

UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA O ESTUDO DE EFICIÊNCIA DOS CURSOS DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA A NÍVEL NACIONAL

Débora Raquel Fernandes Nascimento¹, Thiago Costa Carvalho²

1 - Autor, 2 - Orientador

Resumo

Como a expansão do ensino superior público em especial com cursos de graduação foi aberto um grande espaço para estudos sobre eficiência técnica em especial com a inclusão de uma nova modalidade de bacharelados onde há poucos estudos relacionados a sua eficiência, que são os Bacharelados Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BCTI). Observando essa lacuna e utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA) esse estudo se propõe a desenvolver um modelo de avaliação utilizando como insumos (inputs), o Índice Geral dos Cursos (IGC) e nota padronizada de Doutores; e como produto (outputs), a nota contínua do ENADE. O banco de dados foi feito a partir de avaliações do 2007 feitas pelo INEP onde foram avaliados 38 cursos a níveis de primeiro ciclo e sendo aplicado os modelos de retornos constantes de escala e retorno de escalas variáveis para análise da eficiência, pesos e benchmarks.

Palavras-chaves: Ensino de Graduação; Análise Envoltória de Dados; Eficiência;

1. INTRODUÇÃO

O curso de bacharelado interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, surgiu durante o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) que tinha como objetivo de oferecer aplicar uma visão mais dinâmica sobre as universidades, ampliando tanto seu espaço físico, criando novos cursos e trazendo mais condições de permanência no ensino superior. O curso apresenta, segundo a SESu (2010), uma visão mais inclusiva e ampla, mesclando as áreas de exatas, naturais e biológicas. Trazendo para o aluno acesso há uma diversidade de áreas de conhecimento e permitindo que obtenha uma formação de base mais completa e singular. Atualmente, está presente em várias universidades públicas do Brasil sendo um curso relativamente novo e de caráter interdisciplinar, geralmente, servindo de base para outros cursos.

O debate sobre modelos de avaliação educacional está em constante desenvolvimento, esses buscam avaliar os resultados e o âmbito universitário é fonte importante para essa área. No tocante a esfera pública essa cobrança por bons resultados é ainda maior devido aos investimentos que são feitos tanto na estrutura quanto na contratação de recursos humanos.

Belloni (2000), Dalmas (2000) e Ramos e Ferreira (2007), apresentam que quando se opta por avaliar um curso de graduação na esfera interdisciplinar, há várias questões a serem levadas em consideração, seja porque o curso é relativamente novo, a proporção de formandos em relação a cursos tradicionais, o foco do curso ter várias áreas, entre outras. Apesar das dificuldades encontradas, é possível definir parâmetros comuns que serão classificados como insumos e produtos e diante disso obter as respostas se os cursos são eficientes.

Dada ao pouco tempo de funcionamento, os cursos considerados de 1º ciclo nas universidades brasileiras, ainda não apresentam muitos estudos que comprovem se esses cursos são eficientes ou não em relação a sua criação, assim esse estudo propõe uma análise da eficiência técnica desses cursos na perspectiva da relação insumos e produtos.

A problemática da pesquisa se concentra na forma avaliar o desempenho dos cursos de BCTI, mesmo que existam avaliações de qualidades realizados pelos órgãos ligados ao governo federal existem peculiaridades ligadas a esses cursos que podem diferencia-los em relação aos cursos mais tradicionais. Menor duração, tempo de funcionamento e seu caráter interdisciplinar abrem espaço para que se utilize diferentes formas de avaliação de eficiência.

O objetivo de pesquisa é avaliar o desempenho dos cursos de BCTI para o ano de 2017, utilizando como base o conceito de eficiência e utilizando a técnica de Análise Envolvória de Dados (DEA). Como objetivos específicos busca-se comparar o índice de eficiência para os modelos CCR e BCC, analisar os pesos das variáveis sobre a eficiência das DMU's e apresentar as unidades que se apresentam como benchmarks do modelo.

A Análise envoltória de dados (Data Envelopment Analysis - DEA) foi criada pela a partir da contribuição de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), seus modelos de se baseiam no conceito de eficiência técnica para comparar as tomadas de decisão nas Decision Making Units – (DMU's) considerando as relações entre múltiplos insumos e múltiplos produtos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Eficiência

Para avaliar um sistema como eficiente existe a necessidade definir alguns parâmetros básicos que são importantes para o desenvolvimento dessa temática, um deles é a conceituação de eficiência em si. Para Chiavenato (2004) “A eficiência significa a correta utilização dos recursos (meios de produção) disponíveis. Pode ser definida pela equação $E = P/R$, onde P são os produtos resultantes e R os recursos utilizados.” (...).

Belloni APUD Sander (2000) consideram que a eficiência “é um critério econômico, utilitário, que revela a capacidade administrativa de produzir o máximo de resultados com o mínimo de recursos, energia e tempo”.

Tratando o tema para o ambiente das universidades públicas, pode-se citar também o conceito de eficiência produtiva, definido por Belloni (2000) como se referindo “à habilidade de evitar desperdícios produzindo tantos resultados quanto os recursos utilizados permitem ou utilizando o mínimo de recursos possível para aquela produção”.

Em síntese, o conceito de eficiência irá tratar do recebimento de demandas, seja de ações ou serviços, e seu cumprimento. Levando em consideração também a gestão do tempo, que seja de preferência, o menor possível e o uso consciente dos recursos evitando desperdícios ou que os mesmos não sejam suficientes. Quando essas demandas são atendidas integralmente e com balanço positivo, pode-se dizer que esse sistema é eficiente.

Na administração pública, em que os recursos são oriundos do Estado, logo que os recursos estão disponíveis apenas para administração e não podem ser arrecadados pela instituição, há uma limitação para o seu uso. Outra questão é a necessidade a prestação de contas e de resultados. Com isso, obter eficiência nos processos é algo imprescindível. A busca deve ser contínua por formas de otimização de serviços, porém também com o desafio de manter a qualidade desses serviços satisfatórios.

2.2 Fronteira de Possibilidade de Produção (FPP)

O conceito de Fronteira de Possibilidade de Produção (FPP) ou Curva de Possibilidade de Produção (CPP) está diretamente ligada ao custo de oportunidade e consequentemente a escassez de recursos e que esses fatores podem reduzir ou limitar a capacidade de produção.

De acordo com Dwight R. Lee (1999) devido à escassez, sempre que temos que fazer algo, nós precisamos renunciar algo que gostamos. Com isso, existe um custo de oportunidade sempre que desejamos fazer algo e esse custo representa o que temos que sacrificar.

É possível obter o conceito de curva de possibilidade de produção na fala de Bator (1991) usando o exemplo das produções de Nozes e Ameixas: “O problema da produção eficiente consiste em encontrar o lugar dos pontos onde qualquer aumento na produção de ameixas implica necessariamente uma redução na produção de nozes. (...). Deste lugar de eficiência, podemos obter a máxima combinação possível de nozes e ameixas e representá-la no espaço de produtos.”

A figura 1, apresenta a fronteira de possibilidade de produção como uma representação gráfica geralmente em forma de uma curva que relaciona quantidade máxima do que foi produzido ou do que se deseja avaliar com recursos que dispõem no momento.

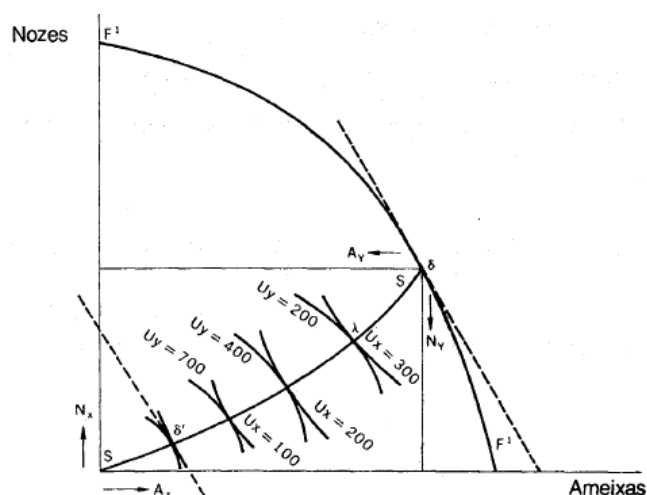


Figura 1- curva de possibilidades de produção Pareto-eficiente. Fonte: Francis M. Bator, 1991

2.3 Análise Envoltória de Dados - DEA

A técnica *Data Envelopment Analysis* – DEA permite a construção de um indicador que mensure a eficiência de um conjunto de unidades que desenvolvem o mesmo processo. Assim é possível a comparação e interpretação. Essa técnica apresenta dois modelos básicos de estudo: O CCR (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978) que utiliza retornos de escala constantes em que os resultados existem a partir de uma proporcionalidade entre os insumos e produtos. Ao que se, por exemplo, for aumentado os insumos em 5% se é esperado um aumento na mesma proporção para os produtos que seria também em 5% nos produtos e BBC (BANKER, COOPER e RHODES, 1984) que utiliza retornos de escala variáveis, isso permite se possa obter classificações de eficiência sem que haja necessidade de uma proporcionalidade entre os insumos e produtos, onde se analisa comportamentos na curva crescente e decrescente.

Seu primeiro estudo foi idealizado inicialmente para avaliação das escolas por (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978, 1981) e por obter um método de avaliação que se é possível atribuir variáveis e que com seu modelo matemático é pode-se obter resultados em relação a eficiência de forma confiável e precisa.

De acordo, Soares de Mello et al, os modelos DEA transformam as inputs e outputs iniciais em inputs e outputs virtuais por meio de combinação linear e serão introduzidos pesos que serão obtidos por meio de uma linearização e escolherá a melhor atribuição desses pesos, com o intuito de maximizar a eficiência.

O modelo CCR idealizado por (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978) utiliza retornos constantes de escala (CRS), em que ao utilizar uma orientação input existiriam outputs que possuiriam variações proporcionais nos produtos com a mesma intensidade que ocorreria na variação das entradas. Logo, seria esperado certo produto de acordo com as variáveis de entradas fossem escolhidas.

Quando orientado pelos inputs esse modelo permite que os pesos sejam adicionados as variáveis de forma livre tendo como única limitação que o valor final máximo seja de 1,0, sendo calculado, então, há uma relação entre a soma das saídas ponderadas (output virtual) pela soma das entradas ponderadas (input virtual) e descreve o uso múltiplos insumos e produtos para obter eficiência como conceituado por Farrell (1957).

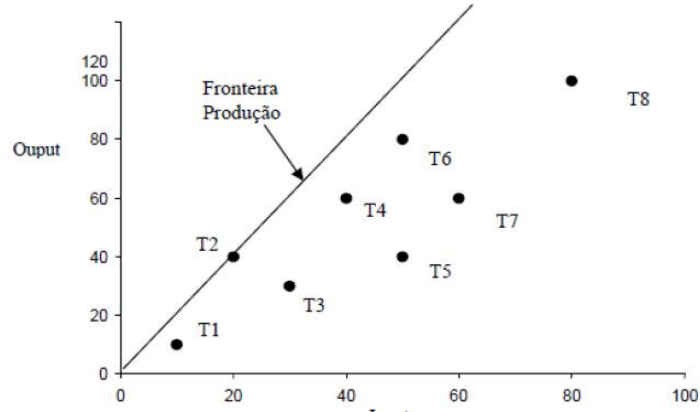


Figura 2: Modelo CCR – Fonte: Wang, Song e Culliname (2004)

De acordo com Meza (2005) modelo matemático de CCR mostra que para cada DMU k , com um k variando de 1 até n , é representada uma unidade de produção que se relaciona com r insumos x_{ik} , i variando de 1 até r , para s produtos y_{jk} , j variando de 1 até s . Logo para uma DMU o , h_o é a eficiência que será obtida e x_{io} e y_{jo} são os seus insumos e produtos. O peso para os insumos é v_i e o peso para os produtos é u_j . Esse modelo matemático refere-se a orientação input, sendo o output, o inverso dessas equações.

$$h_o = \left(\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \right) \quad (01)$$

Sujeito a:

$$\left(\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \right) \leq 1, k = 1, \dots, n \quad (02)$$

$$u_j y_i \geq 0, \forall i, j$$

Essas equações passaram por uma modificação feita por Charnes e Cooper (1962) em que houve uma linearização, obtendo então as novas equações adiante:

$$h_o = \sum_{j=1}^s v_i x_{io} \quad (03)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1 \quad (04)$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, k = 1, \dots, n \quad (05)$$

$$u_j, v_i \geq 0, \forall i, j$$

Quando orientado pelos outputs, a relação entre a soma das saídas ponderadas (output virtual) pela soma das entradas ponderadas (input virtual) se torna inversa. Com isso, obtivemos uma eficiência invertida. Nisso, a interpretação também deve ser feita de forma diferente, observando os pontos em que houve pouca eficiência.

O modelo BBC idealizado também por (CHARNES, COOPER e RHODES, 1984) utiliza a ideia de que os retornos de escala variáveis (RCV) devido utilizar retornos que são inconstantes, os valores da sua eficiência são bastante afetados pela orientação escolhida, não sendo afetado apenas pela proporcionalidade dos insumos e produtos. Nesse modelo são observados os comportamentos feito pelas curvas na forma crescente e decrescente.

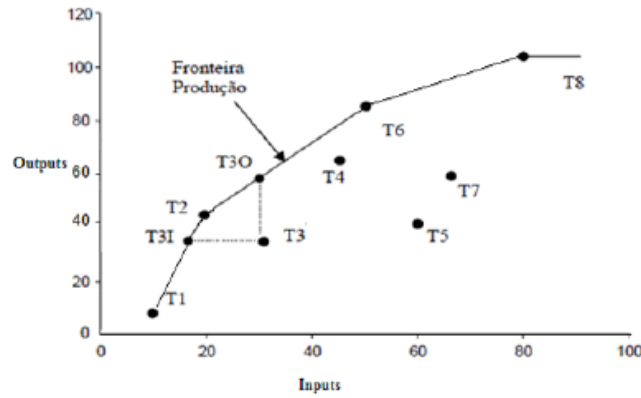


Figura 3-Modelo BCC - Fonte: Leonardo Ramos Rios, 2005

Segue as mesmas variáveis definidas por Meza (2015) adicionando o termo u^* o fator de escala. A partir da linearização de Banker et al., (1984) temos as equações abaixo, modelo com orientação input, para a orientação output tem-se o inverso dessas equações:

$$h_o = \sum_{j=1}^m u_j y_{jo} + u^* \quad (06)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{io} = 1 \quad (07)$$

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} + u^* - \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} \leq 0, k = 1, \dots, s \quad (08)$$

$$u_j, v_i \geq 0, \forall x, y$$

$$u^* \in R$$

Quando o modelo BCC está em função da orientação input, os insumos são maximizados e os outputs são mantidos na mesma proporção. Quando orientados pelos outputs, a intenção é que otimize os produtos sem que sejam aumentados a quantidade de insumos. A figura 4 apresentam a comparação dos modelos CCR e BCC quanto a fronteira de possibilidade de produção.

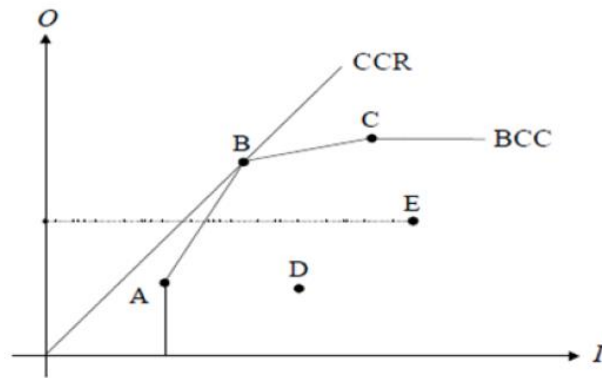


Figura 4- Almeida, Mariano e Rebelatto (2006)

2.4 Benchmark

De acordo com Camp (1995) o *benchmarking* seria a procura por métodos que dirigissem uma empresa a obter o máximo do seu desempenho. Em suma, é um processo que visa avaliar por meio de

comparação quais produtos ou serviços estão em melhor patamar em entre si. Escolhendo um parâmetro comum aos avaliados.

De forma simplificada, Garvin (1993), diz que *benchmarking* é uma forma de conseguir uma perspectiva externa e que os clientes também são uma boa fonte de ideias.

No caso, a eficiência de um curso de uma instituição com o mesmo curso em outra. No benchmark é mostrado quando uma DMU deve obter em números para atingir o mesmo nível eficiência da DMU que é modelo eficiente. Por exemplo, quanto de insumo a DMU ineficiente precisaria para teoricamente obter o mesmo sucesso que outra.

3. METODOLOGIA

A caracterização da pesquisa quanto a sua natureza pode se considerar como aplicada, pois tem como objetivo a resolução da problemática relacionada a eficácia dos cursos de caráter interdisciplinar do país, quanto à abordagem do problema, a pesquisa é quantitativa pois dados obtidos foram analisados pelo método DEA, quanto ao ponto de vista dos objetivos, é considerada uma pesquisa exploratória pois tem como objetivo ao realizar pesquisas bibliográficas e analisar os dados e obter os resultados conclusivos.

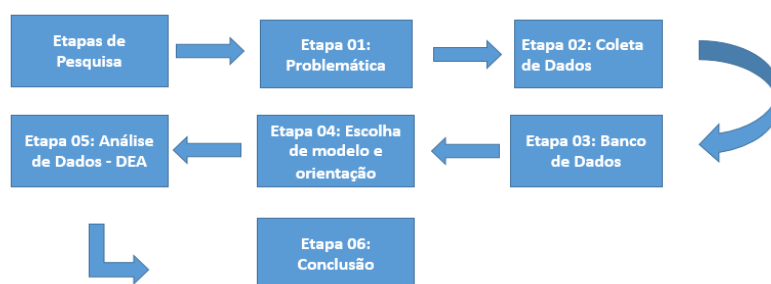


Figura 5- Cronograma das Etapas de Pesquisa - Fonte: Autoria Própria

O método utilizado é o de Análise Envoltória de Dados (DEA) para obter resultados sobre a eficiência dos cursos, foram retirados dados das planilhas que contém os indicadores de qualidade, sendo utilizados os Índice Geral de Cursos (IGC) e o Conceito Preliminar de Curso (CPC) referentes ao ano de 2017 disponibilizados pelo site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Além dos Bacharelados em Ciência e Tecnologia/Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, foram incluídos outros bacharelados como Interdisciplinar em Biosistemas, Área Básica de Ingresso (ABI) em Engenharia, Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar e a Ciências Exatas modalidade BI que são cursos de 1º ciclo entre outros com características comuns conforme a SESu(2010). Como DMU's foram utilizados os cursos presentes no quadro a seguir.

DMUs	Universidade	Código E-mec	Campus ou Cidade	Curso
DM1	UFERSA	1101840	Angicos	BI em Ciência e Tecnologia
DM2	UFERSA	1105110	Angicos	BI em Ciência e Tecnologia
DM3	UFERSA	1115285	Caraúbas	BI em Ciência e Tecnologia
DM4	UFERSA	1115964	Caraúbas	BI em Ciência e Tecnologia
DM5	UFERSA	5000900	Pau dos Ferros	BI em Ciência e Tecnologia
DM6	UFRN	20339	Natal	Engenharia dos Materiais
DM7	UFRN	1151610	Natal	Engenharia de Petróleo
DM8	UFRN	1154401	Natal	Eng. de Telecomunicações
DM9	UFRN	1154794	Natal	Engenharia Biomédica
DM10	UFABC	1101985	São Bernardo do Campo	Engenharia Biomédica

DM11	UFABC	1102468	São Bernardo do Campo	Eng. Aeroespacial
DM12	UFABC	1102526	Santo André	Eng. de Energia
DM13	UFABC	1102576	Santo André	Eng. De Materiais
DM14	UFOPA	1205743	Santarém	Eng. Física
DM15	UNB	112872	Gama	Eng. De Energia
DM16	UNB	112889	Gama	Eng. Automotiva
DM17	UNB	1269978	Gama	Eng. Aeroespacial
DM18	UNIPAMPA	5000916	Itaqui	Eng. De Agrimensura
DM19	UFSJ	122308	Sete Lagoas	Eng. De Alimentos
DM20	UFPE	1136141	Recife	Eng. Dos Materiais
DM21	UFPE	1188497	Recife	Eng. Naval
DM22	UFPE	117384	Recife	Eng. de Energia
DM23	UFRJ	5001283	Macaé	Eng. Civil
DM24	UFRJ	5001281	Macaé	Eng. De Produção
DM25	UFRJ	5001282	Macaé	Eng. Mecânica
DM26	UFBA	86750	Salvador	Eng. De Minas
DM27	UFBA	86751	Salvador	Eng. De Minas
DM28	UFJF	1120244	Juiz de Fora	Eng. Computacional
DM29	UNIFESP	1300011	Santos	Eng. Ambiental
DM30	UNIFESP	1300012	Santos	Eng. de Petróleo
DM31	UNIFESP	1313322	São José dos Campos	Eng. De Materiais
DM32	UNIFESP	1313323	São José dos Campos	Eng. Biomédica
DM33	UFVJM	1103224	Teófilo	Eng. Hídrica
DM34	UNIFAL-MG	1161117	Poços de Caldas	Eng. De Minas
DM35	UFSC	1270287	Joinville	Engenharia Aeroespacial
DM36	UFSC	1270303	Joinville	Eng. Ferroviária e Metroviária
DM37	UFSC	1270308	Joinville	Eng. Naval
DM38	UFSC	1270311	Joinville	Eng. De Transp. e Logística

Quadro 1 - Definição das DMU's. Fonte: Autoria Própria

3.1 Modelo teórico

A escolha das variáveis foi feita com base feito por meio da análise dos indicadores disponíveis no banco de dados do INEP para a definição dos insumos e produtos. Foram utilizadas variáveis que possibilitassem incluir no modelo a atuação e qualidade dos docentes e a estrutura das universidades como referências de insumos e como produto das universidade foi utilizada um indicador para qualidade dos alunos que saem dessas unidades.

As variáveis foram definidas como *inputs* e *outputs* para os inputs foram usados o IGC (faixa) e a nota padronizada dos doutores e para o output foi escolhido nota contínua do ENADE. De acordo, da nota Técnica N°38/2017/CGCQES/DAES disponibilizada pelo INEP, a **nota padronizada de doutores** vem inicialmente, do processo de padronização que envolve médias, desvios-padrões e interpolação linear em uma etapa e em outra utiliza a quantidade de doutores presentes na instituição O **IGC (Índice Geral dos cursos)** é um indicador de qualidade das instituições de nível superior feito pelo INEP e **nota contínua do ENADE** em que se utiliza tratamento matemática para padronizar a nota de 0,0 a 5,0.



Figura 6 - Insumos e Produtos. Fonte: Autoria Própria

Esse trabalho comparou os resultados dos modelos CCR e BCC para o mesmo conjunto de dados com orientação output, que leva em consideração a maximização dos produtos em função dos insumos. Deseja-se que seja utilizado o mínimo dos recursos para que se obtenha bons resultados, que significam, um bom desempenho dos alunos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 2 apresenta um comparativo entre os modelo CCR e BCC. O primeiro modelo apresentou apenas 02 unidades das 38 analisadas pelo modelo as DMU 19 e 23. Quando utilizado o modelo BCC essas mesmas unidade foram consideradas eficientes porém mais 03 obtiveram o score de 100%, foram elas as DMU 18, 24 e 33. Essa condição corrobora a teoria dados que o modelo com retornos constantes de escala tendem a ser mais rigorosos no atendimento das condições para a eficiência técnica. Percebe-se também que todas as unidades apresentam uma melhoria média de 19% no indicador de eficiência.

Eficiências – Modelos CCR e BCC					
DMU	Universidade (Campus ou Cidade)		Curso	CCR	BCC
1	UFERSA	Angicos	BI em Ciência e Tecnologia	29%	40%
2	UFERSA	Angicos	BI em Ciência e Tecnologia	31%	44%
3	UFERSA	Caraúbas	BI em Ciência e Tecnologia	43%	57%
4	UFERSA	Caraúbas	BI em Ciência e Tecnologia	49%	61%
5	UFERSA	Pau dos Ferros	BI em Ciência e Tecnologia	56%	77%
6	UFRN	Natal	Engenharia dos Materiais	63%	65%
7	UFRN	Natal	Engenharia de Petróleo	65%	73%
8	UFRN	Natal	Eng. de Telecomunicações	70%	87%
9	UFRN	Natal	Engenharia Biomédica	58%	62%
10	UFABC	São B. do Campo	Engenharia Biomédica	58%	66%
11	UFABC	São B. do Campo	Eng. Aeroespacial	62%	71%
12	UFABC	Santo André	Eng. de Energia	62%	71%
13	UFABC	Santo André	Eng. De Materiais	72%	82%
14	UFOPA	Santarém	Eng. Física	61%	85%
15	UNB	Gama	Eng. De Energia	58%	64%
16	UNB	Gama	Eng. Automotiva	61%	67%
17	UNB	Gama	Eng. Aeroespacial	78%	87%
18	UNIPAMPA	Itaqui	Eng. De Agrimensura	59%	100%
19	UFSJ	Sete Lagoas	Eng. De Alimentos	100%	100%
20	UFPE	Recife	Eng. Dos Materiais	61%	66%
21	UFPE	Recife	Eng. Naval	76%	87%
22	UFPE	Recife	Eng. de Energia	87%	91%
23	UFRJ	Macaé	Eng. Civil	100%	100%
24	UFRJ	Macaé	Eng. De Produção	87%	100%
25	UFRJ	Macaé	Eng. Mecânica	71%	77%

26	UFBA	Salvador	Eng. De Minas	50%	62%
27	UFBA	Salvador	Eng. De Minas	58%	82%
28	UFJF	Juiz de Fora	Eng. Computacional	58%	58%
29	UNIFESP	Santos	Eng. Ambiental	63%	72%
30	UNIFESP	Santos	Eng. de Petróleo	65%	74%
31	UNIFESP	São José dos Campos	Eng. De Materiais	71%	82%
32	UNIFESP	São José dos Campos	Eng. Biomédica	66%	76%
33	UFVJM	Teófilo	Eng. Hídrica	66%	100%
34	UNIFAL-MG	Poços de Caldas	Eng. De Minas	73%	82%
35	UFSC	Joinville	Engenharia Aeroespacial	65%	73%
36	UFSC	Joinville	Eng. Ferroviária e Metroviária	76%	86%
37	UFSC	Joinville	Eng. Naval	60%	67%
38	UFSC	Joinville	Eng. De Transp. e Logística	61%	69%

Quadro 2 – Comparativo dos modelos CCR e BCC. Fonte: Autoria Própria

Na análise dos pesos das variáveis, exposta no quadro 3, observa-se que, comparando os modelos o indicador Nota dos doutores tem maior importância na determinação da eficiência dos cursos, essa interpretação ganha mais força no modelo BCC. Como cada DMU escolhe seu próprio conjunto de pesos dados modelos matemáticos, de modo que apareça é possível que cada DMU possa ter um conjunto de pesos diferente.

Médias dos Pesos			
MODELO	Input 1 - IGC	Input 2 - Nota Doutores	Output 1 - ENADE
CCR	0,01245	0,29470	0,04022
BCC	0,02627	0,72882	0,04021

Quadro 3 – Análise dos pesos dos modelos CCR e BCC. Fonte: Autoria Própria

Esses pesos são considerados como multiplicadores que influenciam o indicador de eficiência. Com a mudança do modelo para o BCC que considera retornos variáveis de escala os insumos ganham um poder maior de influência sobre a determinação da eficiência técnica das unidades analisadas.

Para a análise benchmark o quadro 4 apresenta o quanto cada unidade considerada ineficiente no modelo BCC deveria copiar das unidades eficientes de forma a atingir a mesma condição. Percebe-se que a DMU 18 não é referência para nenhuma outra DMU a não ser ela mesma, o que pode permitir considerá-la como um *outlier* do modelo.

As DMU 19, 24 e 33 são referências cada uma para 17 outras DMU's, incluindo elas mesmas. Porém a DMU 24 tem maior peso médio, ou seja, ela pode ser compreendida como a DMU que tem mais ações a serem copiadas por outras DMU's consideradas ineficientes.

Benchmarks do modelo BCC					
DMU	DM18	DM19	DM23	DM24	DM33
DM1	0	0,190393	0	0	0,809607
DM2	0	0,104097	0	0	0,895903
DM3	0	0,227187	0	0	0,772813
DM4	0	0,364362	0	0	0,635638
DM5	0	0,192412	0	0	0,807588
DM6	0	0,887553	0	0	0,112447
DM7	0	0,62972	0	0	0,37028
DM8	0	0,384502	0	0	0,615498
DM9	0	0,791944	0	0	0,208056
DM10	0	0	0	1	0
DM11	0	0	0	1	0
DM12	0	0	0	1	0

DM13	0	0	0	1	0
DM14	0	0,122907	0	0	0,877093
DM15	0	0	0,259744	0,740256	0
DM16	0	0	0,299296	0,700704	0
DM17	0	0	0,2568	0,7432	0
DM18	1	0	0	0	0
DM19	0	1	0	0	0
DM20	0	0,773868	0	0	0,226132
DM21	0	0,57563	0	0	0,42437
DM22	0	0,844382	0	0	0,155618
DM23	0	0	1	0	0
DM24	0	0	0	1	0
DM25	0	0	0,4	0,6	0
DM26	0	0,385741	0	0	0,614259
DM27	0	0,122907	0	0	0,877093
DM28	0	1	0	0	0
DM29	0	0	0,056128	0,943872	0
DM30	0	0	0,068096	0,931904	0
DM31	0	0	0	1	0
DM32	0	0	0	1	0
DM33	0	0	0	0	1
DM34	0	0,632656	0	0	0,367344
DM35	0	0	0,1	0,9	0
DM36	0	0	0,088896	0,911104	0
DM37	0	0	0,150944	0,849056	0
DM38	0	0	0,181824	0,818176	0

Quadro 4 – Benchmarks do modelo BCC. Fonte: Autoria Própria

5. CONCLUSÃO

Pela proposta desse trabalho, foi possível avaliar a eficiência dos cursos utilizando a técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA) de acordo com quantidade de variáveis é possível obter desempenhos distintos quando foi feita a comparação entre o CCR e o BCC. Percebe-se que o modelo BCC permite que mais unidades sejam eficientes dada sua característica de retornos constantes de escala. As unidades eficientes no CCR também foram eficientes no BCC. Quanto aos pesos, a variáveis *Nota dos Doutores* foi a mais relevante nos dois modelos, tendo seu multiplicador aumentado quando usado o modelo BCC. Com a análise de benchmarks percebe-se que a DMU 24, para o modelo BCC, é a que aparece como parâmetro de referência mais significativa.

Com isso, podemos concluir que os diferentes resultados provenientes dos modelos de avaliação se dão pela diferença presente em seus modelos matemáticos e por sua interpretação em relação aos insumos e produtos, gerando resultados de eficiência diferentes, porém com DMU's consideradas eficientes em ambos modelos. Podemos considerar eficientes as DMU's que foram comuns aos dois modelos.

Pela fonte da pesquisa não foi possível reunir os dados em relação a quantidade de alunos matriculados nos cursos, apenas os considerados concluintes. Como sugestão de continuação de pesquisa seria incluir essas informações e observar se esses dados geram influência nos resultados sobre eficiência. Ou também adicionar outras variáveis para serem avaliadas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Mariana Ribeiro; MARIANO, Enzo Bernardes; REBELATTO, Daisy Aparecida Nogueira. **Ferramenta para calcular a eficiência: um procedimento para engenheiros de produção**. Passo Fundo, setembro de 2006. Anais XXXIV COBENGE. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228429602_Ferramenta_para_Calcular_a_Eficiencia_Um_procedimento_para_engenheiros_de_producao> Acesso em 27 de jul. 2019.
- ANGULO MEZA, Lidia, BIONDI NETO, Luiz, SOARES DE MELLO, João Carlos C. B., GOMES, Eliane Gonçalves, COELHO, Pedro Henrique Gouvêa. **SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão: Uma Implementação Computacional de Modelos de Análise Envoltória de Dados**. Disponível em: <<https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120412/1/2112.pdf>> Acesso em 07 de jul. 2019.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. (1984). Some models for estimating and scale inefficiencies. *Management Science*. v. 30. p.1078-92. Disponível em <<http://www.utdallas.edu/~ryoung/phdseminar/BCC1984.pdf>> Acesso em 05 de jul. 2019.
- BATOR, M. Francis. Revista Análise Econômica. **UFRGS. Uma Análise Simples Da Maximização Do Bem-Estar**, março 1991, ano 9, nº15. Disponível em <<https://seer.ufrgs.br/AnaliseEconomica/article/view/10367>>
- BELLONI, José Angelo. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. BELLONI Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, abril de 2000. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30359583.pdf>> acesso em 01 de ago. 2019.
- BRASIL/SESu. **Referenciais Orientadores para os Bacharelados Interdisciplinares e Similares**. Brasília, DF: MEC/SESu, 2010. Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho instituído pela Portaria SESu/MEC No. 383, de 12 de abril de 2010. Disponível em: <http://reuni.mec.gov.br/images/stories/pdf/novo%20-%20bacharelados%20interdisciplinares%20-%20referenciais%20orientadores%20-%20novembro_2010%20brasil.pdf>/. Acesso em 05 de jul. 2019.
- CAMP, R. C. **Benchmarking: identificando, analisando e adaptando as melhores práticas que levam à maximização da performance empresarial: o caminho da qualidade total**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1995. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/about/Benchmarking_identificando_analisando_e.html?id=AiITNwAACAAJ&redir_esc=y> Acesso em 31 de jul. 2019.
- CASTRO, Rodrigo Batista. **Eficácia, Eficiência e Efetividade na Administração Pública**. ENANPAD 2006, Salvador, Bahia. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/enanpad/2006/dwn/enanpad2006-apsa-1840.pdf>>. Acesso em 18 de jun. 2019.
- CHARNES A, COOPER, W.W and RHODES E. Short communication: **Measuring the efficiency of decision making units**. *European Journal of Operational Research*, v.3/4, pp 339, 1979. Disponível em: <<https://www.utdallas.edu/~ryoung/phdseminar/CCR1978.pdf>>. Acesso em 02 de jul. 2019.
- CHIAVANETO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 2004, Elsevier Editora Ltda., 7ed.
- CULLINANE, K.; SONG, D. W.; PING, J.; WANG, T. F. An application of DEA windows analysis to container port production efficiency. *Review of network economics*, v. 3, p. 184-206, 2004. Disponível em: <<https://hub.hku.hk/bitstream/10722/224598/1/content.pdf?accept=1>>. Acesso em 28 de jul. 2019.
- DALMAS, José Carlos. **Avaliação de eficiência produtiva de cursos de graduação, empregando análise envoltória de dados**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, 2000. <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79245>> Acesso em 01 de ago. 2019.
- ENCINAS, Rafael. **Oportunidades De Aplicação Da Análise Envoltória De Dados Em Auditorias Operacionais Do Tribunal De Contas Da União**. Tese em Especialização Em Orçamento Público Brasília, 2010, Distrito Federal. Disponível em <
-

<https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A24F0A728E014F0AD1413C0DBF> >. Acesso em 01 de ago. 2019.

FARREL, M.J. **The measurement of productive efficiency**. Journal of the Royal Statistic Society, series A, part 3, p. 253-290, 1957. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2343100?seq=1#metadata_info_tab_contents>. Acesso em 03 de jul. 2019.

GARVIN, D.A. (1993) Building a Learning Organization. Harvard Business Review. Disponível em: <<https://hbr.org/1993/07/building-a-learning-organization>> Acesso em 05 de ago. 2019.

INDICADORES DE QUALIDADE. ÍNDICE GERAL DE CURSOS. INEP. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/indice-geral-de-cursos-igc->>. Acesso em 01 de ago. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Nota Técnica N°38/2017/CGCQES/DAES**. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/notas_tecnicas/2016/nota_tecnica_n38_2017_cgcqes_daes_calculo_cpc.pdf> Acesso em: 26 de jun. 2019.

LEE, Dwight R. Foundation for Economic Education. **Opportunities and Costs**. March 1, 1999. Disponível em: <<https://fee.org/articles/opportunities-and-costs/>>. Acesso em 12 de jul. 2019.

RAMOS, Rubens E. B.; FERREIRA, **Getúlio Marques**. **Analisando retornos de escala usando DEA: um estudo em Instituições de Ensino Tecnológico no Brasil**, Revista GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 2, vol. 5, out-dez/07, p. 25-38. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewFile/176/125>> Acesso em 30 de jun. 2019.

RIOS, Leonardo Ramos. **Medindo a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do MERCORSUL**. Porto Alegre, 2005. Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/4956>>. Acesso em 29 de jul. 2019.



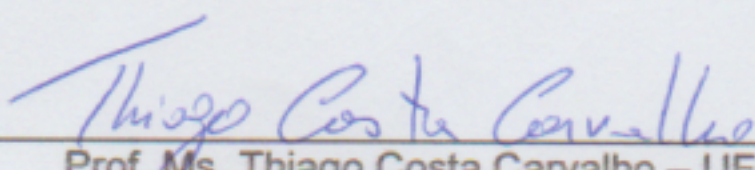
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

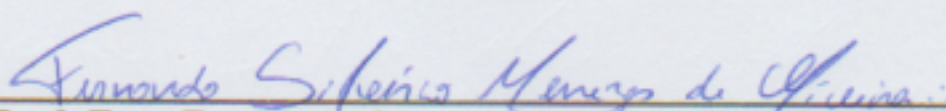
Às 14hs horas do dia nove de agosto de dois mil e dezenove, no Laboratório de Engenharia Econômica e Finanças (LEFIN) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno **DÉBORA RAQUEL FERNANDES NASCIMENTO**, aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula 2013010581, com o título **"UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA O ESTUDO DE EFICIÊNCIA DOS CURSOS DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA A NÍVEL NACIONAL"**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por quatro membros: Prof. Ms. Thiago Costa Carvalho, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Prof. Esp. Fernando Silvério Menezes de Oliveira e Prof. Ms. Rondinelli Batista Cândido como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 9,5; 9,7; 9,5; -x-. Apuradas as notas verificou-se que o aluno foi aprovado com média geral 9,6. E para constar, eu, Thiago Costa Carvalho, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró/RN, 09/08/2019

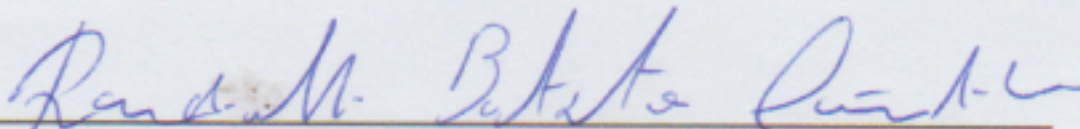
Assinatura dos membros da Banca Examinadora.



Prof. Ms. Thiago Costa Carvalho – UFERSA
Presidente e orientador



Prof. Esp. Fernando Silvério Menezes de Oliveira – UFERSA
Primeiro Membro



Prof. Ms. Rondinelli Batista Cândido – Membro Externo
Segundo Membro