

# EFICIÊNCIA NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRA: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

*Efficiency in brazilian federal universities: an application of data wrapping analysis*

Maria de los Angeles Martinez Cohen  
Adriano Nascimento Paixão  
Nilton Marques Oliveira

# EFICIÊNCIA NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRA: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

*Efficiency in brazilian federal universities: an application of data wrapping  
analysis*

*Maria de los Angeles Martinez Cohen  
Adriano Nascimento Paixão  
Nilton Marques Oliveira*

**Resumo:** Este artigo tem por objetivo mensurar a eficiência de 56 universidades federais brasileiras. Os dados foram obtidos no sitio do Tribunal de Contas da União (TCU). As variáveis utilizadas foram o índice de qualificação do corpo docente e o conceito capes da pós-graduação. A técnica empregada para mensuração foi a Análise Envoltória de dados (DEA). Os principais resultados da pesquisa apontaram níveis de eficiência para cada grupo analisado. No grupo I, 37,5 % das universidades tiveram resultados eficientes e no grupo II 53,12%. As causas da ineficiência em cada grupo estiveram relacionadas a fatores diferentes, por exemplo, aquelas universidades com os melhores índices de qualificação do corpo docentes e conceito capes (grupo I), apresentaram excessos de custo corrente por aluno. Por outro lado, a principal causa de ineficiência no grupo II foi explicada pela escassez na taxa de sucesso na graduação e o excesso no índice de qualificação do corpo docente.

**Keywords:** análise envoltória de dados, eficiência, educação superior

**Abstract:** The objective of this paper is to measure the efficiency of 56 Federals Brazilian Universities. All the information was gotten throughout the Union Account Tribunal (UAT). The used variables were docent body qualification index and the post-graduation capes concept. The technique used to measure was the data envelopment analysis (DEA). The main results of the research pointed out efficiency levels for each analysed group. In the group I 37.5% of the Universities had efficient results and in the group II 53.12%. The causes of inefficiency in each group were related to different factors. For example, those universities with the best docent body qualification index and capes concept (group I), showed excess in the current cost per student. In the other hand, the main inefficiency cause in the group II was explained by the shortage in the event rate in the graduation and the index excess of docent body qualification.

**Palavras-chave:** data wrapping analysis, efficiency, high education

**JEL:** I23; C61; O15

## Introduction

A constituição federal de 1988 em seu artigo 212 apresenta como devem ser aplicadas as receitas resultantes de impostos para manutenção e desenvolvimento do ensino brasileiro. Por sua vez, o sistema de ensino superior submete as universidades federais a regimes específicos de avaliação e administração de recursos, no intuito de alcançar um grau significativo de eficiência. No ano de 1994 o programa de avaliação institucional das universidades brasileiras (PAIUB) reconheceu a necessidade de aperfeiçoar a análise e o tratamento das informações relacionadas a gestão financeira e qualidade institucional das universidades no Brasil. Nesta ordem de ideias, Casado (2007) realizou um referencial histórico da metodologia de avaliação da produtividade, eficiência e sua evolução para a Análise Envoltória de dados como ferramenta de avaliação da educação superior. O referido autor afirma que a partir dos anos 60 com o surgimento de técnicas não paramétricas mais desenvolvidas como a Análise Envoltória de Dados (DEA)<sup>1</sup> foram obtidos avanços significativos nesta área.

No Brasil os primeiros trabalhos que envolveram a técnica DEA surgiram a partir dos anos 90, tais como: Lapa, Lopes e Lanzer (1995) ; Cury (1995); Marinho (1996) Nunes (1998) e Belloni (2000) este último na sua tese doutoral construiu uma série de indicadores para avaliar a eficiência produtiva de 33 universidades federais, das quais 6 foram consideradas tecnicamente eficientes, o autor esclarece que a metodologia por ele aplicada, não pretendeu detectar a ineficiência do sistema federal como um todo e sim as ineficiências individuais de cada instituição com relação aos melhores desempenhos observados dentro do sistema Brasileiro.

Segundo a literatura anterior, pode-se inferir que o método DEA tem se tornado, a nível nacional e internacional, uma das técnicas mais utilizadas para medir a eficiência do sistema educativo. Sobre este assunto Martins et al. (2012) afirmam que:

A metodologia DEA vem sendo a mais empregada para estimar a eficiência do setor educacional. Isso se deve, principalmente, ao fato de o setor educacional ser composto por múltiplos insumos e múltiplos produtos, o que facilita a estimação da fronteira pela DEA; além disso, a não necessidade da forma funcional da função de produção não causa, na estimação, o problema de má especificação do modelo. (MARTINS et al. 2012, p. 418).

Dentro desta técnica as Universidades são catalogadas como DMUs (*Decision Making unit*), Unidade tomadora de decisão, as quais segundo Gómez e Mancebón (2005) produzem conhecimento, habilidades, valores entre outras características, onde o aluno representa um fator de suma importância no processo produtivo. Entre os últimos trabalhos realizados no Brasil que utilizaram a técnicas DEA em versões mais completas como a DEA -SBM (*Slacks Based Measure*). é possível mencionar Martins et al. (2012) cujo objetivo foi estimar a fronteira de produção educacional das Instituições Federais de Educação Superior (IFES) entre os anos 2004 e 2008, buscando obter o grau de eficiência produtiva de cada instituição e posteriormente determinar as causas de possíveis ineficiências. No entanto, a dimensão temporal e a

---

<sup>1</sup> Segundo a revisão da literatura realizada por Casado (2007) as técnicas não paramétricas surgiram na década de cinquenta com trabalhos realizados por: Koopmans (1951) e Ferrel (1957). Mais tarde estas técnicas experimentaram um progresso significativo com os aportes de Charnes, Cooper e Rhodes (1978).

falta de informação disponível, segundo os autores, provocou a exclusão de algumas IES.

Frente ao contexto anterior, este artigo objetiva estimar a fronteira de produção educacional das IFES Brasileiras tomando como referência o ano de 2016 a fim de obter o grau de eficiência produtiva de cada instituição de ensino superior federal por meio do modelo DEA-SBM e posteriormente identificar quais ajustes deveriam ser considerados entre os inputs e outputs para situar as DMUs ineficientes na fronteira de eficiência. Vale a pena assinalar que grande parte do exercício aqui desenvolvido pode ser examinado em Martins et al. (2012).

Este artigo está dividido da seguinte forma, além desta introdução, a segunda seção apresenta uma breve revisão da literatura sobre estudos que utilizaram o método DEA para analisar a fronteira de produção no âmbito acadêmico. A seção três apresenta uma discussão sobre a importância das IFES dentro da economia do conhecimento. A seção quatro apresenta a metodologia utilizada. A quinta seção mostra o tratamento dos dados e análise dos resultados e finalmente as conclusões.

## 2 Alguns Estudos Sobre o Método DEA

O método DEA é atribuído a Charnes, Cooper e Rhodes (1978) pela publicação do artigo intitulado *Measuring the efficiency of decision making units*. Este estudo trouxe como base os aportes realizados por Farrel em (1957) sobre o indicador da eficiência produtiva que deram como resultado um modelo com retornos constantes de escala denominado CCR. Mais tarde, Banker, Charnes e Cooper (1984) ampliaram o modelo incluindo os retornos variáveis de escala passando a ser considerado modelo BCC. Estes modelos deram origem a diversos estudos empíricos sobre eficiência em unidades produtivas tanto no setor privado quanto na administração pública, estabelecimentos de saúde, prisões e segurança etc. Para um melhor conhecimento sobre estes últimos temas pode-se pesquisar Marinho (2003) e Scalco et al. (2012).

Na experiência internacional vale a pena mencionar Forsund e Kalthagen (1999), Afonso e Santos (2005) e Visbal et al. (2016) os quais utilizaram o DEA para analisar a eficiência produtiva de universidades em Noruega, Portugal e Colômbia respectivamente. A partir dos resultados apresentados por Visbal et al. (2016) utilizando o modelo DEA-SBM, foi possível verificar que o grau de ineficiência de algumas universidades públicas colombianas estava ligado ao baixo número de pesquisas além dos poucos recursos destinados a formação de docentes em programas de doutorados.

Considerando a revisão literária mais específica e exausta realizada por Casado (2007) sobre a utilização da Análise envoltória de dados como ferramenta de avaliação da educação superior no Brasil. Pode-se afirmar que os primeiros trabalhos com esta técnica, foram aplicados por grupos de pesquisa na Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Federal de Rio de Janeiro, alguns autores a mencionar são: Lopes, Lapa e Lanzer 1995; Marinho (1996), quem utilizou uma combinação entre análise fatorial e DEA para a formulação de um ranking de universidades a partir da sua eficiência relativa. Seguindo a ordem cronológica é importante mencionar Lapa, Belloni e Neiva (1997) e Nunes (1998).

Belloni (2000) teve como objetivo principal a construção de indicadores para medir a eficiência produtiva das universidades federais Brasileiras. Ao longo da sua análise, o referido autor alerta para duas dificuldades que podem surgir quando se

combina o DEA com alguns métodos de análise multivariado, especificamente com relação a uso do método das Componentes Principais. Segundo o autor, a primeira dificuldade está relacionada a precisão dos resultados de cada instituição, ou seja, quando é feito um corte para determinar o número de componentes principais, a qualidade da representação de cada instituição pode estar comprometida. A segunda refere-se à dificuldade de interpretação quando as variáveis são as próprias componentes principais<sup>2</sup>.

Façanha e Marinho (2001) realizaram uma avaliação comparativa de eficiência entre instituições de ensino superior governamentais (federais, estaduais e municipais) e particulares para os anos de 1995 a 1998 fazendo uso da metodologia DEA. Os autores reconhecem as limitações de trabalhar com dados censitários, no entanto recomendam para futuras pesquisas o uso dos censos de ensino superior tratando os dados de forma individual para cada instituição.

Oliveira e Turrioni (2006) avaliaram o desempenho das instituições de educação superior utilizando indicadores do tribunal de contas da união (TCU) aplicando a técnica DEA. Os autores mencionam algumas limitações do modelo quando se opta por aumentar ou excluir alguma instituição do grupo, o que modificaria completamente o resultado da análise.

### 3 Economia do Conhecimento

Considerando a importância das Instituições de educação superior, objeto aqui analisado, dentro do contexto econômico. Vale a pena mencionar que a teoria do capital humano considera a educação como um bem que os indivíduos adquirem realizando investimentos de dinheiro, tempo e muito esforço, visando aumentar seus ingressos futuros (BECKER, 1962). No entanto, a discussão da teoria de capital humano tem evoluído ao ponto de ser “substituída” pelo conceito de economia do conhecimento, esta substituição se deve em parte ao surgimento de críticas sobre o particular vínculo entre salário e educação, além de outros aspectos antes ignorados como habilidades inatas dos indivíduos, relação entre universidade - empresa e pesquisa inovadora, todos estes propulsores do crescimento econômico. (SCHENEIDER et al., 2014)

A ideia de o conhecimento ser um fator fundamental dentro do crescimento econômico já tinha sido apresentada por Romer (1986) quem propôs um modelo de crescimento a longo prazo onde o conhecimento é assumido como um insumo que aumenta a produtividade marginal. Nesse sentido, Chiarini e Pereira (2012) afirmam que no contexto da economia do conhecimento a Universidade além de formar pessoas qualificadas, tem o papel social de disseminar o conhecimento por meio de novas tecnologias e pesquisas, impactando no crescimento econômico de um país. No Brasil, segundo estes autores, a produção científica está a cargo das universidades públicas, sendo as universidades federais o principal *locus* da produção, as quais estão desigualmente distribuídas no território Brasileiro concentrando-se principalmente na região sudeste do país.

No ano de 2008 surgiu o projeto (PIB) Perspectivas de Investimento no Brasil coordenado pelo Instituto de Economia da Universidade Federal de Rio de Janeiro

---

<sup>2</sup> Estes comentários realizados por Belloni fazem referência às pesquisas feitas por Marinho (1996) e Marinho, Rezende e Façanha em 1997: *Brazilian Federal Universities: Relative Efficiency Evaluation and Data Envelopment Analysis*. Os autores utilizam inicialmente o método de componentes principais com o objetivo de reduzir o número de variáveis.

(UFRJ) e a Universidade estadual de Campinas UNICAMP. Um dos informes realizados para o ano 2010 intitulado as perspectivas do conhecimento na economia do conhecimento, afirma a existência de avanços significativos em sistemas de inovação. No entanto, a extrema desigualdade territorial e as deficiências existentes em todos os níveis acadêmicos não permitem que a economia do conhecimento se torne uma realidade efetiva. Finalmente os autores do referido informe também destacam o papel das universidades na disseminação e avanço do conhecimento. (CASSIOLATO et al.,2010).

#### 4 Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa é de caráter qualitativo, descritivo e quantitativo baseada na aplicação da análise multivariada e o método de Análise Envoltória de Dados (DEA). Buscando cumprir o critério de homogeneidade que visa a obtenção de resultados mais consistentes, aplicou-se uma análise de conglomerados dividindo as universidades em grupos mais homogêneos. As duas variáveis utilizadas para realizar a divisão dos grupos foram o Índice de Qualificação do corpo docente (IQCD) e Conceito Capes de pós-graduação (CCAPES). A escolha destas duas variáveis deu-se com a intenção de diferenciar aquelas universidades mais voltadas à produção científica de qualidade. Uma vez definidos os grupos, utilizou-se o *software Solver professional 8.0* aplicando o modelo DEA-SBM do inglês – *Slacks -Based measure*, desenvolvido por Tone (1997) o qual é representado por meio do seguinte problema fracionado de programação linear:

$$\min_{\lambda, s^-, s^+} \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{i0}}{1 - \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s s_i^+ / y_{r0}}$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} x_0 &= X\lambda + s^- \\ y_0 &= Y\lambda - s^+ \\ \lambda &\geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{aligned}$$

Neste modelo  $s^-$  representa as folgas dos insumos,  $s^+$  as folgas do produto,  $\lambda$  são os pesos destes insumos e produtos. Assume-se que  $X \geq 0$ , e que o valor de  $\rho$  da função objetivo é definido no intervalo  $0 \leq \rho \leq 1$  este valor representa a medida da eficiência educacional, a qual só será igual a um se todas as folgas forem nulas. O modelo SBM foi orientado a saída (output) com retornos variáveis de escala, definido pela seguinte equação:

$$\rho^* = \min_{\lambda, s^+} = \frac{1}{1 + \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s s_r^+ / y_{r0}}$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} x_0 &= X\lambda \\ y_0 &= Y\lambda - s^+ \\ \lambda &\geq 0, s^+ \geq 0 \end{aligned}$$

## 4.1 Fonte de Dados

Após uma revisão das pesquisas feitas nas últimas décadas tanto nacionais como internacionais, optou-se por utilizar os inputs e outputs empregados por Martins (2012):

### **Output:**

- Taxa de Sucesso na Graduação (TSG<sup>3</sup>)
- Conceito Capes para pós-graduação (CCAPES)

### **Input:**

- Custo corrente/aluno equivalente (CCAPE)
- Aluno tempo integral/docente equivalente (ATIDE)
- Aluno tempo integral/funcionários equivalentes(ATIFE)
- Índice de qualificação do corpo docente(IQCD)

No entanto, a fonte de dados utilizadas neste estudo foram os relatórios de gestão do ano 2016 de cada Universidade Federal analisada. Estes relatórios foram devidamente elaborados de acordo com as disposições do Tribunal de Contas da União (TCU) e apresentados aos órgãos de controle interno e externo e a sociedade como prestação de contas anual. Outro diferencial desta pesquisa foi a utilização de uma análise de conglomerados com as variáveis, Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD) e Conceito Capes da Pós-graduação, para minimizar a heterogeneidade entre as DMU'S, seus resultados serão explicados no decorrer do trabalho.

Outras informações conceituais foram extraídas de documentos publicados pelo Instituto Nacional de Estudo e Pesquisas Educacionais (INEP) e do Ministério da Educação (MEC). No tocante ao tamanho da amostra se analisaram 56 Universidades Federais das 63 existentes no Brasil. Devido a limitações no processo da pesquisa, relacionadas a disponibilidade de informações não foi possível utilizar o total das IFES<sup>4</sup>.

## 4.2 Análise Envoltória de Dados

A análise envoltória de dados é uma técnica não paramétrica que determina a curva de eficiência através da programação matemática de otimização, sem necessidade de especificar nenhuma relação funcional entre os inputs e outputs. Este método permite analisar o desempenho relativo das unidades produtivas, no entanto, um dos principais desafios para o pesquisador é a eleição dos inputs e outputs que serão utilizados durante todo o processo, já que subestimar ou superestimar estas variáveis pode causar resultados tendenciosos. (ROSANO, 2008). Entre os pressupostos fundamentais do método DEA Gomez e Baptista (2004) mencionam o relacionado às *Desicion Making Units (DMU)*<sup>5</sup>, quando uma delas é capaz de

<sup>3</sup> Segundo Martins et al. (2012) A TSG representa um produto no processo produtivo educacional relacionado ao desempenho acadêmico das IFES. (Alunos formados/alunos matriculados).

<sup>4</sup> Algumas universidades foram excluídas da pesquisa por que os relatórios do ano 2016 não se encontravam disponíveis no TCU e outros não estavam de acordo com o modelo exigido pelo órgão regulador, o que dificultou a identificação de algumas variáveis. As universidades não contempladas nesta pesquisa são: UFSB, UFAM, UFS, UFV, UNILAB, UTFPR e UFCSPA.

<sup>5</sup> Para o caso específico de este estudo, as DMU seriam as próprias Universidades Federais

produzir determinada quantidade de produtos com “x” insumos, então outras DMUs poderiam fazer o mesmo sempre e quando se encontrem sobre a curva de eficiência. Além disso, os referidos autores consideram a Eficiência no sentido de Pareto, elucidando que nenhum produto pode aumentar sua produção sem que sejam aumentados seus insumos, ou reduzido a quantidade produzida de outro produto.

Cooper et al. (2000) cita algumas características específicas no momento de selecionar inputs e outputs, estes não devem incluir valores negativos, suas unidades de medida não precisam ser iguais e a quantidade de insumo e produto não podem superar um tercio da quantidade de DMUs analisadas. Outro pressuposto mencionado pelos autores está relacionado à homogeneidade, ou seja, as unidades produtivas devem ter características similares, pelo que muitas vezes é necessário a aplicação de técnicas complementares para minimizar este problema. Finalmente, Zhu (2009) afirma que o pesquisador deve buscar sempre um equilíbrio na quantidade de inputs, outputs e DMUs utilizadas com o intuito de aumentar o poder discriminatório de eficiência do DEA.

### 4.3 Análise de cluster

Mingoti (2005) afirma que as técnicas para a construção de conglomerados ou cluster podem ser classificadas entre hierárquicas e não hierárquicas. No entanto, as primeiras são utilizadas principalmente para identificar o número provável de grupos, já para as técnicas não hierárquicas é necessário que o número de grupos esteja pré-especificado pelo pesquisador. Segundo a referida autora, existem 4 passos para a aplicação de técnicas hierárquicas resumidos da seguinte forma: 1) Cada elemento do cluster é um cluster de tamanho um, 2) Em cada estágio do processo de agrupamento se formará um novo conglomerado, de tal forma que o número de grupos vai sendo diminuído, 3) deve cumprir-se a propriedade da hierarquia, ou seja, se dois elementos aparecem juntos em um mesmo grupo, eles devem continuar juntos nos próximos estágios, 4) devido à propriedade da hierarquia é possível a construção de um dendrograma que represente a história do agrupamento.

Segundo Viana e Oliveira (2004) existem diferentes métodos hierárquicos o método de ligação simples e completa, o método de centroides e o método de soma de erros quadráticos ou variância. Este último é também conhecido como Método de *Ward* que utiliza a seguinte função de distância:

$$d_{(uv)w} = \frac{((N_U + N_W) \cdot d_{UW} + (N_W + N_V) \cdot d_{VW} - N_W \cdot d_{UV})}{N_U + N_V + N_W}$$

Onde:

$N_U$  e  $N_W$  são os números de elemento no grupo U e V respectivamente;

$d_{UW}$  e  $d_{VW}$  são as distâncias entre os elementos UW e VW respectivamente.

Algumas das características do método de *Ward* se encontram os bons resultados para as distâncias euclidianas, resultados insatisfatórios quando o número de elementos em cada grupo é praticamente o mesmo, tendência a combinar grupos com poucos elementos e alta sensibilidade na presença de *outliers*. Finalmente Machado e Ciaramella (1997) consideram importante a utilidade do dendrograma

---

consideradas unidades produtivas.



para visualizar as semelhanças entre amostras, baixo a interpretação básica que entre menor a distância maior similaridade entre os grupos.

### 5. Tratamento dos Dados e Análises de Resultados

Depois de avaliar o dendrograma apresentado na figura 1 definiram-se dois grupos de universidades. A Tabela 1 apresenta as instituições pertencentes a cada conglomerado e os valores médios das duas variáveis utilizadas para o agrupamento.

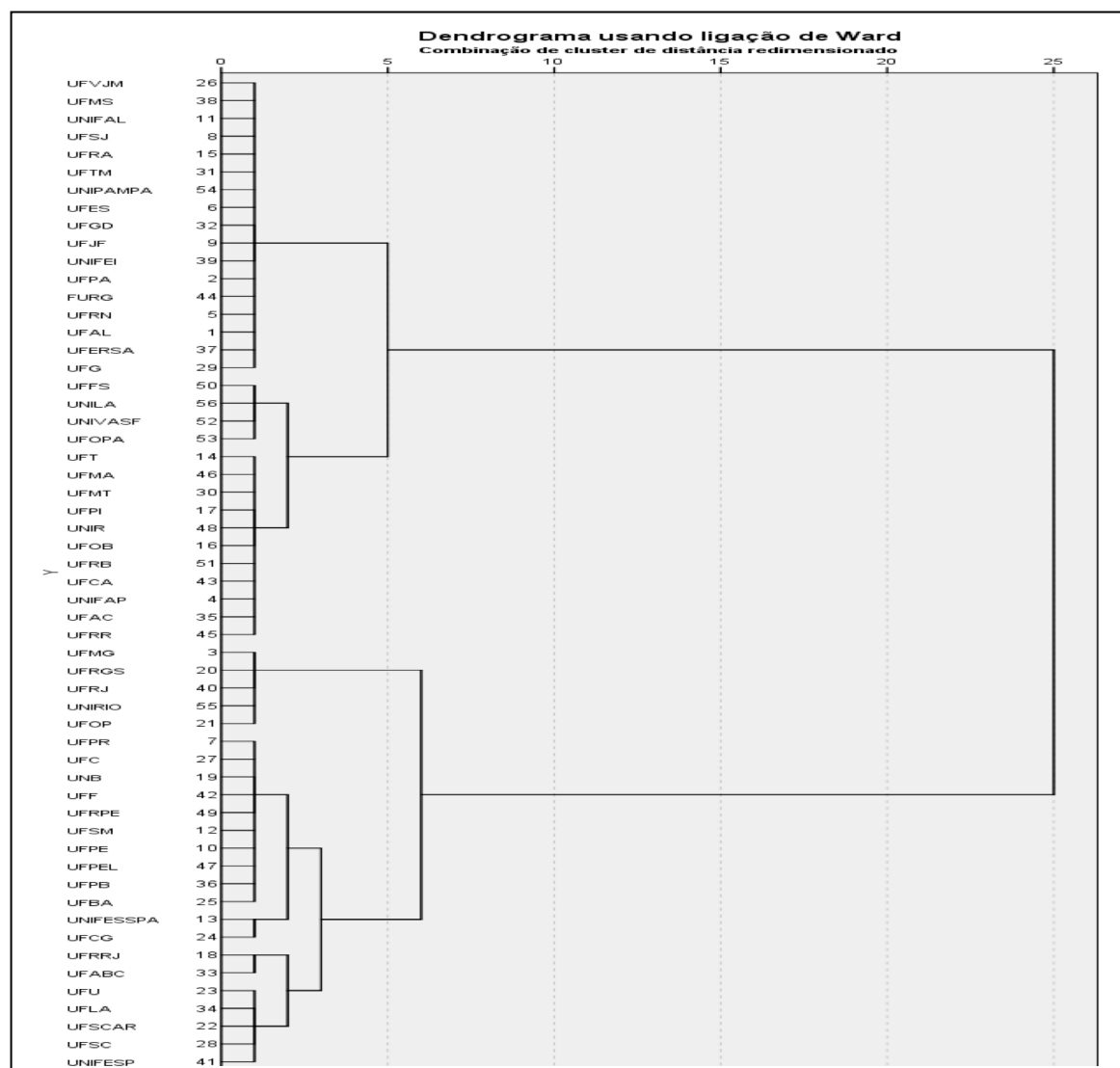


Figura 1 - Dendrograma IFES Brasileiras

Fonte: resultado da pesquisa

**Tabela 1** - Medida descritiva dos grupos formados.

GRUPO 1		GRUPO II		
UFMG	UFSCAR	UFGD	UFERSA	UFSJ
UNB	UNIFESP	UFG	UNIR	UFES
UFRJ	UFU	UFMT	UFRR	UFTM
UFF	UFABC	UFMS	UFAC	UFVJM
UFCG	UNIRIO	UFRB	UNIFAP	UFRRJ
UFPE	UFBA	UFCA	UFOPA	UFFS
UFC	UFPB	UFAL	UFPA	UNIPAMPA
UFRPE	UFRRJ	UFMA	UFT	FURG
UNIFESSPA	UFPEL	UFOB	UFRA	
UFLA	UFSC	UFPI	UNIFAL	
UFMS	UFPR	UFRN	UNIFEI	
UFOP	UFRGS	UNIVASF	UFJF	
Média (iqcd)= 4,5		Média (iqcd)= 4,09		
Média (ccapes)= 4,3		Média (ccapes)= 3,4		

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do cluster segundo método Ward

#### 4.1 analisando a eficiência IFES em cada grupo

A Tabela 2 apresenta uma estimação da fronteira de produção das universidades federais brasileiras para o ano 2016. Pode-se verificar que o 37,5% das universidades pertencentes ao primeiro grupo resultaram eficientes, localizando-se na fronteira, enquanto o 62,5% se situaram abaixo da fronteira de eficiência. É de esperar-se que todas as universidades localizadas na fronteira sejam consideradas *benchmarks*<sup>6</sup> para aquelas que estão abaixo da fronteira, no entanto, a tabela 2 permite constatar que universidades como UNIFESSPA, UNB, UNIRIO estão na fronteira e não foram referência para nenhuma instituição ineficiente.

**Tabela 2** - Fronteira de eficiência das IFES: grupo I

Rank	DMU	Score	Benchmark	Rank	DMU	Score	Benchmark
1	UFMG	1	12	13	UFBA	0,89	0
1	UFRJ	1	1	14	UFU	0,87	0
1	UFPEL	1	1	15	UFC	0,85	0
1	UFCG	1	1	16	UFSC	0,85	0
1	UFOP	1	1	17	UFLA	0,83	0
1	UFPR	1	1	18	UFSCAR	0,83	0
1	UNIFESSPA	1	0	19	UNIFESP	0,83	0
1	UNB	1	0	20	UFABC	0,81	0
1	UNIRIO	1	0	21	UFPB	0,79	0
10	UFRGS	0,999	0	22	UFRPE	0,78	0
11	UFPE	0,91	0	23	UFMS	0,77	0
12	UFRRJ	0,89	0	24	UFF	0,74	0

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do DEA-SBM

Com relação aos *scores* de cada universidade pertencente ao grupo I a UFF apresentou o *score* de eficiência mais baixo de 0,74. Nesse sentido, torna-se interessante examinar as possíveis causas da ineficiência em cada grupo analisado.

<sup>6</sup> Segundo Dias (2009) define os benchmarks como aquelas unidades eficientes que possuem uma combinação de entradas e saídas que as unidades ineficientes podem realizar.

#### 4.2 possíveis causas de ineficiência: grupo I

Após a respectiva análise da fronteira de eficiência é importante avaliar as folgas projetadas pelo modelo DEA, para verificar as causas da ineficiência das DMU'S que estão por abaixo da fronteira. Esta análise permitirá tomar decisões com relação a quantidade de *inputs* e *output* utilizados no processo produtivo das universidades federais. Em outras palavras, permitirá detectar se existe escassez de saídas ou excesso de entradas, impedindo que as Ifes cheguem à fronteira de eficiência. Nessa ordem de ideias, a tabela 3 pode inferir que pelo lado dos *inputs* a maioria das universidades do grupo I que ficaram abaixo da fronteira experimentaram excesso significativos no custo corrente por aluno equivalente com exceção da UFPE, UFRGS, UFBA, UFABC e UFPB. No entanto a UFMS, UFSC, UFRRJ e UNIFESP, utilizaram em excesso um custo por aluno de R\$ 5.957,26; R\$3.990,65; R\$ 3.429,99 e R\$2.102,33; respetivamente. Se espera que um aumento nos investimentos impacte de forma positiva nas variáveis relacionadas ao produto (saídas), sendo assim, a utilização do excesso de recursos, não implicou melhoras no conceito capes nem na taxa de sucesso de graduação das quatro ultimas universidades mencionadas.

A escassez na taxa de sucesso na graduação e no conceito capes, afetaram em termos gerais todas as universidades que se situaram abaixo da fronteira, com exceção de UFRRJ que não apresentou escassez na tsg, no entanto, sua eficiência foi afetada pela escassez do conceito capes e um excesso no índice de qualificação de seu corpo docente.

**Tabela 3** - Folgas das IFES grupo I ano 2016

Rank	DMU	Excesso CCAE	Excesso ATIDE	Excesso ATIFE	Excesso IQCD	Escassez CCAPES	Escassez TSG
10	UFRGS	0	0	0	0	0	0,013
11	UFPE	0	0	0,4	0	0,7	0,02
12	UFRRJ	3429,99	0	0	0,7	0,9	0
13	UFBA	0	0,3	0	0	0,5	0,06
14	UFU	1338,75	0	0,3	0,2	0,7	0,06
15	UFC	559,969	0	2,9	0	0,6	0,10
16	UFSC	3990,65	0	2,2	0,0	0,4	0,13
17	UFLA	778,751	0	0	0,2	0,7	0,11
18	UFSCAR	1326,36	0	1,9	0,2	0,8	0,10
19	UNIFESP	2102,33	0	1,6	0,3	0,2	0,14
20	UFABC	0	0	0	0,5	1,2	0,05
21	UFPB	0	0	0	0	0,5	0,17
22	UFRPE	2541,67	0	0,	0,1	0,7	0,13
23	UFMS	5957,26	0	0,2	0	1,2	0,10
24	UFF	2268,13	0	0	0	1,0	0,17

**Fonte:** Elaboração própria com base nos resultados do DEA-SBM

Por outro lado, as causas da ineficiência da UFABC e UFPB estão explicadas basicamente pela escassez do conceito capes e um leve impacto na tsg. Finalmente, vale apenas assinalar a situação da universidade UFRGS que apresentou um *score* de

0,99 não alcançando a eficiência por uma leve escassez em sua taxa de sucesso na graduação. Uma das explicações pela qual a UFF obteve um score de eficiência tão baixo está relacionado principalmente ao excesso de custo por aluno de R\$ 2.268,13.

A Tabela 4 retrata as 32 universidades que fazem parte do grupo II. Dentro deste conjunto de universidades 53,12% resultaram eficientes em tanto que 46,87% se locou abaixo da fronteira de eficiência. A universidade com o *score* de eficiência mais baixo foi UFFS, com 0.67, entretanto a UFPA foi considerada parâmetro de referência para 9 universidades ineficientes, assim como a UNIFAP para três universidades e UFAL para uma. No grupo II também é possível verificar que embora existam universidades localizadas na fronteira, estas não são consideradas parâmetros de referência, para entender melhor este fenômeno, é imprescindível analisar as folgas dentro do grupo.

Tabela 4- Fronteira de Eficiência das IFES: grupo II

Rank	DMU	Score	Benchmarks	Rank	DMU	Score	Benchmarks
1	UFPA	1	9	1	UNILA	1	0
1	UNIFAP	1	3	18	UNIFAL	0,9736	0
1	UFAL	1	1	19	UFSJ	0,9553	0
1	UFOB	1	0	20	UFES	0,9298	0
1	UFT	1	0	21	UFTM	0,9242	0
1	UFRA	1	0	22	UFRN	0,9145	0
1	UFOPA	1	0	23	UFGD	0,8972	0
1	UFJF	1	0	24	UNIFEI	0,8577	0
1	UFRR	1	0	25	UFMT	0,8530	0
1	UFERSA	1	0	26	UFRB	0,7975	0
1	UFCA	1	0	27	UFMS	0,7464	0
1	UFPI	1	0	28	UFMA	0,745	0
1	UFVJM	1	0	29	UNIR	0,7315	0
1	UFG	1	0	30	UNIPAMPA	0,7104	0
1	UFAC	1	0	31	UNIVASF	0,691	0
1	FURG	1	0	32	UFFS	0,6792	0

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados do DEA-SBM

#### 4.3 possíveis causas da ineficiência: grupo II

A Tabela 5 apresenta as folgas do grupo II, nota-se que ao contrário do grupo I, as universidades não experimentaram excesso no custo por aluno, excetuando o caso da UFRN e UFMS que utilizaram em excesso um custo por aluno de R\$ 6.240,95 e R\$ 501,246 respectivamente. No entanto, pode-se inferir que a ineficiência do grupo II se deve em grande medida à escassez na tsg e ao excesso no iqcd. É importante esclarecer que a escassez no conceito CAPES dos cursos de pós-graduação e a escassez na tsg foi a possível explicação para que a UNIVASF e a UFRB não atingiram a fronteira de eficiência no ano 2016.

**Tabela 5** - Folgas das IFES do grupo I I ano 2016

Rank	DMU	Excesso CCAE	Excesso ATIDE	Excesso ATIFE	Excesso IQCD	Escassez CCAPEs	Escassez TSG
18	UNIFAL	0	0	0	0,16	0,11	0,12
19	UFSJ	0	0	1,123	0,03	0,15	0,28
20	UFES	0	0	0,89	0,28	0	0,08
21	UFTM	0	1,849	0	0,42	0,05	0,06
22	UFRN	6240,95	0	0,024	0,07	0,05	0,11
23	UFGD	0	0	0,312	0	0	0,11
24	UNIFEI	0	0	2,156	0,30	0	0,13
25	UFMT	0	0	1,233	0,07	0	0,17
26	UFRB	0	0	0	0	0,15	0,15
27	UFMS	501,246	0	0,472	0,19	0,06	0,28
28	UFMA	0	0	0	0,01	0,11	0,22
29	UNIR	0	0	0	0	0	0,24
30	UNIPAMPA	0	0	0	0,44	0,19	0,23
31	UNIVASF	0	0	0	0	0,48	0,23
32	UFFS	0	0	0	0,57	0,32	0,27

**Fonte:** Elaboração própria com base nos resultados do DEA-SBM

Com relação a UNIFAL, UFMA, UNIPAMPA, UFS tiveram em comum o excesso no iqcd pelo lado dos outputs, além da escassez no Ccapes e na tsg tornando-as ineficientes dentro do grupo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo principal medir a eficiência das universidades federais Brasileiras utilizando uma amostra de 56 Instituições educativas. A metodologia utilizada foi a Análises Envolvória de Dados DEA-SBM, com retornos variáveis direcionado às saídas. Para cumprir este objetivo foi necessário homogeneizar a amostra aplicando uma análise de conglomerado dividindo o total de instituições educativas em dois grupos. O grupo I composto pelas universidades com os conceitos capes e os índice de qualificação do corpo docente mais altos, e o grupo II aquelas universidades com os índices e conceitos mais baixos.

A análises das causas da ineficiência indicou que o principal fator que impede as universidades do primeiro grupo atingir a fronteira de eficiência são os excessos em custo corrente por aluno equivalente, escassez na taxa de sucesso na graduação e no conceito capes. Apesar do primeiro grupo apresentar os conceitos capes de pós-graduação mais altos em toda a amostra segundo o cluster, verifica-se que nem sempre a utilização de maiores recursos financeiros implica melhorias nos indicadores de qualidade como a conceito capes ou mesmo a taxa de sucesso na graduação.

Com relação aos resultados da eficiência presentes no grupo II a taxa de sucesso na graduação e o índice de qualificação do corpo docente foi o principal motivo da ineficiência a este respeito é conveniente esclarecer que um excesso de IQCD indica que existem universidades com muitos professores qualificados e que não estão sendo aproveitada completamente suas capacidades acadêmicas. Cabe aqui esclarecer, que os resultados apresentados no presente trabalho, não mostram a

completa realidade das instituições aqui analisadas, pelo que se faz necessário estudos mais criteriosos dentro das próprias instituições para determinar as verdadeiras causas da ineficiência.

### REFERÊNCIAS

ANDERSEN, Per.; PETERSEN, Niels. Procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 39, p. 1261–1264, 1993.

AFONSO, António; SANTOS, Mariana. **Students and teachers: A DEA approach to the relative efficiency of portuguese public universities.** 2005. . Disponível em: <file:///C:/Users/marti/Downloads/SSRN-id744464.pdf> acesso em 08 de agost. 2017

BANKER, R; CHARNES, A; COOPER, W. **Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis.** 1984 Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2631725>. Acesso em 22 de jul de 2017.

BANKER, R. D; CHANG, H. **The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units.** European Journal of Operational Research, v. 175, p. 1311-1320, 2006.

BRASIL. República Federativa do Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil: **Art. 212.** Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Ministério de Educação. Secretaria de Educação Superior. **Programa de avaliação Institucional das Universidades Brasileiras.** Brasília: MEC, 1994. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002072.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2017

BATISTA, Fabiana. **"Metodologia para o uso da análise por envoltória de dados no auxílio à decisão"** 2009. Disponível em: <http://saturno.unifei.edu.br/bim/0034807.pdf> acesso em 03 de agost. 2017.

BECKER, Gary. (1962). **"Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis"**. The Journal of Political Economy 10, 9-49.

BELLONI, Jose. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras.** 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

CASSIOLATO, José Eduardo (Coord.) **Perspectivas de investimento no Brasil:** Brasil. Rio de Janeiro, 2010.

COSTA, Edward Martins; SOUZA, Hermínio Ramos de; RAMOS, Francisco de Sousa; SILVA, Jorge Luiz Mariano. **Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras.** 2012, vol.16, n.3, pp.415-440

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

CASADO, Frank. **análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior.** 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/sociasehumanas/article/viewFile/907/635>. Acesso em: 4 de agos de 2017.

CHARNES, A; COOPER, W; LEWIN, A; SEIFORD, L. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application.** Dordrecht: kluwer Academic, 1994.

CHIARINI, Tulio; PEREIRA, Karina, Universidades como Produtoras de Conhecimento para o Desenvolvimento Econômico: **Sistema Superior de Ensino e as Políticas de CT&I RBE** Rio de Janeiro v. 66 n. 1 / p. 117–132 Jan-Mar 2012

COOPER, William.; SEIFORD, Lawrence; Tone, Kaoru. **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software.** USA: Kluwer Academic Publishers, 2000.

CURY, K.R.S. **Análise Envoltória de dados aplicada à avaliação da pós-graduação das universidades federais.** XXVII SBPO, Vitória, 1995.

DIAS, Fabiana. **Metodologia para o uso da análise por envoltória de dados no auxílio à decisão.** 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Itajubá, Minas Gerais, 2009.

FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. Instituições de Ensino Superior Governamentais e Particulares: Avaliação Comparativa de Eficiência. Texto para Discussão, **IPEA**, n. 813, 2001. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 05 jul. 2017

FORSUND, Finn R.; KALHAGEN, Kjell Ove. Efficiency and productivity of Norwegian colleges. In: **Data Envelopment Analysis in the Service Sector.** Deutscher Universitätsverlag, 1999. p. 269-308.

GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

GOMEZ, Adriano; BAPTISTA, Antônio José Medina dos Santos. Análise envoltória de dados: conceitos e modelos básicos. In: Maurinho Luiz dos Santos; Wilson da Cruz Vieira. (Org.). **Métodos Quantitativos em Economia.** 1ed. Viçosa: UFV, 2004, v. 1, p. 121-160.

GÓMEZ, J; Mancebón, M. (2005). Algunas reflexiones metodológicas sobre la evaluación de la eficiencia productiva de las instituciones de educación superior. **Ekonomiaz**, 60(1), 140-165.

KOOPMANS, Tjalling. C. Efficient allocation of resources. *Econometrica*. **Jornal da Royal Statistical Society**, outubro de 1951. Vol. 19, nº 4, pp. 455-465.

LAPA, J.S, LOPES, A.L.M e LANZER, E. Análise Envoltória de Dados aplicada à avaliação de IES: determinação dos pesos relativos e valoração dos insumos e produtos. **Anais...** XXVII SBPO, Vitória, 1995.

LAPA, J.S.; BELLONI, J.A.; NEIVA, C.C. Medidas de desempenho de universidades acadêmicas de uma Instituição de Ensino Superior. **Relatório Técnico-Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – UFSC** (mimeo), 1997.

MARINHO, A. Metodologias para avaliação e ordenação de universidades públicas: o caso da UFRJ e demais IFES. **Ensaio**, v.4, nº 13 (out/dez. 1996), 403-424, 1996.

MARTINS, Edward; RAMOS, Hermínio; DE SOUZA, Francisco; MARIANO, Jorge. **Eficiência e desempenho no ensino superior**: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rec/v16n3/a03v16n3.pdf>. Acesso em: 20 de jul de 2017.

FAÇANHA, L.O.; REZENDE, M.; MARINHO, A. **Brazilian Federal Universities: relative evaluation and Envelopment Analysis**. UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. . **Jornal da Royal Statistical Society**. Série A, v. 120, Part III, 253-290, 1957.

MARINHO, Alexandre. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Bras. Econ.** [online]. 2003, vol.57, n.3, pp.515-534.

MACHADO, José; CIARAMELLA, Graziella **uma introdução à análise exploratória de dados multivariados.**; Química nova, 1998.

MINGOTI, Sueli. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. 2. Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NUNES, Nilce. **Avaliação da eficiência produtiva de departamentos universitários**: uma aplicação de Análise Envoltória de Dados. 1998. Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,1998.

OLIVEIRA, Carlos.; TURRIONI, Batista. Avaliação de Desempenho de Instituições Federais de Ensino Superior Através da Análise Envoltória de Dados (DEA). In: **Anais...ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 26., Fortaleza, CE. Brasil. 2006. P. 1 – 8.

ROSANO, Carlos. Um modelo de avaliação da Eficiência da administração pública através do método Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea RAC**, v. 12, n. 1, 2008.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, v. 94, no 5, 1986.

SHNEIDER, Mirian; STRASSBURG, Udo; GALANTE, Valdir; MARQUES, Nilton. a economia do conhecimento: da teoria capital humano à economia do conhecimento e o caso da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste. **Revista Orbis Latina**, vol.4, nº1, janeiro-dezembro de 2014.



SCALCO, Paulo Roberto; AMORIM, Airton Lopes and GOMES, Adriano Provezano. Eficiência técnica da polícia militar em Minas Gerais. **Nova econ.[online]**. 2012, vol.22, n.1, pp.165-190. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-63512012000100006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512012000100006). Acesso em 6 de ago de 2017.

TONE, Kaoru. **A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis**. 1997 Disponível em: <file:///C:/Users/marti/Downloads/97-B-2.pdf> acesso em 05 ago. 2017

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIAO (TCU) **Relatórios de gestão** das Universidades Federais do exercício 2016. Disponível em: <https://contas.tcu.gov.br/econtasWeb/web/externo/listarRelatoriosGestao.xhtml>. Acesso em 14 de out de 2017.

VIANA, Marcello; DE OLIVEIRA, Rogério. **Análise Cluster: Métodos Hierárquicos e** de particionamento. Disponível em: <http://meusite.mackenzie.com.br/rogerio/tgi/2004Cluster.PDF>. Acesso em 21 de fev. de 2018.

VISBAL, Delimiro; MENDOZA, Adel; CAUSADO, Edwin. Eficiencia en las instituciones de educación superior públicas colombianas: una aplicación del análisis envolvente de datos. **Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas**, v. 16, n. 30, 2016.

ZHU, J. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking**: data envelopment analysis with spreadsheets. 2 ed. New York: Springer, 2009.

*Submetido em 12/03/2018  
Aprovado em 01/05/2017*

**Sobre o(s) Autor(es):**

**Maria de los Angeles Martinez Cohen**

Possui graduação em ECONOMIA pela Universidad del Atlántico de Barranquilla-Colombia- MBA em Perícia e Auditoria Ambiental e Atualmente é Mestranda em Desenvolvimento Regional Na universidade Federal do Tocantins. Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Email: [martinezcohen1984@gmail.com](mailto:martinezcohen1984@gmail.com)

**Adriano Nascimento Paixão**

Economista – UFPB, Mestre em Economia Aplicada – UFV e Doutor em Economia Aplicada – UFV, Professor Adjunto do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional.

Email: [anpaixao@gmail.com](mailto:anpaixao@gmail.com)

**Nilton Marques Oliveira**

Economista – UEM, Mestre em Economia Aplicada – UFV e Doutor em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela UNIOESTE/PR, Professor Adjunto do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e do curso de Ciências Econômicas UFT/Campus de Palmas. Bolsista do Programa “Novos Pesquisadores da UFT” (Propesq/UFT).

Email: [niltonmarques@uft.edu.br](mailto:niltonmarques@uft.edu.br)