

---

## **Incorporando julgamentos de especialistas em educação na avaliação da eficiência de cursos de graduação: uma abordagem por data envelopment analysis**

Alexandre de Cássio Rodrigues  
Doutorando em Administração pela Universidade FUMEC. Docente no  
Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix  
alexandrerodrigues.engprod@gmail.com

Tiago Silveira Gontijo  
Graduando em Engenharia de Produção (Universidade FUMEC). Docente no Centro Universitário  
Metodista Izabela Hendrix.  
tsgontijo@hotmail.com

Editor Científico: José Edson Lara  
Organização Comitê Científico  
Double Blind Review pelo SEER/OJS  
Recebido em 23.04.2018  
Aprovado em 04.07.2018



Este trabalho foi licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição – Não Comercial 3.0 Brasil

## 1. Introdução

A importância da avaliação de cursos de graduação é reconhecida internacionalmente. Afinal, a avaliação, quando bem conduzida, permite tanto identificar oportunidades de aperfeiçoamento dos cursos, principalmente a partir da comparação do desempenho destes com outros similares, quanto informar à sociedade – estudantes, famílias e empregadores – sobre a *performance* dos cursos (Botello; Chaparro; Pérez, 2015; Lavor; Andriola; Lima, 2015). Não obstante, a controvérsia está em sob que perspectivas estas avaliações devam ser feitas (Longo; Araújo, 2016; Martins; Martins; Uchoa; 2017), sobretudo porque “avaliações são sempre o produto de um julgamento feito por pessoas” (Schwartzman, 2008, p.4).

A aferição da qualidade é uma das perspectivas da avaliação de cursos de graduação. Neste sentido, no Brasil, destaca-se o Conceito Preliminar de Curso (CPC), o indicador oficial da qualidade dos cursos de graduação (Ikuta, 2016). Atualmente, o CPC é uma ponderação dos *inputs* utilizados no processo educacional – infraestrutura e instalações físicas, corpo docente, recursos didáticos-pedagógicos e oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional – e dos *outputs*, os quais se referem à média dos estudantes no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) e do quanto o curso agrega ao aprendizado do aluno, tecnicamente denominado de Indicador de Diferença de Desempenho (IDD) (INEP, 2017b). Tais ponderações baseiam-se em julgamentos “definidos após várias reuniões técnicas com especialistas da área de educação superior” (INEP, 2013, p. 6). Desde a sua instituição em 2008, o CPC tem sido contestado como um instrumento adequado para avaliar cursos de graduação (Ikuta, 2016; Bertolin; Marcon, 2015; Barreyro; Rothen, 2014; Bittencourt et al., 2010). Criticam-se, especialmente, as ponderações dadas pelos especialistas aos *inputs* e *outputs* e o fato de o CPC não relacionar o desempenho dos cursos de graduação aos insumos utilizados no processo educacional. Destes debates o que se concluiu que é necessário “dispor de um conjunto amplo e diverso de indicadores de avaliação para a qualidade institucional, e assim respeitar a diversidade do sistema de educação superior do Brasil ” (Lacerda; Ferri, 2015, p. 142).

Apesar das críticas, Andrade (2011, p. 338) reconhece que os componentes do CPC, “em separado, podem prover informações bastante relevantes para públicos diferentes”. Isso é o que fizeram Soliman et al. (2017), Coelho (2016) e Casado e Siluk (2012) ao utilizar os componentes do CPC para avaliar a eficiência de cursos de graduação, isto é, a habilidade destes cursos em obter máximos produtos, dados os insumos à disposição (Zhu, 2014). Em comum,

naqueles trabalhos foram empregados modelos clássicos de Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA), a técnica mais utilizada em estudos sobre a avaliação de eficiência em educação (LIU et al., 2013), principalmente em se tratando do ensino superior brasileiro (Loureiro; Machado; Longarey, 2016).

A DEA compara o desempenho de unidades operacionais similares (*Decision Making Units* – DMUs), que consomem os mesmos *inputs* para produzir os mesmos *outputs*, diferenciando-se apenas nas quantidades consumidas e produzidas (Emouznejad; Yang, 2017). Uma grande limitação dos modelos clássicos de DEA é a atribuição de pesos aos *inputs* e *outputs* de acordo com a melhor contribuição que possam oferecer (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978; Banker; Charnes; Cooper, 1984), pois esta flexibilidade faz com que pesos baixos ou nulos sejam atribuídos aos *inputs* e *outputs* nos quais as DMUs tenham pior desempenho, mesmo que estes sejam importantes no julgamento de especialistas da área (Färe; Grosskopf; Margaritis, 2015; Liu; Sharp; Wu, 2006; Thanassoulis; Portela; Allen, 2004). Portanto, por ignorar os julgamentos de especialistas em educação sobre a importância dos *inputs* e *outputs*, os modelos clássicos de DEA podem não ser apropriados para avaliar a eficiência cursos de graduação.

Diante disso, objetivo deste artigo foi desenvolver um modelo DEA que na avaliação da eficiência dos cursos de graduação incorpora os julgamentos de especialistas em educação. A incorporação dos julgamentos sobre a importância dos *inputs* e *outputs* foi feita por meio da introdução de restrições aos pesos atribuídos a essas variáveis pelos modelos DEA clássicos. Uma revisão dos métodos de restrições aos pesos foi feita por Joro e Korhonen (2015) e aplicações recentes desta abordagem incluem a avaliação da eficiência de países participantes de jogos olímpicos (Li et al., 2015), em que é dada maior importância às medalhas de ouro, prata e bronze, respectivamente, e de programas de pós-graduação (Silva; Corrêa; Gomes, 2017), nos quais as publicações feitas em periódicos com alto fator de impacto têm mais valor e as teses de doutorado, por gerarem uma contribuição significativa para o avanço do conhecimento científico, são mais relevantes quando comparado às dissertações de mestrado.

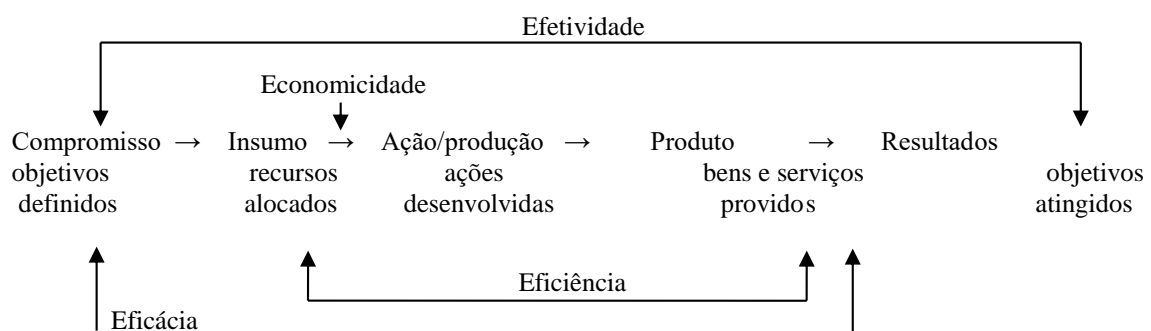
Em seguida, utilizou-se o modelo para avaliar a eficiência de cursos brasileiros de graduação em Administração Pública em 2015. Além disso, verificou-se quais fatores contextuais afetaram a eficiência daqueles cursos. A opção por avaliar a eficiência dos cursos de Administração Pública, além de ser inédita, é relevante porque embora a oferta dessa graduação tenha se iniciado no Brasil em 1952 (Fonseca; Capela; Pires, 2011), foi

somente em 2014 que as diretrizes curriculares nacionais deste curso foram instituídas (MEC, 2014). Com isso, em 2015, pela primeira vez, os concluintes dos cursos de Administração Pública realizaram o Enade, o que permitiu que o CPC desses cursos pudesse ser calculado.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1. Modelos DEA clássicos

Eficiência é um conceito relativo que compara o que foi produzido, dados os recursos disponíveis, com o que poderia ser produzido com os mesmos recursos (Zhu, 2014). Assim sendo, é considerada eficiente a firma que, em comparação com as demais, obtém máximos *outputs* a partir de um conjunto fixo de *inputs* (orientação a *outputs*) ou que consome menos *inputs* para gerar uma quantidade fixa de *outputs* (orientação a *inputs*). Logo, conforme ilustrado na Figura 1, o conceito de eficiência não se confunde com eficácia, que está relacionada ao alcance de objetivos definidos. Além disso, eficiência não é o mesmo que efetividade, pois esta associa os resultados atingidos aos compromissos assumidos.



**Figura 1:** Eficiência, eficácia e efetividade

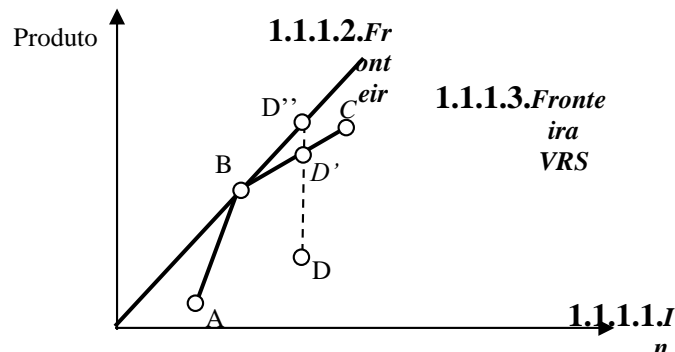
Fonte: Tribunal de Contas da União - TCU (2010, p. 11)

A DEA é uma técnica de mensuração de eficiência, a qual foi difundida sobretudo a partir dos trabalhos seminais de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984). A DEA visa comparar a eficiência de um conjunto de unidades similares, denominadas *Decision Making Units* (DMUs), as quais consomem os mesmos *inputs* para produzir os mesmos *outputs*, diferenciando-se apenas nas quantidades consumidas e produzidas. Para avaliar a eficiência das DMUs a DEA não utiliza inferências estatísticas, estratégia comumente que é empregada em modelos paramétricos, os quais supõem que haja relações funcionais entre

produtos e insumos. Ao contrário, a DEA baseia-se em modelos matemáticos não-paramétricos, os quais, por meio de programação matemática, constroem uma fronteira de produção empírica ao definir as DMUs mais eficientes (ZHU, 2014).

Dentre as vantagens da DEA destacam-se o fato de os *inputs* e *outputs* poderem ser medidos em unidades diferentes e de não haver necessidade de se conhecer os preços daquelas variáveis, o que torna a técnica adequada para avaliar a eficiência de instituições governamentais, que, devido à sua natureza, em geral, não possuem fins lucrativos (Melo et al., 2005). Ferreira e Gomes (2009) acrescentam que em aplicações de DEA podem ser incorporados juízos de valor; não se exige relacional funcional entre *inputs* e *outputs* e a análise concentra-se em observações individuais e não em médias de uma população estatística. Por outro lado, a DEA é vulnerável quanto às DMUs que são referência para si mesmas, pois como a avaliação tem caráter comparativo, os resultados não agregam, no sentido de melhoria de *performance* delas (Zhu, 2014). Além disso, há que se destacar que embora a DEA permita identificar DMUs eficientes/ineficientes, a técnica, por si só, não explica os seus fatores determinantes (Hoff, 2007; Banker; Natarajan, 2008; McDonald, 2009; Simar; Wilson, 2011). Para fazê-lo, os escores de eficiência obtidos por meio da DEA precisam ser regredidos em fatores contextuais.

Os modelos clássicos DEA, propostos por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984), pressupõem, respectivamente, retornos constantes de escala (*Constant Returns Scale* - CRS), isto é, que qualquer variação nos *inputs* implique em variação proporcional nos *outputs*, e retornos variáveis de escala (*Variable Returns Scale* - VRS), ou seja, que para determinados volumes de *inputs*, a variação de *outputs* perca a proporcionalidade. A Figura 2 compara a fronteira de eficiência para os modelos CRS e VRS, com orientação a *outputs*. Observa-se que no caso do modelo CRS, apenas a DMU B pertence à fronteira de eficiência, sendo esta, portanto, eficiente e, por isso, *benchmark* para demais. Analogamente, no modelo VRS são eficientes as DMUs A, B e C. Por sinal, os segmentos *DD''* e *DD'* representam, respectivamente, as ineficiências da DMU D nos modelos CRS e VRS. Assim, a diferença entre estas duas medidas é a ineficiência de escala daquela DMU.



**Figura 2:** Fronteiras de eficiência – modelos CRS e VRS, orientação a outputs  
Fonte: Adaptado de Macedo et al. (2015, p. 58).

Na formulação matemática dos modelos DEA admite-se que N DMUs utilizem uma mesma tecnologia de produção para transformar  $m$  inputs  $x_n = (x_{n1}, \dots, x_{nm}) \in \mathbb{R}_+^m$  em  $s$  outputs  $y_n = (y_{n1}, \dots, y_{ns}) \in \mathbb{R}_+^s$ . Assim, o escore eficiência da DMU<sub>o</sub> (objetivo),  $\theta_o$ , é dado por:

$$\theta_o = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{oj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{oi}} = \frac{\text{output virtual}}{\text{input virtual}} \quad (1)$$

onde  $v_i$  ( $i = 1, \dots, m$ ) e  $u_j$  ( $j = 1, \dots, s$ ) denotam, respectivamente, os pesos que a DMU<sub>o</sub> atribui aos inputs e outputs. Tal atribuição, que é feita de modo a maximizar a eficiência da DMU<sub>o</sub>, o que lhe é mais favorável, é restrita ao fato de que os pesos aplicados às demais DMUs não podem gerar escores de eficiência superior à unidade. Tais condições são formalizadas no seguinte problema de programação matemática:

$$\begin{aligned} \theta_o = \text{Max}_{v,u} & \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{oj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{oi}} \\ & \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{nj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ni}} \leq 1 \\ & v_i, u_j \geq 0, \forall i, j \end{aligned} \quad (2)$$

Embora seja interessante, já que permite interpretar facilmente a eficiência de uma DMU, o problema expresso em (2) admite infinitas soluções (ZHU, 2014). Para contornar essa situação, no caso de modelos orientados a outputs, os quais serão utilizados neste trabalho, deve-se tornar o numerador da função objetivo igual a uma constante, normalmente um, e transformar a restrição em uma diferença entre o numerador e denominador, o que faz

com que os escores de eficiência variem entre zero e um. Dessa forma, obtêm-se os modelos de multiplicadores, os quais são mostrados no Figura 3:

Modelo DEA/RCE	Modelo DEA/RVE
$\theta_o = \underset{v,u}{\text{Max}} \frac{1}{\sum_{i=1}^m v_i x_{oi}} = \underset{v,u}{\text{Min}} \sum_{i=1}^m v_i x_{oi} \quad (3)$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{nj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ni} \leq 0$ $v_i, u_j \geq 0, \forall i, j$	$\theta_o = \underset{v,u}{\text{Max}} \frac{1}{\sum_{i=1}^m v_i x_{oi}} + v_o = \underset{v,u}{\text{Min}} \sum_{i=1}^m v_i x_{oi} + v_o \quad (4)$ $\sum_{j=1}^s u_j y_{nj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ni} \leq 0$ $v_i, u_j \geq 0, \forall i, j$

**Figura 3:** Modelos DEA, sob RCE e RVE, com orientação a outputs, na formulação dos multiplicadores

Fonte: Adaptado de Zhu (2014, p. 50)

No problema (4),  $v_o$  é uma variável irrestrita em sinal que indica se retorno de escala é constante ( $v_o = 0$ ) ou variável ( $v_o \neq 0$ ). Denotando-se a solução ótima de (3) e (4) por  $(\theta^*, u^*, v^*)$ , a DMU<sub>o</sub> será eficiente, se e somente se,  $\theta^* = 1$  e todos os valores de  $u^*$  e  $v^*$  forem positivos. Caso contrário, ou seja, se  $\theta^* < 1$  ou  $\theta^* = 1$  e algum valor de  $u^*$  ou  $v^*$  for nulo, a DMU<sub>o</sub> será considerada ineficiente.

## 2.2. Métodos de incorporação de julgamentos aos modelos DEA clássicos

Os modelos DEA clássicos atribuem pesos aos *inputs* e *outputs* de modo que maximizem os escores de eficiência das DMUs. Por um lado, isso permite identificar DMUs ineficientes, as quais apresentam baixo desempenho, mesmo após escolherem os pesos que lhe são mais favoráveis. Por outro, tal flexibilidade ignora quaisquer julgamentos dos especialistas em relação à importância dos *inputs* e *outputs*, uma vez que podem ser atribuídos pesos maiores a variáveis pouco relevantes ou pesos nulos a outras consideradas primordiais.

Julgamentos de especialistas englobam sobre visões prévias em relação aos *inputs* e *outputs*, da relação entre alguns *inputs* e *outputs*, de DMUs eficientes e ineficientes e das substituições de *inputs/outputs* (ALLEN et al., 1997). Esses julgamentos podem ser incorporados aos modelos clássicos DEA por meio da introdução de restrição aos pesos

atribuídos aos *inputs* e/ou *outputs*. Nesse sentido, destacam-se os métodos da restrição direta aos pesos, das regiões de segurança e da restrição aos *inputs* e *outputs* virtuais.

O método de restrição direta aos pesos, generalizado por Roll et al. (1991), impõe limites aos multiplicadores como o propósito de não ignorar ou superestimar *inputs* e/ou *outputs*. Essas restrições são dadas por (5), onde V e U são constantes que, respectivamente, representam os limites impostos aos pesos dos *inputs* e *outputs*. Um inconveniente deste método é a possibilidade de gerar um problema de programação linear inviável (ZHU, 2014).

$$\begin{aligned} V_i^{inferior} &\leq v_i \leq V_i^{superior} \\ U_j^{inferior} &\leq u_j \leq U_j^{superior} \end{aligned} \quad (5)$$

O método das regiões de segurança (*assurance region method*), proposto por Thompson et al. (1990), restringe os pesos a determinada região ao adicionar aos modelos DEA clássicos restrições aos pesos dos *inputs* e *outputs*, as quais representam as taxas de substituição dessas variáveis:

$$\begin{aligned} v_i V_{i,k}^{inferior} - v_k &\leq 0 \\ v_k - v_i V_{i,k}^{superior} &\leq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} u_j U_{j,l}^{inferior} - u_l &\leq 0 \\ u_l - u_j U_{j,l}^{superior} &\leq 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} u_j V_{i,k} - v_k &\leq 0 \\ v_k - u_j U_{j,l} &\leq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

O método proposto por Wong e Beasley (1990) impõe uma limitação à proporção do *input* (ou *output*) virtual total da DMU<sub>o</sub> utilizado pelo *input* i (*output* j) ao intervalo  $[\varphi_i, \rho_i]$   $[\varphi_j, \rho_j]$ , estipulado pelo decisor, o qual reflete a importância dada ao *input* i (*output* j) pela DMU<sub>o</sub>. No entanto, essa limitação, expressa em (9), pode acarretar em problemas de inviabilidade de difícil solução (JORO; KORHONEN, 2015).

$$\begin{aligned} \varphi_i &\leq \frac{v_i x_{oi}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{oi}} \leq \rho_i \\ \varphi_j &\leq \frac{u_j y_{oj}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{oj}} \leq \rho_j \end{aligned} \quad (9)$$



Na sequência apresenta-se um modelo DEA que incorpora julgamentos de especialistas em educação para avaliar a eficiência dos cursos de graduação.

### 2.3. Um modelo DEA que incorpora julgamentos de especialistas em educação na avaliação da eficiência dos cursos de graduação

O emprego de modelos DEA para avaliar a eficiência da educação superior tem sido recorrente na literatura. Por exemplo, no âmbito internacional, modelos DEA foram utilizados para avaliar a eficiência de universidades inglesas (Johnes; Tone, 2017) e polonesas (Nazarko; Sapauskas, 2014), além de faculdades da Qassim University (Alshaye; Battal, 2013). No cenário nacional, Tavares e Meza (2015) avaliaram a eficiência de oito cursos de engenharia da Universidade Federal Fluminense. Para isso, os autores utilizaram um modelo DEA VRS orientado a *outputs*, tendo como *inputs* o desempenho dos estudantes ingressantes, referente ao Enade de 2008, e o tamanho do corpo docente em exercício no curso e como *output* o desempenho dos estudantes concluintes no Enade de 2011. Ao avaliar a eficiência de 31 cursos de graduação da mesma universidade, Tavares e Meza (2017) ainda consideraram como *output* a taxa de alunos concluintes em relação aos ingressantes. Já Azevedo (2015) mensurou a eficiência de 27 cursos de graduação da Universidade de Brasília. Neste caso admitiu-se como *inputs* o desempenho dos estudantes ingressantes no Enade, a média salarial dos docentes com regime de dedicação exclusiva e a relação de alunos por professor; a nota do Enade foi considerada como *output*.

Na modelagem proposta neste artigo admite-se que  $N$  cursos de graduação, as DMUs, produzam 2 (dois) *outputs*,  $y_n = (y_{n1}, y_{n2}) \in \mathbb{R}_+^2$ , a partir de 6 (seis) *inputs*,  $x_n = (x_{n1}, \dots, x_{n6}) \in \mathbb{R}_+^6$ . Assim como fizeram Soliman et al. (2017), Coelho (2016) e Casado e Siluk (2012) ao avaliar a eficiência de cursos de graduação em Administração e Engenharia de Produção, essas variáveis são os componentes do CPC, os quais estão definidos adiante no Quadro 2. Assim sendo, os *outputs* são as notas do IDD e do Enade enquanto que os *inputs* são as notas referentes ao corpo docente (proporção de doutores, proporção de mestres e regime de trabalho) e à percepção discente sobre as condições do processo formativo (organização didático-pedagógica, infraestrutura e instalações físicas e oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional).

Na formulação pressupõe-se retornos variáveis de escala, tomando-se por base o modelo DEA proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984). A justificativa dessa escolha se deve ao fato de o modelo DEA de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), que pressupõe retornos constantes de escala, ser apropriado somente quando as DMUs operam em escala ótima. Todavia, “competição imperfeita, restrições financeiras, dentre outras causas, podem levar uma DMU a não operar em escala de produção ótima” (Ferreira; Gomes, 2009, p. 194).

Para definir a orientação do modelo DEA a *outputs* ou a *inputs* levou-se em consideração os objetivos dos gestores das DMUs (Cook; Tone; Zhu, 2014). Desse modo, admitiu-se a orientação a *outputs*, pois, de acordo com o Plano Nacional de Educação 2014-2024 (PNE), para elevar o número de matrículas no ensino superior, a estratégia, especialmente nas instituições públicas, é “otimizar a capacidade instalada da estrutura física e de recursos humanos” (Brasil, 2014). Se fosse adotada a orientação a *inputs*, o propósito seria reduzir a qualidade do corpo docente e/ou as condições dos processos formativos, o que contrariaria aquela estratégia. Além disso, há que se destacar que se pretende aumentar os *outputs*, já que o PNE estabelece como meta

[...] fomentar a melhoria dos resultados de aprendizagem, de modo que, em cinco anos, pelo menos sessenta por cento dos estudantes apresentem desempenho positivo igual ou superior a sessenta por cento no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) e, no último ano de vigência, pelo menos setenta e cinco por cento dos estudantes obtenham desempenho positivo igual ou superior a setenta e cinco por cento nesse exame, em cada área de formação profissional (Brasil, 2014).

Dimensão	Componentes	Definição	Ponderações (%)
O u t p u t s	1. Nota do Indicador da Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (NIDD)	Afere o valor agregado pelo curso ao desenvolvimento dos estudantes concluintes, considerando seus desempenhos no Enade e suas características de desenvolvimento ao ingressar no curso de graduação.	35
	2. Nota dos concluintes Enade (NC)	É média das notas finais obtidas pelos concluintes no Enade, que é composta de componentes específicos (75%) e de formação geral (25%).	20
			55

I n p u t s	Corpo docente	1. Nota de proporção de Doutores (ND)	É a proporção de professores do curso de graduação com título de doutor.	15	30
		2. Nota de proporção de Mestres (NM)	É a proporção de professores do curso de graduação com titulação igual ou superior a mestre.	7,5	
		3. Nota de regime de Trabalho (NR)	É a proporção de docentes do curso de graduação com regime de trabalho parcial ou integral.	7,5	
	Percepção discente sobre as condições do processo formativo	4. Nota referente à organização didático-pedagógica (NO)	É a proporção de alunos que no questionário do Enade avaliaram positivamente aspectos relacionados à organização didático-pedagógica do curso.	7,5	15
		5. Nota referente à infraestrutura e instalações físicas (NF)	É a proporção de alunos que no questionário do Enade avaliaram positivamente aspectos relacionados à infraestrutura e instalações físicas do curso.	5,0	
		6. Nota referente às oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional (NA)	É a proporção de alunos que no questionário do Enade avaliaram positivamente às oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional oferecidas pelo curso.	2,5	

**Figura 4:** Outputs e inputs dos cursos graduação

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de INEP (2017b).

Há que frisar que embora os valores das ponderações atribuídas aos *outputs* e *inputs* sejam alvo de críticas, existe um consenso sobre a relevância dessas variáveis (Ikuta, 2016; Bertolin; Marcon, 2015; Barreyro; Rothen, 2014; Bittencourt, 2010). Desse modo, ainda com relação no Q2, o que se constata é que as ponderações, no julgamento de especialistas em educação, revelam: a) a importância relativa dos *outputs* e *inputs* (por exemplo, a nota do IDD é mais importante que a nota do Enade e esta é mais importante que nota de proporção de doutores); b) que os *inputs* são menos importantes que os *outputs*; e c) que a nota referente à percepção dos estudantes sobre as condições do processo formativo é menos importante que a nota referente ao corpo docente. Sendo assim, ao utilizar o método das regiões de segurança para restringir os pesos dos *outputs* e *inputs*, o modelo dado por (10) incorpora todos aqueles julgamentos a um modelo DEA clássico, orientado a *outputs* e sob pressuposto de retornos variáveis de escala:

$$\begin{aligned}
 \theta_o &= \underset{v,u}{\text{Min}} \sum_{i=1}^6 v_i x_{oi} + v_o \\
 \sum_{j=1}^2 u_j y_{nj} - \sum_{i=1}^6 v_i x_{ni} &\leq 0 \\
 u_2 - u_1 &\leq 0 \\
 v_1 - u_2 &\leq 0 \\
 v_2 - v_1 &\leq 0 \\
 v_2 - v_3 &= 0 \\
 v_3 - v_4 &= 0 \\
 v_5 - v_4 &\leq 0 \\
 v_6 - v_5 &\leq 0 \\
 \sum_{i=1}^6 v_i - \sum_{j=1}^2 u_j &\leq 0 \\
 \sum_{i=4}^6 v_i - \sum_{i=1}^3 v_j &\leq 0 \\
 u_i, v_j &\geq 0, \forall i, j
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

a)

b)

c)

Este modelo foi aplicado na avaliação da eficiência de cursos de graduação em Administração Pública ofertados no Brasil. Os métodos utilizados nesta pesquisa são apresentados a seguir.

### 3. Métodos

Nesta pesquisa mensurou-se a eficiência dos cursos brasileiros de graduação em Administração Pública. Para isso, foi realizada uma avaliação *ex post*, quantitativa e descritiva. A base de dados se refere ao ano de 2015 e foi obtida a partir de divulgação dos resultados do CPC pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), em 03 de outubro de 2017 (INEP, 2017a). A abordagem *cross section* se justifica porque o CPC dos cursos de Administração Pública foi calculado pela primeira vez em 2016, tendo como referência os dados do Censo da Educação Superior e os resultados do Enade de 2015. Fonseca, Capella e Pires (2011) destacam que crise econômica e política dos anos de 1980 provocou a

perda do interesse na graduação em Administração Pública e, conseqüentemente, houve uma queda no oferecimento destes. O desgaste da imagem do Estado e as nebulosas perspectivas de trabalho na área pública também contribuíram para agravar aquele quadro (Coelho, 2008). No entanto, nos últimos anos, tem-se observado uma expansão do número de cursos de graduação em Administração Pública. Isso se deve, principalmente, ao Programa Nacional de Formação em Administração Pública (PNAP), que, através de instituições públicas, oferta cursos de graduação em Administração Pública na modalidade de Educação a Distância (EaD). Entre 2009, quando o PNAP foi lançado, e 2015, o número de cursos de Administração Pública aumentou 137,2%. Naquele período, os cursos presenciais e a distância que eram 80 e 14, respectivamente, saltaram para 143 e 80 (INEP, 2017a).

Embora em 2015 existissem no Brasil 223 cursos de graduação em Administração Pública, o CPC foi calculado para apenas 32 deles. O motivo dessa discrepância é que o CPC somente é calculado para “cursos de graduação que possuam, no mínimo, dois estudantes concluintes participantes no Enade. Os cursos que não atendam a esse critério ficam na condição de “sem conceito” (INEP, 2017b, grifo nosso). Dentre os 51 cursos de graduação em Administração Pública que tinham alunos concluintes em 2015, 03 (três) ficaram sem conceito porque menos de dois estudantes participaram do Enade e mais 16, por não terem sido reconhecidos, não tiveram o CPC divulgado pelo INEP.

Dentre os 32 cursos de graduação em Administração Pública que tinham CPC, foram excluídos 04 (cinco) que apresentavam algum *input* ou *output* nulo, pois o emprego da técnica DEA requer que essas variáveis sejam estritamente positivas (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978; Banker; Charnes; Cooper, 1984). Além disso, foram excluídos dois cursos ofertados em instituições privadas. A opção por somente avaliar a eficiência de cursos ofertados por instituições públicas é relevante porque o movimento *New Public Management*, surgido na década de 1970, apresentou-se com o objetivo primordial de fazer a Administração Pública operar como uma empresa privada e, desse modo, adquirir eficiência, reduzir custos e obter maior eficácia na prestação de serviços. No contexto brasileiro, isso, somado à inclusão, em 1998, da eficiência como um dos princípios da

Administração Pública, impulsionou o interesse pela mensuração de desempenho das organizações públicas (Motta, 2013).

Sendo assim, a amostra contemplou 26 cursos de graduação em Administração Pública, cujas categorias administrativas e modalidades de ensino são expostas na Tabela 1:

**Tabela 1**  
Categoria administrativa e modalidade de ensino da amostra de cursos de Administração Pública

Categoria/ modalidade	Presencial	EaD	Total
Federal	8	10	18
Estadual	4	4	8
Total	12	14	26

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do INEP (2017a)

Conforme já explicitado, os *outputs* e *inputs* foram as notas padronizadas dos componentes do CPC, a mesma escolha feita por Soliman et al. (2017), Coelho (2016) e Casado e Siluk (2012). As estatísticas descritivas dessas variáveis são mostradas na Tabela 2.

**Tabela 2**  
Estatísticas descritivas dos *outputs* e *inputs*

Variável	Tipo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
NIDD	<i>Output</i>	1,064	5,000	2,972	0,798
NC		0,602	5,000	2,569	0,957
ND		0,238	5,000	2,965	1,391
NM	<i>Input</i>	2,333	5,000	4,579	0,714
NR		2,760	5,000	4,862	0,466
NO		0,210	4,597	2,295	1,031
NF		0,993	4,495	2,779	0,896
NA		0,370	4,270	2,604	1,092

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do INEP (2017a)

Para fins de comparação, avaliou-se a eficiência dos cursos de Administração Pública por meio dos modelos DEA clássicos e também com a incorporação de julgamentos de especialistas em educação, o qual foi apresentado na seção anterior. Nesta etapa foi utilizado o *software Efficiency Measurement System (EMS)*.

Conhecer os aspectos que influenciam a eficiência dos recursos empregados nos processos produtivos tem se tornado um tema importante em se tratando de aplicações em que se empregam modelos DEA, conforme destacam Liu, Lu e Lu (2016). No entanto, há que se frisar que apesar de a DEA calcular os escores de eficiência, essa técnica não identifica os fatores que os afetam. Por isso, tipicamente, os escores de eficiência, em um segundo estágio, tem sido regredidos em fatores contextuais. Nesse sentido, há na literatura um intenso debate sobre qual o modelo de regressão mais adequado para fazê-lo (Hoff, 2007; Banker; Natarajan, 2008; Mcdonald, 2009; Simar; Wilson, 2011). Isso porque a variável dependente, os escores de eficiência calculados pela DEA ( $\theta$ ), situam-se no intervalo unitário padrão (Equação 11), sendo, portanto, exemplos de observações censuradas. Assim, a adoção do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQOs) produziria, em condições de regularidade, estimadores inconsistentes, problema que aumentaria com a proporção de observações censuradas na amostra, de acordo com resultado provado por Greene (1981). Por isso, tem-se recomendado o uso do modelo de regressão tobit, que é apropriado para lidar com aquele tipo de observação. Supondo-se normalidade e homocedasticidade, os parâmetros deste modelo são estimados por máxima verossimilhança.

$$\theta_n = \begin{cases} \theta_n^*, & \text{if } 0 < \theta_n^* < 1 \\ 0, & \text{if } \theta_n^* < 0 \\ 1, & \text{if } \theta_n^* \geq 1 \end{cases} \quad (11)$$

Dessa forma, empregou-se um modelo de regressão Tobit para analisar se os escores de eficiência eram afetados pelo CPC, pelo número de estudantes (estud) e pela quantidade de professores (prof) e estudantes (estud) dos cursos de graduação em Administração Pública. Além disso, esses efeitos foram controlados de acordo com a categoria administrativa (federal, uma *dummy* que assume o valor um se o curso for ofertado por uma instituição federal e zero, se o curso for ofertado por uma instituição estadual) e com a

modalidade de ensino (presencial, uma *dummy* que assume o valor um se o curso for ofertado presencialmente e zero, se for ofertado a distância).

Na Tabela 3 as estatísticas referentes à assimetria e à curtose mostram que as variáveis independentes contínuas eram assimétricas e apresentavam pesos nas caudas (estud e prof, principalmente).

**Tabela 3**

Estatísticas descritivas das variáveis independentes do modelo de regressão Tobit

Variável	Média	Mediana	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose
CPC	3,083	2,988	0,503	0,028	-0,880
estud	337,730	269,500	383,070	2,987	9,763
Prof	27,269	19,000	27,984	3,239	11,561

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do INEP (2017a)

Para atenuar esse problema, conforme sugerido por Green (2008), tomou-se o logaritmo de todas as variáveis contínuas, originando o modelo dado por (12). Desse modo, os coeficientes estimados fornecem a elasticidade, isto é, a variação percentual dos escores de eficiência correspondente à variação percentual dos fatores explicativos.

$$\ln(\theta_n) = \beta_0 + \beta_1 \ln(CPC)_n + \beta_2 \ln(estud)_n + \beta_3 \ln(prof)_n + \beta_4 federal_n + \beta_5 presencial_n + \varepsilon_i \quad (12)$$

O *software Gretl* foi utilizado para estimar os coeficientes do modelo de regressão. Os resultados encontrados são apresentados e discutidos na próxima seção.

#### 4. Resultados e discussão

A Tabela 4 mostra os escores de eficiência dos 26 cursos de graduação em Administração Pública avaliados. Estes escores foram calculados utilizando-se um modelo DEA clássico, orientado a *output*, sob o pressuposto de retornos variáveis de escala e sem



incorporar julgamentos de especialistas em educação, ou seja, repetiram-se os procedimentos adotados por Soliman et al. (2017), Coelho (2016) e Casado e Siluk (2012).

Na Tabela 4 também são destacados os pesos atribuídos aos *outputs* e *inputs*, conforme a Classificação do INEP (Quadro 2), sendo que estas variáveis estão em ordem decrescente de importância, segundo o julgamento dos especialistas em educação que formularam o CPC. Na última linha são expostos, respectivamente, o número de cursos classificados como eficientes nesse método e que atribuíram, para cada *input* e *output*, peso não-nulo.

**Tabela 4**  
Eficiência e pesos atribuídos aos *outputs* e *inputs* - modelo DEA clássico

N	Curso	$\theta$	Pesos							
			NIDD	NC	ND	NM	NR	NO	NF	NA
1	EG	1,000	0,000	0,200	0,019	0,000	0,000	0,306	0,000	0,000
2	IFB	1,000	0,000	0,301	0,461	0,141	0,000	0,000	0,000	0,000
3	UFCA	1,000	0,000	0,317	0,000	1,094	0,000	0,847	0,000	0,000
4	UFS	1,000	0,000	0,417	0,177	0,000	0,000	0,193	0,000	0,386
5	UFRPE	1,000	0,000	0,449	0,207	0,328	0,000	0,228	0,000	0,499
6	UDESC	1,000	0,000	0,469	0,000	0,171	0,000	0,703	0,000	0,000
7	UNESP	1,000	0,000	0,472	0,000	0,000	0,702	0,000	0,884	0,000
8	UNB	1,000	0,000	0,479	0,000	0,000	0,000	0,145	0,277	0,363
9	UFSC	1,000	0,104	0,192	0,000	0,000	0,000	0,159	0,000	0,164
10	UFPR	1,000	0,132	0,361	0,000	0,000	0,697	0,071	0,000	0,561
11	UFVJM	1,000	0,200	0,000	0,378	0,000	0,913	0,000	0,346	0,222
12	UFRRJ	1,000	0,321	0,000	0,027	0,547	0,000	0,000	0,729	0,000
13	UEMS	1,000	0,322	0,000	0,111	0,213	0,509	0,000	0,000	0,000

14	UNEMAT	1,000	0,340	0,000	0,000	1,190	0,000	1,236	0,000	0,00 0
15	UFF	0,993	0,145	0,129	0,000	0,203	0,000	0,136	0,000	0,00 0
16	UEPG	0,976	0,000	0,427	1,143	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00 0
17	UFF	0,969	0,121	0,162	0,000	0,000	0,000	0,000	0,151	0,00 0
18	UFABC	0,897	0,163	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00 0
19	UFAL	0,877	0,241	0,112	0,000	0,430	0,000	0,269	0,000	0,00 0
20	UNIFAL	0,821	0,166	0,140	0,000	0,133	0,000	0,000	0,000	0,00 0
21	UFLA	0,785	0,186	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00 0
22	UFMT	0,753	0,000	0,471	0,720	0,220	0,000	0,000	0,000	0,00 0
23	UDESC	0,738	0,198	0,133	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00 0
24	UFU	0,679	0,215	0,145	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00 0
25	UFRN	0,591	0,247	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00 0
26	UEM	0,343	0,000	0,940	0,000	0,925	0,000	0,154	0,000	0,92 6
<b>Total</b>		14	15	22	9	12	4	12	5	7

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos resultados da pesquisa

Analisando-se os resultados na Tabela 4, observa-se que 14 cursos de Administração Pública foram avaliados como eficientes. No entanto, deve-se notar que a oito desses cursos o modelo DEA clássico atribuiu peso nulo à Nota do Indicador da Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (NIDD), ignorando, assim, a variável mais importante no julgamento dos especialistas em educação. O caso do curso de graduação em Administração Pública ofertado pela UNESP 7ª posição do *ranking*, ilustra outra relevante diferença nesses resultados: o maior peso foi atribuído à Nota referente à infraestrutura e instalações físicas (NF), em que pese este é um insumo caracterizado como um dos menos importantes no julgamento dos especialistas em educação.

A Tabela 5 mostra os escores de eficiência dos 26 cursos de graduação em Administração Pública avaliados, os quais foram calculados utilizando-se um modelo DEA com a incorporação de julgamentos de especialistas em educação, orientado a *output* e sob o pressuposto de retornos variáveis de escala. Como feito anteriormente, os pesos atribuídos aos *outputs* e *inputs* e expostos o número de cursos classificados como eficientes e que atribuíram, para cada *input* e *output*, peso não-nulo.

**Tabela 5**

 Eficiência e pesos atribuídos aos *outputs* e *inputs* - modelo DEA com incorporação de julgamentos

N	Curso	$\theta$	Pesos							
			NIDD	NC	ND	NM	NR	NO	NF	NA
1	EG	1,000	0,146	0,098	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	UFCA	1,000	0,148	0,148	0,116	0,060	0,060	0,060	0,000	0,000
3	UFVJM	1,000	0,180	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
4	IFB	0,974	0,140	0,140	0,140	0,020	0,020	0,020	0,000	0,000
5	UFF	0,902	0,162	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	UFABC	0,897	0,163	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	UFF	0,879	0,166	0,112	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	UFSC	0,825	0,177	0,119	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	UNIFAL	0,804	0,153	0,153	0,121	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	UFLA	0,785	0,186	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	UFAL	0,750	0,207	0,170	0,170	0,069	0,069	0,069	0,000	0,000
12	UDESC	0,738	0,198	0,133	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	UEPG	0,703	0,214	0,214	0,214	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	UFRRJ	0,703	0,187	0,183	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,000
15	UFRPE	0,691	0,202	0,202	0,202	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
16	UFU	0,679	0,215	0,145	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	UNEMAT	0,647	0,318	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,000	0,000
18	UNESP	0,632	0,232	0,185	0,104	0,104	0,104	0,104	0,000	0,000
19	UEMS	0,621	0,322	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20	UFMT	0,619	0,235	0,235	0,235	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21	UFS	0,618	0,209	0,209	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
22	UFRN	0,591	0,247	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

23	UDESC	0,531	0,251	0,251	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096	0,005
24	UFPR	0,516	0,246	0,246	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049
25	UNB	0,516	0,240	0,240	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048
26	UEM	0,260	0,561	0,379	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos resultados da pesquisa.

Os resultados mostrados na Tabela 5 relevam que apenas três cursos de graduação em Administração Pública foram eficientes. Nota-se que embora o modelo DEA proposto tenha atribuído pesos nulos a alguns *inputs* de dois destes cursos, as variáveis mais importantes, segundo o julgamento dos especialistas em educação, foram consideradas no cálculo dos escores de eficiência. Além disso, percebe-se que todos os 26 cursos atribuíram maior peso à variável mais importante – a Nota do Indicador da Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (NIDD), a qual não foi ignorada no cálculo de nenhum dos escores.

Comparando-se os resultados nas Tabelas 4 e 5 o que se constata é que se incorporar os julgamentos de especialistas em educação, o número de cursos de graduação em Administração Pública classificados como eficientes foi reduzido. Isso pode ser explicado pela ocorrência verificada que ao se incorporar os julgamento de especialistas da área de Educação, os pesos subjetivos mudaram radicalmente, para cada um dos critérios de avaliação, dessa pesquisa.

Além disso, observou-se que a incorporação dos julgamentos de especialistas gerou escores de eficiência menores ou iguais àqueles calculados pelo modelo DEA clássico. As estatísticas desses escores expostas na Tabela 6 mostram que, de acordo com o modelo DEA clássico, os cursos de graduação em Administração Pública poderiam, em média, incrementar os *outputs* em até 9,90% (1-0,901), sem aumentar os níveis de *inputs*. Analogamente, segundo o modelo DEA com incorporação de julgamentos de especialistas, os *outputs* poderiam ser incrementados em até 27,4% (1-0,726).

**Tabela 6**  
Estatísticas descritivas dos escores de eficiência

Escores de eficiência	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
DEA clássico	0,343	1,000	0,901	0,165
DEA com julgamentos	0,260	1,000	0,726	0,180

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos resultados da pesquisa

A fim de verificar se a diferença entre os escores de eficiência obtidos pelo modelo DEA clássico e com incorporação de julgamentos era significativa foi realizado um teste t para amostras independentes. Os resultados encontrados são mostrados na Tabela 7:

**Tabela 7**  
Resultados do teste t para amostras independentes

	Teste Levene para igualdade de variâncias		Teste t de igualdade de médias		
	Estatística F	P-value	Diferença	Estatística t	P-value
Variâncias iguais	0,320	0,574	0,175	3,651	0,001
Variâncias diferentes				3,651	0,001

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos resultados da pesquisa

Os resultados do teste t de Leneve de cotejamento de médias - apontadas na Tabela 6, revelam que ao nível de 1% significância (i.e. com 99% de margem de segurança), pode-se afirmar que os resultados apresentado possuem diferenças significativas ( $p\text{-value} = 0,001$ ) e vão no sentido de mostrar que o modelo DEA clássico, ao ignorar os julgamentos de especialistas em educação, superestimou os escores de eficiência dos cursos de graduação.

Para identificar os fatores que afetaram a eficiência dos cursos de graduação em Administração Pública, os escores calculados pelo modelo DEA que incorpora os julgamentos dos especialistas em educação foram admitidos como variável dependente de uma regressão Tobit. As variáveis dependentes foram o CPC, o número de estudantes (estud), a quantidade de professores (prof). Consideram-se ainda variáveis de controle relacionadas à categoria administrativa (federal) e à modalidade de ensino (presencial). Os resultados das estimações são mostrados na Tabela 8.

**Tabela 8**

Efeitos sobre a eficiência dos cursos de graduação em Administração Pública

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	Estatística Z	P-value
Intercepto	-2,106	0,399	-5,283	0,000
ln(CPC)	0,947	0,406	2,333	0,012
ln(est)	0,076	0,043	1,756	0,079
ln(prof)	-0,017	0,061	-0,290	0,772
federal	0,149	0,080	1,857	0,063
presencial	0,189	0,124	1,527	0,127
Estatística X <sup>2</sup>			21,688	0,000
Teste Doornik-Hansen			4,201	0,122

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos resultados da pesquisa.

De acordo os resultados mostrados na Tabela 8, o conjunto de variáveis independentes consideradas no modelo explicaram satisfatoriamente a variação dos escores de eficiência dos cursos de graduação em Administração Pública ( $P > X^2 = 0,000$ ). Além disso, conforme resultados do teste Doornik-Hansen, a hipótese de normalidade dos resíduos não pode ser rejeitada ao nível de significância de 10%.

Constata-se também que, considerando-se aquele nível de significância, a quantidade de professores não afetou a eficiência dos cursos de graduação em Administração Pública, conclusão que é similar à de Moreira et al. (2011). Além disso, não foram verificadas diferenças significativas entre os escores de eficiência de cursos presenciais e a distância, um resultado empírico que contribui para ampliar o debate sobre as particularidades dessas modalidades de ensino.

Logo, somente o CPC, o número de estudantes e a categoria administrativa tiveram influência sobre os escores de eficiência. De modo objetivo, a variação de 1% no CPC ou no número de estudantes implicou, respectivamente, na variação de 0,947% e 0,076% nos escores de eficiência dos cursos de graduação em Administração Pública e os cursos ofertados em instituições federais foram mais eficientes que aqueles ofertados em instituições estaduais. Tendo por base o trabalho de Silva, Corrêa e Gomes (2017), o efeito do CPC já era esperado, pois os *outputs* têm maior importância tanto no cálculo desse indicador de qualidade quanto dos escores de eficiência. Já o impacto positivo do número de alunos sobre a eficiência revela possíveis ganhos de escala, o que é coerente com os resultados encontrados por Moreira et al.

(2011). Por sua vez, a superioridade da eficiência dos cursos ofertados em instituições federais pode estar relacionada ao fato de a União, por ser a responsável pela regulação do ensino superior, monitorar com maior rigor o desempenho dos cursos de graduação, já que Estados devem atuar prioritariamente nos ensinos fundamental e médio (BRASIL, 1988).

## 5. Considerações finais

Neste artigo foi apresentado um modelo DEA que na avaliação da eficiência de cursos de graduação incorpora julgamentos de especialistas em educação. Esses julgamentos, que se basearam na importância dos *outputs* e *inputs* educacionais utilizados para calcular o CPC, foram incorporados a um modelo DEA clássico por meio do método *assurance region*.

Ao avaliar a eficiência de cursos de graduação em Administração Pública ofertados no Brasil em 2015, concluiu-se que o modelo proposto, ao não permitir que pesos baixos sejam atribuídos a variáveis consideradas importantes, discriminou melhor os cursos eficientes, quando comparado à classificação feita pelos modelos DEA clássicos (vide cotejamento da tabela 4 *versus* tabela 5). Isso se deve ao fato de que estes, por ignorarem os julgamentos de especialistas em educação, superestimam os escores de eficiência dos cursos de graduação.

Os demais resultados mostraram que tenderam a ser eficientes os cursos de Administração Pública ofertados por instituições federais e com maiores CPC e número de alunos. Em outras palavras, há uma relação significativa entre qualidade e eficiência e universidades federais de grande porte têm tido maior êxito na conversão dos insumos educacionais em desempenho dos estudantes. Logo, estas devem ser consideradas *benchmarks* de eficiência para as demais.

Por fim, tem-se que a principal contribuição do modelo proposto neste estudo é a possibilidade de impedir avaliações equivocadas em que cursos de graduação, *a priori*, ineficientes sejam classificados como eficientes ao desconsiderarem os julgamentos de especialistas em educação. Portanto, embora os escores de eficiência calculados pela DEA sejam influenciados pelos *inputs* e *outputs* selecionados, pelo tipo de retorno de escala, pela orientação do modelo e, no contexto desta pesquisa, pelo julgamento sobre a importância relativa das variáveis, recomenda-se que, em trabalhos futuros, o modelo proposto neste artigo seja utilizado para avaliar a eficiência de outros cursos de graduação.

## Referências

- Allen, R.; Athanassopoulos, A.; Dyson, R. G.; Thanassoulis; E. (1997) Weights in restrictions and value judgements in Data Envelopment Analysis: evolution, development and future directions. *Anal os Operations Research*, n. 73, p. 13-34.
- Andrade, E. C. (2011) Rankings em educação: tipos, problemas, informações e mudanças. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 41, n. 2, p. 323-343
- Alshayea, A; Battal, A. H. (2013) Evaluating the efficiency of faculties in Qassim University using Data Envelopment Analysis. *Journal of Business Administration and Education*, n. 2, v. 4, 123-138
- Azevedo, L.A. (2015) *Mensurando e avaliando a eficiência dos gastos nos cursos de graduação da UnB*. Dissertação (Mestrado em Economia), UnB, Brasília
- Banker, R. D.; Charnes, A.; Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, n. 30, v. 9., p. 1078-1092.
- Banker, Rajiv D.; Natarajan, Ram. (2008).Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. *Operations research*, v. 56, n. 1, p. 48-58.
- Barreyro, G. B.; Rothen, J. C. (2014). Percurso da avaliação da educação superior nos Governos Lula. *Educação e Pesquisa*, v. 40, n. 1.
- Bertolin, J. C.; Marcon, T. (2015). O (des) entendimento de qualidade na educação superior brasileira–Das quimeras do provão e do ENADE à realidade do capital cultural dos estudantes. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, v. 20, n. 1, 2
- Bittencourt, H. R.; Vialli, L.; Rodrigues; A.C.M.; Casartelli; A. O. (2010). Mudanças nos pesos do CPC e seu impacto nos resultados de avaliação em universidades federais e privadas. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, v. 15, n. 3.
- Botello; A. J.; Salinas, E. M. C.; Pérez, D. E. R. (2015). Estudio de la satisfacción de los estudiantes con los servicios educativos brindados por instituciones de iducción superior del Valle de Toluca. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio em Educación*, v. 13, n. 2, p. 5-26
- Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Senado Federal*, Brasília/DF, 1988.
- \_\_\_\_\_. Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2014.
- Casado, F. C.; Siluk, J. C (2010). Aferição da eficiência técnica em cursos de Engenharia de Produção do Brasil. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, *Anais...*, Bento Gonçalves/RS.
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444.



- Coelho, É. O. P. (2016).. *O papel das variáveis na eficiência da nota Enade dos cursos de Engenharia de Produção nas Instituições Públicas de Ensino Superior*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UNIFEI.
- Coelho, F. S. (2008). A problemática atual do ensino de graduação em administração pública no Brasil. *Cadernos EBAPÉ. BR*.
- Cook, D. W.; Tone, K.; Zhu, (2014) DEA: Prior to choosing a model. *Omega*, v. 44, p. 1-4, 2014.
- Emrouznejad, A.; Yang, G. L. (2017). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*.
- Färe, R.; Grosskopf, S.; Margaritis, D. (2015). *Advances in DEA*. World Scientific, 2015.
- Ferreira, C. M. D.; Gomes, A. P. (2009) *Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações*. UFV.
- Fonseca, S. A.; Capella, A. C. N.; Pires, V. (2011) Um curso em quatro tempos: Administração Pública da FCL-UNESP. *Temas de Administração Pública*, v. 2, n. 6
- Greene, W. H. (1981). On the asymptotic bias of the ordinary least squares estimator of the Tobit model. *Econometrica*, n. 49, p. 505-513.
- \_\_\_\_\_. The econometric approach to efficiency analysis. *The measurement of productive efficiency and productivity growth*, v. 1, p. 92-250, 2008.
- Hoff, A. (2007). Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research*, v. 181, n. 1, p. 425-435, 2007.
- Ikuta, C. Y. S. (2016). Sobre o Conceito Preliminar de Curso: concepção, aplicação e mudanças metodológicas. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 27, n. 66, p. 938-969.
- INEP. *Nota técnica: Cálculo do Conceito Preliminar de Cursos de graduação*. 2013.
- \_\_\_\_\_. *Conceito Preliminar de Curso (CPC)*. 2017a. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/conceito-preliminar-de-curso-cpc>>. Acesso em: out. 2017.
- \_\_\_\_\_. *Nota técnica n. 38/2017*. Brasília, DF, 2017b.
- Johnes, G.; Tone, K. (2017). The efficiency of higher education institutions in England revisited: comparing alternative measures. *Tertiary Education and Management*, v. 23, n. 3, p. 191-205.
- Joro, T.; Korhonen, P. J. (2015). *Extension of Data Envelopment Analysis with preference information*. International Series in Operations Research & Management Science.
- Lacerda, L. L. V. Ferri, C. (2015). Relações entre indicadores de qualidade de ensino e desempenho de estudantes dos cursos de Pedagogia do Brasil no Enade. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 96, n. 242
- Lavor, J. F.; Andriola, W. B.; Lima, A. S. (2016). Avaliando o impacto da qualidade da gestão acadêmica no desempenho dos cursos de graduação. Um estudo em Universidade pública Brasileira. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, v. 8, n. 2.

- Li, Y.; Lei, X.; Dai, Q.; Liang, L. (2015). Performance evaluation of participating nations at the 2012 London Summer Olympics by a two-stage dea. *EJOR*, v. 243, n. 3, p. 964-973.
- Liu, J. S.; Lu, L. Y.; Lu, W. (2016). Research fronts in data envelopment analysis. *Omega*, v. 58, p. 33-45.
- Liu, J. S.; Lu, L. Y.; Lu, W. M. Lin, B. J. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, v. 41, n. 5, p. 893-902.
- Liu, W. S.; Sharp, J.; Wu, Z. (2006). Preference, production and performance in data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, v. 145, n. 1, p. 105-127,
- Longo, G. A.; Araújo, D. A. C. (2016) Contexto histórico da avaliação educacional no ensino superior. *ANAIS DO SCIENCULT*, v. 1, n. 3.
- Loureiro, V. C. A.; Machado; D. G.; Longaray, A. A. (2016). Eficiência nas universidades brasileiras: uma análise das publicações da base de dados da CAPES e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). In: Congresso Nacional do Profiap. *Anais.... UTFPR, Curitiba/PR*
- Macedo, F. F. R.; Kloepfel; N. R.; Rodrigues Júnior; M. M.; Scarpin; J.E. (2015). Análise da eficiência dos recursos públicos direcionados à educação: estudo nos municípios do Paraná. *Administração Pública e Gestão Social*; v.7, n.2, abr./jun.
- Martins, R. A. A.; Martins, R. N.; Uchoa, J. W. M. (2017). Avaliação institucional do ensino superior: os avanços propostos pelo SINAES (Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior). *Revista de Estudos Pedagógicos do Cariri*, v. 1, n. 3, p. 25-35, 2
- Mcdonald, J. (2009). Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, v. 197, n. 2, p. 792-798.
- MEC. Resolução n. 1, de 13 de janeiro de 2014. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Administração Pública, bacharelado, e dá outras providências. Brasília/DF, 2014.
- Mello, J. C. C. B. S.; Meza, L. A.; Gomes, E. G.; Biondi Neto, L. (2005). Curso de Análise Envoltória de Dados. In: XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. *Anais... Gramado-RS*, 12-30
- Moreira, N. P.; Cunha, N. R. S.; Ferreira, M. A. M. Silveira, S. F. R. (2011). Fatores determinantes da eficiência dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, v. 16, n. 1
- Motta, P. R. M. (2013). O estado da arte da gestão pública. *Revista de Administração de Empresas*, v. 53, n. 1, p. 82-90.
- Nazarko, J; Sapauskas; J. (2014). Application of DEA method in efficiency evolution of public higher education institutions. *Technological and Economic Development of Economy*, 2014, v. 20, n.1, p. 25-44.
- Roll, Y; Cook, C. W.; Golany; B. (1991). Controlling factor weights in DEA. *IIE Transactions*, v. 23, n.1.
- Schwartzman, S. (2008). O “conceito preliminar” e as boas práticas de avaliação do ensino superior. *Revista da Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior*, n. 38, p. 9-32.

- Silva, J. S.; Corrêa, C. R.; Gomes, A. P. (2017). Determinantes da eficiência dos programas de pós-graduação em Economia do Brasil. *Reflexões Econômicas*, v. 2, n. 2, p. 55-75,
- Simar, L.; Wilson, P. W. (2011). Two-stage DEA: caveat emptor. *Journal of Productivity Analysis*, v. 36, n. 2, p. 205.
- Soliman, M.; Siluk, J. C. M.; Neuenfeldt Júnior; Casado; F. L. (2017). Avaliação da eficiência técnica dos Cursos de Administração no Brasil. *Revista de Administração da UFSM*, v. 10, n. 2.
- Tavares, R. S. ; Meza, L. A. (2017). Uso da análise envoltória de dados para a avaliação da eficiência em cursos de graduação: um estudo de caso em uma Instituição de Ensino Superior brasileira. *Revista Espacios*, v. 38, n. 20.
- TCU - Tribunal de Contas da União. (2010). *Manual de Auditoria Operacional*. Brasília : TCU, Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo (Seprog).
- Thanassoulis, E.; Portela, M. C.; Allen, R. (2004). Incorporating value judgments in DEA. In: *Handbook on data envelopment analysis*. Springer US. p. 99-138.
- Thompson, R. G.; Langemeir; L. N.; Lee, C. T.; Llo; E.; Thrall, R. M. (1990). The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming. *Journal of Econometrics*, v.46n n. 1,2
- Wong, Y. H. B.; Beasley, J. E. (1990). Restricting weight flexibility in DEA. *Journal of the Operation Research Society*, v. 41, p. 829-835.
- Zhu, J. (2014). *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking*. Springer