados. Cada subindicador receberá pesos equivalentes. A figura 1 apresenta um quadro resumido do indicador proposto e suas variáveis.⁷

7. As variáveis escolhidas são aquelas bastante utilizadas na literatura para avaliar os três setores aqui analisados e que também tenham séries de dados disponíveis. Para mais detalhamento, ver subseção 2.4.

FIGURA 1
IDSP proposto



Fonte: Afonso, Schuknecht e Tanzi (2003; 2006).

Elaboração dos autores.

Obs.: Ilustração cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Quanto aos pesos dos indicadores, foram atribuídos de forma equânime por subárea e grande área. Deste modo, *esperança de vida* e *mortalidade infantil* representam cada um 50% do indicador de saúde; *crimes violentos letais intencionais* representa 100% do indicador de segurança; na área de educação, cada nível de ensino – quinto ano, nono ano e ensino médio – representa 33,33%. Em seguida, as grandes áreas (saúde, segurança e educação) correspondem, cada uma, a 33,33% do IDSP. É importante destacar que, antes do cômputo das médias, foram feitas normalizações nos dados, considerando os possíveis graus de dispersões diferentes entre os indicadores selecionados.

2.2 DEA

A DEA é um modelo de programação matemática pautado em fundamentos microeconômicos da teoria da produção, que visa construir uma fronteira de eficiência e analisar relativamente as unidades tomadoras de decisões (*decision making units* – DMUs) a partir da geração de escores. As contribuições iniciais desta modelagem têm origem no trabalho de Farrell (1957), mas é em Charnes, Cooper e Rhodes (1978) que de fato consolida-se. Este trabalho objetivava aplicar esta metodologia no setor público, mais especificamente na área de educação, analisando o desempenho comparativo das escolas americanas diante do Follow Through (programa educacional federal em escolas públicas primárias dos Estados Unidos).

A DEA é um modelo não paramétrico que avalia a eficiência de diversas DMUs com objetivos semelhantes, e que escolhem, de modo independente, as quantidades de *inputs* (insumos) utilizados e de *outputs* (bens ou serviços) produzidos. Por meio da comparação da alocação de cada uma das DMUs, determinam-se índices de eficiência relativa.

Além de bem aceita na literatura nacional e internacional, esta metodologia é capaz de contornar dois problemas recorrentes ao se analisar eficiência em economia. O primeiro é a dificuldade de precificação dos *inputs* e *outputs*, a qual habitualmente acontece ao se analisar eficiência do setor público. A DEA permite calcular a eficiência técnica medida pela distância que a DMU se encontra da isoquanta correspondente, e que independe de preços. Os preços de insumos e produtos são essenciais para o cálculo da eficiência alocativa, que a DEA também pode calcular, medindo a distância da posição da DMU para a isocusto. Essas questões serão detalhadas mais adiante. O segundo problema contornado pela DEA é o desconhecimento de uma função de produção em diversos setores onde o setor público costuma atuar, como educação, saúde e segurança pública, que são objetos deste trabalho. Sua abordagem não paramétrica permite maior flexibilidade em comparação com abordagens paramétricas, pois assume poucas hipóteses comuns em teoria da produção – o conjunto de produção é fechado e convexo, existe livre disponibilidade de *inputs* e *outputs*, e assume-se algum tipo de retorno de escala – sobre o comportamento dos dados, não implicando a exigência de uma fronteira dos gastos públicos previamente definida.

São dois os modelos clássicos da DEA. O primeiro, cujo precursor foi o artigo seminal de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), modelo conhecido como CCR ou CRS (*constant returns to scale*), considera retornos constantes de escala. O segundo, desenvolvido posteriormente por Banker, Charnes e Cooper (1984) – BCC, ou ainda VRS (*variable returns to scale*) –, considera retornos variáveis de escala.

Os retornos de escala examinam a variação na quantidade produzida quando os fatores de produção variam nas mesmas proporções. Quando há uma variação da produção na mesma proporção da variação dos fatores de produção, caracterizam-se os *retornos constantes de escala*; se a variação da produção for proporcionalmente maior (menor) do que a dos fatores, tem-se *retornos crescentes* (decrescentes) *de escala*.

Para qualquer que seja o retorno de escala e, por conseguinte, a fronteira, sua determinação é feita a partir de um problema de programação linear, resolvido para cada DMU analisada. A partir desta análise conjunta, há a formação de uma fronteira determinada pelas DMUs eficientes.

Além da escolha do modelo utilizado, é necessário definir a orientação da função objetivo do modelo. Modelos orientados aos *inputs* objetivam minimizar a quantidade de insumos utilizados dado um nível de *output*, enquanto modelos *outputs* orientados buscam maximizar a saída de produtos dada uma quantidade de

inputs. Existem modelos mistos, e também modelos nos quais é possível especificar a direção de expansão de cada *input* e de cada *output*.

Conformando-se à literatura, como em Castanheira (2011), propõe-se neste trabalho a utilização de um modelo BCC orientado ao *output*, visto que se espera a maximização dos indicadores sociais na área de saúde, segurança e educação, considerando o montante de gastos dos estados e entendendo que não devem ser minimizados os desembolsos públicos nessas áreas, por considerar, inclusive, que existem demandas sociais não atendidas nos referidos setores: grandes filas em saúde; vastas quantidades de crimes não solucionados; e crianças e jovens fora das escolas e com ensino de baixa qualidade em muitas situações. Este trabalho utiliza modelos com retornos de escala variáveis, uma vez que existem heterogeneidades consideráveis entre os estados brasileiros e não há razão *a priori* para admitir que todos operem com retornos constantes de escala. A seguir serão apresentados os problemas de otimização referentes ao modelo utilizado.

Sabendo que:

- X é uma matriz de *inputs* com dimensão n por j e com colunas x_j ;
- Y é uma matriz *outputs* com dimensão m por j e com colunas y_j ;
- x_0 é o vetor de *inputs* e y_0 é o vetor de *outputs* de cada uma das k DMUs em avaliação;
- θ é a medida de expansão radial (equiproporcional) dos *outputs* ou de redução dos *inputs*;
- λ é um vetor de pesos para as combinações convexas das DMUs com dimensão j por um;
- s^- e s^+ são vetores relacionados aos *slacks* (excessos de *inputs* e folgas dos *outputs*, respectivamente), com dimensões $n \times 1$ e $m \times 1$;
- ε representa uma constante positiva infinitesimal; e
- v e u são vetores de parâmetros, em cada DMU, que representam os pesos dos *inputs* n e *outputs* m , respectivamente,

Primal (forma de envoltória) com orientação para *outputs*

$$\text{Max } Z_j = \theta + \varepsilon \vec{1}s^+ + \varepsilon \vec{1}s^-$$

$$\text{s.a. } \theta y_0 - Y\lambda + s^+ = 0$$

$$X\lambda - x_0 + s^- = 0$$

$$\vec{1}\lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

Dual (forma dos multiplicadores) com orientação para *outputs*

$$\text{Min } Q_j = v^t x_0 + w_j$$

$$\text{s.a. } u^t y_0 = 1$$

$$v^t X - u^t Y + w_i \vec{1} \geq 0$$

$$u^t \geq \varepsilon \vec{1}; v^t \geq \varepsilon \vec{1}$$

w_i é livre.

Uma DMU será considerada eficiente quando não for possível expandir o *output* (dada a orientação do modelo apresentado) e não houver excessos e folgas, o que analogamente significa: $\theta = 1$, s^+ e s^- nulos. A imposição de retornos variáveis de escala é feita com a introdução, no Primal, da restrição $\vec{1}\lambda = 1$. Essa restrição tem como contrapartida, no Dual, o fato de o parâmetro w_i ter sinal livre, o que não ocorreria em um modelo com retornos constantes de escala onde w_i é identicamente nulo, determinando que o hiperplano determinado pela função objetivo passe sempre pela origem dos eixos cartesianos.

2.3 Variáveis não discricionárias e regressões Tobit

Existem fatores exógenos que afetam as eficiências das DMUs e tais fatores não estão no controle dos tomadores de decisão, ou seja, existem variáveis exógenas que influenciam nos escores de eficiência, sendo estas conhecidas na literatura como não discricionárias ou ambientais. Neste trabalho, as hipóteses levantadas que podem representar as variáveis não discricionárias são: produto interno bruto (PIB), densidade demográfica, corrupção e coligação partidária, de acordo com os motivos à frente expostos.

Uma metodologia bastante utilizada para verificar quais variáveis estão afetando o resultado é o modelo de dois estágios, em que no primeiro estágio realiza-se o procedimento da DEA, obtendo os escores de eficiência, e em seguida realizam-se regressões, onde os escores obtidos são as variáveis dependentes e as variáveis exógenas são as explicativas. Como colocado por Gonçalves e França (2013), as regressões Tobit tendem a ser melhores frente às demais regressões devido ao fato de os valores dos modelos de DEA *output* orientados, usando distância de Farrell, serem censurados à esquerda na unidade (1,00), como no presente caso. Há um debate em curso na literatura sobre qual é o melhor modelo de regressão a ser eventualmente usado (ver, a esse respeito, Simar e Wilson, 2011; e Banker, Natarajan e Zhang, 2019), mas os modelos Tobit têm sido os mais usados.⁸

8. Trata-se da existência de correlação, vieses e desconhecimento do processo de geração de dados subjacentes aos escores, problemas esses que demandam cautelas no uso de regressões usuais, como Tobit e mínimos quadrados ordinários (MQO). Esse problema é debatido em Simar e Wilson (2011), trabalho que é fortemente contestado em Banker, Natarajan e Zhang (2019).

As regressões Tobit podem ser expressas pela seguinte equação:

$$Y_i^* = \beta^* X_i + \varepsilon_i, \quad (2)$$

com as seguintes possibilidades:

$$Y_i = 1 \text{ se } Y_i^* \leq 1 \quad (3)$$

$$Y_i = Y_i^* \text{ se } Y_i^* > 1, \quad (4)$$

em que Y_i^* são os escores de eficiência, β^* é um parâmetro desconhecido, X_i são vetores que hipoteticamente estão relacionados com a eficiência, e ε_i é o termo de erro.

Conforme as possibilidades acima, a censura está sendo realizada em torno de 1. Portanto, utiliza-se a eficiência obtida nos modelos *output* orientado, estando os valores no intervalo de [0, 1].

A regressão Tobit utilizada neste trabalho pode ser descrita na equação seguinte:

$$\text{Eficiência}_i^* = \beta_1 \text{PIB}_i + \beta_2 \text{DensidadeDemográfica}_i + \beta_3 \text{Corrupção}_i + \text{coligação}_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

As hipóteses a serem testadas estão descritas a seguir.

- 1) Quanto maior o PIB, mais eficientes tendem a ser os gastos dos estados, correspondendo ao que Ribeiro (2008) e Almeida (2012) propuseram. Sendo o PIB um indicador que representa a renda da população e o nível de desenvolvimento dos estados, aqueles com uma renda mais alta teriam, hipoteticamente, uma alocação de gastos mais eficiente.
- 2) A densidade demográfica permite analisar se o tamanho territorial e o tamanho da população influenciam no grau de eficiência. A hipótese de Souza e Ramos (1999) e Souza, Cribari-Neto e Stosic (2005) é de que esta densidade é positivamente relacionada com a eficiência, ou seja, estados mais densos tendem a ser mais eficientes, o que estaria sendo explicado por economias de escala. Diferentemente, Marinho *et al.* (2020) indicam que a relação entre eficiência e densidade poderia ser inversa devido a problemas sanitários causados por aglomerações populacionais (grande suscetibilidade às epidemias), embora a concentração populacional também possa favorecer o aproveitamento de economias de escala nas instalações de saúde e de educação.
- 3) De forma inversa, espera-se que, quanto maior o nível de corrupção, menor a eficiência do estado. Esta variável será analisada a partir de uma *proxy*, que indica o nível de transparência do estado, sendo baseado no trabalho de Afonso, Romero e Monsalves (2013), os quais mostraram que a transparência é positivamente relacionada com a eficiência.

- 4) Silveira e Almeida (2012) analisaram o cenário de coligação entre os governos municipais e estaduais, no qual se indicou que há uma relação inversa entre tal coligação e eficiência. Baseado nisso, este trabalho tem como hipótese preliminar que, quando governos estaduais estão coligados com o governo federal, tendem a ser menos eficientes, provavelmente porque se acomodam com a possibilidade de se beneficiarem do ente governamental superior.

2.4 Dados e fontes

A escolha de quais indicadores utilizar para análise da eficiência dos gastos dos estados brasileiros é necessária para encontrar as melhores *proxies* que serão empregadas nos modelos e obter resultados mais próximos da realidade, com melhor teor explicativo. O ano de análise deste trabalho é 2015, escolhido em razão da disponibilidade de indicadores, de maneira que se priorizou a completude e atualidade das informações. O programa utilizado é o R-Studio do R Core Team (2016), com os *softwares* referidos em Bogetoft e Otto (2015), Oh e Suh (2013) e Keliber e Zeiles (2008).

Para *input* do modelo, foram utilizados os gastos médios dos últimos cinco anos até o ano base da análise (2011 a 2015) de cada estado, relativo às funções de saúde, segurança e educação. A escolha de um período maior de anos ocorre porque os *outputs*, ou seja, o produto da eficiência dos gastos, não ocorre de imediato, e assim evita-se enviar o indicador por possíveis momentos de precipitação de gastos. Foram utilizados os gastos referentes à despesa liquidada,⁹ os quais se referem às despesas que foram oficializadas.

Os indicadores utilizados como *outputs* relativos à área de saúde são: *taxa de mortalidade infantil e esperança de vida*, baseado no trabalho de Marinho, Cardoso e Almeida (2012), os quais os apresentam como clássicos, tanto nacionalmente quanto internacionalmente. A taxa de mortalidade infantil corresponde ao número de óbitos de menores de 1 ano de idade por mil nascidos vivos em determinado espaço geográfico e em determinado ano. Já a esperança de vida é referente ao número médio de anos de vida esperados para um recém-nascido, mantido o padrão de mortalidade existente em determinado espaço geográfico no ano considerado.

Ao analisar a eficiência dos gastos estaduais referentes à função saúde, encontrou-se um problema: como discriminar a qual esfera de governo competem os desempenhos alcançados. O Sistema Único de Saúde (SUS), que é o sistema público de saúde brasileiro, é organizado de modo que os governos federais,

9. De acordo com a Controladoria-Geral da União (CGU), despesa liquidada é o segundo estágio da despesa orçamentária. A liquidação da despesa é, normalmente, processada pelas Unidades Executoras ao receberem o objeto do empenho (o material, serviço, bem ou obra).

estaduais e municipais atuem conjuntamente, cada um com sua participação nas ações de saúde e no seu financiamento. Sabe-se que os municípios desempenham grande parte desse papel e, conseqüentemente, um significativo montante de verbas municipais é destinado a essa função. Todavia, constatou-se também que as despesas liquidadas dos estados na função saúde estão entre as mais altas despesas por função de cada estado. Por isso, optou-se, por prudência, incluir na análise da eficiência dos gastos estaduais a função saúde, apesar do problema citado. Ciente dessa problemática, é de suma importância destacar que as variáveis estabelecidas como resultados do desempenho em tal área funcionam como *proxies* e não refletem exclusivamente o desempenho dos estados, mas antes o desempenho *nos* estados.

Na área de segurança, escolheu-se a utilização de um único indicador que representasse o número de homicídios, isto é: *crimes violentos letais intencionais* (taxa para cada 100 mil habitantes). Este indicador agrega homicídios dolosos, latrocínio e lesão corporal seguida de morte. A escolha deste indicador recai sobre a busca por dados que consigam ser registrados com maior precisão quando comparados com os demais indicadores de segurança disponíveis, como roubo ou furto (Cerqueira, 2010).

Na esfera da educação, foi utilizado o Índice de Desempenho da Educação Básica (Ideb) com as notas da Prova Brasil. O Ideb é elaborado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) como um instrumento de avaliação das escolas nacionais a partir do fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações, mais especificamente, a partir dos dados sobre aprovação do Censo Escolar e das médias de desempenho no Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). Esse sistema de avaliação é utilizado em diversos trabalhos na literatura na área de educação, bem como em Scherer *et al.* (2016). Considerou-se o valor do Ideb para o quinto ano, nono ano e ensino médio, relativo às escolas públicas de competência estadual.

O quadro 1 apresenta um breve resumo dos dados supracitados, bem como suas fontes e o ano de coleta de tais indicadores.

QUADRO 1

Descrição das variáveis utilizadas como *inputs* e *outputs* nos modelos DEA

<i>Input</i>			
	Dado	Fonte	Ano
	Despesa liquidada (por função)	Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi)/Tesouro Nacional	2011 a 2015 (média)
<i>Outputs</i>			
	Dado	Fonte	Ano
Saúde	Esperança de vida ao nascer	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	2015
	Taxa de mortalidade infantil	IBGE	2015
Segurança	Crimes violentos letais intencionais (por 100 mil habitantes)	Fórum de Segurança	2015
Educação	Ideb (5º ano)	Ideb/Inep	2015
	Ideb (9º ano)	Ideb/Inep	2015
	Ideb (ensino médio)	Ideb/Inep	2015

Elaboração dos autores.

Para o segundo estágio da análise, foram escolhidas quatro variáveis explicativas que podem afetar a eficiência dos gastos públicos estaduais: *PIB*, *densidade populacional*, *corrupção* e *coligação entre governos federal e estadual*. O embasamento para a escolha de cada uma delas pode ser entendido conforme descrito a seguir.

- 1) *PIB*: é um indicador que representa a renda da população de cada estado e, em certa medida, o nível de desenvolvimento socioeconômico.
- 2) *Densidade populacional*: esta variável procura analisar como o tamanho territorial e da população pode influenciar no grau de eficiência do gasto público, visto que há uma discrepância nesse aspecto nos estados brasileiros.
- 3) *Corrupção*: para analisar o nível de corrupção utiliza-se uma *proxy*, o Índice de Transparência,¹⁰ formulado pela CGU. Esta escolha foi feita com base no trabalho de Afonso, Romero e Monsalve (2013), que utilizou o Índice de Percepção de Corrupção (Corruption Perceptions Index) da Transparência Internacional (Transparency International).

10. É um índice composto de doze quesitos que cobrem aspectos da regulamentação do acesso à informação e a existência e funcionamento do Serviço de Informação ao Cidadão (SIC). Para a sua construção, são realizados quatro pedidos de acesso a informação, sendo três voltados para assuntos das principais áreas sociais: saúde, educação e assistência social. A quarta solicitação é relativa à regulamentação do acesso a informação pelo ente avaliado, servindo inclusive como uma pergunta de segurança para a mensuração realizada sobre a existência do normativo local. A fonte é o Portal da Transparência/CGU.

- 4) **Coligação:** visando analisar se estados que possuem partidos políticos coligados ao partido do governo federal, no ano analisado, são mais eficientes quanto ao gasto, foi criada uma *dummy*, adotando o valor 1 para casos positivos e 0 para negativos.

No quadro 2 estão apresentados os indicadores utilizados para analisar as variáveis exógenas, bem como suas respectivas fontes e ano de observação.

QUADRO 2

Descrição das variáveis não discricionárias utilizadas para regressões Tobit

Variáveis não discricionárias	Fonte	Ano
PIB	IBGE	2015
Densidade demográfica	Censo Demográfico 2010/IBGE	2010
Índice de Transparência	Portal da Transparência/CGU	2015
Coligação federal/estadual	Elaboração própria	2015

Elaboração dos autores.

3 RESULTADOS

3.1 IDSP

O IDSP procura sintetizar informações referentes às três áreas analisadas neste trabalho. A tabela 1 sistematiza os diferentes indicadores estaduais em 2015, apresentando o valor padronizado para cada área separadamente e, em seguida, o IDSP final. Os resultados estão organizados em ordem decrescente em relação aos valores do IDSP.

Analisando cada área separadamente, percebe-se que, nas três áreas – saúde, segurança e educação –, os estados da região Sul e Sudeste são predominantes entre os dez primeiros mais bem colocados, além do Mato Grosso do Sul. No que se refere à segurança, apesar de os estados do Sudeste estarem entre os dez primeiros, o estado do Espírito Santo possui um indicador ruim quando comparado com os demais estados próximos no *ranking* do IDSP. Sergipe e Alagoas são destacados negativamente no pior desempenho para educação e entre os piores nas demais áreas (saúde e segurança).

No que se refere ao IDSP total, mantém-se a predominância dos estados do Sul e Sudeste, além de Roraima, Mato Grosso do Sul, Piauí, Acre e Tocantins, com resultados acima da média de desempenho nacional. Já São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais apresentam as três melhores colocações de forma decrescente, respectivamente. Constata-se que os piores estados no IDSP estão entre os piores estados em ao menos duas das três áreas analisadas, que são Sergipe e Alagoas. Cabe ainda destacar o estado do Ceará que, apesar de estar entre os melhores na área de

educação, teve seu indicador de desempenho abaixo da média nacional, puxado sobretudo pelo indicador de saúde, que se encontra entre os cinco piores nacionais.

TABELA 1
Resultados do IDSP, por área e total (2015)

Estado	Indicador de desempenho por área			IDSP
	Educação	Saúde	Segurança	
São Paulo	1,205	1,241	2,738	1,728
Santa Catarina	1,122	1,300	2,106	1,509
Minas Gerais	1,141	1,160	1,304	1,202
Paraná	1,128	1,271	1,190	1,196
Roraima	0,986	0,900	1,610	1,165
Rio Grande do Sul	1,027	1,260	1,095	1,127
Mato Grosso do Sul	1,049	1,012	1,190	1,084
Rio de Janeiro	1,006	1,126	1,053	1,061
Espírito Santo	1,067	1,319	0,740	1,042
Piauí	0,942	0,849	1,304	1,032
Acre	1,081	0,912	1,095	1,029
Tocantins	0,978	0,941	1,095	1,005
Goiás	1,176	0,977	0,637	0,930
Rondônia	1,040	0,838	0,883	0,920
Pernambuco	1,044	1,045	0,652	0,914
Amazonas	1,081	0,872	0,760	0,905
Ceará	1,073	0,980	0,608	0,887
Mato Grosso	1,046	0,922	0,668	0,878
Maranhão	0,912	0,801	0,855	0,856
Paraíba	0,876	0,922	0,720	0,839
Amapá	0,893	0,808	0,760	0,821
Rio Grande do Norte	0,844	0,987	0,595	0,809
Bahia	0,841	0,898	0,684	0,808
Pará	0,845	0,912	0,622	0,793
Sergipe	0,786	0,918	0,498	0,734
Alagoas	0,810	0,830	0,537	0,726
Estatísticas descritivas				
Média	1,000	1,000	1,000	1,000
Mínimo	0,786	0,801	0,498	0,726
Máximo	1,205	1,319	2,738	1,728
Variância	0,014	0,027	0,263	0,053

Elaboração dos autores.

3.2 Eficiências estaduais a partir de modelos DEA

Os modelos da DEA permitem a obtenção dos escores de eficiências relativas aos gastos estaduais em relação ao desempenho social nas áreas analisadas. Procurou-se formulá-las de diferentes maneiras, buscando entender qual seria o melhor meio para analisar a eficiência de forma agregada. Assim, foram executados seis modelos.

Dentre esses modelos, além dos tradicionais, foi utilizada uma abordagem metodológica conhecida na literatura como modelo de *bad output*. Um *output* é dito como *bad* (mau) porque é um produto indesejado (*undesirable output*) pela DMU, ao contrário dos bons *outputs* (*good outputs*), que são desejados pelas DMUs. Então, existe uma relação decrescente entre um *bad output* e a eficiência da DMU, o que significa que o aumento de sua produção, *ceteris paribus*, tende a reduzir a eficiência da DMU e vice-versa. Exemplos clássicos são a poluição, o lixo industrial, a taxa de mortalidade, e a corrupção.

No quadro 3 estão apresentados os modelos neste trabalho e suas variáveis de *inputs* e *outputs*.

QUADRO 3
Modelos e variáveis de *inputs* e *outputs*

	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Modelo 1	Gasto <i>per capita</i> total	IDSP
Modelo 2	Gasto <i>per capita</i> por função	IDSP
Modelo 3	Gasto <i>per capita</i> total	Esperança de vida; taxa de mortalidade infantil; Ideb; crimes violentos letais.
Modelo 4	Gasto <i>per capita</i> por função	Esperança de vida ao nascer; taxa de mortalidade infantil; Ideb; crimes violentos letais.
Modelo 5	Gasto <i>per capita</i> total	<i>Good output</i> : esperança de vida; Ideb. <i>Bad outputs</i> : mortalidade infantil; crimes violentos letais.
Modelo 6	Gasto <i>per capita</i> por função	<i>Good output</i> : esperança de vida; Ideb. <i>Bad outputs</i> : mortalidade infantil; crimes violentos letais.

Elaboração dos autores.

Na tabela 2 podem ser vistas as eficiências para os modelos 1 e 2, os quais utilizam como *output* o IDSP, permitindo-se analisar como se comportam quando são mudados os *inputs*, ou seja, usar alternativamente o nível de gasto agregado ou desagregado. Nota-se que o poder de discriminação no primeiro modelo, que usa o gasto *per capita* total (uma variável), é superior ao no segundo modelo, que usa o gasto *per capita* na função saúde por estado, municípios de cada estado, e governo federal no estado (três variáveis). Esse fenômeno é característico da DEA. A capacidade de discriminação dos modelos diminui (aumenta) quando a quantidade de variáveis (*inputs* e *outputs*) é aumentada (reduzida) em uma amostra fixa, dada a natureza

do problema de programação matemática. Os *inputs* e *outputs* são “critérios” (de julgamento) para discriminar as DMUs. Quanto maior a quantidade de critérios (variáveis), maiores as possibilidades de uma DMU ser bem avaliada em algum critério onde outras DMUs tenham um mau desempenho.¹¹

TABELA 2
Escores de eficiência e ranking para os modelos 1 e 2

Unidade da Federação	Modelo 1		Modelo 2	
	Eficiência	Classificação	Eficiência	Classificação
Maranhão	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
Minas Gerais	0,56	9 ^a	1,00	1 ^a
Paraná	0,94	2 ^a	1,00	1 ^a
Piauí	0,77	4 ^a	1,00	1 ^a
Rio Grande do Sul	0,75	5 ^a	1,00	1 ^a
Santa Catarina	0,80	3 ^a	1,00	1 ^a
São Paulo	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
Mato Grosso do Sul	0,64	7 ^a	0,93	2 ^a
Pará	0,56	9 ^a	0,87	3 ^a
Rio de Janeiro	0,50	12 ^a	0,86	4 ^a
Ceará	0,67	6 ^a	0,83	5 ^a
Paraíba	0,55	10 ^a	0,81	6 ^a
Alagoas	0,56	9 ^a	0,79	7 ^a
Goiás	0,51	11 ^a	0,64	8 ^a
Bahia	0,62	8 ^a	0,64	8 ^a
Rio Grande do Norte	0,50	12 ^a	0,63	9 ^a
Mato Grosso	0,39	15 ^a	0,63	9 ^a
Pernambuco	0,46	13 ^a	0,53	10 ^a
Espírito Santo	0,46	13 ^a	0,52	11 ^a
Sergipe	0,34	18 ^a	0,52	11 ^a
Rondônia	0,36	16 ^a	0,52	11 ^a
Amazonas	0,41	14 ^a	0,47	12 ^a
Tocantins	0,35	17 ^a	0,38	13 ^a
Roraima	0,24	20 ^a	0,35	14 ^a
Acre	0,26	19 ^a	0,29	15 ^a
Amapá	0,15	21 ^a	0,22	16 ^a
Estatísticas descritivas				
Média	0,55	-	0,71	-
Máximo	1,00	-	1,00	-
Mínimo	0,15	-	0,48	-
Variância	0,05	-	0,06	-

Elaboração dos autores.

11. Um exemplo fictício simplificado seria o caso de uma turma de estudantes com habilidades diferentes. Com apenas uma disciplina (matemática, por exemplo), certamente haverá discriminação nas notas (escores) dos alunos. Entretanto, se a quantidade de disciplinas aumentar muito e as disciplinas forem muito diferentes, as médias das notas de cada aluno podem não ser muito díspares, pois alguns irão bem em algumas disciplinas, mas provavelmente desempenharão mal em outras.

Além disso, observa-se que a maioria dos estados eficientes no modelo 2 também são os mais bem colocados no modelo 1. Tal fato se repete com os menos eficientes, a citar: Amapá, Acre e Roraima. Apesar disso, destaca-se um estado que possui resultados que não se compatibilizam entre esses modelos: Minas Gerais. Essa diferença ocorre porque tal estado gasta pouco em saúde (o nível de insumo utilizado é mais baixo), e o modelo 2 é capaz de captar melhor esse efeito, pois os gastos estaduais estão discriminados – esse estado tem seu nível de eficiência aumentado em relação ao modelo sem a discriminação.

Um ponto a ser destacado nos resultados mencionados, corroborado a seguir, é que piores desempenhos em termos de indicadores não implicam, via de regra, ineficiência, bem como bons desempenhos não garantem que os gastos foram alocados de maneira eficiente. Um exemplo é o estado do Maranhão, que mesmo possuindo um IDSP abaixo da média nacional, mostrou-se eficiente. Isso é explicado por ter sido o estado com o nível de gasto mais baixo no país.

Procurando entender o comportamento dos modelos em relação aos seus *outputs*, comparou-se o primeiro modelo com o terceiro modelo, e o segundo com o quarto. Os resultados estão nas tabelas 3 e 4, respectivamente. Como apresentado, o poder de discriminação é reduzido conforme a quantidade de variáveis é ampliada em relação ao número de DMUs. Portanto, o poder de discriminação dos modelos que utilizam o IDSP como único *output* é maior do que o observado nos modelos que utilizam diversas variáveis como *outputs*.

TABELA 3
Escores de eficiência e *ranking* para os modelos 1 e 3

Unidade da Federação	Modelo 1		Modelo 3	
	Eficiência	Classificação	Eficiência	Classificação
Maranhão	1,00	1ª	1,00	1ª
São Paulo	1,00	1ª	1,00	1ª
Paraná	0,94	2ª	1,00	1ª
Santa Catarina	0,80	3ª	1,00	1ª
Rio Grande do Sul	0,75	5ª	1,00	1ª
Espírito Santo	0,46	13ª	1,00	1ª
Goiás	0,51	11ª	0,95	2ª
Ceará	0,67	6ª	0,91	3ª
Pernambuco	0,46	13ª	0,89	4ª
Piauí	0,77	4ª	0,80	5ª
Bahia	0,62	8ª	0,76	6ª
Mato Grosso do Sul	0,64	7ª	0,71	7ª
Rio Grande do Norte	0,50	12ª	0,70	8ª
Minas Gerais	0,56	9ª	0,70	8ª

(Continua)

(Continuação)

Unidade da Federação	Modelo 1		Modelo 3	
	Eficiência	Classificação	Eficiência	Classificação
Mato Grosso	0,39	15 ^a	0,67	9 ^a
Paraíba	0,55	10 ^a	0,66	10 ^a
Amazonas	0,41	14 ^a	0,63	11 ^a
Pará	0,56	9 ^a	0,62	12 ^a
Rio de Janeiro	0,50	12 ^a	0,60	13 ^a
Alagoas	0,56	9 ^a	0,59	14 ^a
Rondônia	0,36	16 ^a	0,45	15 ^a
Sergipe	0,34	18 ^a	0,39	16 ^a
Tocantins	0,35	17 ^a	0,37	17 ^a
Acre	0,26	19 ^a	0,35	18 ^a
Roraima	0,24	20 ^a	0,25	19 ^a
Amapá	0,15	21 ^a	0,19	20 ^a
Estatísticas descritivas				
Média	0,55	-	0,70	-
Máximo	1,00	-	1,00	-
Mínimo	0,15	-	0,48	-
Variância	0,05	-	0,06	-

Elaboração dos autores.

Em relação aos primeiros colocados no *ranking*, os resultados foram similares em ambos os modelos. Entretanto, os estados do Espírito Santo, Goiás e Pernambuco tiveram desempenhos melhores no modelo 3 em relação ao modelo 1. Há um ponto em comum entre os três estados: o desempenho em segurança é pior em relação à saúde e à educação, o que prejudica o IDSP e, consequentemente, reduz o *output* do modelo 1. Todavia, no modelo em que os *outputs* estão em entradas distintas, eles são menos prejudicados, pois há uma compensação com o desempenho das outras áreas.

Esses resultados indicam que os pesos dados de forma arbitrária na construção do IDSP influenciam diretamente nos resultados das eficiências, sendo benevolentes ou prejudiciais às determinadas DMUs. Tal comportamento também é observado na tabela 4. Constatou-se que o número de estados eficientes aumenta, ou seja, o poder de discriminação diminui por conta do aumento da quantidade total de *inputs* e *outputs*, predominando como eficientes os estados da região Sul e Sudeste, além de Maranhão, Ceará, Pernambuco e Goiás.

TABELA 4
Escores de eficiência e *ranking* para os modelos 2 e 4

Unidade da Federação	Modelo 2		Modelo 4	
	Eficiência	Classificação	Eficiência	Classificação
Ceará	0,83	5 ^a	1,00	1 ^a
Espírito Santo	0,52	11 ^a	1,00	1 ^a
Goiás	0,64	8 ^a	1,00	1 ^a
Maranhão	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
Minas Gerais	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
Paraná	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
Pernambuco	0,53	10 ^a	1,00	1 ^a
Piauí	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
Rio Grande do Sul	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
Santa Catarina	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
São Paulo	1,00	1 ^a	1,00	1 ^a
Mato Grosso do Sul	0,93	2 ^a	0,98	2 ^a
Rio de Janeiro	0,86	4 ^a	0,97	3 ^a
Pará	0,87	3 ^a	0,94	4 ^a
Paraíba	0,81	6 ^a	0,91	5 ^a
Mato Grosso	0,63	9 ^a	0,85	6 ^a
Rio Grande do Norte	0,63	9 ^a	0,83	7 ^a
Alagoas	0,79	7 ^a	0,82	8 ^a
Bahia	0,64	8 ^a	0,80	9 ^a
Amazonas	0,47	12 ^a	0,75	10 ^a
Rondônia	0,52	11 ^a	0,60	11 ^a
Sergipe	0,52	11 ^a	0,57	12 ^a
Tocantins	0,38	13 ^a	0,43	13 ^a
Acre	0,29	15 ^a	0,39	14 ^a
Roraima	0,35	14 ^a	0,37	15 ^a
Amapá	0,22	16 ^a	0,26	16 ^a
Estatísticas descritivas				
Média	0,71	-	0,83	-
Máximo	1,00	-	1,00	-
Mínimo	0,22	-	0,48	-
Variância	0,06	-	0,06	-

Elaboração dos autores.

Na tabela 5 estão apresentados os resultados referentes aos modelos de *bad output*. Nesses modelos, é importante ressaltar, estão reportadas as ineficiências, e não as eficiências das DMUs. Como novos achados em relação aos modelos anteriores, constata-se que Roraima apareceu como um estado eficiente e bem colocado no

modelo 5, enquanto, no modelo 6, Alagoas, Bahia e Pará foram eficientes, sendo um resultado exclusivo deste modelo.

TABELA 5
Escores de ineficiência e ranking para os modelos 5 e 6

Unidade da Federação	Modelo 5		Modelo 6	
	Ineficiência	Classificação	Ineficiência	Classificação
Ceará	0,000000	1ª	0,000000	1ª
Espírito Santo	0,000000	1ª	0,000000	1ª
Maranhão	0,000000	1ª	0,000000	1ª
Paraná	0,000000	1ª	0,000000	1ª
Piauí	0,000000	1ª	0,000000	1ª
São Paulo	0,000000	1ª	0,000000	1ª
Santa Catarina	0,000000	1ª	0,000000	1ª
Rio Grande do Sul	0,012350	2ª	0,000000	1ª
Minas Gerais	0,068565	3ª	0,000000	1ª
Pernambuco	0,068935	4ª	0,000000	1ª
Bahia	0,163134	8ª	0,000000	1ª
Mato Grosso do Sul	0,166641	9ª	0,000000	1ª
Pará	0,250188	10ª	0,000000	1ª
Alagoas	0,295383	14ª	0,000000	1ª
Roraima	0,000000	1ª	0,000002	2ª
Rio de Janeiro	0,118056	5ª	0,037950	3ª
Paraíba	0,270226	11ª	0,047949	4ª
Goiás	0,121016	6ª	0,069686	5ª
Rio Grande do Norte	0,122064	7ª	0,079184	6ª
Sergipe	0,324666	16ª	0,177670	7ª
Mato Grosso	0,277606	12ª	0,204994	8ª
Amazonas	0,331285	17ª	0,236590	9ª
Tocantins	0,290032	13ª	0,268036	10ª
Acre	0,306797	15ª	0,306797	11ª
Rondônia	0,385515	18ª	0,366220	12ª
Amapá	0,451319	19ª	0,451319	13ª
Estatísticas descritivas				
Média	0,15	-	0,09	-
Máximo	0,45	-	0,45	-
Mínimo	0,00	-	0,48	-
Variância	0,02	-	0,02	-

Elaboração dos autores.

Para analisar a correlação entre os resultados obtidos dos modelos foi realizado o teste de correlação de Spearman, que mede a intensidade da relação entre

as classificações de duas variáveis não paramétricas. As três primeiras análises apresentadas na tabela 6 referem-se aos que possuem os mesmos *outputs* e a mesma metodologia, alterando apenas os *inputs*. Constatou-se que os resultados entre os modelos 1 e 2, 3 e 4, e 5 e 6 são positivamente correlacionados e estatisticamente significativos. Dentre estes, a correlação mais fraca ocorre entre os que utilizam a metodologia de *bad output*.

Os resultados das quarta e quinta posições (modelos 1 e 3; modelos 2 e 4) procuraram analisar a intensidade das relações entre aqueles que utilizam o IDSP e a abordagem padrão da DEA, que inclui vários *outputs*. Tal como nos resultados anteriores, os modelos também são positivamente correlacionados e estatisticamente significativos; entretanto, possuem uma correlação mais fraca quando comparados às primeiras correlações.

No que se refere às quatro últimas correlações, as quais buscam entender como os diversos modelos se correlacionam com os modelos de *bad output* (modelos 5 e 6), constatou-se que todos os resultados estão negativamente correlacionados com os da abordagem direcional, sendo estatisticamente significativos, o que nos leva a entender que o resultado tem o mesmo sentido, pois enquanto os quatro primeiros modelos analisam a eficiência, os modelos 5 e 6 analisam a ineficiência.

TABELA 6
Resultados do teste de correlação de Spearman

Teste de correlação de Spearman			
Modelos	S	ρ	p -valor
1 e 2	211,44	0,9277131	0,00
3 e 4	289,75	0,9009395	0,00
5 e 6	1124,6	0,6155123	0,00
1 e 3	589,59	0,7984313	0,00
2 e 4	567,82	0,8058745	0,00
1 e 5	4814,6	-0,646034	0,00
2 e 6	5294	-0,81	0,00
3 e 5	5097,8	-0,74283	0,01
4 e 6	5294,6	-0,810111	0,00

Elaboração dos autores.

Além do teste de correlação, procurou-se entender se os *rankings* dos modelos são correspondentes. Para tal propósito, utilizou-se o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney. Este teste analisa se duas amostras independentes, medidas em escala ordinal ou numérica, foram retiradas de populações com médias iguais. A hipótese nula a

ser testada é a de que há igualdade entre as médias populacionais. Portanto, pode-se concluir, como apresentado na tabela 7, que para os modelos que seguem a mesma metodologia e utilizam os mesmos *outputs*, alterando apenas os *inputs*, a hipótese nula não é rejeitada apenas entre os modelos 1 e 2, indicando que há uma correspondência entre os resultados desses modelos. Entre os modelos 3 e 4, e entre os modelos 5 e 6, a hipótese nula é rejeitada, indicando que não há correspondência entre os *rankings*.

Quando se testa a relação dos *rankings* que utilizam o IDSP (modelos 1 e 2) com os demais, seja com a abordagem convencional da DEA (modelos 3 e 4) ou a de *bad outputs* (modelos 5 e 6), a hipótese nula não é rejeitada ao nível de 5% apenas entre os modelos 1 e 3. Entre os modelos 2 e 4, entre os modelos 1 e 5, e entre os modelos 2 e 6, os resultados indicam que não há uma igualdade entre as médias populacionais. Já os resultados dos modelos de *bad output* com os modelos 3 e 4 indicam que os *rankings* entre eles não são correspondentes.

TABELA 7
Resultados do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney

Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney		
Modelos	W	p-valor
1 e 2	170,5	0,15
3 e 4	148,5	0,03
5 e 6	18	0,00
1 e 3	145	0,31
2 e 4	191,5	0,03
1 e 5	255,5	0,04
2 e 6	307,5	0,00
3 e 5	224	0,04
4 e 6	307,5	0,00

Elaboração dos autores.

No geral, em todos os modelos de DEA, Maranhão e São Paulo estão entre os estados mais eficientes. Além disto, predominam os estados da região Sul entre os melhores colocados. Ademais, Acre, Amapá e Roraima estão entre os estados mais ineficientes, exceto para o modelo 6, onde Roraima não está entre os dois piores colocados.

Comparando os modelos pela correlação de Spearman da tabela 7, nota-se que eles são positivamente correlacionados, em menor ou maior grau, o que significa que os diversos modelos são consistentes entre si. Entretanto, a partir do teste de

Wilcoxon-Mann-Whitney, constata-se que existe correlação estatisticamente significativa apenas entre os *rankings* dos modelos 1 e 2 e os *rankings* dos modelos 1 e 3.

3.3 Variáveis não discricionárias e regressões Tobit

Para análise das variáveis não discricionárias, utilizou-se a regressão Tobit. Optou-se por construir duas regressões distintas – a primeira com as seguintes variáveis explicativas: *PIB*, *densidade populacional* e *transparência*; na segunda, além dessas variáveis, incluiu-se a *dummy* de coligação. Escolheu-se fazer dois tipos de regressões, devido à hipótese de que a variável *coligação* possa estar correlacionada com a corrupção. Para cada uma dessas regressões, foi utilizada como variável explicada os escores de eficiências de cada modelo apresentado anteriormente.

Os valores de eficiência utilizados nas regressões correspondem aos originais obtidos nos modelos com orientação aos *outputs*. Nesse caso, os estados eficientes possuem escores iguais a 1, enquanto os estados ineficientes, escores inferiores a 1 para os modelos de 1 a 4. Já para os modelos direcionais, 5 e 6, os escores representam as ineficiências, em que os estados eficientes têm resultados iguais a 0 e ineficientes acima disso, logo, quanto mais próximo de 1, mais ineficiente é aquele estado. A censura da regressão foi realizada no intervalo $[0, 1]$. É importante destacar que a interpretação dos modelos 5 e 6 é inversa à dos demais, devido ao fato explicado acima.

TABELA 8
Resultados Tobit – primeira regressão

Modelo 1				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,2753000	0,0840200	3,2700	0,0011
PIB	0,0000004	0,0000002	2,0880	0,0368
Densidade	-0,0005202	0,0005489	-0,9480	0,3434
Transparência	0,0323500	0,0114400	2,8280	0,0047
Modelo 2				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,391500	0,1138000	3,439	0,000584
PIB	0,000001	0,0000005	2,447	0,014397
Densidade	-0,001127	0,0160600	-1,226	0,220057
Transparência	0,032140	0,1700000	2,001	0,045356
Modelo 3				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,33240	0,1007000	3,085	0,0023
PIB	0,00000	0,0000004	1,369	0,17098
Densidade	-0,00060	0,0007673	-0,783	0,43377
Transparência	0,04804	0,0152200	3,156	0,0016

(Continua)

(Continuação)

Modelo 4				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,44920	0,117700	3,8160	0,0000
PIB	0,00000	0,000001	1,8590	0,0629
Densidade	-0,00088	0,001029	-0,8540	0,0038
Transparência	497,10000	0,017180	2,8930	0,0000
Modelo 5				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,3157000	0,0783000	4,03200	0,00
PIB	-0,0000003	0,0000002	-1,17500	0,24
Densidade	0,0002073	0,0005353	0,38000	0,70
Transparência	-0,0213000	0,0109800	-1,93800	0,05
Modelo 6				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,4766000	0,16	3,026	0,00247
PIB	-0,0000009	0,00	-1,107	0,26842
Densidade	0,0007607	0,00	0,529	0,59704
Transparência	-0,0595800	0,02	-2,516	0,1187

Elaboração dos autores.

A primeira constatação é que o sentido interpretativo dos parâmetros das regressões são os mesmos em todos os modelos, novamente reforçando a consistência entre eles.

Na primeira regressão proposta, apresentada na tabela 8 para cada um dos modelos de DEA, constata-se que o PIB possui uma relação direta com a eficiência, corroborando com a intuição inicial de Silva e Almeida (2012), e refutando o trabalho de Ribeiro (2008).

Para a densidade populacional, os resultados indicam uma relação inversa com a eficiência, tal como encontrado por Marinho *et al.* (2020), indicando que estados mais densos demograficamente são menos eficientes, pois enfrentam problemas oriundos de aglomerações.

Quanto à *proxy* de corrupção, a sua recíproca, a transparência, mostrou-se diretamente relacionada com a eficiência, indicando que quanto mais transparente for um estado, mais eficiente ele será.

Os resultados foram estatisticamente significativos, com o nível de significância a 5% para a maioria dos modelos e variáveis, com exceção da variável *densidade*, que somente foi estatisticamente significativa no modelo 4.

Na tabela 9 estão os resultados da segunda regressão. Os resultados foram similares à regressão anterior. A variável *dummy* de coligação incluída apresentou

relação inversa com a eficiência, no entanto, não foi estatisticamente significativa. Isto pode estar ocorrendo devido à multicolinearidade, ou seja, pode ser que haja correlação com a variável *transparência*. A exceção ocorre no modelo 5, onde a coligação apresenta sinal oposto ao da variável *transparência*, favorecendo a hipótese de estar associada a mais corrupção e menos eficiência. Entretanto, foi realizado um teste de correlação entre essas variáveis e o resultado foi uma correlação baixa (0,074), ou seja, estados que estejam coligados com o governo federal não tendem a ser menos transparentes. Este teste, contudo, não foi estatisticamente significativo, tornando necessária uma maior investigação dessa correlação.

TABELA 9
Resultados Tobit – segunda regressão

Modelo 1				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,3050000	0,09383000	3,2500	0,0012
PIB	0,0000004	0,00000019	2,1260	0,0335
Densidade	-0,0482200	0,00054620	-0,8830	0,3773
Transparência	0,0324700	0,01132000	2,8680	0,0041
Coligação	-0,0492500	0,07235000	-0,6810	0,4961
Modelo 2				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,4457000	0,1269000	3,513	0,000
PIB	0,0000012	0,00000005	2,502	0,012
Densidade	-0,0010270	0,0008988	-1,142	0,253
Transparência	0,0324400	0,0157200	2,064	0,039
Coligação	-0,0900700	0,1013	-0,8890000	0,3739
Modelo 3				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,3833000	0,1198000	3,199	0,001
PIB	0,0000005	0,00000004	1,418	0,156
Densidade	-0,0005351	0,0007597	-0,704	0,481
Transparência	0,0483900	0,0150000	3,226	0,001
Coligação	-0,0862600	0,0957400	-0,904	0,366
Modelo 4				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,544300	0,127700	4,263	0,000
PIB	0,000001	0,000001	1,922	0,055
Densidade	-0,000707	0,000979	-0,722	0,470
Transparência	0,051720	0,016600	3,116	0,002
Coligação	-16,8000000	0,1131000	-1,485	0,138

(Continua)

(Continuação)

Modelo 5				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,2336000	0,0823700	2,836	0,005
PIB	-0,0000003	0,0000002	-1,302	0,193
Densidade	0,0001145	0,0005019	0,228	0,819
Transparência	-0,0218100	0,0101900	-2,141	0,032
Coligação	0,1382000	0,0668800	2,066	0,038
Modelo 6				
	<i>Estimate</i>	<i>Standard error</i>	<i>Z-Value</i>	<i>Pr(> z)</i>
Intercepto	0,460300	0,184800	2,491	0,013
PIB	-0,000001	0,000001	-1,105	0,269
Densidade	0,000737	0,001443	0,511	0,610
Transparência	-0,059800	0,023770	-2,515	0,012
Coligação	0,026470	0,157600	0,168	0,867

Elaboração dos autores.

Por fim, cabe frisar que as regressões foram feitas para 26 observações. Portanto, a pouca variabilidade pode ter prejudicado algumas das estimativas, o que torna importante ampliar a análise para outros períodos em trabalhos futuros, permitindo aumentar o número de observações.

4 COMENTÁRIOS FINAIS

Este estudo analisou a eficiência dos gastos para os 26 estados brasileiros, atentando-se às áreas de saúde, segurança e educação em 2015, em busca de compreender as variáveis externas que influenciaram no desempenho do gasto dos estados em suas funções básicas de provedor de serviços públicos nas áreas referidas. Para tal, utilizou-se a metodologia DEA como forma de obter os valores de eficiência relativa e em seguida regressões censuradas Tobit, visando explicar esses resultados. Além disso, procurou-se compreender qual abordagem utilizada a partir da DEA seria melhor para analisar a economia de forma agregada.

A literatura brasileira levantada mostrou que são escassos os trabalhos nacionais que analisam a eficiência dos gastos públicos de forma agregada, sobretudo nas áreas analisadas, sendo predominante a abordagem microfundamentada, ou seja, realizada separadamente por área. Na literatura internacional esta abordagem agregada está mais presente, mesmo que não em nível estadual.

A partir dos diversos modelos analisados, pôde-se concluir que os estados brasileiros se mostraram ineficientes em sua maioria, sendo os piores resultados no Amapá e Acre, e os melhores no Maranhão e em São Paulo. Com relação à observação regional, destacaram-se os estados do Sul e Sudeste como melhores colocados.

Quanto aos diferentes tipos de modelos analisados, notou-se que o poder de discriminação daqueles que utilizam o IDSP, proposto por Afonso e Tanzi (2003), é maior do que os demais e que isso ocorreria devido à proporção entre quantidade de DMUs e a soma das quantidades de *outputs* e *inputs*, uma vez que esse indicador sintetiza informações de seis indicadores. Porém, caberia uma crítica em relação aos pesos iguais, preestabelecidos de forma arbitrária, atribuídos a cada indicador em Afonso e Tanzi (2003), que podem ser benevolentes para algumas e prejudiciais para outras DMUs. O problema de discriminação e pesos arbitrários também apareceu quando utilizado apenas um *input* (nível de gasto *per capita* total), sendo mais proveitoso utilizar os níveis de gastos em seis *inputs*, tratando as áreas separadamente e não de modo agregado, e apresentando o gasto *per capita* de cada área analisada. Apesar de um baixo poder de discriminação, os modelos que utilizam diversos *outputs* foram mais realistas por melhor refletirem a diversidade e heterogeneidade das DMUs nos diversos indicadores.

Uma maneira apontada para melhorar o poder de discriminação é ampliar o número de DMUs, estendendo a análise para outros anos. A amostra foi coletada apenas para 2015, em função da ausência de dados relativos aos indicadores aqui utilizados em determinados anos. Adicione-se a constatação de que os modelos são positivamente correlacionados, de acordo com o teste de Spearman. Entretanto, o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, utilizado para analisar a correspondência dos *rankings* obtidos, mostrou que essa correspondência não pode ser afirmada entre os *rankings* dos modelos que utilizam o IDSP, comparando-os com os demais. Esse resultado pode ser consequência da crítica apontada anteriormente quanto a esses modelos agregados.

No que se refere às variáveis não discricionárias, concluiu-se que o PIB está diretamente relacionado ao nível de eficiência, ou seja, estados com maior renda tenderiam a ser mais eficientes. No que tange ao tamanho do território e tamanho da população, a densidade demográfica mostrou-se negativamente relacionada à eficiência, ou seja, quanto mais denso demograficamente for um estado, menos eficiente ele tende a ser. Em relação à transparência, as estatísticas mostram que quanto maior, mais eficiente será o estado. O inverso ocorre para coligação, indicando que quando há coligação entre o estado e o governo federal, menor tende a ser a eficiência dele. Apesar de os resultados indicarem que há uma correlação fraca e positiva entre transparência e coligação, torna-se necessário uma análise mais detalhada, visto que o teste não foi estatisticamente significativo e existe uma postulação da CGU de que há correlação entre tais variáveis, pois a transparência também inibe a corrupção. O aprimoramento e disseminação do uso desse indicador deveria ser objeto de políticas públicas em todos os níveis de governo, de todos os entes federados, e em todos os Poderes da República.

Em conclusão, este trabalho procurou contribuir para a literatura apresentando diferentes formas de utilizar a metodologia DEA para analisar eficiência dos gastos públicos de forma agregada e, mais especificamente, para a literatura nacional, olhando para três áreas concomitantemente – educação, saúde e segurança – ao nível das Unidades da Federação. Além disso, sugere-se ampliar a quantidade de DMUs, estendendo o número de anos analisados, o que permitiria ampliar o poder de discriminação na aferição da eficiência do gasto, nos modelos que separam as diferentes áreas analisadas. Para tanto, é fundamental que haja uma maior disponibilidade de dados para um período mais longo – um problema que este trabalho enfrentou. Os dados sobre o setor público são um bem público da maior importância, dada a necessidade de se fazer uma avaliação permanente e aprofundada dos gastos nas diferentes esferas subnacionais. Ademais, sugere-se para outros estudos um aprofundamento do tratamento e um maior detalhamento dos gastos públicos, levando em conta que diversas funções têm graus de autonomia municipal e privada diferentes, o que pode levar a um maior refinamento nos resultados alcançados.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A.; FERNANDES, S. Measuring local government spending efficiency: evidence for the Lisbon region. **Regional Studies**, v. 40, p. 39-53, fev. 2006.
- AFONSO, A.; KAZEMI, M. **Assessing public spending efficiency in 20 OECD countries**. Lisboa: ISEG-UL, dez. 2016. (Working Papers, n. WP122016DEUE-CE). Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/11716/1/wp122016.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- AFONSO, A.; ROMERO, A.; MONSALVE, E. **Assessing public spending efficiency in 20 OECD countries**. Inter-American Development Bank, mar. 2013. (Discussion Paper, n. IDB-DP279). Disponível em: <http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/37717732.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- AFONSO, A.; SCHUKNECHT, L.; TANZI, V. **Public sector efficiency: an international comparison**. Frankfurt: European Central Bank, jul. 2003. (Working Paper Series, n. 242). Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp242.pdf?97d51e6d2cca0da4180e5c215dccc8e>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- AFONSO, A.; SCHUKNECHT, L.; TANZI, V. Public sector efficiency: an international comparison. **Public Choice**, v. 123, p. 321-347, jun. 2005.
- AFONSO, A.; SCHUKNECHT, L.; TANZI, V. **Public sector efficiency: evidence for new EU member states and emerging markets**. Frankfurt: European Central Bank, jan. 2006. (Working Paper Series, n. 581). Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp581.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

AGASISTI, T.; DAL BIANCO, A.; GRIFFINI, M. The public sector fiscal efficiency in Italy: the case of Lombardy municipalities in the provision of the essential public services. **Società Italiana di Economia Pubblica**, n. 691, mar. 2015.

ANJOS, R. M.; COSTA, A. L.; CAMPELLO, C. A. G. B. Análise da eficiência do investimento em saúde e desenvolvimento dos estados brasileiros. *In*: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 35., 2011, Rio de Janeiro. **Anais... ANPAD**, 2011. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/APB2874.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

ARAÚJO JÚNIOR, J. N. *et al.* Eficiência técnica das escolas públicas dos estados do Nordeste: uma abordagem em dois estágios. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 3, p. 61-73, jul.-set. 2016.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, p. 1078-1092, 1984.

BANKER, R.; NATARAJAN, R.; ZHANG, D. Two-stage estimation of the impact of contextual variables in stochastic production function models using Data Envelopment Analysis: second stage OLS versus bootstrap approaches. **European Journal of Operational Research**, v. 278, p. 368-384, 2019.

BOGETOFT, P.; OTTO, L. **Benchmarking with DEA and SFA, R package version 0.26**. 2015.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 19, de 4 de junho de 1998. Modifica o regime e dispõe sobre princípios e normas da Administração Pública, servidores e agentes políticos, controle de despesas e finanças públicas e custeio de atividades a cargo do Distrito Federal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 jun. 1998.

CARVALHO, L. D. B.; SOUZA, M. C. S. Eficiência das escolas públicas urbanas das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil: uma abordagem em três estágios. **Estudos Econômicos**, v. 44, n. 4, p. 649-684, 2014.

CASTANHEIRA, F. G. C. **Gasto público em segurança e criminalidade**: uma análise da eficácia e eficiência. 2011. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://btd.ibict.br/vufind/Record/UERJ_f8cd3629350a-8374f93922ac35ed3da6/Details. Acesso em: 12 mar. 2019.

CERQUEIRA, D. R. C. **Causas e consequências do crime no Brasil**. Tese (Doutorado em Economia) – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2010.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CORDERO, J. M. *et al.* Efficiency assessment of Portuguese municipalities using a conditional nonparametric approach. **Journal of Productivity Analysis**, v. 48, p. 1-24, 2017.

DELGADO, V. M. S. **Eficiência das escolas públicas estaduais de Minas Gerais: considerações acerca da qualidade a partir da análise dos dados do Sica e do Simave.** 2007. Dissertação (Mestrado) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/AMSA-72MNFQ/disserta__o_victormaiasenna_2007.pdf?sequence=1. Acesso em: 12 mar. 2019.

FARRELL, J. M. The measurement of technical efficiency. **Journal of the Royal Statistics Society**, Series A (General), v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

GARMATZ, A.; SIRENA, S.; VIERA, G. Avaliação da eficiência técnica dos hospitais de ensino do Brasil utilizando a análise envoltória de dados. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 26, n. 2, 2021. Disponível em: <http://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/avaliacao-da-eficiencia-tecnica-dos-hospitais-de-ensino-do-brasil-utilizando-a-analise-envoltoria-de-dados/17488?id=17488>.

GEYS, B.; HEINEMANN, F.; KALB, A.; Local government efficiency in German Municipalities. **Raumforsch Und Raumordn**, v. 71, p. 283-293, ago. 2013.

GONÇALVES, F. O.; FRANÇA, M. T. A. Eficiência na provisão de educação pública municipal: uma análise em três estágios dos municípios brasileiros. **Estudos Econômicos**, v. 43, n. 2, p. 271-299, abr.-jun. 2013.

KELIBER, C.; ZEILEIS, A. **Applied Econometrics with R.** Nova York: Springer-Verlag, 2008. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package>.

KYRIACOU, A.; GALLO, L. M.; SAGALÉSO, O. R. The redistributive efficiency of fiscal policy. **Munich Personal RePEc Archive**, n. 63276, mar. 2015. Disponível em: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/63276/>. Acesso em: 17 dez. 2018.

KUTLAR, A.; BAKIRCI, F.; YUKSEL, F. An analysis on the economic effectiveness of municipalities in Turkey. **African Journal of Marketing Management**, v. 4, n. 3, p. 80-98, mar. 2012.

LO STORTO, C. The trade-off between cost efficiency and public service quality: a non-parametric frontier analysis of Italian major municipalities. **Cities**, v. 51, p. 52-63, jan. 2016.

MARINHO, A.; CARDOSO, S. S. **Avaliação da eficiência técnica e da eficiência de escala do sistema nacional de transplantes**. Rio de Janeiro: Ipea, fev. 2007. (Texto para Discussão, n. 1260). Disponível em: http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1260.pdf. Acesso em: 9 out. 2018.

MARINHO, A.; CARDOSO, S. S.; ALMEIDA, V. V. Avaliação comparativa de sistemas de saúde com a utilização de fronteiras estocásticas: Brasil e OCDE. **Revista Brasileira de Economia**, v. 66, p. 3-19, 2012.

MARINHO, A.; CARDOSO, S. S.; ALMEIDA, V. V. Avaliação comparativa dos sistemas de saúde do Brasil e de países da América Latina, do Caribe, e da OECD. **Economia Aplicada**, v. 24, n. 2, p. 195-214, 2020.

OH, D.; SUH, D. **Nonparaeff**: nonparametric methods for measuring efficiency and productivity – R package version 0.5-8. 2013. Disponível em: <https://CRAN.Rproject.org/package=nonparaeff>. Acesso em: 20 jun. 2019.

RIBEIRO, M. B. **Desempenho e eficiência do gasto público**: uma análise comparativa do Brasil em relação a um conjunto de países da América Latina. Rio de Janeiro: Ipea, dez. 2008. (Texto para Discussão, n. 1368). Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1368.pdf. Acesso em: 15 fev. 2019.

SCHERER, G. *et al.* Eficiência dos gastos em educação básica nos estados brasileiros a partir da análise envoltória de dados (DEA). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 23., 2016, Porto de Galinhas, Pernambuco. **Anais...** CBC, 2016. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4133>. Acesso em: 13 dez. 2019.

SCHERER, G. *et al.* Análise da eficiência dos gastos com educação no ensino fundamental dos estados brasileiros, a partir da análise envoltória de dados (DEA). **ConTexto**, v. 19, n. 43, p. 27-43, 2019.

SILVA, J. L. M.; ALMEIDA, J. C. L. de. Eficiência no gasto público com educação: uma análise dos municípios do Rio Grande do Norte. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 39, p. 219- 242, jul.-dez. 2012.

SILVEIRA, E. D. *et al.* A eficiência dos gastos em segurança pública dos estados brasileiros. *In*: CONGRESSO DE CONTABILIDADE E GOVERNANÇA, 2., 2016, Brasília, Distrito Federal. **Anais...** UnB, 2016.

SIMAR, L.; WILSON, P. W. Two-stage DEA: caveat emptor. **Journal of Productivity Analysis**, v. 36, p. 205-218, 2011.

SOUZA, M. C. S.; CRIBARI-NETO, F.; STOSIC, B. D. Explaining DEA technical efficiency scores in an outlier corrected environment: the case of public services in Brazilian municipalities. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 25, n. 2, p. 287-313, nov. 2005.

SOUZA, 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.

TROMPIERI NETO, N. *et al.* **Análise da eficiência das escolas estaduais cearenses**. Fortaleza: Ipece, nov. 2014. (Texto para Discussão, n. 108). Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/textos_discussao/TD_108.pdf. Acesso em: 5 mar. 2019.

YUSFANY, A. The efficiency of local governments and its influence factors. **International Journal of Scientific & Technology Research**, v. 4, p. 219-241, out. 2015.

ZOGHBI, A. C. P. *et al.* Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. **Estudos Econômicos**, v. 39, n. 4, p. 785-809, out.-dez. 2009.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AFONSO, A.; FERNANDES, S. Assessing and explaining the relative efficiency of local government. **The Journal of Socio-Economics**, v. 37, p. 1946-1979, 2008.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software**. 2. ed. Nova York: Springer, 2007.

Originais submetidos em: jan. 2021.

Última versão recebida em: set. 2021.

Aprovada em: set. 2021.