

Modelagem para avaliação da eficiência técnica de unidades universitárias

Marlon Soliman (UFSM – RS/Brasil) - marlonsoliman@gmail.com
• Av. Roraima, nº 1000, Prédio 7, sala 300, Camobi, 97105-900, Santa Maria-RS, (55) 55 3220-8619
Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk (UFSM – RS/Brasil) – jsiluk@ufsm.br
Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior (UFSM – RS/Brasil) - alvjr2002@hotmail.com
Frank Leonardo Casado (UFSM – RS/Brasil) - frank.casado@ufsm.br
Sabine Ritter de Paris (UFSM – RS/Brasil) - sa.paris@hotmail.com

RESUMO Nas instituições de ensino superior, a eficiência técnica tem sido medida por meio de diversos indicadores que, quando usados isoladamente, não levam a uma efetiva conclusão acerca da realidade administrativa destas. Desta forma, este trabalho propõe um modelo de avaliação da eficiência técnica de unidades universitárias de uma instituição de ensino superior (IES) sob as perspectivas de Ensino, Pesquisa e Extensão. A concepção da modelagem foi realizada segundo os pressupostos da Análise Envoltória de Dados (DEA), modelo CCR – produto orientado, a partir da identificação das variáveis mais relevantes para o contexto abordado. A modelagem foi aplicada para a avaliação da eficiência de nove unidades universitárias da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), obtendo-se como resultado a eficiência de cada unidade bem como estabelecendo-se recomendações para as unidades consideradas ineficientes. Ao término deste estudo, verificou-se que é possível medir a eficiência de diversas unidades e consequentemente determinar as metas para melhoria a partir da metodologia utilizada.

Palavras-chave Análise Envoltória de Dados. Ensino Superior. Eficiência Técnica. Unidades Universitárias.

ABSTRACT *In higher education institutions, the technical efficiency has been measured by several indicators that, when used separately, does not lead to an effective conclusion about the administrative reality of these. Therefore, this paper proposes a model to evaluate the technical efficiency of university units of a higher education institution (HEI) from the perspectives of Teaching, Research and Extension. The conception of the model was performed according to the presumptions of Data Envelopment Analysis (DEA), CCR model – product oriented, from the identification of relevant variables for the addressed context. The model was applied to evaluate the efficiency of nine academic units of the Federal University of Santa Maria (UFSM), obtaining as a result the efficiency of each unit as well as recommendations for the units considered inefficient. At the end of this study, it was verified that it is possible to measure the efficiency of various units and consequently establish goals for improvement based on the methodology used.*

Keywords *Data Envelopment Analysis. Higher education. Technical Efficiency. University Departments.*

1. INTRODUÇÃO

O tema sobre como devem ser alocados os recursos públicos no setor de educação superior vem direcionando a grande maioria dos estudos para a mensuração de eficiência das IES públicas (COSTA, 2012). Tanto em nível nacional quanto em nível internacional, diversos estudos abordam este tema através do uso de ferramentas estatísticas e ferramentas não estatísticas para medir a eficiência da aplicação dos recursos públicos e diversos insumos nas IES.

Farrell (1957) aponta o conceito de eficiência técnica como uma medida do grau da eficiência em que instituições alocam seus insumos (*inputs*) à sua disposição num determinado nível de produtos (*outputs*). Em outras palavras, eficiência técnica refere-se à utilização de recursos produtivos da maneira tecnologicamente mais eficiente. Ainda, dentro do tema da educação, Worthington (2001) sugere que a eficiência técnica refere-se à relação física entre os recursos usados e os resultados obtidos na educação.

No entanto, de acordo com Johnes (2006) e Nickolaos e Halkos (2010), um problema crítico em relação ao problema de medição da eficiência dos institutos de ensino superior, é como agregar heterogêneas entradas e saídas, na ausência de preços de mercado. Desta forma, pode-se afirmar que uma IES será eficiente desde que a mesma desempenhe suas funções de Ensino, Pesquisa e Extensão com excelência para estas três perspectivas, e não apenas em uma ou outra.

O objetivo deste trabalho é, portanto, propor um modelo de avaliação da eficiência técnica de unidades universitárias de uma instituição de ensino superior (IES) sob as perspectivas de Ensino, Pesquisa e Extensão. Posteriormente, o modelo proposto será aplicado a uma IES, com a finalidade de se diagnosticar quais das unidades avaliadas utilizam-se das melhores práticas dados os seus recursos, bem como propor recomendações para aquelas consideradas ineficientes.

Para tanto, este trabalho está dividido em três partes principais: a primeira, com a seção 2, aborda uma concepção teórica e histórica acerca dos temas de medição de desempenho na educação e a realidade no Brasil e no mundo com uma breve descrição da metodologia de análise de eficiência-DEA. A segunda parte, com a seção 3, apresenta a metodologia utilizada para a condução dessa pesquisa. Por último, a terceira parte compreende as seções 4 e 5, as quais apresentam a análise dos dados e discussão dos resultados, bem como as conclusões obtidas ao término da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Modelos matemáticos na avaliação do ensino superior

Segundo Katharaki e Katharakis (2010), dentre as formas de se abordar a análise de eficiência eficaz em unidades produtivas homogêneas encontram-se os métodos paramétricos e os não paramétricos.

O método paramétrico é muitas vezes representado na avaliação da educação superior pelo método econométrico, que define uma função de produção e pressupõe que os desvios são compostos de dois termos: ineficiência e erro. O termo erro representa a aleatoriedade e inclui fatores exógenos, bem como o erro econométrico, que segue a distribuição normal (KUAH *et al.*, 2010).

O método não paramétrico determina a curva de eficiência através de programação matemática de otimização, não requerendo a especificação de nenhuma relação funcional entre os insumos e produtos. Porém, sendo determinística, esta técnica é muito susceptível às observações extremas e aos erros de medidas.

Dentro deste segundo método, uma ferramenta capaz de medir a eficiência técnica é a abordagem matemática conhecida como Análise Envoltória de Dados, ou Data Envelopment Analysis (DEA). O método de Análise Envoltória de Dados introduzido por Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) (1978) e ainda mais generalizado por Banker *et al.* (1984), constitui-se uma alternativa não paramétrica para a determinação da eficiência de unidades que utilizem recursos semelhantes para produzir os mesmos produtos.

2.2. Revisão bibliográfica da aplicação do DEA no ensino superior

A utilização da DEA para mensuração e avaliação de desempenho de Instituições de Ensino Superior tem motivado pesquisadores no Brasil e no exterior a desenvolverem trabalhos científicos nesta linha. Porém, cabe uma distinção entre as duas principais formas de avaliação, conforme citações de Lapa e Neiva (1996) Belloni (2000) e Katharaki e Katharakis (2010): a primeira compara o desempenho de diferentes universidades, onde o foco está na relação custo-eficácia, produtividade de pesquisa ou o desempenho agregado, enquanto o outro tipo de avaliação compara o desempenho do ensino e a quantidade de pesquisa dos departamentos dentro de uma universidade. Este trabalho, à medida que procura identificar a eficiência técnica de unidades universitárias, pode ser melhor enquadrado dentro da segunda corrente de pensamento.

No Quadro 1 é apresentada uma amostra das produções acadêmicas internacionais nos últimos 10 anos acerca do tema, de modo a evidenciar sua relevância e atualidade, uma vez que há uma série de publicações com menos de dois anos nesta linha de pesquisa.

Quadro 1 – Amostra de pesquisas internacionais que utilizaram a DEA no ensino superior nos últimos 10 anos.

Autores	Amostra	Modelo
Agasisti e Pohl (2012)	69 universidades públicas alemãs e 53 italianas, entre 2001 e 2007	DEA eficiência técnica
Eff <i>et al.</i> (2012)	1.179 universidades dos estados unidos	DEA multi-factor frontier
Katharaki e Katharakis (2010)	20 universidades públicas na Grécia	DEA Eficiência técnica
Worthington e Lee (2008)	35 universidades australianas 1998-2003	DEA Malmquist índice
Jill Johnes (2006)	109 universidades inglesas	DEA Eficiência técnica com análise de grupos
Flegg <i>et al.</i> (2004).	45 universidades britânicas no período 1980/81–1992/93.	DEA Eficiência técnica
Abbott e Doucouliagos (2003)	36 universidades australianas 1995	DEA Eficiência técnica

Fonte: Autores.

No Brasil, os primeiros trabalhos utilizando a técnica DEA na construção de medidas de avaliação de IES têm origem em grupos de pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Destacando-se trabalhos como de Belloni (2000) que em sua tese de doutorado, construiu uma metodologia DEA na avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras. No Quadro 2 podemos acompanhar uma amostra das produções nacionais que utilizaram DEA na avaliação do ensino superior desde os anos 2000, também servindo como argumento para demonstrar a importância e relevância do tema.

Quadro 2 – Amostra de pesquisas nacionais que utilizaram a DEA no ensino superior desde os anos 2000.

Autor(ES)	Objeto de estudo	Modelo
Costa <i>et al.</i> (2012)	Eficiência e desempenho da fronteira de produção de IFES brasileiras	DEA - SBM
Benicio e Soares de Mello (2012)	Departamentos de graduação universitária	DEA Eficiência Técnica
Oliveira e Turrioni (2006)	Eficiência relativa de 19 Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), com a utilização de informações do Tribunal de Contas da União.	DEA Eficiência Técnica
Marinho e Façanha (2001)	Diferenças entre o desempenho das IES localizadas nas grandes regiões brasileiras. O período analisado foi de 1995 a 1998.	DEA Eficiência técnica
Belloni (2000)	Desempenho da eficiência produtiva de 33 universidades federais brasileiras.	DEA Eficiência Técnica

Fonte: Autores.

2.3. Análise envoltória de dados

Segundo Kuah *et al.* (2010) a pressuposição fundamental na técnica DEA é que, se uma dada DMU “A” é capaz de produzir $Y(A)$ unidades de produto, utilizando $X(A)$ unidades de insumos, então outras DMU’s poderiam também fazer o mesmo, caso elas estejam operando eficientemente. De forma similar, se uma DMU “B” é capaz de produzir $Y(B)$ unidades de produto, utilizando $X(B)$ de insumos, então outras DMU’s poderiam ser capazes de realizar o mesmo esquema de produção. Caso as DMU’s “A” e “B” sejam eficientes, elas poderiam ser combinadas para formar uma DMU composta, isto é, que utiliza uma combinação de insumos para produzir uma combinação de produtos. Desde que esta DMU composta não necessariamente existe, ela é denominada DMU virtual. A análise DEA consiste em encontrar a melhor DMU virtual para cada DMU da amostra. Caso a DMU virtual seja melhor do que a DMU original, ou por produzir mais com a mesma quantidade usando menos insumos, a DMU original será ineficiente.

Resumidamente, os modelos básicos existentes são: CCR – insumo orientado, CCR – produto orientado, BCC – insumo orientado e BCC – produto orientado.

2.3.1. Modelo CCR

O modelo CCR original, apresentado por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978, foi concebido inicialmente como um modelo orientado à entrada (*input*) e trabalha com retorno constante de escala (CRS), isto é, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*).

A eficiência técnica de uma DMU observada (DMU O) será obtida através de um PPNL (Problema de Programação Não-Linear), utilizando o seguinte modelo de programação fracionário, conforme equações e restrições contidas no Quadro 3.

Quadro 3 – Modelo CCR-*input*.

$\text{Max} h_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j Y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i X_{i0}} \quad (1)$ <p>sujeito a:</p> $\frac{\sum_{j=1}^s u_j Y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i X_{ik}} \leq 1, k = 1, 2, \dots, n \quad (2)$ $u_j, v_i \geq 0 \forall j, i \quad (3)$	<p>onde:</p> <p>h_0 = eficiência da DMU O (zero)</p> <p>r = quantidade total de <i>inputs</i></p> <p>s = quantidade total de <i>outputs</i></p> <p>n = quantidade total de DMU</p> <p>Y_{jk} = quantidade de <i>output</i> j para a DMU k</p> <p>X_{ik} = quantidade de <i>input</i> i para a DMU k</p> <p>u_j = peso referente ao <i>input</i> j</p> <p>v_i = peso referente ao <i>input</i> i</p> <p>Y_{j0} = quantidade de <i>output</i> j para a DMU 0 (DMU observada)</p> <p>X_{i0} = quantidade de <i>input</i> i para a DMU 0 (DMU observada)</p>
--	--

Fonte: Adaptado de Soares de Mello *et al.*, 2005.

Uma variação do modelo CCR originou o modelo de Programação Linear conhecido como modelo dos multiplicadores, que surgiu da necessidade de determinar os valores dos pesos u_j e v_i de forma a maximizar a soma ponderada dos *outputs* (*output* “virtual”) dividida pela soma ponderada dos *inputs* (*input* “virtual”) da DMU em estudo (AnguloMeza *et al*, 2005).

Esse procedimento deverá ser repetido para cada DMU analisada e através dos valores encontrados para os pesos (multiplicadores), determina-se o valor das eficiências relativas de cada DMU. O modelo dos multiplicadores será apresentado e suas equações são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Modelo CCR.

$\text{Max} h_0 = \sum_{j=1}^s u_j Y_{j0} \quad (4)$	Envelope tem a seguinte formulação:
$\sum_{j=1}^s v_i X_{i0} = 1 \quad (5)$	$\text{Min } \theta \quad (8)$
$\sum_{j=1}^s u_j Y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i X_{ik} \leq 0, k = 1, 2, \dots, n \quad (6)$	sujeito a:
$u_j, v_i \geq 0 \forall j, i \quad (7)$	$- Y_{j0} + \sum_{k=1}^n Y_{jk} \lambda_k \geq 0, j = 1, \dots, s \quad (9)$
	$\theta X_{j0} - \sum_{k=1}^n X_{ik} \lambda_k \geq 0, i = 1, \dots, r \quad (10)$
	$\lambda_k \geq 0, \forall k \quad (11)$

Fonte: Adaptado de Soares de Mello *et al.*, 2005.

O modelo CCR pode ter orientação a produto com a formulação apresentada nas equações de 12 a 15.

$$\text{Minimizar } h_k = \sum_{i=1}^n v_i X_{ik} \quad (12)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i X_{ij} \leq 0 \quad (13)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r Y_{rj} = 1 \quad (14)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (15)$$

Conforme Belloni (2000), modelos de eficiência orientados para o consumo buscam no conjunto de necessidades de consumo a “menor” combinação de recursos capaz de produzir um dado vetor de resultados. Esta orientação não é adequada à avaliação de universidades, uma vez que é muito difícil, senão impossível, pensar-se a administração acadêmica orientada para a redução dos principais recursos da atividade universitária. O objetivo da educação superior não é produzir resultados com custo mínimo, mas sim produzir os melhores resultados possíveis dentro das restrições impostas pela disponibilidade de recursos (MAINARDES *et al.*, 2012)

2.3.2. Modelo BCC

O modelo BCC, elaborado por Banker, Charnes e Cooper em 1984, utiliza o retorno variável de escala (VRS), procurando, assim, evitar problemas existentes em situações de competição imperfeita. O BCC (VRS) é usado quando ocorrem Retornos Variáveis de Escala, sejam eles crescentes ou decrescentes ou mesmo constantes. No modelo BCC (VRS), os escores de eficiência dependem da orientação escolhida. Caso se pretenda maximizar h_1 , a formulação do modelo BCC é apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – Modelo BCC.

$\text{Maximizar } h_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_* \quad (16)$	<p>A forma dual do BCC, visando a minimizar h_0 será dada pela formulação a seguir:</p> $\text{Minimize } h_0 = \sum_{i=1}^r v_i X_{i0} + v_* \quad (20)$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^s u_j y_{j0} = 1 \quad (21)$ $-\sum_{i=1}^r v_i X_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* \leq 0, \quad (22)$ $v_i, u_j \geq 0, u_* \in \mathbb{R} \quad (23)$
<p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^r v_i X_{i0} = 1 \quad (17)$	
$-\sum_{i=1}^r X_{ik} \lambda_k \geq 0, i = 1, \dots, r \quad (18)$	
$v_i, u_j \geq 0, u_* \in \mathbb{R} \quad (19)$	

Fonte: Adaptado de Soares de Mello *et al.*, 2005.

2.3.3. Fronteira invertida ou dupla envoltória

Outro recurso que complementa o uso dos modelos BCC e CCR para as buscas das eficiências se chama Fronteira Invertida ou Dupla Envoltória. O pressuposto inicial é que nem sempre quando uma DMU alcança a fronteira de eficiência significa que a mesma é eficiente (YAMADA *et al.*, 1994; ENTANI *et al.*, (2002), porém a proposta de um *ranking* utilizando a fronteira invertida conforme será realizado neste trabalho foi introduzida por Soares de Mello *et al.* (2008).

A Fronteira Invertida permite a identificação de unidades produtivas consideradas “falsas eficientes”, pois já que a equação da eficiência invertida propõe a divisão da soma ponderada dos insumos pela soma ponderada dos produtos (o inverso da Fronteira Clássica), passa a indicar como mais eficientes aquelas unidades que gastaram mais insumos e geraram menos produtos, enquanto a Fronteira Clássica classifica como melhor o que gerou mais produtos gastando menos insumo.

O resultado da análise das duas fronteiras simultaneamente é conhecido como Eficiência Composta, descrita pela equação (24).

$$\text{Eficiência Composta} = \frac{\text{Eficiência Padrão} + (1 - \text{Eficiência Invertida})}{2} \quad (24)$$

A Eficiência Composta Normalizada (Composta*) é obtida dividindo o valor da Eficiência Composta pelo maior valor entre todos os valores de Eficiência Composta, conforme descrito na equação (25).

$$\text{Eficiência Composta}^* = \frac{\text{Eficiência Composta}}{\text{Máximo (Eficiência Composta)}} \quad (25)$$

Para a resolução desse problema de programação linear podem ser utilizados muitos programas disponíveis no mercado para calcular a eficiência conforme Quadro 6, porém o único *software* que possui o cálculo da Fronteira Composta implementado é o SIAD, e portanto este será utilizado neste trabalho.

Quadro 6 – *Softwares* disponíveis no mercado para a Análise Envoltória de Dados.

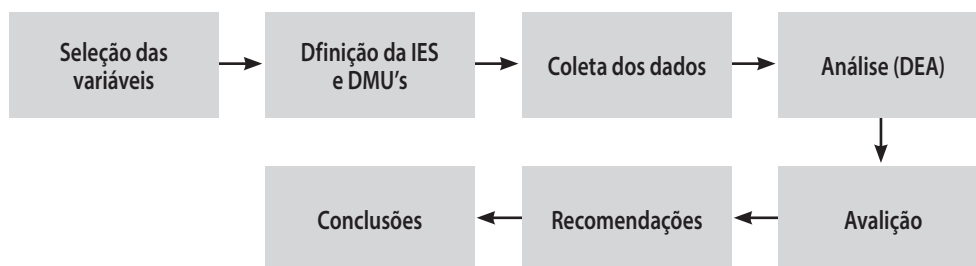
Softwares	Autor (ou informações)
Warwick DEA	Emmanuel Thanassoullis
Frontier Analyst	(www.banxia.com/famain.html)
SEM	Holger Scheel's
DEAP 2.1	Tim Coelli
ONFRONT 2	(www.emq.com/software.html)
SIAD v3.0	Angulo Meza <i>et al.</i> , 2005
SAED v1.0	(www.mat.ufpr.br/volmir/DEA.html)
EMS 1.3 – <i>Efficiency Measurement System</i>	(www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems/)
Solver (ferramenta do Excel)	(Microsoft Office Excel)
IDEAL (livre) –DEAxI	(www.coppe.ufrj.br)
IDEAS	(www.ideas2000.com)
DEA Solver	(www.saitech-inc.com)
DEA Excel Solver	(www.deafrontier.com)
Pioneer	(barn@seas.smu.edu)
Byu-DEA	(larry@mssl.byu.edu)
PIMsoft	(www.deasoftware.co.uk)

Fonte: Adaptado de Ferreira e Gomes, 2009.

3. METODOLOGIA

A execução deste trabalho se dará através do cumprimento de sete etapas distintas e sequenciais, conforme apresentadas na Figura 1, onde num primeiro momento será realizada a seleção das variáveis relevantes para proposição do modelo de avaliação alvo deste estudo. Posteriormente, será definida uma IES de onde os dados referentes às variáveis selecionadas serão coletados para as respectivas unidades (DMU's) desta IES. Após definida a IES alvo, proceder-se-á com a efetiva coleta dos dados que serão analisados segundo a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA), já retomada durante o referencial teórico. Por fim, os resultados obtidos serão avaliados criticamente a fim de se estabelecer as recomendações para as unidades consideradas ineficientes e a redação das conclusões obtidas com este estudo. Na Figura 1 a seguir, estão representadas as etapas metodológicas mencionadas.

Figura 1 – Etapas metodológicas.



Fonte: Autores.

Quanto ao enquadramento metodológico, o presente estudo trata-se de um estudo de caso, onde o procedimento técnico adotado é a pesquisa bibliográfica e documental, uma vez que são utilizados como fonte de dados relatórios ou outros documentos que não de natureza científica e bibliográfica.

3.1. Seleção das variáveis

A etapa de seleção das variáveis consistiu em detectar quais são os insumos e produtos relevantes para a avaliação da eficiência das unidades universitárias constituintes de uma IES, sob a perspectiva de Ensino, Pesquisa e Extensão. Para a realização desta seleção, os pesquisadores utilizaram-se dos relatórios de gestão de IES disponíveis publicamente, além de dados do MEC para elencarem quais são as variáveis mais significativas, bem como sua caracterização em insumos (*input*) ou produtos (*output*). Ao total, quatro variáveis foram consideradas relevantes, conforme demonstrado no Quadro 7.

Quadro 7 – Definição das variáveis.

Variável	Definição	Input/output
Alunos/Prof_eq	Nº de alunos matriculados no semestre/nº de professores equivalentes	Input
Serv/Prof_eq	Nº de servidores técnico-administrativos/nº de professores equivalentes	Input
Projetos	Nº total de projetos (pesquisa+extensão)	Output
CPC	Média dos CPCs dos cursos da unidade	Output

Fonte: Autores.

Ressalta-se que para fins de cálculo e avaliação, será considerado o número de alunos regularmente matriculados em todas as modalidades oferecidas pela unidade universitária (graduação, pós-graduação e EAD) para o segundo semestre do ano base avaliado. Para o número de servidores, considerou-se o total de técnicos administrativos em educação ativos no período de avaliação para cada DMU. Em relação a “Projetos”, será considerado o número total de projetos de pesquisa e extensão finalizados e em desenvolvimento também para o ano base em questão. A variável CPC corresponde a média dos conceitos obtidos segundo as avaliações do MEC para cursos de graduação, sendo adotada como medida da qualidade das atividades desempenhadas pela universidade na perspectiva de ensino.

3.2. Definição da IES e DMU's

A IES selecionada para a coleta de dados deste estudo foi a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), uma IES pública localizada no interior do estado do Rio Grande do Sul. A escolha desta IES para a aplicação do modelo proposto se justifica pela proximidade desta dos pesquisadores, o que permite uma coleta dos dados e análise crítica dos resultados o mais fidedigna possível. As unidades universitárias tratadas como DMU's para a aplicação da DEA que compõem esta instituição são demonstradas no Quadro 8.

Quadro 8 – Unidades universitárias da UFSM.

Sigla	Unidade universitária (DMU)
CAL	Centro de Artes e Letras
CCNE	Centro de Ciências Naturais e Exatas
CCR	Centro de Ciências Rurais
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CCSH	Centro de Ciências Sociais e Humanas
CE	Centro de Educação
CEFD	Centro de Educação Física e Desportos
CT	Centro de Tecnologia
CESNORS	Centro de Educação Superior Norte/RS

Fonte: UFSM (2013).

A respeito das DMU's observadas, destaca-se que o CESNORS é a nona unidade universitária da UFSM, criada em 2006 com a missão de promover a interiorização do ensino superior gratuito no interior do estado do RS, uma vez que esta unidade possui campus em Frederico Westphalen e Palmeira das Missões, cidades ao norte do Rio Grande do Sul.

3.3. Coleta dos dados

Os dados de Alunos/Prof_eq, Serv/Prof_eq, e Projetos das nove DMU's selecionadas foram coletados a partir do folder UFSM em números (UFSM, 2012), disponível ao público em meio digital e impresso, o qual contempla os resultados para os indicadores do ano base 2011, último disponível até o momento deste estudo. Os Conceitos Preliminares de Curso (CPC) foram obtidos a partir do portal do MEC para a instituição escolhida, também disponível em meio eletrônico. Os dados coletados e compilados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados coletados para as unidades universitárias da UFSM.

DMU	Alunos/Prof_eq	Serv/Prof_eq	Projetos	CPC
CAL	15,83	0,33	387	3,40
CCNE	11,13	0,39	505	4,00
CCR	17,17	0,92	940	3,75
CCS	10,05	0,61	751	4,00
CCSH	22,53	0,43	450	3,89
CE	27,85	0,51	236	4,00
CEFD	23,15	0,74	174	3,00
CT	17,69	0,44	654	3,67
CESNORS	18,47	0,44	254	4,20

Fonte: Autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise (DEA)

Os dados, agora compilados, foram analisados segundo a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA) modelo CCR – produto orientado, com o uso do *software* SIAD versão 3.0, conforme AnguloMeza *et al.* (2005). A escolha do modelo CCR – produto orientado é justificada pelo fato de se entender que se tratando de IES, os melhores resultados serão atingidos quando se maximizam os resultados a partir de insumos constantes, pois recomendações no sentido de reduzir insumos (como no caso dos modelos insumo-orientado) se tornam inviáveis devido as variáveis adotadas para insumos (Alunos/Prof_eq e Serv/Prof_eq).

Nesta etapa, serão utilizados também os conceitos de Fronteira Invertida, Fronteira Composta e Composta Normalizada com o objetivo de identificar possíveis falso-eficientes. Os resultados obtidos pela análise estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados obtidos.

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
CAL	1.00	0.60	0.70	0.87
CCNE	1.00	0.40	0.80	1.00
CCR	0.81	0.99	0.41	0.51
CCS	1.00	0.62	0.69	0.86
CCSH	0.88	0.75	0.56	0.70
CE	0.76	0.90	0.43	0.54
CEFD	0.40	1.00	0.20	0.25
CT	1.00	0.62	0.69	0.86
CESNORS	0.93	0.57	0.68	0.85

Fonte: Autores.

Uma vez analisados os dados, iniciar-se-á a etapa de avaliação dos mesmos para posterior elaboração das recomendações para as unidades diagnosticadas ineficientes.

4.2. Avaliação

Avaliando-se os dados obtidos para as 9 DMU's estudadas, observa-se que através da análise padrão 4 unidades mostram-se eficientes quanto aos recursos e produtos analisados. Porém, a análise mais detalhada através dos conceitos de Fronteira Invertida e Eficiência Composta, nenhuma DMU atingiu o valor de 1,0. O CAL, CCNE, CCS e CT, quando analisadas por meio da Fronteira Composta, apresentaram valores insatisfatórios (0,70; 0,80; 0,69 e 0,69), de modo que através desta análise o CCNE pode ser considerado o mais eficiente do conjunto e portanto utilizado como referência para a normalização dos resultados conforme são apresentados na coluna Composta*. Assim, as DMU's são elencadas na forma de um *ranking* para a comparação com o CCNE, onde neste caso o desempenho obtido é dado em relação a unidade mais eficiente.

Para o caso do CEFD, apontado pela análise padrão como a unidade menos eficiente, observa-se que este comportamento foi confirmado pela análise composta, pois este atingiu o menor valor do conjunto (0,20), e consequentemente pela Eficiência Composta Normalizada, a qual engloba a avaliação otimista (Padrão) e a pessimista (Invertida).

Destaca-se que a análise por meio da Fronteira Composta permitiu uma maior discriminação dos resultados inicialmente considerados eficientes, fornecendo aos gestores destas unidades a priorização das ações a serem tomadas, uma vez evidenciadas as eficiências de cada uma das unidades sob a forma de um *ranking*.

4.3. Recomendações

Tendo-se realizado a análise dos dados, parte-se para a etapa de recomendações, onde serão apresentados os valores-alvo para os *outputs* das DMU's analisadas, a fim de fornecer aos gestores metas para o alcance da eficiência das unidades em questão. A Tabela 3 apresenta os valores atuais e alvo para as DMU's consideradas ineficientes segundo o modelo padrão.

Tabela 3 – Alvos para as DMU's ineficientes.

	Projetos		CPC	
	Atual	Alvo	Atual	Alvo
CCR	940	1154	3,75	4,60
CCSH	450	512	3,89	4,43
CE	236	310	4,00	5,25
CEFD	174	440	3,00	7,59
CESNORS	254	274	4,20	4,53

Fonte: Autores.

Assim, afirma-se que para o CCR ser considerado eficiente, é necessário que esta unidade eleve o seu número atual de projetos dos atuais 940 para 1154, o que representa uma meta de crescimento de 22,76%; e o conceito CPC de 3,75 para 4,60. Esta análise demonstrada para o CCR se estende as demais unidades, porém observa-se a ocorrência de alvos para o CPC com valores maiores do que 5,0 (valor máximo da escala) para o CE e para o CEFD. Isto demonstra que para que estas unidades se tornarem eficientes, as mesmas teoricamente deveriam ser capazes de atingir estes valores de CPC, e uma vez que isto é impossível, as mesmas só poderão ser consideradas eficientes caso diminuíssem seus níveis de insumos, o que está fora do foco deste trabalho. Pode-se observar que estas foram as unidades com piores desempenhos (0,76 e 0,40, respectivamente), concordando-se assim com o que vem sendo apresentado até o momento.

5. CONCLUSÃO

A partir da proposta inicial deste estudo, afirma-se que o mesmo obteve êxito na realização dos objetivos propostos e apresentados na seção introdutória do presente trabalho.

Quanto ao objetivo de propor um modelo de avaliação da eficiência técnica de unidades universitárias de uma IES sob as perspectivas de Ensino, Pesquisa e Extensão, este foi atingido através da seleção das variáveis de estudo, sendo 2 insumos e 2 produtos, de acordo com o apresentado na seção 3.1 deste trabalho.

Em relação ao objetivo de aplicar o modelo de avaliação de eficiência técnica proposto a uma IES, o objetivo foi plenamente satisfeito a partir do uso da Análise Envoltória de Dados nas unidades universitárias da UFSM, permitindo diagnosticar quais unidades são eficientes e quais não são, bem como propor recomendações para aquelas consideradas ineficientes, conforme apresentado na seção 4, identificando-se as unidades de melhores práticas.

Ressalta-se, ao final deste trabalho, que o modelo e análise apresentados possuem como limitação a não inclusão de reportes financeiros, o que pode levar a outros resultados caso estes sejam considerados, sugerindo-se assim estudos futuros na área.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, M.; DOUCOULIAGOS, C. The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. **Economics of Educational Review**, v. 22, p. 89-97, 2003.
- AGASISTI, T.; POHL, C. Comparing German and Italian public universities: convergence or divergence in the higher education landscape? **Managerial and Decision Economics**, v. 33, p. 71-85, 2012.
- ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G. ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD – Sistema Integrado de Apoio a Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, v.25, n. 3, p 493-503, 2005.
- SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; ANGULO MEZA, L.; GOMES, E. G.; NETO, L. B. Curso de análise envoltória de dados. *In*: XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2005, Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, 2005.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimation technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BELLONI, I. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, 2000.
- BENICIO, J.; SOARES DE MELLO, J. C. Análise da eficiência DEA em departamentos de graduação universitária. *In*: Congresso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa, 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro:Asociación Latino-Iberoamericana de Investigación Operativa. 2012.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.
- COSTA, E. M. DE SOUZA, H. R.; RAMOS, F. S.; DA 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.
- EFF, E. A.; KLEIN, C. C.; KYLE, R. Identifying the best buys in U.S. higher education. **Research in Higher Education**, v. 53, p. 860-887, 2012.
- ENTANI, T., MAEDA, Y.; TANAKA, H. Dual Models of Interval DEA and its extensions to interval data. **European Journal of Operational Research**, v. 136, p. 32-45, 2002.
- FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. **Instituições de Ensino Superior Governamentais e Particulares: Avaliação Comparativa de Eficiência**. IPEA, texto para discussão n. 813, 2001. Disponível em: < http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0813.pdf>. Acesso em: 01/04/2013.
- FARRELL, M. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, v. 120, Part 3, p. 253-290, 1957.
- FLEGG, A. T.; ALLEN, D. O.; FIELD, K.; THURLOW, T. W. Measuring the efficiency of British universities: a multi-period data envelopment analysis. **Educational Economics**, v. 3, p. 231-249, 2004.

JOHNES, J. Measuring the efficiency of universities: A comparison of multilevel modelling and data envelopment analyses. **Bulletin of Economic Research**, v. 58, n. 2, p. 75–104, 2006.

KATHARAKI, M; KATHARAKIS, G. A comparative assessment of Greek universities efficiency using quantitative analysis. **International Journal of Educational Research**, v. 49, n. 4-5, p. 115-128, 2010.

KUAH, C. T.; WONG, K. Y.; BEHROUZI, F. A review on Data Envelopment Analysis (DEA). *In: Proceedings of the Fourth Asia International Conference on Mathematical/Analytical Modelling and Computer Simulation*. Kota Kinabalu - Malaysia, p.168-173, 2010.

LAPA, J. S.; NEIVA, C. C. Avaliação em educação: comentários sobre desempenho e qualidade. **Ensaio**, v. 4, n. 12, p. 213-236, 1996.

MAINARDES, E. W.; ALVES, H.; RAPOSO, M. O desempenho das universidades públicas portuguesas segundo seus alunos: análise da eficiência por meio do Data Envelopment Analysis. **Revista Gestão Universitária na América Latina**, v. 5, n. 1, p. 184 – 215, 2012.

NICKOLAOS, T.; HALKOS, G. A DEA approach for measuring university departments efficiency. MPRA Paper 24029, University Library of Munich, Germany, 2010.

OLIVEIRA, C. E. M.; TURRIONI, J.B. Avaliação de desempenho de instituições federais de ensino superior através da análise por envoltória de dados (DEA). *In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2006, Fortaleza. **XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Fortaleza, 2006.

MELLO, J. C. C. B. S. ; GOMES, E. G. ; MEZA, L. A.; LETA, F. R. DEA Advanced models for geometric evaluation of used lathes. **WSEAS Transactions on Systems**, v. 7, p. 510-520, 2008.

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). (2012). **UFSM em números – ano base 2011**. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/proplan/images/stories/file/COPLIN/folder-2012.pdf>>. Acesso em: 01/04/2013.

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). (2013). **Relatório de gestão 2012**. Disponível em: <<http://sucuri.cpd.ufsm.br/portalweb/conteudo/gestao2012.pdf?PHPSESSID=3b592d9ad16671ce0ff268d707b73ed1>>. Acesso em: 01/04/2013.

WORTHINGTON A. An Empirical survey of frontier efficiency measurement techniques in education. **Education Economics**, v. 9, n. 3, p. 245–268, 2001.

WORTHINGTON, A. C.; LEE, B. L. Efficiency, technology and productivity change in Australian universities, 1998-2003. **Economics of Education Review**, v. 27, p. 285-298, 2008.

YAMADA, Y.; MATUI, T.; SUGIYAMA, M. New analysis of efficiency based on DEA. **Journal of the Operations Research Society of Japan**, v. 37, n. 2, 158-167, 1994.

