

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GELSON JUNIOR DONATTI SCHIMITH BERGER
JOÃO PAULO FERNANDES AMARAL

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO
PRESENCIAIS DA UFES: UMA ABORDAGEM COM ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS**

VITÓRIA - ES
2015

GELSON JUNIOR DONATTI SCHIMITH BERGER
JOÃO PAULO FERNANDES AMARAL

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO
PRESENCIAIS DA UFES: UMA ABORDAGEM COM ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia de Produção do Centro
Tecnológico da Universidade Federal
do Espírito Santo como requisito
parcial para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Marta Monteiro da Costa
Cruz

VITÓRIA - ES
2015

GELSON JUNIOR DONATTI SCHIMITH BERGER
JOÃO PAULO FERNANDES AMARAL

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO
PRESENCIAIS DA UFE: UMA ABORDAGEM COM ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS**

Aprovado em 06 de julho de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Marta Monteiro da Costa da Cruz
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof. Herbert Barbosa Carneiro
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Anilton Salles Garcia
Universidade Federal do Espírito Santo

DEDICATÓRIA

Aos nossos pais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos pais e famílias pelo incentivo e apoio incessante.

Aos nossos amigos e colegas pela paciência e compreensão.

À Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional da Universidade Federal do Espírito Santo por ter disponibilizado, de maneira fácil, os dados utilizados neste trabalho.

Aos nossos professores pelo aprendizado, em especial nossa orientadora, Professora Marta pelas contribuições que permitiram a conclusão deste trabalho.

*“Dificuldades preparam pessoas
comuns para destinos extraordinários.
”*

C.S Lewis

RESUMO

ABSTRACT

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fronteira de Eficiência	19
--	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Demonstrativo das eficiências obtidas nas DMUs (por Centro de Ensino)	38
Tabela 2 – Ranking das DMUs do CE	39
Tabela 3 - Demonstrativo das eficiências obtidas nas DMUs da UFES no ano de 2012	39
Tabela 4 – Referências para o Benchmarking do Centro de Artes.....	40
Tabela 5 - Valores Alvo para a DMU98.....	42
Tabela 6 – Valores Alvo para a DMU28.....	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução do Número de Ingressantes e Concluintes em Cursos de Graduação	27
Gráfico 2 - Número de Matrículas em Cursos de Graduação por Organização Acadêmica	. 28
Gráfico 3 - Alunos Reg. Matriculados, Alunos Diplomados e Taxa de Sucesso da Graduação da UFES.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IES – Instituição de Ensino Superior

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

DEA – Análise Envoltória de Dados

DMU – Unidade Tomadora de Decisão

CCR - Modelo DEA criado por Charnes, Cooper e Rhodes

BCC - Modelo DEA criado por Banker, Charnes e Cooper

INP - Incorporating Undesirable Outputs and Inputs

UFF – Universidade Federal Fluminense

LDB – Lei de Diretrizes de Bases

PNE – Plano Nacional de Educação

SINAES – Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior

Reuni - Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais

Prouni - Programa Universidade para Todos

FIES - Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior

INEP – Instituto Anísio Teixeira de Pesquisas Educacionais

CAR – Centro de Artes

CCA – Centro de Ciência Agrárias

CCE – Centro de Ciências Exatas

CCS – Centro de Ciências da Saúde

CCHN – Centro de Ciências Humanas e Sociais

CE – Centro de Educação

CEFD – Centro de Educação Física e Desportos

CT – Centro Tecnológico

CEUNES – Centro Universitário Norte do Espírito Santo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	15
1.2. OBJETIVO	16
1.3. JUSTIFICATIVA	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1. EFICIÊNCIA E EFICÁCIA	17
2.2. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	18
2.2.1. O Modelo CCR	21
2.2.2. O Modelo BCC.....	22
2.2.3. Fronteira Invertida e Fronteira Composta	24
2.2.4. Vantagens, desvantagens e limitações da DEA	25
2.2.5. Software para implementação da DEA.....	26
3. PANORAMA DA REDE FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR.....	27
4. METODOLOGIA	31
4.1. SELEÇÃO DAS DMUS E DAS VARIÁVEIS DE <i>INPUT</i> E <i>OUTPUT</i>	31
4.1.1. Cursos abrangidos no estudo (DMUs).....	32
4.1.2. Seleção de Variáveis e Construção do Modelo	34
4.2. CÁLCULO DO INDICADOR DA EFICIÊNCIA.....	35
4.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
5. RESULTADOS ENCONTRADOS	38
5.1. ANÁLISES DA EFICIÊNCIA.....	38
5.2. ANÁLISE DAS DMUS <i>BENCHMARKING</i> E VALORES ALVOS.....	40
6. CONCLUSÕES	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

ANEXO A	48
APÊNDICE A.....	48
APÊNDICE B.....	48
APÊNDICE C	48
APÊNDICE D	48
APÊNDICE E.....	48
APÊNDICE F.....	48

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As grandes mudanças que afloraram na sociedade na última década são, em grande parte, devido ao momento atual de globalização . As universidades, como peça fundamental da sociedade, também vivenciam essas mudanças de maneira acentuada.

Nada em nosso tempo pode ser pensado sem que sejam levadas em conta as características atuais da globalização. Tendo em vista que os esquemas simples de compreensão da realidade social são insuficientes para dar conta da complexidade e da pluralidade de sentidos dos fenômenos humanos, especialmente com a fragmentação e a multiplicação dos conhecimentos, das informações e dos intercâmbios, já não se pode pensar que uma instituição central da sociedade, radicalmente ligada às mudanças do mundo, como é o caso da universidade, possa ser explicada a partir de uma única ideia ou de um só princípio interno. (DIAS SOBRINHO, 2005, p. 164)

Segundo Clark (1996, p. 129), as universidades se encontram num período de turbulência, sofrendo pressões contraditórias, em sua maioria marcadas pelo sinal de urgência, devido ao fato da sua capacidade de resposta ser inferior às demandas impostas a elas. Dias Sobrinho (2005, p. 165) ainda afirma que para universidades de países periféricos, como o Brasil, o cenário imposto pela globalização é maior pois essas se defrontam com “(...) os problemas do presente, desde a construção de adequadas bases materiais até a consolidação dos seus processos democráticos, sem que já tivessem resolvido satisfatoriamente as históricas dívidas sociais, culturais e econômicas”.

Uma dessas pressões é a competitividade. Com o advento de novas tecnologias, das mudanças culturais, dos novos conceitos de estilo de vida fortemente ligadas às inovações tecnológicas e das formas de comunicação modificaram o perfil de oferta e demanda de produtos e serviços num cenário de grande volatilidade e diversidade (MACHADO, 2008).

Vivemos em uma sociedade onde a cada dia a competitividade aumenta. O mundo globalizado impõe regras, fazendo com que somente empresas eficientes e eficazes permaneçam no mercado. As empresas devem desenvolver-se econômica e financeiramente, de forma versátil, competente e rápida, ajustando-se as condições conjunturais para estarem sempre no foco do negócio que atuam. (ZDANOWICZ, 1995).

No setor educacional a competitividade vem acalorando ainda mais as discussões sobre a eficiência e eficácia das instituições de ensino superior (IES), principalmente no setor público, em face a escassez de recursos financeiros, a qualidade de ensino e os modelos de negócio explorados pelas instituições privadas.

1.2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo fornecer uma análise de eficiência dos cursos de graduação presenciais da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), verificando os níveis de eficiência de cada curso, em relação as variáveis de entrada e saída considerados.

Com os resultados das análises, espera-se poder identificar quais cursos possuem maior nível eficiência e, assim, verificar naqueles cursos menos eficientes quais variáveis devem ser trabalhadas para se elevar os níveis de eficiência.

1.3. JUSTIFICATIVA

É nítida e crescente a preocupação com a boa utilização dos recursos públicos e o desejo do aumento do nível de serviço oferecido pelos serviços público. Em contrapartida, observa-se as dificuldades enfrentadas pelas universidades públicas para gerir os escassos recursos despendidos pelo governo federal acarretando em dificuldades financeiras, pouca capacidade de investimento, sucateamento de instalações e greves. Essas dificuldades afetam, direta e indiretamente, na qualidade de ensino ofertada, e é justamente essa qualidade que tornou a UFES referência em ensino, pesquisa e extensão.

Identificar quais indicadores devem ser trabalhados para elevar os níveis de qualidade dos cursos é um instrumento essencial para tomada de decisões, planejamentos estratégicos e alocação de recursos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. EFICIÊNCIA E EFICÁCIA

Para se analisar a situação atual de uma organização, é essencial a construção dos conceitos de eficiência e eficácia. Chiavenato (2003) define eficiência e eficácia como sendo:

Eficácia é uma medida do alcance de resultados, enquanto a eficiência é uma medida da utilização dos recursos nesse processo. Em termos econômicos, a eficácia de uma empresa refere-se à sua capacidade de satisfazer uma necessidade da sociedade por meio do suprimento de seus produtos (bens ou serviços), enquanto a eficiência é uma relação técnica entre entradas e saídas. Nesses termos, a eficiência é uma relação entre custos e benefícios, ou seja, uma relação entre os recursos aplicados e o produto final obtido: é a razão entre o esforço e o resultado, entre a despesa e a receita, entre o custo e o benefício resultante. (CHIAVENATO, 2003, p. 155).

No setor público, os conceitos de eficiência e eficácia não se diferem, na sua essência, do setor privado. Torres (2004) ambienta os conceitos de eficiência e eficácia para setor público, sendo a:

Eficácia: basicamente, a preocupação maior que o conceito revela se relaciona simplesmente com o atingimento dos objetivos desejados por determinada ação estatal, pouco se importando com os meios e mecanismos utilizados para atingir tais objetivos. Eficiência: aqui, mais importante que o simples alcance dos objetivos estabelecidos é deixar explícito como esses foram conseguidos. Existe claramente a preocupação com os mecanismos utilizados para obtenção do êxito da ação estatal, ou seja, é preciso buscar os meios mais econômicos e viáveis, utilizando a racionalidade econômica que busca maximizar os resultados e minimizar os custos, ou seja, fazer o melhor com menores custos, gastando com inteligência os recursos pagos pelo contribuinte (TORRES, 2004, p. 175).

Moraes complementa o princípio de eficiência na administração pública:

"Assim, princípio da eficiência é o que impõe à administração pública direta e indireta, e a seus agentes a persecução do bem comum, por meio do exercício de suas competências de forma imparcial, neutra, transparente, participativa, eficaz, sem burocracia e sempre em busca da qualidade, primando pela adoção dos critérios legais e morais para a melhor utilização possível dos recursos públicos, de maneira a evitarem-se desperdícios e garantir-se maior rentabilidade social. (MORAES, 2009, p. 28)

A eficácia se preocupa com o atingimento ou não das metas independente dos meios para tal. A eficiência considera se a ação executada otimizou os recursos disponíveis, ou seja, produziu mais resultados com menor dispendido de recursos.

Quando falamos do setor público, os conceitos de eficiência e eficácia podem ser complementados com o conceito de efetividade. Efetividade, afere se a ação executada trouxe melhorias para a população visada. Para Torres:

Efetividade: (...) a preocupação central é averiguar a real necessidade e oportunidade de determinadas ações estatais, deixando claro que setores são beneficiados e em detrimento de que outros atores sociais. Essa averiguação da necessidade e oportunidade deve ser a mais democrática, transparente e responsável possível, buscando sintonizar e sensibilizar a população para a implementação das políticas públicas. Este conceito não se relaciona estritamente com a idéia de eficiência, que tem uma conotação econômica muito forte, haja vista que nada mais impróprio para a administração pública do que fazer com eficiência o que simplesmente não precisa ser feito (TORRES, 2004, p. 175)

É importante ressaltar que a eficiência é um dos princípios constitucionais que foi introduzido na Constituição de 1988 através da Emenda Constitucional nº 19, no “Art. 37. A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (...)” (BRASIL, 2012). Com isso, a eficiência não é apenas uma boa prática, mas uma obrigação constitucional que deve permear as ações das entidades públicas.

2.2. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Em 1978 Edwardo Rhodes, sob supervisão de W.W. Cooper publicou em sua tese, para a obtenção do grau de Ph.D., um método para comparar a eficiência de escolas públicas levando em conta produtos e insumos. Essa técnica conhecida como *Data Envelopment Analysis* (DEA), ou Análise Envoltória de Dados, propôs avaliar o grau de eficiência entre diversas Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) que avaliar produtividade e a alocação de recursos.

A DEA utiliza o método de otimização de programação matemática para, partindo da medida da eficiência técnica em casos de único produto/insumo proposta por Farrell em 1957, desenvolver um modelo que atenda a casos com múltiplos produtos/insumos, com a construção de um único produto “virtual” e “um único insumo “virtual”. (CHARNES, COOPER e LEWIN, 1994)

De acordo com Pereira (1995), a Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica de Pesquisa Operacional, que tem como base a Programação Linear, e cujo objetivo é analisar comparativamente unidades independentes no que se refere ao seu

desempenho operacional. Ela fornece uma medida para avaliar a eficiência relativa das unidades de tomada de decisão (DMUs).

Os modelos DEA medem a eficiência relativa de cada unidade com respeito aos melhores desempenhos observados, em oposição a técnicas comuns, baseados em comportamentos médios ou hipotéticas eficiências máximas. Estes melhores desempenhos determinam fronteiras de produção empírica que constituem limites aos resultados alcançáveis com um dado conjunto de recursos. Os índices de eficiência de uma unidade são medidos a partir das posições relativas por ela ocupados em relação àquelas fronteiras. Interpreta-se cada resultado como descritivo das habilidades e das restrições objetivas que o determinam, admitindo-se que, contornadas as restrições e ampliadas as habilidades, os resultados possam ser incrementados. (LAPA, BELLONI e NEIVA, 1997, p. 26).

Mello, Gomes, *et al.* (2001) afirma que o objetivo da técnica DEA é construir um conjunto de referência convexo e as DMUs podem ser classificadas em unidades eficientes e ineficientes, tendo como referencial essa superfície formada. Essa curva é chamada de fronteira de eficiência e pode ser representada como na Figura 1.

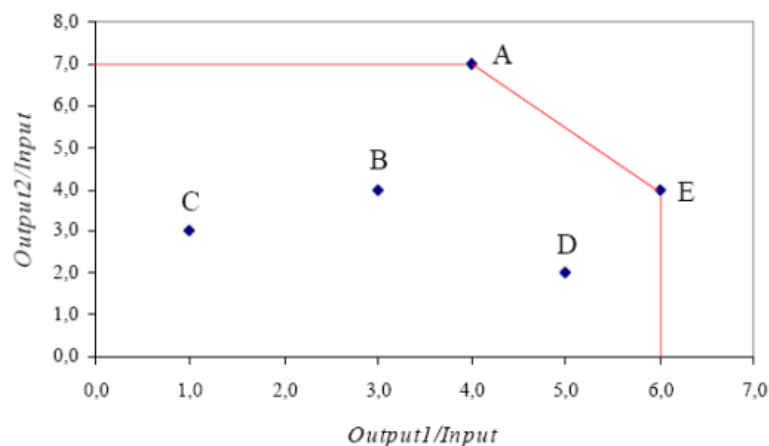


Figura 1 - Fronteira de Eficiência

Fonte: Mello, Meza, *et al.* (2005, p. 2531)

Para Fescina Junior (2010) , a atualização do DEA possibilita identificação das origens e quantidades de ineficiência relativa em cada uma das DMU, em qualquer de suas dimensões *output / input*. Com isso, pode-se apoiar o estabelecimento de metas que atinjam as dimensões específicas que maximizam a eficiência de cada DMU.

A eficiência relativa de uma DMU é definida como a razão entre a soma ponderada de produtos (*outputs*) e a soma ponderada dos recursos necessários para gerá-los (*inputs*). Os pesos usados nas ponderações são obtidos de um problema de programação fracionária que atribui a cada DMU os pesos que maximizam a sua eficiência (MELLO, MEZA, *et al.*, 2005).

Os principais objetivos da DEA, podem ser resumidos, conforme Gomes *et.al.* (2001, p. 7-8):

Comparar um certo número de DMUs que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de *inputs* que consomem e de *outputs* que produzem;

Identificar as DMUs eficientes, medir e localizar a ineficiência e estimar uma função de produção linear por partes (*piece-wise linear frontier*), que fornece o benchmark (referência) para as DMUs ineficientes. Ao identificar as origens e quantidades de ineficiência relativas de cada uma das DMUs, é possível analisar qualquer de suas dimensões relativas a entradas e/ou saídas. A fronteira de eficiência compreende o conjunto de DMUs Pareto eficientes;

Determinar a eficiência relativa das DMUs, contemplando cada uma, relativamente a todas as outras que compõem o grupo a ser estudado. Assim, sob determinadas condições, DEA pode ser usado na problemática da ordenação como ferramenta multicritério de apoio à decisão;

Subsidiar estratégias de produção que maximizem a eficiência das DMUs avaliadas, corrigindo as ineficientes através da determinação de alvos;

Estabelecer taxas de substituição entre as entradas, entre as saídas e entre entradas e saídas, permitindo a tomada de decisões gerenciais. O estabelecimento dessas taxas de substituição nem sempre tem solução única;

Considerar a possibilidade de os outliers não representarem apenas desvios em relação ao comportamento "médio", mas possíveis benchmarks a serem analisados pelas demais DMUs. Os outliers podem representar as melhores práticas dentro do universo investigado;

Não necessidade de determinar uma forma funcional para a estimativa da fronteira, como é feito nos modelos de fronteiras estocástica.

O método DEA envolve diversos modelos, os mais clássicos e mais utilizados são o modelo CCR (criado por Charnes, Cooper e Rhodes) e o modelo BCC (criado por Banker, Charnes e Cooper).

O modelo CCR avalia a eficiência total, identifica as DMUs eficientes e ineficientes e determina a que distância da fronteira de eficiência estão as unidades ineficientes. O CCR trabalha com retornos constantes de escalas, ou seja, uma variação nos *inputs* gera uma variação proporcional nos *outputs*.

O modelo BCC utiliza a formulação dual, sendo este normalmente usado no *benchmarking*, permitindo a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) determinada pelas DMUs eficientes. O BCC trabalha com retornos variáveis de escala.

As diferenças fundamentais entre os modelos estão relacionadas a:

- I. superfície de envelopamento (tipos de combinação e suposições sobre o retorno de escala); e II.
- II. tipo de projeção do plano ineficiente à fronteira.

Os modelos CCR e BCC trabalham com diferentes tipos de tecnologias e, conseqüentemente geram fronteiras de eficiência diferentes e medidas de eficiência diferentes. No que diz respeito à orientação, cada um desses dois modelos pode ser escrito sob duas formas de projetar os planos ineficientes na fronteira: uma voltada para os produtos e outra voltada para os insumos. Na primeira orientação, as projeções dos planos observados sobre a fronteira buscam o máximo aumento equiproporcional de produção dado o consumo observado e, na segunda orientação, a maior redução equiproporcional do consumo para a produção observada. (PAIVA, 2000, p. 42)

A seguir são apresentados mais detalhes e as formulações matemáticas dos modelos CCR e BCC e suas possíveis orientações.

2.2.1.O Modelo CCR

O modelo CCR, também conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*), trabalha com retornos constantes de escala, ou seja, qualquer variação nos insumos leva a uma variação proporcional nos produtos. Define-se a eficiência como sendo a razão entre a soma ponderada dos produtos (*output*) e a soma ponderada dos insumos (*inputs*).

O modelo permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável (entrada ou saída), desde que esses pesos aplicados às outras DMUs não gerem uma razão superior a 1. (MELLO, MEZA, *et al.*, 2005).

A formulação matemática dessas condições é apresentada no modelo básico CCR a seguir:

Minimização de *inputs* - CCR

$$MaxEff_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_i \cdot y_{j0}}{\sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{i0}}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_i \cdot y_{jk}}{\sum_{j=1}^r v_i \cdot x_{ik}} \leq 1, k = 1, 2, \dots, n$$

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall j, i$$

Maximização de *Outputs* – CCR

$$MinEff_0 = \frac{\sum_{j=1}^r v_j \cdot x_{jk}}{\sum_{i=1}^s u_i \cdot y_{ik}}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{i=1}^r v_i \cdot x_{ik}}{\sum_{j=1}^s u_i \cdot y_{ik}} \geq 1, k = 1, 2, \dots, n$$

$$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \forall j, i$$

Onde:

Eff_0 - eficiência da DMU₀;

u_i, v_j - pesos de *outputs* e *inputs* respectivamente;

x_{ik} - *inputs* i para unidade k de uma determinada DMU;

y_{jk} - *outputs* j para unidade k de uma determinada DMU;

x_{i0}, y_{j0} - *inputs* i e *outputs* j para unidade em análise (DMU₀);

Este modelo pode ser definido como um problema de programação fracionária e que pode ser transformado em uma programação linear, onde o denominador da função objetivo necessariamente precisa ser igual a uma constante, normalmente igual a 1 (um).

2.2.2. O Modelo BCC

O modelo BCC, também conhecido como VRS (Variable Return Scale), pressupõe que as DMUs avaliadas apresentem retornos variáveis de escala. O modelo determina uma fronteira BCC que considera retornos crescentes ou decrescentes de escala na fronteira eficiente. Considera que um acréscimo no *input* poderá promover

um acréscimo no *output*, não necessariamente proporcional, ou até mesmo um decréscimo.

O modelo BCC permite que DMUs que operam com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. (MELLO, MEZA, *et al.*, 2005)

O modelo BCC surgiu como uma forma de eficiência resultante da divisão do modelo CCR em duas componentes: eficiência técnica e a eficiência de escala. Segundo Freaza, Guedes e Gomes (2008), a medida de eficiência técnica, resultante do modelo BCC, identifica a correta utilização dos recursos à escala de operação da DMU. A eficiência de escala é igual ao quociente da eficiência BCC com a eficiência CCR, e dá uma medida da distância da DMU em análise até uma DMU fictícia, que opera com o tamanho da escala mais produtivo.

A seguir é descrita a formulação do modelo matemático, que apresenta similaridades com o modelo CCR. A diferença é o acréscimo de uma variável *u* no numerador (ou de uma variável *v* no denominador).

$$MaxEff_0 = \frac{\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{io} + u}{\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jo}} \quad ou \quad MaxEff_0 = \frac{\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{io}}{\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jo} + v}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} + u}{\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk}} \leq 1, \quad ou \quad \frac{\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik}}{\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} + v} \leq 1 \quad para \quad k = 1, 2, \dots, z$$

Onde,

u_i e $v_j > 0$

u e v sem restrição de sinal;

Sendo que:

u_i = peso calculado para o *output* i

v_j = peso calculado para o *input* j

x_{jk} = quantidade do *input* j para unidade k de um determinado setor

y_{ik} = quantidade do *output* i para unidade k de um determinado setor

x_{jo} = quantidade do *input* j para unidade em análise

y_{jo} = quantidade do *output* j para unidade em análise

u = variável de retorno de escala

z = número de unidades em avaliação

m = número de *outputs*

n = Número de *inputs*

Por meio da utilização desses modelos, é possível detectar a eficiência das Unidades Tomadoras de Decisões - DMUs, construindo, assim, a fronteira de eficiência com as unidades que atingirem o máximo de eficiência.

2.2.3.Fronteira Invertida e Fronteira Composta

Quando se obtém resultados onde existem muitas unidades produtivas que alcançam a fronteira de eficiência torna-se difícil a escolha pelo administrador da melhor unidade produtiva. Para distingui-las é necessário introduzir o conceito de fronteira invertida, que consiste em considerar os produtos como insumos e os insumos como produtos. Esse enfoque considera pelo menos duas interpretações. A primeira é que a fronteira consiste das unidades produtivas com as piores práticas gerenciais (e poderia ser chamada de fronteira ineficiente); a segunda é que essas mesmas unidades produtivas têm as melhores práticas considerando o ponto de vista oposto (MELLO, ANGULO MEZA e GOMES, 2003).

A Fronteira Invertida ou Dupla Envoltória segundo Entani, Maeda e Tanaka, (2002), é um método de discriminação em DEA utilizado com o objetivo de verificar se a DMU é realmente eficiente ou apresenta uma falsa eficiência. Entende-se por falsa eficiência a DMU que é eficiente apenas em algumas variáveis as quais foram atribuídos pesos excessivos na análise.

A fronteira invertida é calculada substituindo-se insumos por produtos e produtos por insumos. Combinando-se a eficiência padrão (BCC ou CCR) com a eficiência invertida pode-se obter um índice conjunto – a eficiência composta normalizada – calculada da seguinte forma (ANGULO MEZA, BIONDI NETO, *et al.*, 2005):

$$EficiênciaComposta = \frac{EficiênciaPadrão + (1 - EficiênciaInvertida)}{2}$$

$$EficiênciaCompostaNormalizada = \frac{EficiênciaComposta}{Max(EficiênciaComposta)}$$

Para que uma DMU seja considerada realmente eficiente, é importante que ela apresente ótimo desempenho nas variáveis em que possui excelência e desempenho aceitável nas demais.

2.2.4. Vantagens, desvantagens e limitações da DEA

Os autores Cooper, Seiford e Tone (2000), Mello, Meza, *et al.* (2005) e Kassai (2002) apresentam as principais vantagens, desvantagens e limitações do modelo DEA.

Como vantagens, pode-se ponderar que, por ser um método de avaliação não paramétrico, a DEA tem algumas características diferenciadas em relação a outros métodos. Contrastando com métodos paramétricos, onde o objetivo é otimizar um plano de regressão simples, a DEA otimiza individualmente cada uma das observações, uma em relação às demais, para assim, determinar a fronteira de eficiência.

Outra vantagem importante é que os *inputs* e os *outputs* podem ser medidos em diferentes unidades sem alterar o índice de eficiência, ou seja, os modelos DEA são invariantes em escala. O fato de se poder trabalhar com múltiplos *outputs* e *inputs* também é uma importante vantagem. No entanto, a escolha das variáveis presentes no modelo deve ser feita com bastante cuidado, pois quanto mais variáveis presentes, menor é o poder discriminatório do modelo.

Como limitação da DEA, vale destacar que, *a priori*, as hipóteses não podem ser testadas com o rigor estatístico, bem como o erro relativo à estimação da fronteira, uma vez que insumos e produtos podem ser variáveis aleatórias. Também, por ser uma técnica não paramétrica, não permite a extrapolação de suas conclusões, que estão restritas às empresas e às variáveis em análise.

Outra desvantagem do método é sensível ao número de *inputs* e *outputs*, assim como ao tamanho da amostra de DMUs observadas. Aumentar o tamanho da amostra tende a reduzir a média das pontuações de eficiência da amostra, porque um maior número de DMUs permite encontrar um maior número de DMUs de referência. Por outro lado, quando o número de DMUs é pequeno em relação à soma do número de *inputs* e *outputs*, a média de eficiência da amostra aumenta.

Baseado na vasta literatura presente, pode-se concluir que o modelo é eficiente naquilo a que se propõe. Realmente se faz possível, através de uma análise comparativa, destacar níveis de eficiência e, conseqüentemente, tomar decisões de forma mais segura e com mais agilidade.

2.2.5. Software para implementação da DEA

Devido a complexidade dos problemas de programação linear que devem ser resolvidos e a quantidade de variáveis *input* e *output* é aconselhável utilizar softwares específicos para desenvolvidos para aplicações em DEA. Atualmente existem vários programas, os mais conhecidos são: DEA Frontier, SIAD e, uma iniciativa *open source*, OSDEA.

O DEA Frontier possui uma boa interface gráfica, porém é um software comercial. O SIAD – Sistema Integrado de Apoio a Decisão, atualmente na versão 3.0, é um software desenvolvido pelo Grupo de Apoio a Decisão da Universidade Federal Fluminense (UFF) e seu uso é livre para todos os fins, assim como o OSDEA (versão 0.287).

3. PANORAMA DA REDE FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

Ao longo das últimas duas décadas, o ensino superior passou por distintas fases de expansão, com diferentes estratégias e finalidades que transitam pela interiorização, expansão do sistema e qualificação da equipe. Junto com esses programas, vieram diferentes regulamentações.

Pode-se considerar como marcos regulatórios expansionistas a Lei de Diretrizes e Bases Nacional de 1996 (LDB), o Plano Nacional de Educação (2001), as políticas que instituem o Sistema Nacional de Avaliação (SINAES), os movimentos de internacionalização, as políticas de ações afirmativas (2006), Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – Reuni (2007), as políticas de ações afirmativas direcionadas para o acesso e permanência, como o PROUNI - Programa Universidade para Todos e o Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior – FIES (criado em 1999 e ampliado em 2010).

Com os dados do Censo da Educação Superior de 2013, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), é possível observar a expansão do ensino superior no Brasil. (INEP, 2014)

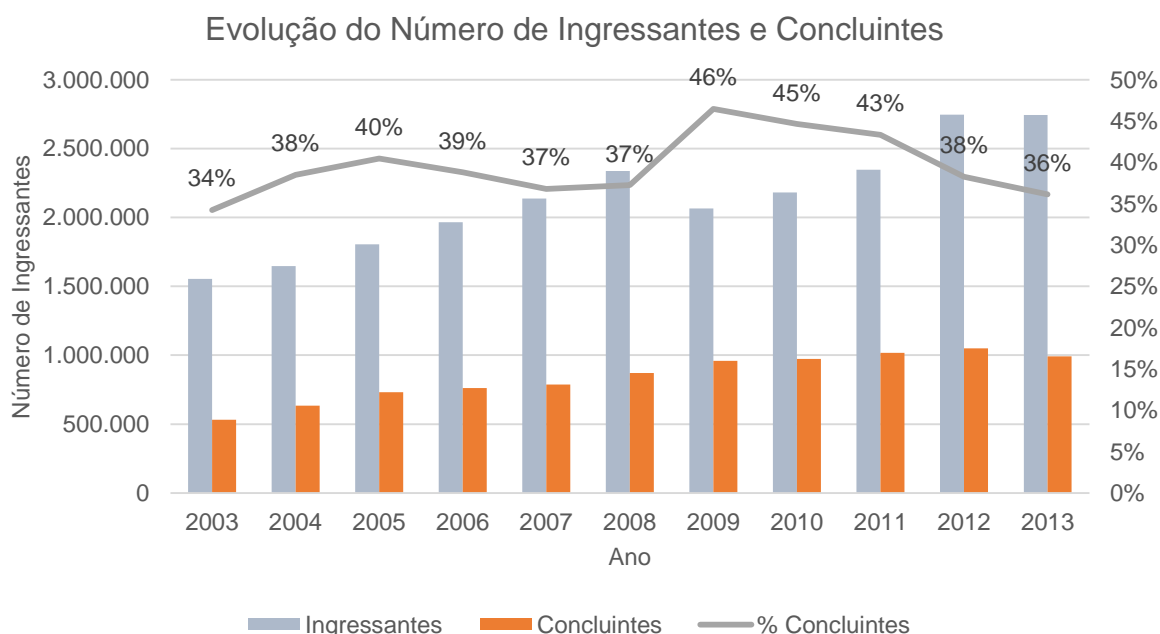


Gráfico 1 - Evolução do Número de Ingressantes e Concluintes em Cursos de Graduação

Fonte: Os Autores

Os dados do Gráfico 1 mostram uma leve diminuição no número de alunos que entram no ensino superior (caiu de 2.747.089 em 2012 para 2.742.950 em 2013). O total de estudantes que ingressaram no ensino superior somente em 2013 chegou a 2.742.950, um número 76,4% maior do que o registrado há dez anos. Já a quantidade de alunos que concluíram os estudos nesse segmento da educação foi de 991.010.

É possível observar, também, a redução do número de alunos que se formaram diminuiu de 1.050.413 em 2012 para 991.010 em 2013, uma queda de 5,9%. Em 2013, a proporção de alunos que terminaram a faculdade em relação aos que entraram foi de 36%. Esse número vem diminuindo desde 2009, quando a proporção era de 46%. Ainda segundo o INEP (2014), nas instituições públicas esta proporção é de 43,1%. Já nas instituições particulares, este índice é de 33%.

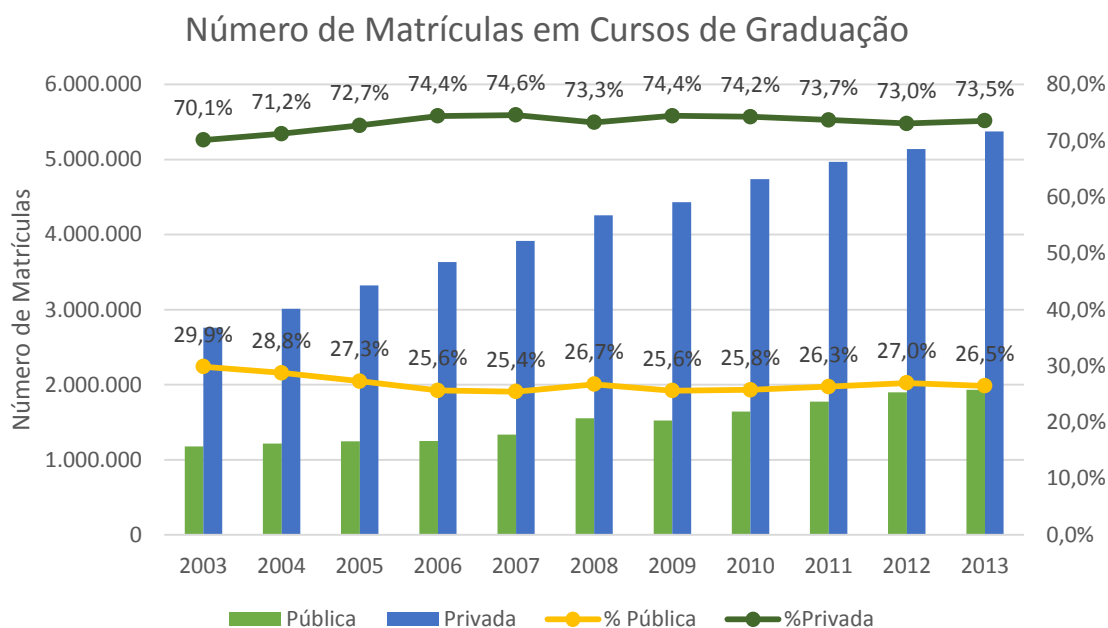


Gráfico 2 - Número de Matrículas em Cursos de Graduação por Organização Acadêmica

Fonte: Os Autores

No Gráfico 2 observa-se que o número de matrículas em 2013 aumentou 85,5% em relação a 2003, com 3,3 milhões de novas matrículas. O número cresceu 94% na rede privada e 64% na rede pública. No total, a quantidade de pessoas matriculadas no ensino superior aumentou 85,5%. A rede privada de ensino superior concentra

5.373.450 matrículas, ou seja, 73,5% do total. Os outros 1.932.527 (26,5%) estudantes estão em instituições públicas.

Outro dado importante divulgado pelo (INEP, 2014) diz respeito a distribuição geográfica dos estudantes matriculados em cursos presenciais: a grande maioria está no Sudeste: 2,9 milhões (47,2%). O Nordeste tem 1,28 milhão (21%), seguido pela região Sul, com 962 mil (15,6%); Centro-Oeste, com 575 mil (9,3%); e Norte com 423 mil (6,8%).

Em relação a taxas de escolarização da educação superior, a tendência positiva dessa taxa, que vem ocorrendo desde o ano de 2003, demonstra que, em 2012, o percentual de pessoas frequentando a educação superior representa 28,70% da população brasileira na faixa etária de 18 a 24 anos e em torno de 15% está na idade teoricamente adequada para cursar esse nível de ensino.

Na UFES, pode-se constatar indicadores semelhantes nos Relatórios de Gestão de Exercícios no período de 2003 a 2013 que evidenciam a expansão da rede nos últimos anos. (UFES, 2014b)

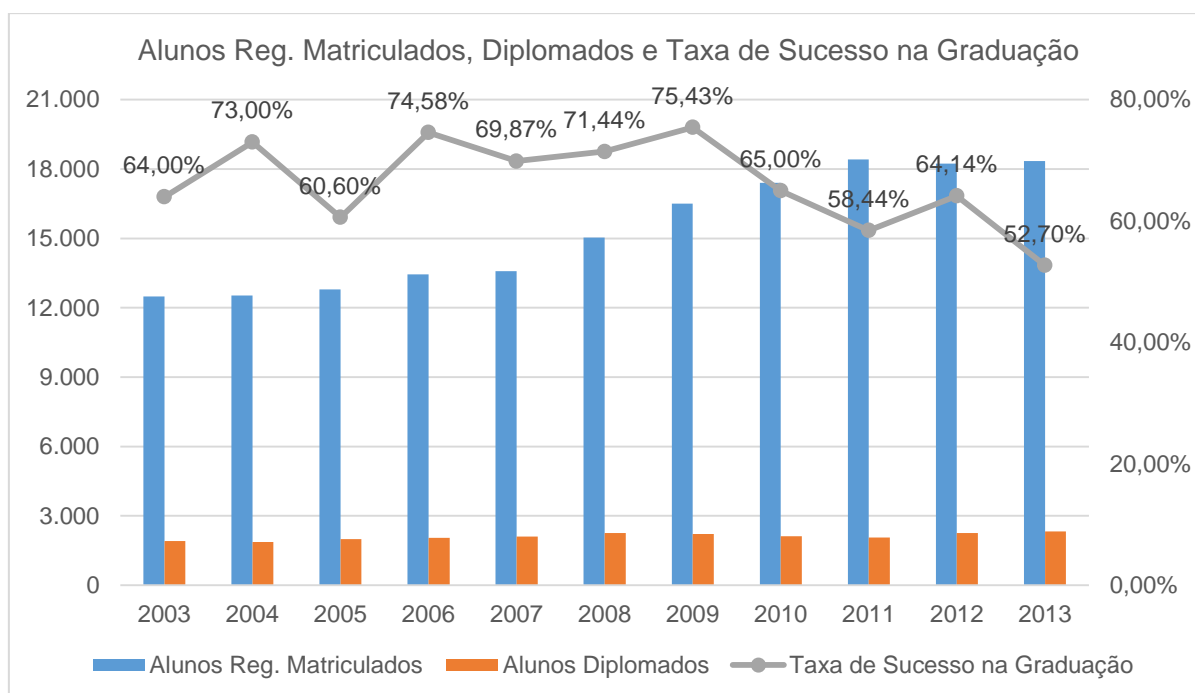


Gráfico 3 - Alunos Reg. Matriculados, Alunos Diplomados e Taxa de Sucesso da Graduação da UFES

Fonte: Os Autores

O indicador “alunos regularmente matriculados” se referem ao número de alunos matriculados no segundo semestre de cada ano, segundo os dados do boletim

Indicador de Desempenho da Graduação da Ufes 2013 representados no **Gráfico 3**. Em 10 anos, houve um aumento de 46,97% de alunos matriculados nos cursos de graduação da universidade, saltando de 12.483 para 18.346 alunos. Já o indicador de alunos diplomados, não acompanhou esse crescimento. Em 2003 foram 12.483 alunos e 2.330 alunos em 2013, representando um crescimento de apenas 22,05%. (UFES, 2014a)

Se for considerada a Taxa de Sucesso de Graduação, que mensura o percentual dos alunos que se formam frente ao número de alunos ingressantes em cada curso. É um indicador de eficiência porque evidencia a relação entre o número de alunos concluintes e o número de alunos ingressantes, refletindo o nível de retenção do sistema acadêmico. Nesse indicador, houve grande oscilação, com seu maior valor em 75,43% no ano de 2009, porém, a partir de 2009 a taxa vem apresentando um comportamento decrescente e em 2013 atingiu seu menor valor, no período em questão, com 52,70%. (UFES, 2014a)

O Relatório de Gestão 2013 (UFES, 2014b) faz uma ressalva em relação ao índice de 2013. Segundo o documento, não havia disponibilidade da informação sobre os alunos concluintes do segundo semestre de 2013, então foi utilizado, conforme orientação para o cálculo dos indicadores de gestão do TCU-SESu/MEC-CGU, o número de alunos concluintes no segundo semestre de 2012, devido a incompatibilidade do calendário acadêmico, alterado pela greve, o que influenciou na taxa de sucesso na graduação. Acrescentam, também, que além disso, possíveis evasões e retenções de alunos causados pela greve impactaram negativamente neste indicador.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada na avaliação da eficiência dos cursos de graduação presenciais da UFES consiste na determinação de indicadores de eficiência dos cursos. Tais indicadores identificam cursos eficientes na transformação de seus recursos em resultados, bem como as relações entre os recursos e os resultados que caracterizam a fronteira de eficiência. As ineficiências dos demais cursos são mensuradas em relação a essa fronteira e determinam estratégias e ações de administração acadêmica que possibilitam a eliminação das ineficiências detectadas com consequente aumento da produtividade do curso.

Para esse trabalho, determina-se como eficiência a capacidade de o curso gerar o máximo de alunos diplomados com menor tempo de retenção e menor evasão de alunos, dada o número de alunos ingressantes em cada curso.

As DMUs são os cursos de graduação presenciais e os indicadores de eficiência produtiva dos cursos são construídos utilizando Análise Envoltória de Dados.

A metodologia, adaptada de Belloni (2000), consiste em uma aplicação interativa da DEA que pode ser descrita em três passos consecutivos: seleção das DMUs e das variáveis de *input* e *output*; cálculo do indicador da eficiência; e, análise dos resultados.

4.1. SELEÇÃO DAS DMUS E DAS VARIÁVEIS DE *INPUT* E *OUTPUT*

A utilização de um modelo DEA exige que a escolha das DMUs considere a homogeneidade. Além disso, para garantir escores de eficiência significativos, o número de unidades de decisão (DMUs) deve ser suficientemente grande em relação ao número de variáveis de entrada e de saída.

As DMUs usadas são os cursos de graduação presencial da UFES. A análise tem dois focos, um mensurando os índices de eficiência média para cada um dos Centros Universitários entre os anos de 2009 e 2012, e outro analisando a instituição como um todo, exclusivamente no ano de 2012. Essa divisão se fez necessária devido a uma restrição de entrada de, no máximo, 150 DMUs no SIAD, software utilizado para cálculo da DEA.

Em relação às variáveis, foi necessário avaliar um conjunto de variáveis representativas dos recursos utilizados pelos cursos e um conjunto de variáveis representativas dos resultados alcançados. Esses dois conjuntos são empregados para compor o indicador da eficiência produtiva de cada curso e da instituição como um todo. Escolher quais *outputs* e *inputs* utilizar na avaliação da eficiência é um passo importante, pois há um grande número de variáveis possíveis de serem utilizadas e a DEA é especialmente sensível ao número de insumos e produtos da análise. Outro fator levado em consideração são os levantamentos de literaturas anteriores da área.

Para evitar enviesar os dados, decidiu-se por escolher variáveis que sejam significativas, isto é, variáveis que sejam reflexo ou influam na eficiência de cada DMU. Dessa forma então escolheu-se as seguintes: Ingressantes, Evadidos, Retenção, Diplomados e, por fim, Concluintes.

Desse modo, só foram escolhidos os cursos de graduação presenciais (DMUs) que tinham fontes dados disponíveis e, sobretudo, confiáveis.

4.1.1. Cursos abrangidos no estudo (DMUs)

A UFES está dividida em quatro campi universitários: Goiabeiras, Maruípe, Alegre e São Mateus. Nos campi estão distribuídos 10 centros de ensino: Centro de Artes (CAR), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Centro de Ciências Exatas (CCE), Centro de Ciências Humanas e Naturais (CCHN), Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas (CCJE), Centro de Ciências da Saúde (CCS), Centro de Educação (CE), Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), Centro Tecnológico (CT) e Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES).

Nos centros, a Universidade oferece 90 cursos de graduação, com um total de 4.975 vagas anuais. Na pós-graduação possui 47 cursos de mestrado e 16 de doutorado. Possui um quadro de 1.650 professores, 2.500 técnico-administrativos, 20 mil estudantes matriculados na graduação, e 2.500 na pós-graduação.

Foram analisados os cursos de graduação presencial da UFES, nos seus quatro campi, que possuíam os requisitos previamente citados.

Desse modo, os cursos analisados foram, no campus Alegre: Agronomia, Ciência da Computação, Ciências Biológicas – Bacharelado, Ciências Biológicas – Licenciatura, Engenharia de Alimentos, Engenharia Industrial Madeireira, Engenharia Florestal, Engenharia Química, Farmácia, Física – Licenciatura, Geologia, Matemática – Licenciatura, Medicina Veterinária, Nutrição, Química – Licenciatura, Sistemas de Informação e Zootecnia. No campus São Mateus: Agronomia, Ciências Biológicas – Licenciatura, Ciências Biológicas – Bacharelado, Ciência da Computação, Enfermagem, Engenharia de Computação, Engenharia de Petróleo, Engenharia de Produção, Engenharia Química, Farmácia, Física – Licenciatura, Matemática – Licenciatura e Química – Licenciatura. No Campus de Goiabeiras: Administração – Bacharelado (Diurno), Administração – Bacharelado (Noturno), Arquitetura e Urbanismo, Arquivologia – Bacharelado (Vespertino/Noturno), Artes Plásticas – Bacharelado, Artes Visuais – Licenciatura, Biblioteconomia – Bacharelado (Noturno), Ciência da Computação – Bacharelado, Ciências Biológicas – Licenciatura/Bacharelado, Ciências Contábeis – Bacharelado (Vespertino), Ciências Contábeis – Bacharelado (Noturno), Ciências Econômicas – Bacharelado, Ciências Sociais – Licenciatura/Bacharelado (Vespertino), Ciências Sociais – Licenciatura/Bacharelado (Noturno), Comunicação Social – Audiovisual (Noturno), Comunicação Social – Jornalismo – Bacharelado, Comunicação Social – Publicidade e Propaganda – Bacharelado, Desenho Industrial – Programação Visual – Bacharelado Direito – Bacharelado, Educação Física – Licenciatura, Educação Física – Bacharelado (Noturno), Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia da Computação, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Estatística, Filosofia – Bacharelado (Noturno), Filosofia – Licenciatura (Noturno), Física – Bacharelado (Diurno), Física – Licenciatura (Noturno), Gemologia (Vespertino), Geografia – Licenciatura/ Bacharelado (Diurno), Geografia – Licenciatura/Bacharelado (Noturno), História – Licenciatura/ Bacharelado (Vespertino), História – Licenciatura/ Bacharelado (Noturno), Letras Licenciatura Dupla Português-Italiano (matutino), Letras Licenciatura Dupla Português-Francês (noturno), Letras – Inglês – Licenciatura, Letras – Português – Licenciatura (Matutino), Letras – Português – Licenciatura (Noturno), Licenciatura Dupla Português/Espanhol (Noturno), Matemática – Licenciatura/Bacharelado, Música – Licenciatura, Música – Bacharelado (Noturno), Oceanografia, Pedagogia –

Licenciatura (Matutino), Pedagogia – Licenciatura (Noturno), Psicologia, Química – Bacharelado, Química – Licenciatura, Serviço Social – Bacharelado E Tecnologia Mecânica (Noturno). No Campus de Maruípe: Enfermagem, Farmácia, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Medicina, Nutrição, Odontologia e Terapia Ocupacional.

4.1.2. Seleção de Variáveis e Construção do Modelo

Como *Inputs*, consideramos os seguintes indicadores dos cursos:

- Número de Alunos Ingressantes (Ingressantes);

Foram utilizados os dados sobre a Número de Ingressantes como sendo um *input* neste modelo, por considerar esta informação como grande diferencial entre os cursos, este *input* mostram o grau de interesse e atratividade do curso.

As formas de ingressos consideradas para o indicador são aquelas que representam um efetivo ingresso no curso, são elas: vestibular, decisão judicial, outros convênios, portador de diploma de nível superior, programa de estudantes-convênio (PEC-G), transferência ex-ofício, transferência externa e transferência interna oriunda de um curso não relacionado ao atual.

Como dados de *Output*, os seguintes indicadores foram considerados:

- Número de Alunos Diplomados (Diplomados);
- Número de Aluno Evadidos (Evadidos);
- Tempo de Retenção.

Esses dados foram utilizados, pois são indicadores chave que, de maneira simples e objetiva, retratam o resultado da eficácia de um curso de graduação.

Existe uma grande associação entre estes indicadores, por exemplo, cursos com tempo médio de conclusão de curso muito maior que o tempo sugerido para integração dos currículos, podem ser vistos como cursos com alto índice de retenção.

Altos tempos de retenção (que é a diferença, em semestres, entre o tempo médio de conclusão do curso e tempo sugerido para a conclusão do curso) acarretam na redução do índice da taxa de conclusão, e no número de diplomados no período em questão.

Como a concepção clássica da DEA tem por finalidade maximizar os *outputs*, minimizando os *inputs*, ou seja, produzir o máximo de produtos minimizando os recursos disponíveis, observou-se que existiam *outputs* que deveriam ser minimizados (Número de Evadidos e Tempo de Retenção) então, para tratar de forma correta essas variáveis.

Angulo Meza E Tschaffon (2011) citam diversas formas de tratamento desse tipo de *output*, o método *Incorporating Undesirable Outputs and Inputs* (INP) considera os *outputs* indesejáveis como *inputs* na estrutura do problema o que se adequa à realidade do nosso problema.

4.2. CÁLCULO DO INDICADOR DA EFICIÊNCIA

Neste trabalho, utilizou-se o modelo do Retorno de Escala Variáveis (BCC) com orientação ao *output*. O modelo BCC/*output*, conforme abordado por Belloni (2000) é o que mais se adequa à realidade de uma instituição de ensino pública.

Como dito anteriormente aplicou-se o modelo para analisar os 10 centros existentes na UFES, de maneira individual centro a centro (CAR, CCA, CCE, CCHN, CCJE, CCS, CE, CEFD, CEUNES, CT), mais uma análise final com todos os cursos de graduação presenciais, exclusivamente no ano de 2012

Ainda com os dados de entrada do ANEXO A, pode-se observar a existência de grandes diferenças entre os dados expostos, como no caso da quantidade de ingressantes, onde a DMU321 (Pedagogia diurno 2009) apresenta 169 ingressantes e, a DMU325 (Pedagogia noturno 2009) aparece com menor quantidade, ou seja, zero ingressante, assim configurando uma diferença de 169 ingressantes.

Assim como a DMU325 (Pedagogia Diurno 2009) com a quantidade de ingressantes nula, tem-se as DMUS 205 (Filosofia Noturno 2009), DMUS 206 (Filosofia Noturno 2010), DMUS 207 (Filosofia Noturno 2011), DMUS 213 (Física Licenciatura – São Mateus 2009), DMUS 229 (Fonoaudiologia 2009), entre outros. O valor é nulo, provavelmente, devido os cursos ainda não estarem funcionando no ano em questão.

Outra diferença muito significativa foi a quantidade de diplomados, tendo como valor máximo de 145, apresentado na DMU 321 (Pedagogia Diurno 2009), e valor mínimo

igual a zero, apresentado na DMU 186 (Engenharia Química –São Mateus 2010). O valor nulo em relação a diplomados pode ser explicado pela a não formação da primeira turma do curso no ano em questão, ou seja, o curso é recém-aberto e ainda não formou nenhum aluno.

Analisando o Número de Evadidos, percebe-se uma grande amplitude entre os valores máximos e mínimos. Tem-se o número de 136 evadidos, apresentado na DMU 240 (Geografia Diurno B/L 2012), e o valor nulo de evasão apresentado em vários cursos, por exemplo, a DMU 163 (Engenharia de Produção 2011).

Os dados mostram que o tempo excedente de retenção máximo de um aluno nos cursos da UFES é de 6,1 períodos, em média, valor este encontrado no curso de Desenho Industrial 2012. Tendo o inverso, curso com média de 2,1 períodos de antecedência na diplomação de seus alunos, fato este apresentado no curso de Fisioterapia 2012.

Para os cálculos da DEA foi desenvolvido utilizando o *software* SIAD versão 3.0. O SIAD, desenvolvido em Delphi 7.0, deve ser usado em uma plataforma Windows e permite trabalhar com até 150 DMUs e 20 variáveis, entre *inputs* e *outputs* e trabalha com exatidão de seis casa decimais Mello, Meza, *et al.* (2005).

Com o software, é possível calcular todos resultados dos modelos DEA clássicos (eficiência, pesos, alvos, benchmarks e folgas) e, também, os resultados da fronteira invertida, importante para complementar a análise final dos resultados.

4.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Quando se obtém resultados onde existem muitas DMUs que alcançam a fronteira de eficiência, torna-se difícil a escolha da unidade mais produtiva. Para distingui-las é necessário utilizar o conceito da fronteira invertida. A análise do cálculo de fronteira invertida permite a identificação de DMUs consideradas “falsas eficientes”. Assim, a ideia da fronteira invertida é indicar as unidades que pior trabalharam seus *inputs*, sendo então chamada de falsa eficiência.

O resultado da análise simultânea das fronteiras padrão e invertida é conhecido como eficiência composta. Pode-se observar que como a eficiência invertida é uma falsa eficiência, isto é, quanto “mais eficiente, pior”, seu resultado é subtraído de 1,

definindo que quanto maior a eficiência invertida, menor valor será somado à eficiência padrão, promovendo uma menor eficiência composta.

Uma importante contribuição do cálculo da eficiência composta, está na definição da unidade mais produtiva e com melhores práticas gerenciais. Dentre todas as DMUs em análise somente uma atingirá a fronteira de eficiência.

Na análise envoltória dos dados DEA existe a possibilidade de verificar quais são os “alvos” e “folgas” das DMUs que como o próprio nome diz, folgas são excessos nos *inputs* para a qual é possível medir a quantidade que pode ser reduzida sem que se mude a quantidade produzida, ou seja, ao alvo ótimo.

No caso da UFES, pode-se observar que a mesma tem aplicado recursos em excesso para obtenção dos resultados, e também verificar quais são valores alvos para que a DMU consiga atingir a eficiência pretendida.

5. RESULTADOS ENCONTRADOS

5.1. ANÁLISES DA EFICIÊNCIA

Na Tabela 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** estão presentes as informações referentes aos dados e resultados das DMUs contidos neste estudo, analisando centro a centro. Dos dez centros universitários, o centro que apresentou a maior quantidade de DMUs foi o CCA, contando com 68 DMUs, sendo o menor número de DMUs encontrado nos centros CE e CEFD com duas DMUs no total cada um (composto pelos cursos de Pedagogia diurno e noturno para o CE), e com os cursos de Educação Física diurno e noturno respectivamente.

Os centros que se mostraram com o valor percentual de DMUs mais eficientes, foram os centros de CE e o CCE com valores de 25% cada, seguidos do CT (18,75%) e do CCHN (14,29%). Os centros menos eficientes, foram os CCS com 96,88% das DMUS não-eficientes, em segundo o CCA com 95,59%, e em seguida o CCJE com 92,5%.

A melhor relação média de scores foi de 0,7964, equivalente a 79,95% de eficiência técnica, valor este encontrado no CE. O centro com score médio menos eficiente o CCA, com 0,2337 de eficiência média.

Analisando cuidadosamente os dados, percebe-se que há grandes valores de desvio padrão, fato este aparente em todos os centros. Com máximo valor encontrado no CEFD igual a 0,4720, não tão distante deste valor, temos o mínimo de 0,2870 do CT.

Tabela 1 - Demonstrativo das eficiências obtidas nas DMUs (por Centro de Ensino)

Centro	No de Cursos	Número de DMUs	Média Dos Scores	Desvio Padrão	Número de DMUs Eficientes	Número de DMUs FALSA Eficientes	Percentual de DMUs Eficientes (Excluindo as falsas eficientes)
CAR	10	40	0,5023	0,3721	4	0	10,00%
CCA	17	68	0,2337	0,3237	4	1	4,41%
CCE	5	20	0,6492	0,3322	7	2	25,00%
CCHN	14	56	0,5521	0,3366	11	3	14,29%
CCJE	10	40	0,3938	0,3278	3	0	7,50%
CCS	8	32	0,3858	0,3957	2	1	3,13%
CE	2	8	0,7964	0,3658	5	3	25,00%
CEFD	2	8	0,5493	0,4720	3	2	12,50%
CEUNES	15	60	0,2591	0,3820	9	1	13,33%
CT	8	32	0,6113	0,2870	6	0	18,75%

Fonte: Os Autores

Tomando como exemplo o CCE, na Tabela 2, pode-se observar que o resultado da curva padrão nos mostra que as DMUs 321, 323, 324, 326 e 327 estão na fronteira de eficiência. As DMUs 322, 328 e 325 apresentam como não eficientes. Porém, ao analisar a curva invertida e a composta, observa-se que as DMUs 323 (Pedagogia Diurno 2011) e 326 (Pedagogia Noturno 2010) são verdadeiramente eficientes e as DMUs 321, 324 e 327 apresentam uma falsa eficiência.

O mesmo raciocínio se dá nos resultados, que podem ser observados no APÊNDICE A, nos demais centros de ensino da universidade.

Tabela 2 – Ranking das DMUs do CE

DMU	CURSOS	Padrão	Invertida	Composta	Comp. Norm.	Ranking
DMU326	Pedagogia Noturno 2010	1	0,542234	0,728883	1	1
DMU323	Pedagogia Diurno 2011	1	0,921991	0,539004	0,739493	-
DMU321	Pedagogia Diurno 2009	1	1	0,5	0,685981	-
DMU324	Pedagogia Diurno 2012	1	1	0,5	0,685981	-
DMU327	Pedagogia Noturno 2011	1	1	0,5	0,685981	-
DMU322	Pedagogia Diurno 2010	0,873431	1	0,436716	0,599157	6
DMU328	Pedagogia Noturno 2012	0,497963	1	0,248981	0,341593	7
DMU325	Pedagogia Noturno 2009	0	0	0,5	0,685981	8

Fonte: Os Autores

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** estão presentes as informações referentes aos dados e resultados das DMUs da UFES, analisando exclusivamente os dados do ano de 2012. Os valores detalhados estão disponíveis no APÊNDICE B.

Dos 91 cursos analisados no ano 2012, somente 7,69% dos cursos se mostraram eficientes, o que representa 92,31% de ineficiências técnica, ou seja, somente 7 dos 91 cursos se mostraram realmente eficientes. O valor médio das Scores de eficiência foi de 0,4162 e com desvio padrão de 0,3330.

Tabela 3 - Demonstrativo das eficiências obtidas nas DMUs da UFES no ano de 2012

	No de Cursos	Número de DMUs	Média Dos Scores	Desvio Padrão	Número de DMUs Eficientes	Número de DMUs FALSA Eficientes	Percentual de DMUs Eficientes (Excluindo as falsas eficientes)	Percentual de DMUs Eficientes (Excluindo as falsas eficientes)
UFES 2012	91	91	0,4162	0,3330	8	1	7,69%	91

Fonte: Os Autores

5.2. ANÁLISE DAS DMUS *BENCHMARKING* E VALORES ALVOS

No APENDICE C são mostrados quais são os cursos (DMUs) eficientes, as que possuem score de eficiência máxima igual a 1,000 e que serviram de referência para os cursos que não conseguiram atingir o padrão de eficiência na análise em questão.

Nesta tabela podemos identificar, quais cursos serviram de referência para outros, para interpretar as tabelas de benchmarking, deve-se observar:

- Na horizontal estão listadas todas as DMUs em análise;
- Nas colunas verticais com titulação “DMU####” é mostrado os cursos que serviram de referência para os demais que não atingiram eficiência máxima. Cursos com eficiência menor que 1,000 não aparecem nas colunas verticais de DMUs eficientes;
- O índice 1,000 indica que ele serviu de referência para outra DMU. O cruzamento do ponto onde se encontra o índice 1,000 representa que na sua coluna a DMU que serviu de referência, e na sua linha mostra a DMU que usou a DMU eficiente como referência.
- Uma mesma DMU pode servir de referência para várias DMUs.

Por exemplo, na **Tabela 4** pode-se perceber que as únicas DMUs que serviram de referência para as outras, foram as DMUs 17, 19, 98, e 298.

A DMU 98 (Comunicação Social Jornalismo 2010) serviu de referência para as DMUs (25, 26, 28 32, 98, 100, 104 e 108), tendo então uma frequência de benchmarking igual a sete.

Tabela 4 – Referências para o Benchmarking do Centro de Artes

CENTRO DE ARTES					
		DMU17	DMU19	DMU98	DMU298
DMU17	Arquitetura e Urbanismo 2009	1	0	0	0
DMU18	Arquitetura e Urbanismo 2010	0,11111111	0	0,88888889	0
DMU19	Arquitetura e Urbanismo 2011	0	1	0	0
DMU20	Arquitetura e Urbanismo 2012	0	0	0,77777765	0
DMU25	Artes Plásticas 2009	0	0	1	0
DMU26	Artes Plásticas 2010	0	0	1	0
DMU27	Artes Plásticas 2011	0	0,1429004	0,78019981	0
DMU28	Artes Plásticas 2012	0	0	1	0
DMU29	Artes Visuais Diurno (L) 2009	0,66666667	0	0,33333333	0
DMU30	Artes Visuais Diurno (L) 2010	0	0	0,86456401	0,03648723
DMU31	Artes Visuais Diurno (L) 2011	0,16666667	0,5	0,33333333	0
DMU32	Artes Visuais Diurno (L) 2012	0	0	1	0
DMU33	Artes Visuais Noturno (L) 2009	0	0	0	0

DMU34	Artes Visuais Noturno (L) 2010	0	0	0	0
DMU35	Artes Visuais Noturno (L) 2011	0	0	0	0
DMU36	Artes Visuais Noturno (L) 2012	0	0	0	0
DMU93	Comunicação Social - Audiovisual 2009	0	0	0	0
DMU94	Comunicação Social - Audiovisual 2010	0	0	0	0
DMU95	Comunicação Social - Audiovisual 2011	0	0	0	0
DMU96	Comunicação Social - Audiovisual 2012	0	0	0	0
DMU97	Comunicação Social - Jornalismo 2009	0	0,51724085	0,06896573	0
DMU98	Comunicação Social - Jornalismo 2010	0	0	1	0
DMU99	Comunicação Social - Jornalismo 2011	0	0	0,83333324	0
DMU100	Comunicação Social - Jornalismo 2012	0	0	1	0
DMU101	Comunicação Social - P&P 2009	0,42857087	0,04761933	0	0
DMU102	Comunicação Social - P&P 2010	0	0	0,92857143	0,07142857
DMU103	Comunicação Social - P&P 2011	0	0	0,88888883	0
DMU104	Comunicação Social – P&P 2012	0	0	1	0
DMU105	Desenho Industrial 2009	0,22222222	0	0,77777778	0
DMU106	Desenho Industrial 2010	0,11111111	0	0,88888889	0
DMU107	Desenho Industrial 2011	0,21061095	0,69292602	0	0
DMU108	Desenho Industrial 2012	0	0	1	0
DMU297	Música Diurno (L) 2009	0	0	0,55555531	0
DMU298	Música Diurno (L) 2010	0	0	0	1
DMU299	Música Diurno (L) 2011	0	0,31698461	0,08446859	0
DMU300	Música Diurno (L) 2012	0	0	0,21428571	0,78571429
DMU301	Música Noturno (B) 2009	0	0	0	0
DMU302	Música Noturno (B) 2010	0	0	0	0
DMU303	Música Noturno (B) 2011	0	0	0	0
DMU304	Música Noturno (B) 2012	0	0	0	0

Fonte: Os Autores

A DEA também nos oferece valores “Alvos” que devem ser almejados pelas DMUs para que se tornem eficientes. Usando como exemplo a DMU98, explicitados na **Tabela 5**, que serviu de referência para outras DMUs, podemos observar que os valores atuais da DMU são os valores alvos que deveriam ser atingidos para se tornar eficiente.

Por outro lado, observando os valores da DMU28, considerada não-eficiente, pode-se verificar quais valores atuais não atingiram os valores alvos, ou seja, quais valores devem ser atingidos para ser tornar uma DMU eficiente, e.g., a variável “Tempo de Retenção” com valor de 4,5 semestres deve ser reduzido para 1,8 para ganhar eficiência. Observe que os valores alvo na DMU28 são justamente os valores atuais da DMU98, pois, como viu-se anteriormente, essa DMUs serviu como *benchmarking* para a DMU28.

É necessário, porém, um pouco de cautela ao se avaliar esses valores alvo. No indicador “Ingressantes” o valor alvo para a DMU28 é 52, o que representa a redução de 4 alunos, o que não é interessante para a instituição que quer ampliar a ocupação de vagas dos cursos. O que esse valor está retratando é que seria

necessário apenas 52 ingressantes para se atingir o máximo dos *outputs* historicamente considerados na análise.

Tabela 5 - Valores Alvo para a DMU98

DMU98 (eficiência:1,000000)			
Variável	Atual	Folga	Alvo
Ingressantes	52	0	52
Ocupação_de_Vagas	52	0	52
Evadidos	13	0	13
Tempo_de_Retenção	1,8	0	1,8
Diplomados	64	0	64
Concluintes	71	0	71

Fonte: Os Autores

Tabela 6 – Valores Alvo para a DMU28

DMU28 (eficiência:0,656250)			
Variável	Atual	Folga	Alvo
Ingressantes	56	4	52
Ocupação_de_Vagas	55,8	3,8	52
Evadidos	14	1	13
Tempo_de_Retenção	4,5	2,7	1,8
Diplomados	42	0	64
Concluintes	30	25,285714	71

Fonte: Os Autores

O SIAD calcula, uma a uma das DMUs, os valores alvos de cada indicador. Esses valores para todos os Centros de Ensino estão explicitados no APÊNDICE E e para a UFES no ano de 2012 no APÊNDICE F.

Analisando os resultados encontrado na análise do ano de 2012 da UFES (APÊNDICE D), observou-se que as DMUs 112 (Farmácia 2012), 132 (Engenharia Elétrica 2012), 136 (Comunicação Social - Jornalismo 2012), 292 (Química (L) - Alegre 2012), 296 (Nutrição 2012), 308 (Matemática (L) - Alegre 2012) e 324 (Física (L) - São Mateus 2012) serviram como *benchmarking* para outras DMUs.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho mostra um panorama do ensino superior no país, principalmente na política de expansão da oferta de vagas na rede federal que vem acontecendo desde 1996 com a Lei de Diretrizes de Bases, o Plano Nacional de Educação e, mais recentemente, o Reuni. Porém, esse aumento da oferta de vagas na rede não refletiu, na mesma proporção, no aumento do número de pessoas diplomadas.

Na UFES essa situação também é encontrada. Nem período de dez anos, o número de alunos matriculados cresceu cerca de 46%, porém, o número de alunos diplomados cresceu apenas cerca de 22%.

Com o objetivo de medir a eficiência nos cursos de graduação presenciais da UFES, foi proposto uma análise baseada no modelo DEA que considerou as variáveis de número de ingressantes, diplomados e evadidos e o tempo médio de retenção de cada curso.

Observando a natureza do problema e baseando-se na vasta literatura sobre o tema, decidiu-se utilizar o modelo BCC com orientação aos *outputs*.

Na análise de eficiência realizada, verificou-se um baixo score de eficiência, com apenas 8, dos 91 cursos de graduação da UFES em 2012, estavam posicionados na fronteira de eficiência padrão e 7 na fronteira de eficiência composta.

Nos Centro de Ensino, as situações são bem variadas. O CCE e o CE apresentaram os melhores índices percentuais de DMUs na fronteira de eficiência com 25% cada. Os piores resultados foram encontrados no CCS, com apenas 3,13% da DMUs na fronteira de eficiência e no CCA com apenas 4,41%.

Analisando os valores encontrados na eficiência padrão e na eficiência composta, foi possível fazer um *ranking* dos cursos (DMUs) mais eficiente na UFES em 2012 e nos Centro de Ensino do período entre 2008 e 2012.

Com as análises de *benchmark* e dos valores alvo, é possível identificar os cursos (DMUs) que servem de referência para outros, quais os indicadores que devem ser trabalhados para melhorar o índice de eficiência dos mesmos e, conseqüentemente, da UFES como um todo.

Por fim, como ponto de melhoria para o trabalho, pode-se esclarecer melhor alguns dos modelos da DEA utilizados, principalmente na questão do tratamento de outputs

indesejáveis. Outro ponto de melhoria seria no método de escolha das variáveis que foi feito através da convergência de outros trabalhos na área, seria interessante utilizar métodos estatísticos e critérios da própria instituição.

Finalmente, este trabalho realizou apenas uma análise da eficiência dos cursos. Trabalhos futuros poderiam abranger indicadores que refletissem, também, a eficácia e a efetividade dos cursos de graduação e de pós-graduação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO MEZA, L. et al. - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for Data Envelopment Analysis model. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 493-503, 2005.

ANGULO MEZA, L.; TSCHAFFON, P. B. **Um Estudo de Outputs Indesejáveis em DEA com Aplicação no Setor de Distribuição de Energia Elétrica**. XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (Pré-Anais). Ubatuba: [s.n.]. 2011.

BELLONI, J. A. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. Florianópolis: Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFSC, 2000. 246 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nos 1/1992 a 68/2011. 35. ed. ed. Brasília: Edições Câmara, 2012. 454 p. ISBN 978-85-736-5934-4.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y. & S. L. **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications**. Massachusetts: Springer Science & Business Media, 1994.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. 7. ed. rev. e atual. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. ISBN 85-352-1348-1.

CLARK, B. El problema de la complejidad en la educación superior moderna. In: ROTHBLATT, S.; WITTROCK, B. **La universidad europea y americana desde 1800**. Barcelona: Pomares-Corredor, Ediciones, 1996. p. 287-305.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K.. **Data Envelopment Analysis – A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000.

DIAS SOBRINHO, J. Educação superior, globalização e Democratização. Qual Universidade? **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. Nº 28, p. 164 - 173, Jan/Abr 2005. Disponível em: <<http://ref.scielo.org/gp9zwtw>>. Acesso em: 10 Fevereiro 2015.

ENTANI, T.; MAEDA, Y.; TANAKA, H. Dual Models of Interval DEA and its extensions to interval data. **European Journal of Operational Research**, v. 126, p. 32-45, 2002.

FESCINA JUNIOR, L. A. **Aplicação de Recursos Públicos e Indicadores de Qualidade de Vida**. Porto Velho: Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Administração - Núcleo de Ciências Sociais Aplicadas - Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2010. 71 p.

FREAZA, F. P.; GUEDES, L. E. M.; GOMES, L. F. A. M. A eficiência da gestão estratégica no Brasil: o caso do sistema bancário. **Brazilian Business Review**, Vitória, v. 5, n. 1, p. 18-35, jan-abr 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=123016826002>>. Acesso em: 20 Março 2014.

GOMES, E. G.; ET.AL. Avaliação de eficiência de companhias aéreas brasileiras: uma abordagem por análise de envoltória de dados. In: CASADO, F. L.; MENDONÇA, S. A. **Análise Envoltória de Dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na Educação Superior**. [S.l.]: UFSM, 2001.

INEP. **Censo da Educação Superior 2013**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2014. 25 p. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/apresentacao/2014/coletiva_censo_superior_2013.pdf>. Acesso em: 02 Fevereiro 2015.

KASSAI, S. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. São Paulo: Tese (Doutorado). Departamento de Contabilidade e Atuária - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - Universidade de São Paulo, 2002.

LAPA, J. D. 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. Florianópolis. 1997.

MACHADO, E. Z. **Análise Envoltória de Dados sobre as Universidades Brasileira**. Porto Alegre: Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pós-Graduação em Economia, PUCRS, 2008. 114 p.

MELLO, J. C. C. B. S. D. et al. **Seleção De Variáveis Para Utilização De Análise Envoltória de Dados como Ferramenta Multicritério: Uma Aplicação em Educação.** ENEGEP. Salvador: [s.n.]. 2001.

MELLO, J. C. C. B. S. D. et al. Curso de Análise de Envoltória de Dados. **Anais XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)**, Gramado, RS, 2005.

MELLO, J. C. C. B. S. D.; ANGULO MEZA, L.; GOMES, E. G. Análise de Envoltória de Dados no Estudo da Eficiência e dos Benchmarks para Companhias Aéreas Brasileiras. **Pesquisa Operacional**, v. 23, p. 325-345, Mai - Ago 2003.

MORAES, A. D. (.). **Os 20 Anos da Constituição da República Federativa do Brasil.** São Paulo: Atlas, 2009.

PAIVA, F. C. D. **Eficiência produtiva de programas de ensino de pósgraduação em engenharias: uma aplicação do método Análise Envoltória de Dados – DEA.** Florianópolis: Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

PEREIRA, M. F. **Mensuramento de Eficiência Multidimensional utilizando Análise de Envelopamento de Dados: Revisão da Teoria e Aplicações.** Florianópolis: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, 1995. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76210>>. Acesso em: 02 Março 2015.

TORRES, M. D. D. F. **Estado, democracia e administração pública no Brasil.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004. 224 p.

UFES. **Indicador de Desempenho da Graduação da Ufes.** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014a. 52 p. Disponível em: <<http://www.proplan.ufes.br/indicadores>>. Acesso em: 20 Janeiro 2015.

UFES. **Relatório de Gestão do Exercício 2013.** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014b. 269 p. Disponível em: <<http://www.proplan.ufes.br/rel-antecedentes>>. Acesso em: 20 Janeiro 2015.

ZDANOWICZ, J. E. **Planejamento Financeiro e Orçamento.** [S.l.]: Sagra Luzzatto, 1995. 135 p. ISBN 8524104643.

ANEXO A

APÊNDICE A

APÊNDICE B

APÊNDICE C

APÊNDICE D

APÊNDICE E

APÊNDICE F