



## **ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DAS IFES NO USO DE RECURSOS FINANCEIROS: UMA APLICAÇÃO DEA EM DOIS ESTÁGIOS**

Antonio Marcos Correia Melonio (e-mail: [amelonio@unb.br](mailto:amelonio@unb.br))

Universidade de Brasília – UnB

Vander Mendes Lucas (e-mail: [vlucas@unb.br](mailto:vlucas@unb.br))

Universidade de Brasília – UnB

### **RESUMO**

As IFES são compostas por universidades, instituições isoladas e pelos centros de ensino tecnológico, sendo que desempenham um papel de fundamental importância estratégica no desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico do país. Cada vez mais, as IFES estão sendo chamadas a prestarem contas à sociedade, acerca dos impactos e dos resultados de suas ações, uma vez que utilizam recursos financeiros públicos. Este estudo buscou avaliar a eficiência das IFES em relação aos gastos de recursos públicos do programa REUNI em 2015 e verificar a relação de eficiência das IFES com variáveis ambientais. Os indicadores de desempenho dos Relatórios de Gestão do TCU foram utilizados para analisar a qualidade dos gastos nas IFES. A metodologia empregada para medir essa eficiência das IFES foi a Data Envelopment Analysis (DEA) em dois estágios e a Regressão Tobit. O cálculo da análise de eficiência para o ano 2015 mostrou que 24 IFES foram consideradas eficientes, correspondendo a 44% da amostra, sendo que se destacaram dentre as eficientes a UNIRIO, a UFMG, a UFVJM, a UNIFAP, a UFPA e a UFRJ. Na análise de Regressão Tobit verificou-se a adequação do modelo de eficiência das IFES e como essa eficiência está relacionada com as variáveis ambientais.

Palavras-chave: DEA. IFES. REGRESSÃO TOBIT. REUNI.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, assim como no mundo, a segunda metade do século XX foi marcada por uma grande expansão da demanda e da oferta de cursos de educação superior, relacionadas tanto ao conhecimento acadêmico quanto ao crescimento da pesquisa. Nos países em desenvolvimento a educação possui particularidades, decorrentes da desigualdade regional, da má distribuição de renda, baixa escolaridade, recursos limitados e dificuldades de acesso e permanência no ensino superior. No contexto brasileiro, mais especificamente, os desafios da educação superior podem ser concentrados no triple expansão, qualidade e democratização do ensino. No período de 2003 a 2015, o Ministério de Educação (MEC) se pautou em uma série de medidas e conceitos, dentre as quais está o resultado de 9.306.877 de pessoas que concluíram o curso de ensino superior no período, o que corresponde a 5% da população brasileira, segundo o Censo de 2010 (BRASIL, 2016).

A educação superior no Brasil é supervisionada pelo MEC, sendo normatizada, dentre as suas principais fontes, pela Constituição Federal da República e pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB. Estas leis estabelecem que a educação é direito de todos os cidadãos, e dever da família e do Estado, baseada em princípios que têm por finalidade o pleno desenvolvimento do exercício da cidadania e a sua qualificação profissional para o trabalho. Segundo Censo da Educação Superior - INEP (2013), em 2012 o percentual de pessoas frequentando a educação superior representava quase 30% da população brasileira, na faixa etária de 18 a 24 anos, e em torno de 15% estava na idade teoricamente adequada para cursar esse nível de ensino. No Censo de 2013, apresentava também a existência de 2.391 Instituições de Ensino Superior (IES), distribuídas em 2.090 instituições privadas (87%) e 301 instituições públicas (13%), sendo, das IES públicas, 106 federais, 119 estaduais e 76 municipais.

A educação de ensino superior é de fundamental importância estratégica para o desenvolvimento social e econômico de qualquer país. De acordo com Menezes e Santos (2002), as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) são um conjunto de instituições criadas ou incorporadas e mantidas pelo governo, constituindo o Sistema de Instituições Federais de Ensino Superior e a Rede Pública de Ensino. As IFES também são compostas por universidades, instituições isoladas e pelos centros de ensino tecnológico, sendo que desempenham papel relevante no desenvolvimento científico e tecnológico do país, respondendo, aproximadamente, por 90% da produção científica e pela formação de diversos profissionais.

O governo federal tem buscado com várias medidas, o crescimento do ensino superior público criando condições para que as universidades federais promovam a expansão física, acadêmica e pedagógica. Para tanto, o governo busca a expansão da educação superior, por meio de várias ações (SAVIANI, 2007), dentre elas está o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), que tem como principais objetivos ampliar o acesso e a permanência na educação superior. As ações contidas no programa visam o aumento de vagas nos cursos de graduação, a ampliação da oferta de cursos noturnos, a promoção de inovações pedagógicas e o combate à evasão, com a finalidade, dentre outras, de diminuir as desigualdades sociais no país e promover o desenvolvimento econômico (BRASIL, 2007a). O REUNI é uma das ações que integram o Plano de Desenvolvimento da Educação (BRASIL, 2001) e foi instituído pelo Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007.

Os programas de governo voltados para o ensino superior público demandam uma quantidade significativa de recursos financeiros, para que essas instituições possam desenvolver suas atividades com qualidade. Entretanto, a gestão desses recursos deve ser realizada com base nos princípios que regem a administração pública, dos quais destacamos a eficiência (BRASIL, 1988). A eficiência está relacionada à maneira como um sistema utiliza os recursos disponíveis, a fim de otimizar seus resultados. É um critério econômico que mostra a capacidade administrativa de realizar o máximo com uma certa quantidade de recursos.

As Instituições Federais de Ensino Superior estão cada vez mais pressionadas a prestar contas à sociedade e aos órgãos reguladores e fiscalizadores do país, acerca dos impactos e resultados de suas ações, uma vez que os seus recursos financeiros são verbas públicas provenientes em geral de impostos (CAVALCANTE; ANDRIOLA, 2012). Devido à escassez de recursos financeiros e às disputas envolvidas no momento da distribuição, a questão é se as IFES estão sendo eficientes na utilização de recursos públicos quanto à relação custo-benefício dos recursos aplicados (SILVA et al. 2007). Este artigo busca verificar a eficiência das IFES na utilização de recursos públicos financeiros em 2015 e a validação dessa eficiência.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este tópico trata do embasamento empírico e teórico com base na literatura sobre o Programa REUNI, da seleção das variáveis, dos atributos principais da eficiência e sua mensuração, e da regressão Tobit.

### 2.1 O Programa REUNI

O Governo Federal tem lançado uma série de programas que visa realizar a expansão do ensino superior no país, não só quantitativa como também qualitativamente, tais como: o Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) para realizar a expansão de novos campi nas universidades públicas existentes; o Programa Universidade para Todos (PROUNI) que está sendo ampliado e agora atuando juntamente ao Financiamento ao Estudante do Ensino Superior (FIES); a criação de novos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFETs); e também a Universidade Aberta do Brasil – UAB que objetiva o aumento da educação superior à distância, criando vários polos em todo país, inclusive em regiões até então não privilegiadas com a educação superior (COSTA; PAIVA; FERREIRA, 2010). O REUNI que foi instituído pelo Decreto n.º 6.096 de 24 de abril de 2007, que, além de buscar atender a diversas reivindicações e a metas estabelecidas no Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2001), buscou a expansão e reordenamento da educação superior federal no Brasil.

Em seu artigo primeiro, este decreto define o objetivo e a metas globais do REUNI, ficando instituído o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), com o objetivo de criar condições para a ampliação do acesso e permanência na educação superior, em nível de graduação, para melhor aproveitamento da estrutura física e de recursos humanos existentes nas universidades federais. No seu primeiro parágrafo, o Programa apresenta como meta global a elevação gradual da taxa de conclusão média dos cursos de graduação presenciais para 90% e da relação de 18 alunos de graduação em cursos presenciais por professor, no final de cinco anos, a contar do início de cada plano (BRASIL, 2007a).

O REUNI fazia parte de uma política nacional de consolidação e expansão da educação superior federal, sendo que o Plano Nacional de Educação (PNE) previa o provimento da oferta de educação superior para, pelo menos, 30% dos jovens na faixa etária de 18 a 24 anos, até o final de 2010 (BRASIL, 2001). O programa REUNI fundamentava-se como uma chamada pública, em que não havia uma concorrência para seleção e apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão, que foram aprovados previamente pelos conselhos superiores das universidades federais. Não era obrigatório a adesão ao Programa, porém 53 universidades federais aderiram ao REUNI, o que significava na época a sua totalidade (SILVA; FREITAS; LINS, 2013).

Os Planos de Reestruturação e Expansão elaborados pelas IFES deveriam observar as diretrizes descritas no artigo 2º, do Decreto nº 6.096/2007:

I – redução das taxas de evasão, ocupação de vagas ociosas e aumento de vagas de ingresso, especialmente no período noturno;

II – ampliação da mobilidade estudantil, com a implantação de regimes curriculares e sistemas de títulos que possibilitem a construção de itinerários formativos, mediante o

aproveitamento de créditos e a circulação de estudantes entre instituições, cursos e programas de educação superior;

III – revisão da estrutura acadêmica, com reorganização dos cursos de graduação e atualização de metodologias de ensino-aprendizagem, buscando a constante elevação da qualidade;

IV – diversificação das modalidades de graduação, preferencialmente não voltadas à profissionalização precoce e especializada;

V – ampliação de políticas de inclusão e assistência estudantil; e

VI – articulação da graduação com a pós-graduação e da educação superior com a educação básica (BRASIL, 2007a).

As metas estabelecidas inicialmente eram em sua maioria quantitativas, todavia a ideia foi se desenvolvendo para expansão com a reestruturação das Universidades Federais, mediante a estruturação das diretrizes em conjunto de aspectos específicos, gerando caminhos para novas oportunidades de inovação e de aumento da qualidade da educação superior (BRASIL, 2007b).

## 2.2 A Seleção das Variáveis

Apesar de algumas universidades conterem nos seus Relatórios de Gestão as informações adicionais referentes à qualidade dos serviços prestados pelas mesmas e outros indicadores que poderiam ser utilizados para melhor medir sua eficiência, não existe uma padronização dessas informações, por isso não encontraríamos as mesmas variáveis em todas as IFES. Os indicadores do Tribunal de Contas da União - TCU (BRASIL, 2002), por serem demandados pela legislação, conseguem propor um padrão na mensuração, o que permite avaliar os mesmos aspectos das variáveis em todas as IFES, por isso foram os escolhidos para o presente estudo. Em 2002, o TCU em parceria com a Secretaria de Ensino Superior (SESu/MEC) e com a Secretaria de Finanças e Controle (SFC) expediu a Decisão 408/2002, que de acordo com a qual as IFES deveriam incluir esse conjunto de indicadores no Relatório de Gestão, que atualmente são nove, com três deles apresentando duas versões (uma contando com o hospital universitário e a outra não contando com o hospital universitário).

Os indicadores do TCU têm como objetivo estimar aspectos do desempenho das instituições de ensino superior (BARBOSA; FREIRE; CRISÓSTOMO, 2011), e vem sendo utilizados em trabalhos recentes sobre a eficiência das IFES, tais como: Costa et. al. (2012), Oliveira (2013) e Siqueira (2015). Os indicadores que contam com o hospital universitário não foram considerados, haja vista que nem todas as universidades possuem tal instituição.

Segue abaixo a relação dos nove indicadores:

- 1) O indicador Custo Corrente/Aluno Equivalente (sem hospital universitário)
- 2) O indicador Aluno Tempo Integral / Professor Equivalente
- 3) O indicador Aluno Tempo Integral / Funcionário Equivalente (sem hospital universitário)
- 4) O indicador Funcionário Equivalente/Professor (sem hospital universitário)
- 5) O indicador Grau de Participação Estudantil (GPE)
- 6) O indicador Grau de Envolvimento Discente com Pós-Graduação (GEPG)

- 7) O indicador Conceito CAPES/MEC
- 8) O indicador Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD)
- 9) O indicador Taxa de Sucesso na Graduação (TSG)

As variáveis apresentadas mostram por um lado medidas de qualidade e quantidade, de recursos consumidos pelas IFES e, por outro lado, as realizações a partir da utilização desses recursos, o que permite efetuar cálculo de eficiência.

### **2.3 A Eficiência Relativa**

A Eficiência está relacionada à maneira pela qual um sistema utiliza os recursos disponíveis, com objetivo de otimizar seus resultados. É um critério econômico que mostra a capacidade administrativa de produzir o máximo de resultados com o mínimo de recursos possíveis (BELLONI, 2000).

O cálculo da Eficiência é abordado com base na eficiência relativa, ou seja, a eficiência de Unidades Tomadoras de Decisão (traduzido do inglês Decision Making Units - DMUs) em relação a outras Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) que utilizam os mesmos inputs e outputs e praticam tarefas semelhantes (RIOS, 2005). A eficiência relativa de cada DMU é definida como a razão da soma ponderada de seus produtos (outputs) pela soma ponderada dos insumos necessários para gerá-los (inputs).

Os modelos de Análise Envoltória de Dados (DEA) têm sido aplicados com sucesso no estudo da eficiência. Essa técnica permite que nos estudos na área de educação, seja possível classificar as IFES mais eficientes quanto à alocação de recursos financeiros, baseado nos insumos utilizados e nos resultados produzidos (PEÑA, 2008).

A Análise Envoltória de Dados, desenvolvida por Charles, Cooper e Rhodes em 1978, é um método não paramétrico, que usa basicamente uma técnica de programação linear para calcular a eficiência comparada de unidades de produção, chamadas de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs), comparando os recursos (inputs) utilizados e os resultados (output) obtidos em cada DMUs, com todas as outras restantes. A DEA além de identificar as unidades mais eficientes em uma população, também fornece a medida da ineficiência para todas as outras. Cabe ressaltar que a DEA não mede a eficiência absoluta, e sim a eficiência relativa (RIOS, 2005). A DEA utiliza múltiplas variáveis que são classificadas em insumos que são chamados de “input” e produtos que são chamados de “output”. Os modelos DEA trazem outra definição com relação à orientação, que podem ser orientados por input, por output, ou por ambos. A orientação por input minimiza o suficiente (insumos) para se alcançar um nível de produção desejado. A orientação por output significa maximizar os produtos (output) obtidos, mantendo constantes os recursos definidos como inputs. A orientação para ambos significa a busca pela máxima eficiência, minimizando os inputs e maximizando os outputs (RIOS, 2005).

A Eficiência Técnica é um conceito relativo que compara o que foi produzido por unidade de insumo utilizado com o que poderia ser produzido, do seguinte modo:  $(\text{Produto} / \text{Insumo})$  realizada, comparada com  $(\text{Produto} / \text{Insumo})$  mais adequada (FERREIRA; GOMES, 2009). Assim, a definição geral de eficiência técnica de uma organização ou atividade produtiva, quando se comparam duas ou mais dessas organizações, está relacionada à produção de um bem ou serviço com a menor utilização possível de recursos, ou seja,

eliminando-se as folgas. Por sua vez, a forma de utilização dos recursos necessários para a produção está relacionada à tecnologia adotada e ao respectivo processo de produção, ou seja, modos de combinação de insumos de cada tecnologia (FERREIRA; GOMES, 2009).

No início da Análise Envoltória de Dados, o modelo proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), chamado de CCR por causa das iniciais dos nomes dos autores, foi desenhado para uma análise com retornos constantes de escala (CRS – Constant Returns to Scale), ou seja, qualquer variação nos insumos (inputs) produz variações proporcionais nos produtos (outputs).

A formulação para um problema de otimização, para o modelo DEA com retornos constantes de escala, pode ser visto na seguinte expressão:

$$\max Eff_0 = \left( \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \right) \text{ sujeito a } \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1, \forall k. \quad (1)$$

Esse é um Problema de Programação Fracionária (PPF), resolvido para cada DMUs da amostra, onde  $Eff_0$  (função objetivo) é a eficiência da DMU  $o$  em análise;  $v_i$  e  $u_j$  são os pesos de *inputs*  $i$ ,  $i = 1, \dots, r$ , e *outputs*  $j$ ,  $j = 1, \dots, s$  respectivamente;  $x_{ik}$  e  $y_{jk}$  são os *inputs*  $i$  e *outputs*  $j$  da DMU  $k$ ,  $k = 1, \dots, n$ ;  $x_{i0}$  e  $y_{j0}$  são os *inputs*  $i$  e *outputs*  $j$  da DMU  $0$ . A solução envolve a determinação dos valores dos pesos (também chamados de multiplicadores) para  $v_i$  e  $u_j$  (o peso de cada insumo  $i$  e produto  $j$ ), a fim de que a medida de eficiência ( $Eff_0$ ) para a DMU  $o$  analisada seja maximizada, sujeita à restrição de que as medidas de eficiência de todas as unidades sejam menor ou igual a um. Desse modo, a eficiência relativa da DMU  $o$  analisada, definida como a soma ponderada dos produtos (Produto virtual), dividida pela soma ponderada dos insumos (Insumo virtual), devido à restrição do problema, sempre tomará valores entre 0 e 1, sendo 1 (100%) é considerada eficiente, e se menor que 1 ou igual a zero, será considerada ineficiente (MELLO et al., 2005; PEÑA, 2008; FERREIRA; GOMES, 2009).

O modelo CCR com orientação ao produto (output) ou ao insumo (input) pressupõe que as DMUs avaliadas operam com retornos constantes de escalas. Segundo Vasconcellos e Oliveira (1996) estudos empíricos mostram que a maior parte dos setores produtivos se encontra otimizando sua produção com retornos constantes de escalas. Entretanto, em situações de concorrência imperfeita, principalmente no setor público, existem organizações que podem estar operando com retornos crescentes e decrescentes de escalas, ou seja, com o modelo denominado de BCC, que considera retornos variáveis de escala (PEÑA, 2008).

Posteriormente ao modelo CCR da DEA, foi estendido por Banker, Charnes e Cooper (1984) para incluir retornos variáveis de escala (VRS - Variable Returns to Scale), ou seja, substitui o axioma da proporcionalidade entre inputs e outputs pelo axioma da convexidade, e que passou a ser chamado de BCC, devido as iniciais dos nomes dos autores. Assim, os modelos básicos de DEA são conhecidos como CCR (ou CRS) e BCC (ou VRS). O modelo BCC também pode ser analisado sob duas formas de maximizar a eficiência, através da orientação ao insumo ou orientação ao produto (PEÑA, 2008).

O modelo BCC com retornos variáveis de escala (VRS) forma uma fronteira convexa eficiente com as melhores DMUs, independentemente da escala de operação e, assim, passa a “envolpar” as DMUs ineficientes para cada escala de produção. Ao adotar que a fronteira seja convexa, o modelo BCC permite as DMUs que operam com baixos níveis de insumos,

tenham unidades retornos crescentes de escalas e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. Assim, o modelo BCC admite que a eficiência máxima varie em função da economia de escala (BELLONI, 2000).

Nos últimos anos, o método DEA vem sendo desenvolvido por diversos pesquisadores em todo o mundo, e aumentado sua aceitação principalmente por se tratar de um método totalmente objetivo, sem precisar necessariamente para determinação do modelo, a expertise do pesquisador (SENRA et. al., 2007).

## 2.4 Modelo de Regressão Tobit

Em muitas análises estatísticas de dados individuais, a variável dependente pode ser censurada ou truncada, ou seja, os dados variam dentro de um determinado intervalo (GREENE, 2008). Se a variável dependente é censurada para uma fração significativa das observações, as estimativas obtidas dos parâmetros pelo método de regressão linear são tendenciosas. Em 1958, James Tobin propôs um modelo que estimava os parâmetros, levando em consideração a existência das variáveis censuradas, tornando as estimativas consistentes (TOBIN, 1958). Pelas semelhanças que apresentava com as formulações dos modelos de regressão Probit e Logit, o modelo ficou sendo conhecido por Tobit (MADDALA, 1983).

No modelo de regressão Tobit (HENNINGSEN, 2010), temos uma variável dependente  $y$  que é censurada à esquerda no zero, que pode ser visto nas seguintes expressões:

$$y_i^* = x_i' \beta + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$y_i = \begin{cases} 0, & \text{se } y_i^* \leq 0 \\ y_i^*, & \text{se } y_i^* > 0 \end{cases} \quad (3)$$

onde o índice  $i = 1, \dots, N$  indica as observações,  $y^*$  é uma variável não observável "latente",  $x_i$  é um vetor de variáveis explicativas,  $\beta$  é um vetor de parâmetros desconhecidos e  $\varepsilon_i$  é o erro.

A generalização do modelo de regressão Tobit é o Modelo de Regressão Censurada (HENNINGSEN, 2010). A variável dependente pode ser censurada à esquerda, censurada à direita e pode ser censurada à esquerda e à direita ao mesmo tempo, onde o limite inferior ou superior da variável dependente pode ser qualquer número:

$$y_i^* = x_i' \beta + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$y_i = \begin{cases} a, & \text{se } y_i^* \leq a \\ y_i^*, & \text{se } a < y_i^* < b \\ b, & \text{se } y_i^* \geq b \end{cases} \quad (5)$$

Nessa expressão (5),  $a$  é o limite inferior e  $b$  é o limite superior da variável dependente. Se  $a = -\infty$  ou  $b = \infty$ , a variável dependente não é censurada à esquerda nem censurada à direita.

O modelo de regressão Tobit foi selecionado para o estudo por sua presença em vários casos na literatura (ÇELEN, 2013) nas análises em segundo estágio e por ser considerado adequado para as análises com escores censurados. Segundo alguns autores



(RAY, 1988; JI; LEE, 2010), o primeiro estágio seriam os escores de eficiência obtidos por meio do método DEA.

### 3. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo proposto neste artigo, os procedimentos e métodos propostos foram as pesquisas bibliográficas, pesquisas documentais, a definição de variáveis e os métodos paramétrico e não paramétrico de análise dos dados..

#### 3.1 Amostra Pesquisada

Adotou-se uma amostra de 63 Universidades Federais, pois corresponde ao total das universidades federais existentes no país, de uma população de 106 IFES até 2013 (INEP, 2013). Como a pesquisa está sendo realizada no âmbito de uma universidade (UnB), então para efeitos comparativos do estudo, optou-se por ter uma amostra com todas as universidades federais.

#### 3.2 Definição das Variáveis

Existem muitas variáveis que podem ser utilizadas nos estudos de eficiência na área de educação com base no método DEA, porque envolvem grandes áreas de atividades de ensino, extensão e pesquisa (PEÑA, 2008), mas há limitações de disponibilidade dessas informações. De acordo com Costa, Ramos e Souza (2010), os outputs (produtos) educacionais são os resultados dos serviços prestados pelas IFES e os inputs (insumos) educacionais são os recursos que geram os serviços oferecidos pelas IFES. A questão fundamental está na definição das variáveis de entrada (input) e saída (output). Nos trabalhos sobre a eficiência das universidades públicas federais, foram considerados por Costa et. al. (2012), Oliveira (2013) e Siqueira (2015), os indicadores do TCU de números 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 como sendo variáveis de Inputs, e os indicadores 8 e 9 como sendo variáveis de Outputs, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Variáveis de tipo Input e Output

Indicador	Tipo de Variável
1. Custo corrente / Aluno equivalente	(Input)
2. Aluno tempo integral / Professor	(Input)
3. Aluno tempo integral / Funcionário	(Input)
4. Funcionário / Professor	(Input)
5. Grau de participação estudantil (GPE)	(Input)
6. Grau de envolvimento com pós-graduação (GEPG)	(Input)
7. Índice de qualificação do corpo docente (IQCD)	(Input)
8. Conceito CAPES/MEC para pós-graduação	(Output)
9. Taxa de sucesso na graduação (TSG)	(Output)

Fonte: Elaboração própria, com base na Pesquisa Bibliográfica 2016.

Existem vários indicadores que podem medir o desempenho das IFES, mas a elaboração dos indicadores pelo TCU facilitou na padronização e disponibilização dessas informações por meio dos Relatórios de Gestão das universidades.

### 3.3 Aspectos Metodológicos

No estudo da eficiência, utilizou-se para os cálculos do grau de eficiência das Unidades Tomadoras de Decisão (as Universidades Federais) o software DEAP (versão 2.1). O Software, desenvolvido por Coelli (1996), permite mensurar por meio de inputs e outputs já definidos, calcular os ganhos de eficiência das IFES.

A DEA é um método que é usado para avaliar a eficiência técnica relativa individual em relação a um conjunto de Unidades Tomadoras de Decisão (DMU – Decision Making Unit), com múltiplas variáveis de inputs (insumos) e múltiplas de outputs (FERREIRA; GOMES, 2009). Ao definir as DMUs com as melhores práticas, a DEA constrói uma fronteira de produção empírica eficiente. As DMUs que se encontram sobre a fronteira são eficientes, pois possuem medida de eficiência igual a 100%, enquanto as DMUs localizadas abaixo da fronteira são chamadas de ineficientes (LOBO et al., 2009). A aplicação da DEA exige algumas etapas: Primeiramente selecionam-se as unidades produtivas (DMUs). Em seguida, descreve-se o processo produtivo das unidades analisadas para identificar e classificar os insumos e produtos. Por fim, passa-se a utilizar os softwares disponíveis para a execução do método (PEÑA, 2008). As unidades selecionadas devem ser homogêneas, isto é, produzir os mesmos produtos, utilizando os mesmos insumos. Não existe um número mínimo de unidades para serem utilizadas no modelo, entretanto, quanto maior a quantidade de unidades, maior será a capacidade discriminatória do modelo. Segundo Araya (2003), alguns autores sugerem que o número de unidades seja cinco vezes a soma do número de insumos e produtos. A definição de primeiro estágio, utilizada no método não paramétrico da DEA, são os valores calculados para os escores de eficiência técnica das IFES.

A definição de segundo estágio, na análise de eficiência DEA, é feita utilizando o modelo de regressão Tobit que é uma técnica de análise de regressão utilizada quando os valores da variável dependentes são censurados ou truncados em certos valores (HENNINGSEN, 2010). O método Tobit é considerado adequado, devido aos valores limites dos escores de eficiência obtidos através da DEA (JI; LEE, 2010) variarem entre 0 e 1. No segundo estágio, o software utilizado para análise do modelo paramétrico de regressão Tobit foi o Stata 13.0.

No modelo de regressão Tobit, a variável depende (y) neste estudo são os escores de eficiência calculados pelo método DEA. As variáveis independentes ou explicativas ( $x_i$ ) são variáveis ambientais. A eficiência das IFES pode ser influenciada por variáveis que estão fora de controle das IFES (BOGETOFT; OTTO, 2011; FERNANDES; RESENDE FILHO, 2017). As variáveis que influenciam a função de produção das DMUs, mas não estão sobre o controle das mesmas, são chamadas variáveis ambientais (COELLI et al., 2005). Um exemplo de variável ambiental seria o nível de instalação da rede de esgoto nos municípios em que estão localizadas as IFES.

As variáveis ambientais foram escolhidas por não estarem diretamente relacionadas às variáveis usadas como insumos e produtos na análise DEA no primeiro estágio. Outros autores, como Ray (1988), Çelen (2013) e Fernandes e Resende Filho (2017), também consideram que as características ambientais não devem ter relação com os fatores de produção das DMUs. As variáveis ambientais deste estudo foram selecionadas por descreverem as situações envolvendo as áreas (Trabalho e Rendimento, Educação, Economia, Saúde, e Território e Ambiente) que impactam as IFES nos municípios onde elas estão

localizadas, mas não tem relação direta com os insumos e os produtos utilizados no primeiro estágio. Segue na Tabela 7, as variáveis ambientais selecionadas para essa pesquisa.

Tabela 7 – Variáveis Ambientais

Áreas	Código da Variável	Nome das Variáveis Ambientais
Trabalho e Rendimento	TR2	Pessoal ocupado [2015]
Trabalho e Rendimento	TR3	Percentual da População ocupada [2015]
Educação	ED1	Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade [2010]
Educação	ED4	Matrículas no ensino fundamental [2015]
Educação	ED5	Matrículas no ensino médio [2015]
Educação	ED6	Docentes no ensino fundamental [2015]
Educação	ED7	Docentes no ensino médio [2015]
Educação	ED10	Matriculas/Docentes do ensino Fundamental
Educação	ED11	Matriculas/Docentes do ensino Médio
Economia	EC1	PIB per capita [2015]
Saúde	SA2	Internações por diarreia [2016]
Território e Ambiente	TA3	Arborização de vias públicas [2010]

Fonte: Elaboração própria, com base no sistema Brasil em Síntese no site do IBGE (2017).

Vários métodos foram desenvolvidos para incorporar a influência de fatores ambientais na análise de eficiência DEA. Um destes métodos é a análise DEA em dois estágios, desta forma, estima-se a validação desse modelo com estes fatores, nos escores de eficiência (RAY, 1988).

#### 4. RESULTADOS

Os dados foram analisados com base nos nove indicadores de desempenho do relatório de gestão do TCU, que são as variáveis de inputs e outputs utilizadas na Análise Envoltória de Dados. Na análise foram retiradas nove IFES que não tinham os dados completos ou apresentaram inconsistência nos dados no ano pesquisado (2015). As IFES UFESBA e UNILAB não apresentaram as informações no ano da pesquisa, por terem sido criadas recentemente. E as IFES UFOB, UFOPA, UFRB, UFS, UFT, UNILA e UTFPR apresentaram inconsistência nos dados. Com isso a amostra do estudo ficou composta por 54 IFES.

Na análise do modelo DEA foi utilizado retornos constantes de escala (CCR), pois os resultados das eficiências convergiram com os do modelo DEA com retornos variáveis de escala (BCC). E também porque o modelo BCC é menos restritivo que o CCR, pois a DMU eficiente no modelo CCR será também eficiente no modelo BCC, porém o contrário não é verdadeiro (FERREIRA; BRAGA, 2007). Alguns autores vêm utilizando em suas análises de eficiência das IFES, modelos CCR ou BCC, como por exemplo, Oliveira em 2013 usou o CCR e Siqueira em 2015 usou o modelo BCC em seus estudos.

Neste artigo foi realizada uma análise DEA em dois estágios, cujo primeiro estágio, os escores de eficiência das IFES foram calculados utilizando o método DEA. E no segundo estágio foi feita a análise de regressão Tobit, sendo que a variável dependente são os escores de eficiência obtidos pelo método DEA e as variáveis independentes são as variáveis ambientais.

A análise dos resultados será apresentada em duas partes: a primeira sendo a análise de eficiência calculada em 2015 e a segunda sendo a análise de regressão Tobit para validação do modelo de eficiência.

### PARTE 1: Análise de eficiência em 2015

No ano de 2015 foi feita a análise de eficiência utilizando-se um modelo DEA com retornos constantes de escala (CCR), com orientação a output.

Observa-se na Tabela 1 a saída do resultado feito pelo software DEAP, com os cálculos das eficiências técnicas para cada universidade. Os resultados apresentam as IFES que estão na fronteira de eficiência, ou seja, são as que possuem eficiência técnica igual a 1,0. As IFES ineficientes também aparecem nessa tabela com eficiência técnica menor que 1,0.

Tabela 1: Resultados da Eficiência Técnica das IFES em 2015

Código	SIGLA das IFES	Nome das IFES	Eficiência Técnica
1	UFPR	Universidade Federal do Paraná	1,000
2	UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro	1,000
3	UFV	Universidade Federal de Viçosa	1,000
4	UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais	1,000
5	UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	1,000
6	UFC	Universidade Federal do Ceará	1,000
7	UFPA	Universidade Federal do Pará	1,000
8	UFF	Universidade Federal Fluminense	1,000
9	UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina	1,000
10	UFAL	Universidade Federal de Alagoas	1,000
11	UFPEL	Universidade Federal de Pelotas	1,000
12	UFAC	Universidade Federal do Acre	1,000
13	UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	1,000
14	UFSJ	Universidade Federal de São João del-Rei	1,000
15	UNIFAP	Universidade Federal do Amapá	1,000
16	UFLA	Universidade Federal de Lavras	1,000
17	UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo	1,000
18	UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia	1,000
19	UFABC	Universidade Federal do ABC	1,000
20	UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	1,000
21	UFCSPA	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	1,000
22	UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa	1,000
23	UFCA	Universidade Federal do Cariri	1,000
24	UNIFESSPA	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	1,000
25	UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	0,996
26	UNIFAL	Universidade Federal de Alfenas	0,989
27	UFU	Universidade Federal de Uberlândia	0,985
28	UFPI	Universidade Federal do Piauí	0,979
29	UFRR	Universidade Federal de Roraima	0,975
30	UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá	0,959
31	UFMA	Universidade Federal do Maranhão	0,953
32	UFBA	Universidade Federal da Bahia	0,950
33	UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto	0,925
34	UFG	Universidade Federal de Goiás	0,923
35	UFSCar	Universidade Federal de São Carlos	0,923
36	UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora	0,915
37	UFPE	Universidade Federal de Pernambuco	0,905
38	UnB	Universidade de Brasília	0,903
39	UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido	0,892

40	UFAM	Universidade Federal do Amazonas	0,889
41	UNIR	Universidade Federal de Rondônia	0,887
42	UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	0,886
43	UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	0,883
44	UFES	Universidade Federal do Espírito Santo	0,872
45	UFCG	Universidade Federal de Campina Grande	0,868
46	UFSM	Universidade Federal de Santa Maria	0,866
47	UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco	0,859
48	UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul	0,856
49	UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco	0,851
50	UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados	0,850
51	UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso	0,840
52	UFPB	Universidade Federal da Paraíba	0,835
53	UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	0,794
54	FURG	Universidade Federal do Rio Grande	0,769
Média			0,944

Fonte: Elaboração própria, com base na saída do software DEAP 2.1.

Em 2015, na Tabela 1 foram encontradas 24 IFES consideradas eficientes, representando 44% das IFES que estão na fronteira de eficiência. Sendo que seis dessas IFES serviram de referência (benchmark) por mais de dez vezes para as outras IFES ineficientes, de acordo com os resultados do DEAP. As seis IFES são, por ordem decrescente de quantidades de vezes que serviram de referências, a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO (26 vezes), a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG (15 vezes), a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM (15 vezes), a Universidade Federal do Amapá – UNIFAP (14 vezes), a Universidade Federal do Pará – UFPA (12 vezes) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ (11 vezes). Isso mostra o grau de importância dessas IFES em relação às que são eficientes.

Quanto às 30 IFES que não são eficientes e, que representam 56% da amostra, podemos destacar as seis mais ineficientes (valores de eficiência abaixo de um) que são a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF (0,851), a Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD (0,850), a Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT (0,840), a Universidade Federal da Paraíba – UFPB (0,835), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS (0,794) e a Universidade Federal do Rio Grande – FURG (0,769).

No ano de 2015, para o conjunto das 54 IFES houve uma redução, em média, da eficiência de 5,6%, ou seja, a média do nível de eficiência em 2015 foi de 0,944.

A comparação com outros trabalhos sobre eficiência não é possível fazer de uma forma direta, por causa dos períodos analisados, das variáveis utilizadas e até da metodologia, mas é possível verificar os percentuais de eficiência encontrados em outros estudos que também analisaram a eficiência das IFES, utilizando indicadores do TCU.

De acordo com Costa et al. (2012), nos seus estudos referente a 2008, dividiu-se as IFES em dois grupos, nos quais no primeiro grupo formado por 28 IFES, constam 19 (68%) que foram considerados eficientes, sendo que as IFES que serviram de referência, por mais de três vezes, para as ineficientes foram a UFMG e a UFPA. As três IFES com os menores níveis de ineficientes foram a UFAL (0,77), a UFES (0,81), a FURG (0,81). No segundo grupo formado por 21 IFES, constam 15 (71%) que foram considerados eficientes, sendo que as IFES que serviram de referência, por mais de três vezes, para as ineficientes foram a UFRA, a

UFCSPA, a UFSE e a UNIRIO. As três IFES com os menores níveis de ineficientes foram a UNIR (0,74), a UNIFEI (0,78), a UFERSA (0,84).

Segundo Oliveira (2013) em seu trabalho que contou com uma amostra de 50 IFES, em 2010, as 15 IFES (30%) que apresentaram eficiência técnica igual a um foram: UFCSPA, UFBA, UNIFAL, UFCG, UNIFEI, UFMS, UFMG, UFSCAR, UFSJ, UFS, UFAC, UFRJ, UFRGS, UFTM e UTFPR. As cinco IFES que apresentaram os mais baixos graus de ineficiência foram: UFRA (0,696), UFES (0,776), UFAL (0,825), UFPB (0,834), e UFAM (0,839). Em 2012, as 12 IFES (24%) que apresentaram eficiência técnica igual a um foram: UFT, UFCG, UNIFEI, UFMS, UFMG, UFOP, UFSJ, UFAM, UFPR, UFRJ, UFRGS, UFTM e UTFPR. As cinco IFES que apresentaram os mais baixos graus de ineficiência foram: UFES (0,740), UNIFAP (0,805), UFMS (0,814), FURG (0,8159), e UFAL (0,829).

Esta comparação foi feita para se verificar quais das IFES que estavam se destacando, aparecendo em outros estudos como eficientes ou ineficientes, mesmo que nos estudos fossem em períodos, variáveis e métodos diferentes.

## PARTE 2: Validação do modelo de Eficiência

A validação do modelo de eficiência é verificada por meio da análise de regressão Tobit, para o segundo estágio do método DEA, com os dados censurados a direita, cujos resultados são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Regressão sobre escores DEA

```
. tobit Y TR2 TR3 ED1 ED4 ED5 ED6 ED7 ED10 ED11 EC1 SA2 TA3, ul(10)
```

Tobit regression		Number of obs	=	54	
Log likelihood = -51.80558		LR chi2(12)	=	21.98	
		Prob > chi2	=	0.0378	
		Pseudo R2	=	0.1750	
Y	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
TR2	4.43e-06	1.95e-06	2.28	0.028	5.02e-07 8.36e-06
TR3	-.0359247	.0195747	-1.84	0.074	-.0754279 .0035786
ED1	-.1598707	.182327	-0.88	0.386	-.5278214 .2080801
ED4	.0000115	.0000206	0.56	0.581	-.0000302 .0000531
ED5	-.0000893	.0000592	-1.51	0.139	-.0002089 .0000302
ED6	-.0005158	.0004098	-1.26	0.215	-.0013428 .0003111
ED7	.001418	.0007186	1.97	0.055	-.0000322 .0028682
ED10	-.2128663	.1191184	-1.79	0.081	-.4532569 .0275242
ED11	.2508167	.1192061	2.10	0.041	.010249 .4913844
EC1	1.87e-06	.0000173	0.11	0.914	-.000033 .0000368
SA2	.5259733	.3050842	1.72	0.092	-.0897115 1.141658
TA3	-.008222	.0060328	-1.36	0.180	-.0203968 .0039527
_cons	26.92117	18.53177	1.45	0.154	-10.47747 64.3198
/sigma	.8515746	.1196137			.6101845 1.092965

Obs. summary:           0 left-censored observations  
                           30 uncensored observations  
                           24 right-censored observations at Y>=10

Fonte: Elaboração própria, com base na saída do software Stata 13.0.

No Quadro 2, observa-se os resultados apresentados na coluna do teste dos coeficientes ( $P > |t|$ ) das variáveis ambientais, e considerando um nível de significância de 5% (0,05) para testar a hipótese de nulidade dos coeficientes, ou seja, valores de teste menores ou iguais a 0,05 rejeitaria a hipótese de nulidade do coeficiente, tornando significativas as variáveis no modelo.

Considerando os valores encontrados na coluna do teste dos coeficientes ( $P > |t|$ ), as variáveis ambientais TR2 (Pessoal ocupado), ED7 (Docentes no ensino médio) e ED11 (Matriculas/Docentes do ensino Médio) foram consideradas significativas para o modelo e apresentaram o sinal positivo como esperado. Também encontramos variáveis do modelo que tiveram o sinal negativo, mas foram rejeitadas pelo teste, ou seja, não são significativas no modelo. E outras variáveis que apesar de terem sinal positivo, mas que foram aceitas as hipóteses de nulidade dos seus coeficientes, que são as ED4 (Matrículas no ensino fundamental), EC1 (PIB per capita) e SA2 (Internações por diarreia), ou seja, também não são significativas no modelo.

Nota-se também que houve a validação do modelo utilizando os escores de eficiência da DEA, pois o valor encontrado no teste ( $\text{Prob} > \chi^2$ ) de ajuste do modelo foi de 0,0378, menor que o valor estabelecido para testar a validade do modelo, que é um nível de significância menor ou igual 5% (0,05). Sendo assim, verificamos que o modelo ajustado pode ser representado pela relação da magnitude do efeito das variáveis ambientais sobre os escores de eficiência.

## 5. CONCLUSÃO

Nessa pesquisa buscou-se avaliar o desempenho das IFES quanto à eficiência em relação aos gastos de recursos públicos do programa REUNI em 2015 e verificar a validação dessa eficiência das IFES.

Implicitamente, para o governo, era de se esperar que houvessem ganhos de eficiência para as universidades públicas federais brasileiras devido a injeção de recursos públicos nas IFES, porém o que se observou em 2015 foi que menos da metade (44%) das IFES são consideradas eficientes.

De acordo com os resultados da presente pesquisa, verificou-se que houve a validação do modelo ajustado que considerava a relação das IFES eficientes e não eficientes, utilizando os insumos e produtos estabelecidos, com as variáveis ambientais selecionadas, pois o teste de ajuste do modelo de regressão Tobit foi considerado significativo.

Sugere-se que pesquisas futuras utilizem novas variáveis de insumos e produtos, assim como outras variáveis ambientais que possam corroborar com os testes aplicados nesse estudo. Por fim, também seria cabível para complementar as pesquisas envolvendo esse tema, análises em segundo estágio utilizando outras metodologias para as regressões, conforme as propostas por Simar e Wilson (2007) e Banker e Natarajan (2008).

## REFERÊNCIAS

ARAYA, M. C. G. Projeções não radiais em regiões fortemente eficientes da fronteira DEA – algoritmos e aplicações. Tese de Doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, v.30, n. 9, 1078-1092, 1984.
- BANKER, R. D.; NATARAJAN, R. Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. *Operations research, INFORMS*, v. 56, n. 1, p. 48-58, 2008.
- BARBOSA, G. C.; FREIRE, F. S.; CRISÓSTOMO, V. L. Análise dos indicadores de gestão das IFES e o desempenho discente no ENADE. *Revista da avaliação da educação superior, Campinas*, v. 16, n. 2, p. 317-344, jul. 2011.
- BELLONI, J. A. Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras. 245p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- BOGETOFT, P.; OTTO, L. Benchmarking with DEA, SFA, and R. *International Series in Operations Research and Management Science*, v. 157, 2011.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 13 out. 2015.
- \_\_\_\_\_. Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007. Institui o Programa REUNI. Brasília, 2007a. Em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6096.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6096.htm). Acesso 13 out 2015.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providencias. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm)>. Acesso em: 13 out. 2015.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. Grupo Assessor. Diretrizes gerais do programa de apoio a planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais REUNI. Brasília, 2007b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/diretrizesreuni.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2015.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Balanço Social 2003-2015. Brasília, 2016. 94 p.
- \_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União - TCU; Secretaria de Educação Superior – SESu/MEC; Secretaria Federal de Controle Interno – SFC. Orientações para o cálculo dos indicadores de gestão: decisão TCU nº 408/2002 – plenário. Versão revisada março 2004. In: Ministério da Educação. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/indicadores.pdf>>. Acesso 13 out. 2015.
- CAVALCANTE, S. M.; ANDRIOLA, W. Avaliação da Eficiência dos Cursos de Graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC) através da Análise Envoltória de Dados (DEA). *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, v. 5 n. 3, p. 290-313, 2012.
- ÇELEN, A. Efficiency and productivity (tfp) of the turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (dea&tobit) analysis. *Energy Policy, Elsevier*, v. 63, p. 300-310, 2013.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v.2, p.429-444, 1978.
- COELLI, T. J. A guide to DEAP version 2.1: a DEA (computer) program. Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA) WP 8, University of New England, Austrália, 1996.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer Science & Business Media, 2005.
- COSTA, D. M.; PAIVA, R. V. C.; FERREIRA, J. C. P. A educação Superior tecnológica como um caminho para a expansão da educação superior no Brasil. In: X Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. Argentina, 2010.
- COSTA, E. M.; RAMOS, F.; SOUSA, H. R. Mensuração de eficiência produtiva das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Brasília, DF, Esaf, 2010.
- COSTA, E. M.; SOUZA, H. R.; RAMOS, F. S.; SILVA, J. L. M. Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 16, n. 3, p. 415-440, 2012.
- FERNANDES, D. P.; RESENDE FILHO, M. D. A. Eficiência de custos operacionais das companhias de distribuição de energia elétrica (cdees) no brasil: Uma aplicação (DEA & Tobit) em dois estágios. 2017.
- FERREIRA, M. A. M.; BRAGA, M. J. Eficiência das sociedades cooperativas e de capital na indústria de laticínios. *Revista Brasileira de Economia*, v. 61, n. 2, p. 231-244, 2007.



- FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações. Editora UFV, Viçosa, MG, 2009.
- GREENE, W.H. *Econometric Analysis*. Prentice Hall, 6th edition, 2008.
- HENNINGSEN, A.; *Estimating censored regression models in R using the censReg Package - R package vignettes*, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O Brasil em Síntese é o sistema agregador de informações do IBGE sobre os municípios e estados do Brasil. 2017. Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em 26 abr. 2018.
- INEP. Censo da Educação Superior 2013. Brasília. 2014. Disponível em <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/apresentacao/2014/coletiva\\_censo\\_superior\\_2013.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/apresentacao/2014/coletiva_censo_superior_2013.pdf)> Acesso em 13 out. 2015.
- JI, Y.-B.; LEE, C. Data Envelopment Analysis. *The Stata Journal*, v. 10, n. 2, p. 267- 280, 2010.
- MADDALA, G. S. *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Melbourne: Cambridge University Press, 1983.
- LOBO, M. S. C.; LINS, M. P. E; SILVA, A. C. M.; FISZMAN, R. Impacto da reforma de financiamento de hospitais de ensino no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 437-445, jun. 2009.
- MELLO, J. C. C. B.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; NETO, L. B. Curso de Análise de Envoltória de Dados. *Anais do SBPO-XXXVII*, p. 2520-2540, 2005.
- MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. IFES (Instituições Federais de Ensino Superior), *Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil*. São Paulo, Editora Mídiamix, 2002.
- OLIVEIRA, A. J. Programa REUNI nas Instituições de Ensino Superior Federal (IFES) Brasileiras: um estudo da eficiência operacional por meio da análise envoltória de dados (DEA) no período de 2006 a 2012. 2013. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Programa de Mestrado em Contabilidade, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- PEÑA, C. R. Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba, Paraná, v. 12, n. 1, p. 83-106, 2008.
- RIOS, L. R. Medindo a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do MERCOSUL. *Dissertação Mestrado*, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2005.
- RAY, S. C. Data envelopment analysis, nondiscretionary inputs and efficiency: an alternative interpretation. *Socio-Economic Planning Sciences*, Elsevier, v. 22, n. 4, p. 167–176, 1988.
- SAVIANI, D. O Plano de Desenvolvimento da Educação: Análise do projeto do MEC, *Revista Educação & Sociedade*, Campinas, vol. 28, n. 100 - Especial, p. 1231-1255, out. 2007.
- SENRA, L. F. A. C.; NANJI, L. C.; MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L. A. Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA. *Pesquisa Operacional*, v. 27, n. 2, p. 191-207, 2007.
- SILVA, C. T.; MORGAN, B. F.; CUNHA, J. R.; MOURA, J. D.; FILHO, J. R.; COSTA, P. D. *Custos no Setor Público*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 2007.
- SILVA, R. L.; FREITAS, F. C. H. P.; LINS, M. T. G. A implantação do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais/REUNI: um estudo de Caso. *Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL*, v. 6, n. 4, p. 147-170, 2013.
- SIMAR, L.; WILSON, P. W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 136, n. 1, p. 1–64, 2007.
- SIQUEIRA, J. S. *Eficiência das universidades públicas federais brasileiras: Um estudo com foco no projeto REUNI*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2015.
- TOBIN, J.; Estimation of relationship for limited dependent variables. *Econometrica*, v. 26, p. 24-36, 1958.
- VASCONCELLOS, M. A. S.; OLIVEIRA, R. *Manual de Microeconomia*. São Paulo, Atlas, 1996.