



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO

LUANA CLAUDIO SOMBRA

**UM ESTUDO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DAS TAXAS DE SUCESSO E DOS
DESEMPENHOS NO RANKING UNIVERSITÁRIO DA FOLHA DE SÃO PAULO
(RUF) DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS PARA O ANO DE 2015**

FORTALEZA/CE

2017

LUANA CLAUDIO SOMBRA

UM ESTUDO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DAS TAXAS DE SUCESSO E DOS
DESEMPENHOS NO RANKING UNIVERSITÁRIO DA FOLHA DE SÃO PAULO (RUF)
DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS PARA O ANO DE 2015

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
Profissional em Economia do Setor Público do
Programa de Pós-Graduação em Economia da
Universidade Federal do Ceará.

Orientador: Prof. Dr. João Mário Santos de
França.

Coorientador: Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto
Silva.

FORTALEZA/CE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo (a) autor (a)

S676 Sombra, Luana Claudio.

UM ESTUDO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DAS TAXAS DE SUCESSO E DOS DESEMPENHOS NO RANKING UNIVERSITÁRIO DA FOLHA DE SÃO PAULO (RUF) DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS PARA O ANO DE 2015 / Luana Claudio Sombra. – 2017.

70 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. João Mário Santos de França.

Coorientação: Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva.

1. Universidades Federais Brasileiras. 2. Eficiência Relativa. 3. Análise Envoltória de Dados. I. Título.

CDD 330

LUANA CLAUDIO SOMBRA

UM ESTUDO DA EFICIÊNCIA RELATIVA DAS TAXAS DE SUCESSO E DOS
DESEMPENHOS NO RANKING UNIVERSITÁRIO DA FOLHA DE SÃO PAULO (RUF)
DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS PARA O ANO DE 2015

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Economia do Setor Público do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Aprovada em: 30/11/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Mário Santos de França (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Vitor Hugo Miro Couto Silva (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Denise Maria Moreira Chagas Correa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, pois, sem fé, eu não teria conseguido.

Com muito amor, a minha mãe, Socorro, por ser a força que eu posso sentir todas as vezes que penso em desistir de um sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder fé e perseverança nos momentos em que achei que não conseguiria superar as barreiras encontradas.

Aos meus pais, Socorro e Expedito, que, mesmo diante de tantas dificuldades, foram incansáveis no direcionamento da minha educação.

Ao meu estimado esposo, Rildson, que me proporcionou todo o suporte e compreensão de que precisei nesses últimos dois anos, estando sempre ao meu lado na busca por esse sonho.

À minha irmã, Brenna, por seu companheirismo e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida. Às minhas sobrinhas Letícia e Sofia, vocês são minha inspiração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Mário, por sua orientação, conhecimentos compartilhados e por confiar na minha capacidade para a realização desse trabalho. Ao meu Coorientador, Prof. Dr. Vitor Hugo Miro, pelos ensinamentos e por seu espírito de colaboração. Sua compreensão e disponibilidade foram indispensáveis.

Aos meus colegas de turma, pelas experiências compartilhadas e pelo amparo nas horas difíceis. À Profa. Dra. Denise Correa e Profa. Dra. Sueli Cavalcanti pelas contribuições e, acima de tudo, pela amizade e carinho.

Aos funcionários do CAEN que foram sempre muito cordiais e ofereceram todo o suporte necessário ao bom andamento do curso.

Aos meus amigos da Pró-Reitoria de Planejamento e Administração da UFC, por todo o apoio e torcida.

RESUMO

O tema educação é considerado de grande relevância, uma vez que somente o acesso ao conhecimento é capaz de proporcionar a transformação de uma sociedade. Nesse contexto, as universidades públicas e privadas possuem papel fundamental para o desenvolvimento econômico de uma nação. Assim, o objetivo do presente trabalho é realizar um estudo acerca da eficiência relativa das taxas de sucesso e dos desempenhos no Ranking Universitário da Folha de São Paulo (RUF) das Universidades Federais brasileiras para o ano de 2015, por meio do estabelecimento de uma relação entre os insumos utilizados e os resultados alcançados por cada instituição. A análise empírica do presente estudo aplica a técnica de Análise Envoltória de Dados ou DEA (Data Envelopment Analysis), com a utilização do modelo de retornos variáveis de escala (DEA – BCC), com orientação a produto. Foram utilizados dados de 55 Universidades Federais brasileiras para a execução do modelo. Os resultados apontaram que 19 instituições são consideradas eficientes. Também foram apresentadas as unidades de referência ou *benchmarkings*, as quais devem servir como parâmetro para direcionar as unidades ineficientes na busca pela eficiência.

Palavras-Chave: Universidades Federais Brasileiras. Eficiência Relativa. Análise Envoltória de Dados.

ABSTRACT

The subject on education is considered of great relevance, once that only the access to knowledge is capable of providing the transformation of a society. In this context, public and private universities play a key role in the economic development of a nation. Therefore, the aim of this work is to study the relative efficiency of success rates and performances in the University of São Paulo (RUF) Ranking of Brazilian Federal Universities for the year 2015, through the establishment of a relationship between the inputs used and the results achieved by each institution. The empirical analysis of this study applies the Data Envelopment Analysis (DEA) technique, using the Variable Scale Returns (DEA - BCC) model, with an orientation to a product. Data from 55 Brazilian Federal Universities were used to execute the model. The results showed that 19 institutions are considered efficient. We also presented reference units or benchmarkings, which should serve as a parameter to direct the inefficient units in the quest for efficiency.

Keywords: Brazilian Federal Universities. Relative efficiency. Data Envelopment Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Propriedades dos Modelos Básicos de DEA.....	27
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis Utilizadas para a Execução do Modelo DEA.....	34
Quadro 2 – Composição dos Indicadores dos Relatórios de Gestão.....	35
Quadro 3 – Grau de Eficiência Relativa.....	37
Quadro 4 – DMUs de Referência para as DMUs Ineficientes.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição das DMUs por Categoria.....	38
Gráfico 2 – Eficiência Técnica - Retornos Constantes e Variáveis de Escala	41
Gráfico 3 – Frequência de Referência das DMUs Eficientes.....	42
Gráfico 4 – Comparativo de <i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> – UFFS/UFERSA.....	46
Gráfico 5 – Comparativo de <i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> – UFFS/UFT.....	47
Gráfico 6 – Comparativo de <i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> – UFFS/UFPR.....	48
Gráfico 7 – Comparativo de <i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> – UFFS/UTFPR.....	49
Gráfico 8 – Fatores em Excesso e Escassez da UFMA.....	51
Gráfico 9 – Fatores em Excesso e Escassez da UFRR.....	52
Gráfico 10 – Fatores em Excesso e Escassez da UFAC.....	53
Gráfico 11 – Fatores em Excesso e Escassez da UNIVASF.....	54
Gráfico 12 – Fatores em Excesso e Escassez da FURG.....	55
Gráfico 13 – Fatores em Excesso e Escassez da UNIPAMPA.....	56
Gráfico 14 – Fatores em Excesso e Escassez da UNIRIO.....	57
Gráfico 15 – Fatores em Excesso e Escassez da UNIR.....	58
Gráfico 16 – Fatores em Excesso e Escassez da UNILA.....	59
Gráfico 17 – Fatores em Excesso e Escassez da UFFS.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de DMU's.....	33
Tabela 2 - Resultados da Análise Envoltória de Dados (DEA) para Eficiência das Universidades Federais.....	39
Tabela 3 – Potenciais Melhorias da UFMA.....	50
Tabela 4 – Potenciais Melhorias da UFRR.....	51
Tabela 5 – Potenciais Melhorias da UFAC.....	52
Tabela 6 – Potenciais Melhorias da UNIVASF.....	53
Tabela 7 – Potenciais Melhorias da FURG.....	54
Tabela 8 – Potenciais Melhorias da UNIPAMPA.....	55
Tabela 9 – Potenciais Melhorias da UNIRIO.....	57
Tabela 10 – Potenciais Melhorias da UNIR.....	58
Tabela 11 – Potenciais Melhorias da UNILA.....	59
Tabela 12 – Potenciais Melhorias da UFFS.....	60
Tabela 8 – Dados Coletados para a Realização do Modelo DEA.....	67

LISTA DE SIGLAS

AGTI - Alunos da Graduação em Tempo Integral
APGTI - Alunos de Pós-Graduação em Tempo Integral
ARTI - Alunos da Residência Médica em Tempo Integral
BCC - *Banker, Charnes e Cooper*
DEA - *Data Envelopment Analysis*
E-SIC – Sistema de Informação ao Cidadão
CCR - *Charnes, Cooper e Rhodes*
CRS - *Constant Returns to Scale*
DMU – *Decision Making Units*
FURG - Universidade Federal do Rio Grande
GPE – Grau de Participação Estudantil
IFES - Instituições de Ensino Superior
IN - Input
IQCD - Índice de Qualificação do Corpo Docente
OUT – Output
RCE – Retornos Constantes de Escala
RVE – Retornos Variáveis de Escala
RUF - Ranking Universitário Folha
SIOP - Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento
TSG - Taxa de Sucesso da Graduação
UNB - Universidade de Brasília
UFGD - Universidade Federal da Grande Dourados
UFG - Universidade Federal de Goiás
UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso
UFMS - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFBA - Universidade Federal da Bahia
UFSB - Universidade Federal do Sul da Bahia
UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UNILAB - Universidade Federal da Lusofonia Afro-Brasileira
UFPB - Universidade Federal da Paraíba
UFCA - Universidade Federal do Cariri
UFAL - Universidade Federal de Alagoas
UFCG - Universidade Federal de Campina Grande
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco
UFS - Universidade Federal de Sergipe
UFC - Universidade Federal do Ceará
UFMA - Universidade Federal do Maranhão
UFOB - Universidade Federal do Oeste da Bahia
UFPI - Universidade Federal do Piauí
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco
UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UNIR - Universidade Federal de Rondônia
UFRR - Universidade Federal de Roraima
UFAC - Universidade Federal do Acre
UNIFAP - Universidade Federal do Amapá
UFAM - Universidade Federal do Amazonas

UFOPA - Universidade Federal do Oeste do Pará
UFPA - Universidade Federal do Pará
UFT - Universidade Federal do Tocantins
UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia
UNIFESSPA - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
UNIFAL - Universidade Federal de Alfenas
UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá
UF – Unidade da Federação
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA - Universidade Federal de Lavras
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto
UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos
UFSJ - Universidade Federal de São João Del-Rei
UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo
UFU - Universidade Federal de Uberlândia
UFV - Universidade Federal de Viçosa
UFABC - Universidade Federal do ABC
UFES - Universidade Federal do Espírito Santo
UNIRIO - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFTM - Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
UFF - Universidade Federal Fluminense
UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFFS - Universidade Federal da Fronteira Sul
UNILA - Universidade Federal da Integração Latino-Americana
UFCSPA - Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
UFPEL - Universidade Federal de Pelotas
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria
UNIPAMPA - Universidade Federal do Pampa
UFPR - Universidade Federal do Paraná
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
	2.1 Medindo a produtividade das universidades.....	17
	2.2 Estudo da eficiência em Universidades Federais brasileiras.....	18
3	METODOLOGIA E BASE DE DADOS.....	25
	3.1 Metodologia.....	25
	3.1.1 Os modelos básicos de DEA.....	27
	3.1.1.1 Modelo com rendimentos constantes de escala – CCR.....	28
	3.1.1.2 Modelo com rendimentos variáveis de escala – BCC.....	31
	3.2 Base de Dados.....	32
4	RESULTADOS.....	37
	4.1 Análise da eficiência relativa das universidades brasileiras para o ano de 2015.....	37
	4.2 Análise de <i>benchmarks</i> ou unidades de referência.....	43
	4.3 Análise dos potenciais de melhoria das unidades ineficientes.....	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
	APÊNDICE.....	67

1. INTRODUÇÃO

Em qualquer país, seja ele desenvolvido ou ainda em desenvolvimento, o tema educação é considerado de grande relevância, uma vez que somente o acesso ao conhecimento é capaz de proporcionar a transformação de uma sociedade. Países que investem em educação estão construindo bases mais sólidas para o seu crescimento econômico, através da quantidade e qualidade de anos de estudo de seus profissionais.

Nesse contexto, as universidades públicas e privadas possuem papel fundamental para o desenvolvimento econômico de uma nação, seja quando atuam como instituições de ensino, responsáveis pela formação de mão de obra qualificada e de capital humano, ou quando estão atuando na área da pesquisa, proporcionando o avanço do conhecimento existente.

No Brasil, as universidades públicas, em regra, possuem maior grau de reconhecimento pela sociedade, em razão de sua tradição quanto à qualidade do ensino ofertado, o que gera uma grande procura por vagas nessas instituições.

Na última década, a sociedade brasileira vivenciou um expressivo crescimento do acesso ao ensino superior gratuito, sobretudo em âmbito federal, com a formação de políticas que visaram à expansão universitária, por meio da criação de novas Universidades Federais, da criação de cursos e do aumento do número de vagas nos cursos já existentes.

A criação de uma política pública normalmente possui como premissa a previsão dos gastos necessários a sua implementação, com a necessária fixação da respectiva despesa orçamentária. O cenário de restrições orçamentárias e consequente contingenciamento dos gastos públicos, vivenciados atualmente pela administração pública no Brasil, faz com que os gestores responsáveis pela utilização de recursos assumam também a missão de promover uma maior eficiência na utilização dos insumos disponíveis, proporcionando melhores resultados para a instituição, sem que haja, necessariamente, aumento de seus fatores de entrada.

Desta feita, considerando a relevância dos serviços prestados pelas Universidades Federais à sociedade brasileira, surge a seguinte questão norteadora desta pesquisa: qual a eficiência relativa das taxas de sucesso e dos desempenhos no Ranking Universitário da Folha de São Paulo (RUF) das Universidades Federais brasileiras para o ano de 2015?

Assim, para responder à questão acima mencionada, o objetivo geral do presente trabalho é realizar um estudo acerca da eficiência relativa das taxas de sucesso e dos desempenhos no Ranking Universitário da Folha de São Paulo (RUF) das Universidades Federais brasileiras para o ano de 2015, por meio do estabelecimento de uma relação entre os insumos utilizados e os resultados obtidos por cada instituição.

Para o prosseguimento do estudo foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- i) Estabelecer o *ranking* de eficiência relativa das universidades pertencentes à amostra, por meio da utilização do método de Análise Envoltória de Dados;
- ii) Indicar, com base no ranking estabelecido, as unidades de referência para as universidades classificadas como ineficientes, propondo as respectivas ações de *benchmarking*;
- iii) Qualificar os fatores de *inputs* e *outputs* que apresentam escassez ou excesso e da meta a ser atingida pelas instituições classificadas como as mais ineficientes, para que seja alcançada a eficiência relativa.

Para alcançar esses objetivos, a análise empírica do presente estudo aplicou o método de Análise Envoltória de Dados ou DEA (Data Envelopment Analysis), o qual consiste em um método tradicional que tem por objetivo analisar o desempenho de organizações ou atividades, por meio de medidas de eficiência relativa.

Foram utilizados dados de 55 das 63 Universidades Federais brasileiras para a execução do modelo matemático de análise envoltória de dados. A redução da amostra ocorreu por limitações na disponibilidade de dados de uma parte das 63 Universidades Federais existentes.

O trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos, incluindo a presente: introdução, seguida de revisão de literatura, depois, da metodologia e base de dados, os resultados e, por último, as considerações finais. O segundo capítulo encontra-se dividido em duas seções, a primeira traz a literatura que trata de produtividade nas universidades e a segunda faz um resumo de alguns estudos acerca da eficiência em universidades brasileiras.

No terceiro capítulo estão expostos os aspectos metodológicos e a base de dados, utilizados para o alcance dos resultados da pesquisa. O quarto capítulo traz os resultados obtidos, por meio da metodologia apresentada no capítulo anterior e o quinto capítulo contém as considerações finais do trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com vistas a fundamentar teoricamente o assunto aqui abordado, bem como a metodologia proposta para esta pesquisa, o presente capítulo traz um resumo de parte da literatura existente, acerca de produtividade nas universidades e de alguns estudos já realizados acerca da eficiência em universidades federais brasileiras.

2.1 Mensuração da produtividade das universidades

Produtividade para FERREIRA e GOMES (2009) “está relacionada à forma de utilização dos recursos para realizar a produção e, assim, se expressa pelo quociente da produção pelo insumo empregado”. Afirmam ainda que “o conceito de produtividade sugere que o insumo esteja sendo utilizado da melhor forma possível, ou seja, sem excesso”.

Para avaliar o desempenho relativo de uma instituição de ensino superior é possível a utilização do conceito de produtividade aplicado às organizações em geral. Para mensurar o desempenho, considera-se que as IFES são unidades de produção, as quais utilizam insumos para obter determinado nível de produto. Ocorre que a função de produção dessas organizações assume estrutura e características particulares com relação à função de produção de outras instituições. Ademais, conforme reportaram COSTA et al.(2012), “seu processo produtivo é bastante distinto, ou seja, os *inputs* e *outputs* educacionais são especificamente caracterizados para esse tipo de função”.

Segundo Lapa e Neiva (1996 apud BELLONI, 2001), “a produtividade de uma universidade é um conceito associado às quantidades dos recursos que a instituição usa para realizar suas atividades e às quantidades de resultados gerados por essas atividades” e afirmam ainda que o desempenho organizacional está ligado aos critérios de produtividade dos recursos empregados na educação, eficiência em sua utilização com reflexos na geração de resultados, eficácia quanto ao cumprimento de planos e metas projetados e efetividade dos resultados com relação às expectativas da sociedade.

Mancebón e Muñiz (2003 apud COSTA et al., 2012), também destacam algumas características inerentes ao setor de produção educacional, como:

- a) A **natureza múltipla e intangível do produto**, em que se tem como produtos educacionais: conhecimento e habilidades, valores, atitudes, entre outras características;
- b) A **participação do cliente no processo produtivo**, em que o cliente, aqui considerado, o aluno, atua diretamente no processo produtivo;

- c) A **heterogeneidade dos serviços**, ocasionada pela participação do aluno no processo produtivo, fazendo com que as unidades produtivas se diferenciem umas das outras;
- d) A **dimensão temporal**, que aduz a necessidade de observar a trajetória completa da vida do aluno para uma mensuração completa da produção do setor educativo;
- e) O **caráter acumulativo do ensino**, em que se faz necessário considerar a vida pregressa do aluno; e
- f) A **incidência de fatores exógenos**, que se apresenta com a educação informal, aquela que não é obtida nos estabelecimentos de ensino.

2.2 Estudo da eficiência em Universidades Federais brasileiras

A seguir apresenta-se um breve resumo de alguns estudos realizados acerca de eficiência em universidades Brasileiras, para os quais serão apresentados o objeto do estudo, as variáveis utilizadas e de que forma realizou-se a análise dos dados.

Corbucci (2000) realizou um estudo que teve como tema: As Universidades Federais: Gastos, Desempenho, Eficiência e Produtividades, no qual levantou e analisou os gastos do MEC com as universidades e estabeleceu indicadores de eficiência e produtividade, utilizando dados de desempenho dessas instituições, referente ao período de 1995/1998.

O autor trabalhou com dados, referentes aos gastos da União com essas instituições, para as despesas com pessoal, despesa de capital e outras despesas correntes, utilizados para a construção dos seguintes indicadores de gastos: gasto operacional com pessoal/gasto operacional total; gasto com inativos e pensionistas/gasto total; gasto com inativos e pensionistas/gasto operacional com pessoal; despesas de capital/gasto operacional total; outras despesas correntes/gasto operacional total.

Como indicadores de desempenho das universidades, foram utilizados: alunos matriculados nos cursos de graduação; alunos concluintes dos cursos de graduação; alunos matriculados em cursos de mestrado; alunos matriculados em cursos de doutorado; alunos titulados em cursos de mestrado; alunos titulados em cursos de doutorado; alunos matriculados em outros níveis de ensino; e trabalhos publicados.

Foram utilizados ainda, conforme escolha do autor, como indicadores de eficiência: gasto por aluno e gasto por servidor e como indicadores de produtividade: alunos/docente; alunos/servidor técnico-administrativo; concluintes na graduação/matrícula total; alunos da pós-graduação/docente; titulados da pós-graduação/docente; e publicações/docente.

O desempenho das instituições foi analisado por meio dos dados dispostos em tabelas, à luz dos gastos apresentados, com base nos indicadores construídos, sem que tenha sido identificada a utilização um modelo matemático ou estatístico específico. A maior parte dos resultados do estudo indicou que as Universidades Federais tiveram aumento de eficiência e produtividade, apesar de ter havido redução em seus gastos operacionais e, paralelamente, terem sido ampliados o número de matrículas e os quadros de profissionais formados, ao mesmo tempo em que cresceu sua produção científica.

Façanha e Marinho (2001) fizeram um trabalho com o objetivo de desenvolver estudo e tratamento empírico preliminares, para informações divulgadas pelos Censos de Ensino Superior, dos anos de 1995, 1996, 1997 e 1998, relativos às atividades das IES, e para dados obtidos junto à Capes/MEC, referentes a programas de pós-graduação de organizações universitárias brasileiras.

Foram consideradas na análise IES governamentais (federais, estaduais e municipais) e particulares. Utilizaram-se dados como: total de docentes; total de docentes em tempo integral; total de docentes em tempo parcial; total de servidores; total de inscrições; total de vagas oferecidas; total de ingressantes através de vestibular; total de docentes com doutorado; total de matrículas: área de ciências exatas e da terra; total de matrículas: área de ciências biológicas; total de matrículas: área de engenharias/tecnologia; total de matrículas: área de ciências da saúde; total de matrículas: área de ciências agrárias; total de matrículas: área de ciências sociais aplicadas; total de matrículas: área de ciências humanas; total de matrículas: área de lingüística, letras e artes; total de cursos; inscrições em primeira opção/vagas oferecidas; e total de concluintes.

Os dados foram tratados utilizando a Análise Envoltória de Dados – DEA e os resultados demonstraram que, para o período analisado, houve aumento da eficiência relativa das IES. O estudo também apontou, no que concerne ao ensino de graduação, que as IES municipais obtiveram médias de eficiência relativa maior que as estaduais e federais. Quanto ao ensino de Pós-Graduação, constatou-se grande heterogeneidade entre os programas analisados.

Borget, Quintana e Machado (2004) realizaram um estudo com o objetivo de realizar uma análise comparativa sobre os gastos com despesas correntes, entre as Universidades Federais das Regiões Sul e Nordeste, referente ao período de 2001 e 2002. No estudo foram utilizados dados referentes ao total de despesa de custeio de cada universidade para cada ano, trabalhando principalmente com despesas como: auxílios financeiros a estudantes, material de consumo, passagens, serviços de terceiros de pessoa física e jurídica,

apoio administrativo, limpeza e conservação, vigilância, obrigações tributárias, entre outras. Foram considerados ainda dados referentes à quantidade de alunos matriculados em cada instituição nos dois anos, por meio dos quais foi feita uma relação entre as despesas de custeio e o número de alunos matriculados, e informações relativas ao número de vagas oferecidas na graduação e número de alunos diplomados.

No estudo mencionado no parágrafo anterior, não foi possível identificar a utilização de um modelo específico, os autores realizaram uma análise comparativa dos dados apresentados e concluíram que as Universidades Federais da Região Sul aumentaram as despesas correntes para o período analisado, mas não apresentaram crescimento nos indicadores relacionados a número de alunos matriculados, vagas oferecidas e número de alunos diplomados. No entanto, as Universidades Federais da Região Nordeste aumentaram estes indicadores e diminuíram as despesas correntes, o que mostra uma distorção na utilização de recursos entre as Universidades destas duas regiões.

Oliveira e Turrioni (2006) utilizaram a análise envoltória de dados para a realização de estudo que teve por objetivo comparar as Instituições Federais de Ensino Superior, tendo-se como resultado a identificação das instituições relativamente eficientes e ineficientes bem como a definição de metas para que as ineficientes se tornem eficientes em relação às outras.

Foram utilizados no estudo os nove indicadores do TCU: custo corrente com e sem hospital universitário/aluno equivalente; aluno tempo integral/professor equivalente; aluno tempo integral/funcionário equivalente com e sem hospital universitário; funcionário equivalente com e sem hospital universitário/professor equivalente; grau de participação estudantil; grau de envolvimento discente com pós-graduação; conceito CAPES/MEC para pós-graduação; índice de qualificação do corpo docente; e taxa de sucesso na graduação, para o ano de 2004.

A conclusão de Oliveira e Turrioni (2006) foi de que é possível avaliar a eficiência relativa das IFES aplicando a técnica DEA e que foram identificadas falhas na gestão de recursos, as quais aduzem que se obteriam os mesmos resultados utilizando uma quantidade menor de entradas.

Fernandes (2009) realizou estudo, o qual teve como objetivo geral analisar a relação dos gastos executados pelas Universidades Federais brasileiras com a qualidade das atividades de ensino, de pesquisa e de extensão fazendo uso de indicadores que contemplem os vários fatores das atividades acadêmicas e dos gastos, no período de 1998 a 2006.

Foram utilizadas variáveis em valores absolutos, como: número de vagas no vestibular, número de alunos inscritos no vestibular, número de alunos da graduação, número

de alunos com bolsa de pesquisa, número de professores doutores, número de professores mestres, número de professores especialistas, número de professores graduados, número de professores com regime de trabalho integral, número de professores afastados para capacitação, número de periódicos nacionais e internacionais, número de cursos de excelência da graduação, número de alunos da pós-graduação, número de cursos de excelência da pós-graduação, quantidade da produção bibliográfica, entre outros.

Foram considerados ainda dados relativos à execução de gastos das instituições, como: gastos por categoria econômica, por grupo de despesa, por elemento de despesas e por fonte, os quais, juntamente com as demais variáveis foram transformados em indicadores de qualidade e de gastos.

O estudo foi realizado para 39 Universidades Federais Brasileiras, por meio de um método de regressão múltipla que verificou como os gastos do ano influenciam a qualidade no ano e como os gastos influenciam a qualidade em períodos posteriores. Por fim, Fernandes (2009) concluiu que de maneira ampla as universidades não apresentam harmonia na utilização dos recursos públicos e no retorno para a sociedade na forma de melhor qualidade das atividades acadêmicas.

Pereira (2011) desenvolveu um trabalho com o objetivo de analisar a eficiência da produção técnica dos cursos de pós-graduação da UFC, tendo como referência os anos de 2007, 2008 e 2009, utilizando a metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) – Análise Envoltória de Dados. Foram utilizados como variáveis de saída: total de trabalhos completos, publicações em anais completos, publicações em produção técnica, projetos de pesquisa, trabalhos de conclusão de dissertações, trabalhos de conclusão de teses, tempo médio de titulação (meses) mestrado, tempo médio de titulação (meses) doutorado e como variáveis de entrada: quantidade de docentes e quantidade de discentes.

Conforme concluiu Pereira (2011), os resultados apontam que a comparação entre as mais eficientes e as menos eficientes mostram que a característica básica é a utilização racional dos recursos disponíveis. Ressaltou ainda a eficiência dos cursos de Ciências Médicas, Cirurgia, Direito (Direito e Desenvolvimento), Economia, Economia Rural, Enfermagem, Engenharia Civil (Recursos Hídricos), Engenharia de Transportes, Física, Letras e Linguística que se mantiveram com ranking e score 1 (um) nos três anos estudados, o que significa, considerando a especificação da técnica DEA, que eles se encontram na fronteira de eficiência. O ano de 2008 teve o maior índice de cursos com ranking e score 1 (um), o que se justifica pelo incentivo ofertado aos cursos e a criação e abertura de novos mestrados e doutorados.

Costa et al.(2012) fizeram um trabalho que teve como objetivo mensurar a eficiência educacional do ensino superior no Brasil, utilizando dados de 49 Instituições Federais de Ensino Superior, no período de 2004 a 2008. A metodologia aplicada foi a Análise Envoltória de Dados e as seguintes variáveis foram utilizadas: Taxa de Sucesso na Graduação, Conceito CAPES/MEC para a Pós-Graduação, Custo corrente/aluno equivalente, Aluno tempo integral/docente equivalente, Aluno tempo integral/funcionários equivalentes e Índice de qualificação do corpo docente.

Considerando os indicadores de gestão educacional das instituições analisadas, Costa et al. (2012) dividiram-nas em dois grupos, o primeiro (Grupo A) com as instituições que possuem maior atuação no ensino da pós-graduação e na pesquisa e o segundo (Grupo B) com as instituições com menor atuação nessas áreas. Para o Grupo A, os resultados apontaram que as IFES que compõem o conjunto ineficiente não obtiveram elevado grau de ineficiência, representando aproximadamente 26% do subconjunto e as IFES que fizeram parte do conjunto eficiente representaram aproximadamente 50% do subconjunto. Quanto ao Grupo B, verificou-se que a fronteira de eficiência para o período de 2004 foi a mais baixa entre os períodos, que as IFES mais ineficientes representaram aproximadamente 10% do subconjunto e que o conjunto eficiente representou aproximadamente 38% do subconjunto.

Como causas da ineficiência, para o Grupo A, Costa et al. (2012) concluíram que os resultados estão relacionados com os indicadores: Aluno tempo integral/ professor equivalente, Custo corrente/aluno equivalente, Taxa de Sucesso na Graduação e Conceito CAPES/MEC para a Pós-Graduação. Quanto ao Grupo B, concluíram que os seguintes indicadores possuem maior impacto sobre a ineficiência apresentada: Aluno tempo integral/docente equivalente, Aluno tempo integral/ funcionário equivalente, Índice de qualificação do corpo docente, Taxa de Sucesso na Graduação e Conceito CAPES/MEC para a Pós-Graduação.

Siqueira (2015) abordou o tema: Eficiência das Universidades Públicas Federais Brasileiras: Um estudo com foco no projeto Reuni em sua dissertação de mestrado, a qual teve como objetivo geral verificar qual o impacto provocado pelo projeto REUNI no nível de eficiência das universidades públicas federais brasileiras.

O estudo foi realizado considerando os seguintes indicadores: custo corrente sem hospital universitário/aluno equivalente, aluno tempo integral/professor equivalente, aluno tempo integral/funcionário equivalente sem hospital universitário, funcionário equivalente sem hospital universitário/professor equivalente, grau de participação estudantil, grau de envolvimento discente com pós-graduação, conceito CAPES/MEC para pós-graduação, índice

de qualificação do corpo docente e taxa de sucesso na graduação, para o total de 45 Universidades Federais brasileiras, aderentes ao REUNI.

Com base nos índices escolhidos, foi realizada uma análise por meio do índice de Malmquist, após o cálculo dos ganhos de eficiência na produção através de análises de envoltória de dados – DEA. Siqueira (2015) concluiu que o REUNI não alterou o nível de eficiência das IFES da maneira como deveria e era esperada.

Com relação à eficiência nos gastos de instituições federais de ensino superior, Oliveira (2016) realizou uma pesquisa, que teve como objetivo investigar a eficiência em gastos das Instituições Federais de Ensino Superior. Foram utilizadas informações de gastos das instituições federais de ensino superior no ano de 2013, como: gastos totais, despesas com remuneração de docentes e despesas com custeio e ainda os dados do ranking universitário da folha para o mesmo ano.

O método utilizado foi uma Análise Envoltória de Dados (DEA) e os resultados indicaram que quatro instituições ficaram na fronteira de eficiência em gastos no Brasil no ano de 2013: a Universidade Federal de Alagoas, a Universidade Federal de Pernambuco, a Universidade Federal de Uberlândia e a Universidade Federal de Sergipe. Já as instituições menos eficientes foram a Universidade Federal de Goiás, a Universidade Federal de Roraima, a Universidade Federal do Triângulo Mineiro e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Araújo (2016) realizou um estudo que teve como objetivo analisar a eficiência relativa das IFES do Brasil quanto ao uso da gestão do conhecimento no planejamento das contratações de soluções de TI, utilizando o método de Análise Envoltória de Dados (DEA), e o modelo Charnes, Cooper e Rhodes (CCR), orientados aos resultados.

A amostra do estudo foi constituída por 86 IFES e foram utilizadas as seguintes variáveis: número de servidores no planejamento das contratações de TI; recursos financeiros e humanos em GC; ações para formalizar as iniciativas de GC; infraestrutura de TI na GC; atualização das informações produzidas no planejamento na intranet/repositórios; ferramentas de colaboração/Fóruns; educação corporativa; workflow; gestão eletrônica de documentos; quantidade aproximada de planejamentos de contratações de TI no ano; registro, armazenamento e compartilhamento das melhores práticas e lições aprendidas com todos os integrantes envolvidos; retenção de conhecimento de servidores experientes; melhores práticas (bestpractices); comunidades de prática/comunidades de conhecimento; benchmarking interno e externo; memória organizacional/ lições aprendidas/ banco de conhecimentos.

Os resultados da pesquisa realizada por Araújo (2016) mostraram que 66% das IFES atingiram 100% de eficiência, representando 57 IFES, e 34% das IFES analisadas foram classificadas como ineficientes, representando 29 IFES.

Conforme visto na presente seção, existem vários trabalhos desenvolvidos, os quais tiveram como enfoque o estudo de eficiência em universidades brasileiras, o que corrobora a importância do tema escolhido para esta pesquisa. A seguir serão apresentados os aspectos metodológicos, bem como a base de dados utilizada.

3. METODOLOGIA E BASE DE DADOS

O presente capítulo encontra-se dividido em duas seções: metodologia e base de dados. Na primeira seção serão apresentados os aspectos atinentes à Análise Envoltória de Dados e as técnicas que serão utilizadas para o alcance do objetivo deste trabalho. Na segunda seção serão indicadas as instituições que compõem a análise, as características das variáveis escolhidas e as fontes utilizadas para a extração dos dados.

3.1 Metodologia

A metodologia aplicada no presente estudo é a Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*), que se constitui em um conjunto de técnicas não paramétricas, baseadas em programação linear, para estimar fronteiras de possibilidades de produção e analisar a eficiência relativa entre organizações das mais diversas naturezas.

Considera-se inicialmente uma unidade produtora, com capacidade para tomar decisões de produção e alocação de recursos; uma firma, como posto pela teoria econômica. Na abordagem de DEA, tem-se uma “unidade tomadora de decisão” (*Decision Making Units*) ou simplesmente DMU, no presente caso, cada uma das universidades em análise.

Malbouisson e Tiriyaki (2017) afirmam que a eficiência relativa é a comparação entre a produção efetiva de determinada firma ou DMU utilizando um conjunto de insumos e a produção potencial, ou melhor, a produção máxima utilizando o mesmo conjunto de insumos. Essa eficiência relativa é estabelecida entre as DMUs que compõem a amostra.

Em um ambiente com várias DMU's, cada uma delas é indexada por k ($k = 1, 2, \dots, k$). A eficiência técnica de uma unidade k , denotada por ET_k , é definida pela sua capacidade de transformar insumos (*inputs*) em produtos (*outputs*). Isso é mensurado pela razão entre os produtos e os insumos, consoante a Formula (1) a seguir:

$${}^{(1)}ET_k = \frac{\text{valor dos produtos}}{\text{valor dos insumos}}$$

Os modelos DEA permitem a identificação das DMUs mais eficientes em uma amostra, estimando a função de produção que fornece a fronteira do conjunto de possibilidades e mapeando a posição das DMUs eficientes e ineficientes nesse *locus* geométrico. Com isso, é

possível determinar as DMUs eficientes como referências (*benchmarks*) para as ineficientes, e calcular medidas que traduzem as diferenças no uso de insumos e produtividade.

Belloni (2001) esclarece alguns conceitos básicos de eficiência, conforme segue:

Eficiência produtiva se refere à habilidade de evitar desperdícios produzindo tantos resultados quanto os recursos utilizados permitem ou utilizando o mínimo de recursos possível para aquela produção. (...) Tradicionalmente, a eficiência produtiva é decomposta em dois componentes: eficiência de escala, e eficiência técnica.

Eficiência de escala é o componente da eficiência produtiva associado às variações da produtividade decorrentes de mudanças na escala de operação.

Eficiência técnica é o componente da eficiência produtiva que resulta quando são isolados os efeitos da eficiência de escala. A ineficiência técnica está associada à habilidade gerencial dos administradores.

Na Análise Envoltória de Dados, conforme destacam Ferreira e Gomes (2009) “a utilização de insumos além do estritamente necessário (excesso) ou a produção aquém da adequada (escassez) são denominadas folgas”. Os autores ainda afirmam que a definição geral de eficiência técnica de uma DMU, quando se comparam duas ou mais DMUs, está relacionada à produção de um bem ou serviço com a menor utilização possível de recursos, ou seja, eliminando-se as folgas.

Conforme destaca Junior (2007), uma abordagem mais restrita, aplicada à medida da eficiência na produção, teve origem com o trabalho de Pareto-Koopmans. Nessa abordagem, um vetor “input-output” é tecnicamente eficiente se e somente se: i) nenhum dos “*outputs*” puder ser aumentado sem que algum outro “*output*” seja reduzido ou algum “*input*” necessite ser aumentado; e ii) nenhum dos “*inputs*” possa ser reduzido sem que algum outro “*input*” seja aumentado ou algum “*output*” seja reduzido.

Ainda nesse sentido, Souza e Wilhelm (2009) afirmam que a inexistência de escassez nos fatores de saída e de excesso nos fatores de entrada para as DMUs eficientes, tem por objetivo garantir uma medida de eficiência que assegure as condições Pareto-Koopmans.

Assim, diante da informação de possível excesso ou escassez, é possível verificar que insumos estão sendo utilizados além do necessário e que produtos estão sendo produzidos de maneira insatisfatória, auxiliando na análise dos fatores que estão contribuindo para que uma DMU seja considerada ineficiente.

3.1.1 Os modelos básicos de DEA

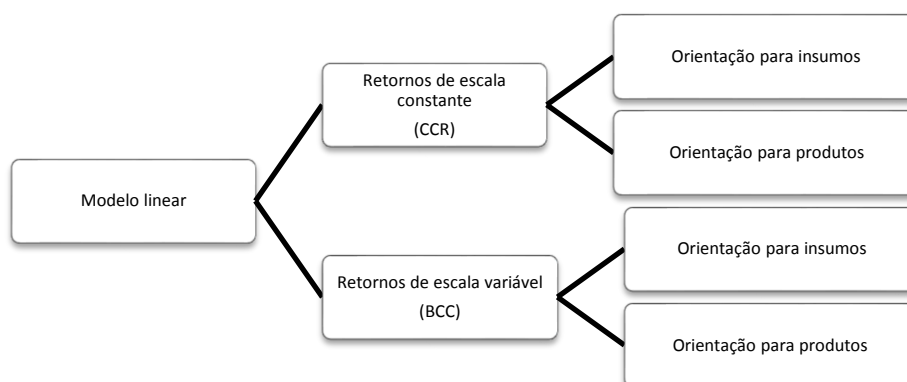
Os modelos básicos da análise envoltória de dados podem ser realizados considerando duas proposições: com retornos de escala constantes e com retornos de escala variáveis. O modelo que assume como hipótese retornos constantes de escala é denominado CRS (*Constant Returns to Scale*) ou CCR em referência ao trabalho de Charnes, Cooper e Rhodes (1978). O modelo de retorno variável de escala é tradicionalmente denominado modelo VRS (*Variable Returns to Scale*) ou BCC, em referência a Banker, Charnes e Cooper (1984).

As medidas de eficiência podem ainda assumir duas formas distintas: **orientação para insumo**, medida que se fundamenta na redução dos insumos, dado um nível de produto e **orientação para produto**, que se fundamenta no aumento do produto, condicionado a uma quantidade dada de insumos.

Os modelos orientados para insumos minimizam o uso de insumos para obter um dado nível de produto. O objetivo é o deslocamento em direção à fronteira por meio de uma redução proporcional no uso de insumos, mantendo o produto constante. Já os modelos orientados para produtos maximizam o produto para um dado nível de insumos. O objetivo é o máximo deslocamento em direção à fronteira por meio do acréscimo proporcional de produto, mantendo constantes os insumos.

A Figura 1 a seguir resume essa classificação dos modelos básicos empregados na DEA.

Figura 1 – Propriedades dos Modelos Básicos de DEA



Fonte: Elaboração própria

A seguir, serão apresentadas com mais detalhes as especificações para os modelos de DEA com retornos constantes de escala e com retornos variáveis. Será dada maior ênfase aos modelos com orientação para produto, a qual será a orientação assumida para a realização do presente estudo.

3.1.1.1 Modelo com rendimentos constantes de escala – CCR

O modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) é um dos modelos que se originou da técnica DEA. O modelo também é conhecido como CRS (Constant Returns to Scale) que adota a suposição de retornos constantes de escala, ou seja, qualquer variação nos insumos leva a uma variação proporcional nos produtos.

A eficiência é dada como sendo a razão entre a soma ponderada dos produtos (*outputs*) e a soma ponderada dos insumos (*inputs*), conforme mostrado na Fórmula (2):

$$(2) \quad ET_k = \frac{\sum_{j=1}^J \mu_j y_{kj}}{\sum_{i=1}^I v_i x_{ki}}$$

Na referida Fórmula (2) Y_{kj} é o valor da produção de j da DMU n e X_{ki} é o valor do insumo i na DMU k .

Normalmente o produto ponderado, $\sum_{j=1}^J \mu_j y_{kj}$, é denominado produto virtual e o insumo ponderado, $\sum_{i=1}^I v_i x_{ki}$, é chamado insumo virtual. A resolução do modelo de maximização da eficiência permite que seja obtido um conjunto de pesos (multiplicadores) e as ponderações são dadas por μ_j , para os produtos, e v_i para os insumos.

Assume-se que uma DMU específica, indexada por 0, busca maximizar a sua medida de eficiência técnica. O problema de maximização é dado pela Fórmula (3) a seguir:

$$(3) \quad \begin{aligned} & MAXET_0 = \frac{\sum_{j=1}^J \mu_j y_{0j}}{\sum_{i=1}^I v_i x_{0i}} \\ & \text{Sujeito à:} \\ & \frac{\sum_{j=1}^J \mu_j y_{kj}}{\sum_{i=1}^I v_i x_{ki}} \leq 1 \quad k = 1, 2, \dots, K \\ & v_1, v_2, \dots, v_I \geq 0 \\ & \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_J \geq 0 \end{aligned}$$

Esse problema de programação matemática busca encontrar valores para $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_J \in v_1, v_2, \dots, v_I$ de tal forma que a medida de eficiência da k -ésima DMU é maximizada. Note que o problema assume uma restrição de não-negatividade para os pesos.

A restrição imposta no problema faz com que nenhuma medida de eficiência seja maior do que um. Assim, tem-se que o numerador (produto virtual) deve ser menor, ou no máximo, igual ao denominador. Sendo assim, as DMU's eficientes apresentem uma medida de eficiência igual à unidade.

Essa formulação, no entanto, pode apresentar infinitas soluções. A forma de corrigir este problema é pela imposição de uma nova restrição. O modelo na forma multiplicativa, sob a hipótese de retornos constantes de escala (CCR/CRS) e orientado para insumo, é um problema de programação linear com uma única solução e é dado PELA Fórmula (4) a seguir:

$$\begin{aligned}
 (4) \quad & \text{MAX } ET_0 = \sum_{j=1}^J \mu_j y_{j0} \\
 & \text{Sujeito à:} \\
 & \sum_{i=1}^I v_i x_{i0} = 1 \\
 & \sum_{j=1}^J \mu_j y_{jk} - \sum_{i=1}^I v_i x_{ik} \leq 0 \quad \text{para } k = 1, \dots, K \\
 & v_1, v_2, \dots, v_I \geq 0 \\
 & \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_J \geq 0
 \end{aligned}$$

O problema de retornos constantes de escala (CCR/CRS), orientado para produto é dado pela Fórmula (5) a seguir:

$$(5) \quad \begin{aligned} & MINET_0 = \sum_{i=1}^I v_i x_{i0} \\ & \text{Sujeito à:} \\ & \sum_{j=1}^J v_j y_{j0} = 1 \\ & \sum_{j=1}^J \mu_j y_{jk} - \sum_{i=1}^I v_i x_{ik} \leq 0 \quad \text{para } k = 1, \dots, K \\ & v_1, v_2, \dots, v_I \geq 0 \\ & \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_J \geq 0 \end{aligned}$$

Considerando o modelo CCR/CRS orientado para produto, na forma multiplicativa, pode-se aplicar o teorema de dualidade da programação matemática, obtendo um problema equivalente, um modelo de envoltória. A forma dual é de um problema de maximização dado pela Fórmula (6), conforme segue:

$$(6) \quad \begin{aligned} & \mathbf{MAX} \theta \\ & \text{Sujeito à:} \\ & x_{i0} - \sum_{k=1}^K \lambda_k x_{ik} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I \\ & \sum_{k=1}^K \lambda_k y_{kj} - \theta y_{i0} \geq 0 \quad j = 1, \dots, J \\ & \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K \geq 0 \\ & \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_I \geq 0 \end{aligned}$$

Na forma dual, θ é um escalar cujo valor representa a eficiência técnica e $\lambda = \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ é um vetor de ponderações em que os valores são determinados pela resolução do problema.

3.1.1.2 Modelo com rendimentos variáveis de escala – BCC

Na teoria econômica da produção, tem-se que firmas de tamanhos diferentes podem apresentar retornos de escala variados. No âmbito das técnicas de DEA, o modelo de retorno variável de escala é tradicionalmente denominado modelo BCC/VRS, em referência a Banker, Charnes e Cooper (1984).

De acordo com Malbouisson e Tiryaki (2017), o modelo CCR/CRS é adequado quando as DMUs estão operando em uma escala ótima, caso contrário, os índices de eficiência técnica obtidos podem ser confundidos com as eficiências de escala. Dessa forma, assumir a suposição de retornos variáveis à escala permite a obtenção dos índices de eficiência técnica livres dos efeitos da medida de eficiência de escala.

Segundo Guerreiro (2006), 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. A medida de eficiência técnica, resultante do modelo BCC, identifica a correta utilização dos recursos à escala de operação da DMU”.

Assim, considera-se que o modelo BCC/VRS é uma generalização do modelo CCR/CRS, adotando uma restrição adicional de convexidade. Considerando o modelo envoltório orientado para produto, tem-se que, para a DMU₀, a Fórmula 7 a seguir:

$$\begin{aligned}
 & \text{MAX } \theta \\
 (7) \quad & \text{Sujeito à:} \\
 & x_{i0} - \sum_{k=1}^K \lambda_k x_{ik} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I \\
 & \sum_{k=1}^K \lambda_k y_{kj} - \theta y_{i0} \geq 0 \quad j = 1, \dots, J \\
 & \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_K \geq 0 \\
 & \sum_{k=1}^K \lambda_k = 1 \quad (\text{restrição de convexidade})
 \end{aligned}$$

Malbouisson e Tiryaki (2017) afirmam que a eficiência de escala é mensurada por meio da obtenção dos índices de eficiência técnica sob as pressuposições de retornos constantes e variáveis à escala e decompondo o score de eficiência técnica sob o modelo CCR/CRS em um componente de ineficiência de escala e ineficiência técnica pura. Caso os resultados

apresentem alguma diferença entre os índices de eficiência técnica sob CRS e VRS, tem-se um indicativo de ineficiência de escala.

A eficiência de escala (EE) pode ser dada por: $EE = \frac{ET_{CRS}}{ET_{VRS}}$ e a decomposição é realizada de forma simples, conforme equação mostrada na Fórmula (8):

$$(8) \quad ET_{CRS} = ET_{VRS} \cdot EE$$

Considerando as características no modelo DEA-BCC aqui expostas, bem como, a natureza das instituições analisadas, as quais possuem características bastante diversificadas, como: tempo de criação, número de alunos, número de cursos, a existência ou não de hospital universitário, entre outros, avaliou-se que essa especificação do modelo DEA é a mais adequada para a estimação dos resultados da pesquisa. Além disso, será utilizada como ferramenta tecnológica o pacote DEA para o software STATA.

No Capítulo 4 adiante serão apresentados os resultados da análise envoltória de dados, considerando a escolha do modelo BCC com orientação a produto.

3.2 Base de dados

Inicialmente objetivou-se trabalhar com os dados das 63 Universidades Federais Brasileiras, para o ano de 2016, porém, por limitações na disponibilidade de dados dos Relatórios de Gestão, uma das principais fontes de dados da pesquisa, fez-se necessária a alteração do ano para 2015, bem como, a retirada de 8 dessas instituições, a Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), a Universidade Federal da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), a Universidade Federal do Cariri (UFCA), a Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) a Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), as quais não dispunham dos dados, referentes aos *inputs* e/ou *outputs* selecionados para a realização da análise.

Na Tabela 1 a seguir encontram-se dispostas as 55 universidades que compuseram a amostra, destacando-se a unidade federativa, o ano de criação e a sigla de identificação.

Tabela 1 - Relação de DMU's (Continua)

Nº	UNIVERSIDADE (DMU)	UF	ANO DE CRIAÇÃO	SIGLA
1	Universidade de Brasília	DF	1962	UNB
2	Universidade Federal de Goiás	GO	1960	UFG
3	Universidade Federal de Mato Grosso	MT	1970	UFMT
4	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	MS	1979	UFMS
5	Universidade Federal da Bahia	BA	1946	UFBA
6	Universidade Federal da Paraíba	PB	1955	UFPB
7	Universidade Federal de Alagoas	AL	1961	UFAL
8	Universidade Federal de Pernambuco	PE	1946	UFPE
9	Universidade Federal de Sergipe	SE	1967	UFS
10	Universidade Federal do Ceará	CE	1954	UFC
11	Universidade Federal do Maranhão	MA	1966	UFMA
12	Universidade Federal do Piauí	PI	1971	UFPI
13	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	RN	1958	UFRN
14	Universidade Federal Rural de Pernambuco	PE	1947	UFRPE
15	Universidade Federal Rural do Semi-Árido	RN	1968	UFERSA
16	Universidade Federal de Rondônia	RO	1982	UNIR
17	Universidade Federal de Roraima	RR	1989	UFRR
18	Universidade Federal do Acre	AC	1970	UFAC
19	Universidade Federal do Amapá	AP	1990	UNIFAP
20	Universidade Federal do Pará	PA	1957	UFPA
21	Universidade Federal do Tocantins	TO	1984	UFT
22	Universidade Federal de Alfenas	MG	1914	UNIFAL
23	Universidade Federal de Juiz de Fora	MG	1960	UFJF
24	Universidade Federal de Lavras	MG	1908	UFLA
25	Universidade Federal de Minas Gerais	MG	1927	UFMG
26	Universidade Federal de Ouro Preto	MG	1969	UFOP
27	Universidade Federal de São Carlos	SP	1968	UFSCAR
28	Universidade Federal de São João Del-Rei	MG	1953	UFSJ
29	Universidade Federal de São Paulo	SP	1994	UNIFESP
30	Universidade Federal de Uberlândia	MG	1957	UFU
31	Universidade Federal do Espírito Santo	ES	1954	UFES
32	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	RJ	1979	UNIRIO
33	Universidade Federal do Rio de Janeiro	RJ	1920	UFRJ
34	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	MG	1953	UFTM
35	Universidade Federal Fluminense	RJ	1960	UFF
36	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	RJ	1943	UFRRJ
37	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	RS	1953	UFCSPA
38	Universidade Federal de Pelotas	RS	1969	UFPEL
39	Universidade Federal de Santa Catarina	SC	1956	UFSC
40	Universidade Federal de Santa Maria	RS	1960	UFSM
41	Universidade Federal do Paraná	PR	1912	UFPR
42	Universidade Federal do Rio Grande	RS	1969	FURG
43	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	RS	1934	UFRGS

Fonte: Elaboração própria

Tabela 1 - Relação de DMU's (Conclusão)

Nº	UNIVERSIDADE (DMU)	UF	ANO DE CRIAÇÃO	SIGLA
44	Universidade Federal da Grande Dourados	MS	2005	UFGD
45	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	BA	2005	UFRB
46	Universidade Federal de Campina Grande	PB	2002	UFCG
47	Universidade Federal do Vale do São Francisco	PE	2002	UNIVASF
48	Universidade Federal Rural da Amazônia	PA	2002	UFRA
49	Universidade Federal de Itajubá	MG	2002	UNIFEI
50	Universidade Federal do ABC	SP	2005	UFABC
51	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	MG	2005	UFVJM
52	Universidade Federal da Fronteira Sul	SC	2009	UFFS
53	Universidade Federal da Integração Latino-Americana	PR	2010	UNILA
54	Universidade Federal do Pampa	RS	2008	UNIPAMPA
55	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	PR	2005	UTFPR

Fonte: Elaboração própria

Os dados utilizados na presente análise foram extraídos das seguintes fontes:

- Relatórios de Gestão, disponíveis no site do Tribunal de Contas da União – TCU;
- Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento – SIOP;
- Ranking Universitário Folha 2015;
- Sítios eletrônicos das instituições analisadas; e
- Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão – e-SIC.

A descrição das variáveis utilizadas na análise envoltória de dados encontra-se disposta no Quadro 1, conforme segue:

Quadro 1 – Variáveis Utilizadas para a Execução do Modelo DEA

Item	Descrição	Fonte
<i>Input 1</i>	Alunos tempo integral/Professores equivalentes (ati_peq)	Relatório de Gestão
<i>Input 2</i>	Alunos tempo integral/Funcionários equivalentes (ati_feq)	Relatório de Gestão
<i>Input 3</i>	Funcionários equivalentes/Professores equivalentes (feq_peq)	Relatório de Gestão
<i>Input 4</i>	Grau de participação estudantil (gpe)	Relatório de Gestão
<i>Input 5</i>	Índice de qualificação do corpo docente (iqcd)	Relatório de Gestão
<i>Input 6</i>	Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente da graduação (desp_c_aeq)	Relatório de Gestão e SIOP
<i>Input 7</i>	Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente da graduação (desp_p_aeq)	Relatório de Gestão e SIOP
<i>Output 1</i>	Taxa de sucesso na graduação (tsg)	Relatório de Gestão
<i>Output 2</i>	Ranking universitário da folha (ruf)	Ranking Universitário Folha 2015

Fonte: Elaboração própria

Os dados extraídos dos Relatórios de Gestão do TCU, dizem respeito a uma parte dos indicadores de desempenho, que integram as prestações de contas anuais das instituições em análise, por força da Decisão TCU Nº 408/2002 – PLENÁRIO. Não foram incluídos todos os indicadores que compõem os Relatórios de Gestão, em razão da indisponibilidade de dados para todas as universidades, como é o caso dos dados referentes aos Hospitais Universitários, por exemplo, ou porque se optou pela elaboração própria de indicador semelhante aos exigidos pelo TCU, como é o caso dos *inputs* 5 e 6, demonstrados no Quadro 1.

Adiante está apresentada de forma sucinta a composição de cada indicador retirado dos Relatórios de Gestão das Universidades:

Quadro 2 – Composição dos Indicadores dos Relatórios de Gestão

Indicador	Composição
Alunos tempo integral/Professores equivalentes (ati_peq)	$A_{GTI} + A_{PGTI} + A_{RTI}$ / N° de Professores Equivalentes*
Alunos tempo integral/Funcionários equivalentes (ati_feq)	$A_{GTI} + A_{PGTI} + A_{RTI}$ /N° de Funcionários Equivalentes*
Funcionários equivalentes/Professores equivalentes (feq_peq)	N° de Funcionários Equivalentes/N° de Professores Equivalentes*
Grau de participação estudantil (gpe)	A_{GTI} / A_G *
Índice de qualificação do corpo docente (iqcd)	$(5D+3M+2E+G)/(D+M+E+G)$ *
Taxa de sucesso na graduação (tsg)	N° de Diplomados/N° Total de Alunos Ingressantes

Fonte: Elaboração própria com base nas Orientações para o Cálculo dos Indicadores de Gestão/MEC

* A_G : Total de alunos efetivamente matriculados na graduação; A_{GTI} : Número de alunos da graduação em tempo integral; A_{PGTI} : Número de alunos de pós-graduação em tempo integral; A_{RTI} : Número de alunos da residência médica em tempo integral; D: Docentes doutores; M: Docentes mestres; E: Docentes especialistas; e G: Docentes graduados

Foram extraídos do Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento – SIOP os dados referentes à execução orçamentária das 55 Universidades Federais para o ano de 2015. Para a realização do estudo optou-se pela utilização de dados de despesas empenhadas em dois Grupos de Natureza da Despesa: Pessoal e Encargos Sociais e Outras Despesas Correntes, cuja definição segue adiante, de acordo com o Manual Técnico de Orçamento 2018, da Secretaria de Orçamento Federal, do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão:

1 - Pessoal e Encargos Sociais

Despesas orçamentárias com pessoal ativo, inativos e pensionistas, relativas a mandatos eletivos, cargos, funções ou empregos, civis, militares e de membros de Poder, com quaisquer espécies remuneratórias, tais como vencimentos e vantagens, fixas e variáveis, subsídios, proventos da aposentadoria, reformas e pensões, inclusive adicionais, gratificações, horas extras e vantagens pessoais de qualquer natureza, bem

como encargos sociais e contribuições recolhidas pelo ente às entidades de previdência, conforme estabelece o caput do art. 18 da Lei Complementar 101, de 2000. (...)

3 - Outras Despesas Correntes

Despesas orçamentárias com aquisição de material de consumo, pagamento de diárias, contribuições, subvenções, auxílio-alimentação, auxílio-transporte, além de outras despesas da categoria econômica "Despesas Correntes" não classificáveis nos demais grupos de natureza de despesa.

Os dados retirados do SIOP e a quantidade de alunos equivalentes da graduação, retirada também dos Relatórios de Gestão, foram utilizados para a composição dos seguintes indicadores: Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente da graduação e Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente da graduação, aqui classificados como *inputs* do modelo DEA-BCC.

Os gastos referentes às despesas de capital não foram utilizados para a análise, pois, considerando a natureza desse tipo de gasto, percebe-se a existência de sazonalidade na efetivação dos mesmos, o que poderia ocasionar uma interpretação viesada dos resultados.

O Ranking Universitário da Folha consiste numa avaliação do ensino superior público e privado do Brasil, realizada anualmente desde 2012 pela Folha de São Paulo e que resulta numa nota atribuída a cada uma das instituições analisadas, a qual foi utilizada como *output* do modelo DEA-BCC. A avaliação é baseada em 5 indicadores: pesquisa científica, qualidade do ensino, internacionalização, mercado de trabalho e inovação.

Além das características mencionadas, a escolha desse indicador encontra respaldo na leitura de outros trabalhos realizados na área da educação superior que utilizaram esses dados, como em Oliveira (2016), a qual não relatou dificuldades com a variável escolhida.

Os demais meios de coleta de dados: sítios eletrônicos das instituições analisadas e Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão – e-SIC, foram utilizados apenas para complementação ou confirmação de dados.

A Tabela 13, constante no Apêndice, contemos dados coletados para cada uma das 43 instituições, referentes às variáveis descritas na presente seção.

Utilizando-se da metodologia apresentada nesta seção e com base nos dados coletados para cada DMU, seguem evidenciados no próximo capítulo os resultados obtidos na presente pesquisa.

4. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com a estimação da fronteira de produção eficiente, considerando retornos variáveis de escala e orientação a produto, para as Universidades Federais brasileiras da amostra.

4.1 Análise da eficiência relativa das universidades brasileiras para o ano de 2015

Após o processamento dos dados, utilizando-se a metodologia DEA-BCC, é possível a verificação da eficiência relativa das Universidades Federais brasileiras. Para facilitar a percepção do comportamento das unidades analisadas, os resultados do grau de eficiência relativa podem ser divididos em quatro categorias: muito baixa, baixa, média e alta, conforme quadro a seguir:

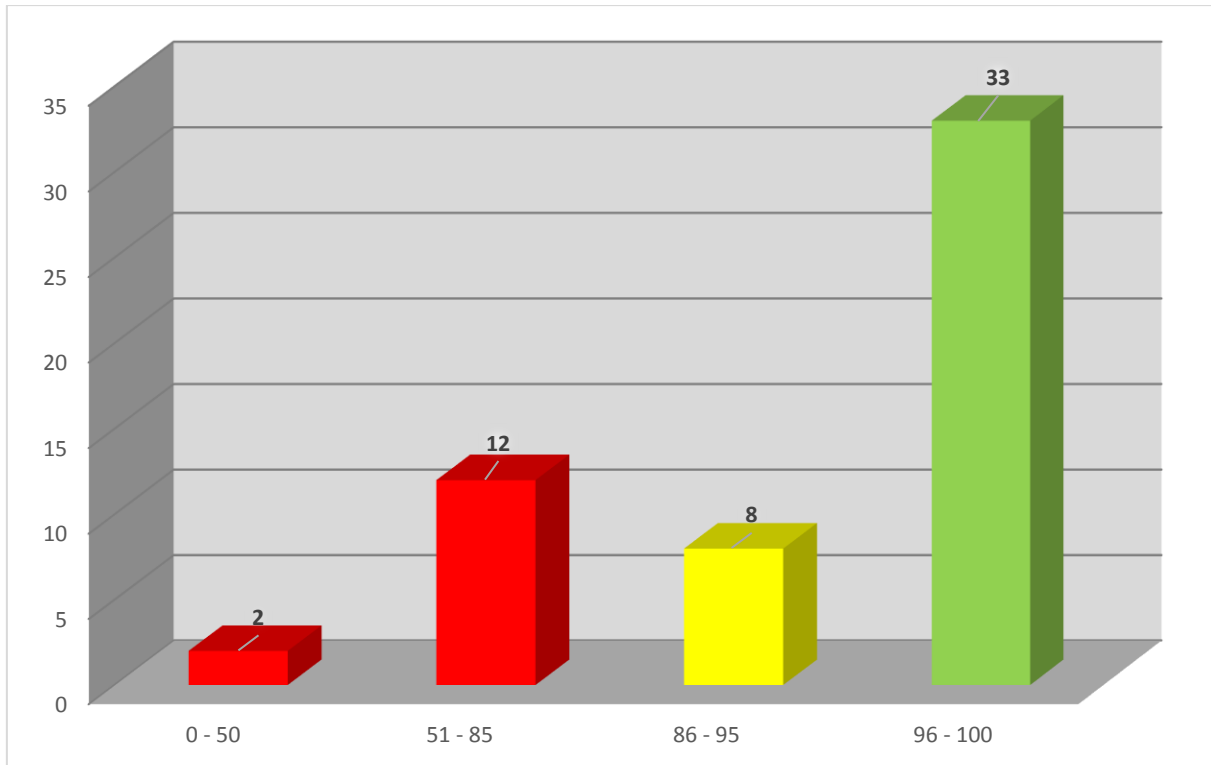
Quadro 3 – Grau de eficiência relativa

CATEGORIA	DISCRIMINAÇÃO
Muito Baixa	Eficiência $\leq 50\%$
Baixa	$51\% < \text{Eficiência} \leq 85\%$
Média	$86\% < \text{Eficiência} \leq 95\%$
Alta	Eficiência $> 95\%$

Fonte: Adaptado de Cavalcante (2011)

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição das DMUs analisadas por categoria, considerando o grau de eficiência relativa encontrado, destacando nas colunas vermelhas, as DMUs que se encontram nas categorias muito baixa e baixa, na coluna amarela as DMUs enquadradas na categoria média e na coluna verde, as DMUs cuja eficiência encontra-se na categoria alta:

Gráfico 1 – Distribuição das DMUs por Categoria



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Conforme os dados expostos acima, observa-se que a maior parte das cinquenta e cinco DMUs observadas, encontra-se na categoria de eficiência alta, correspondendo a 60% da amostra; 8 universidades são consideradas com nível de eficiência média;

Doze universidades estão classificadas em níveis de eficiência entre 51 e 85%, o que é considerado como baixa eficiência; e duas universidades encontram-se na categoria de eficiência relativa muito baixa.

Os resultados expostos adiante devem ser interpretados considerando que a segunda coluna apresenta os valores dos escores de eficiência técnica sob a suposição de retornos constantes de escala, a terceira coluna apresenta os escores de eficiência para o modelo de retornos variáveis de escala, a quarta coluna exibe a eficiência de escala, a quinta coluna o tipo de rendimento em que cada universidade opera e a sexta coluna apresenta a posição da DMU no rank, de acordo com os resultados do modelo.

Para facilitar a compreensão dos dados apresentados a seguir, cabe ainda destacar que, de acordo com Guerreiro (2006) 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”.

Tabela2 - Resultados da Análise Envoltória de Dados (DEA) para Eficiência das Universidades Federais(Continua)

DMU	ET – RCE*	ET- RVE**	EE***	RTS	RANK
UFG	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFC	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFPI	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFRPE	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFERSA	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFPA	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFT	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UNIFAL	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFJF	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFMG	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFSJ	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFRJ	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFF	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFPEL	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFSM	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFPR	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFRGS	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UTFPR	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UFABC	1,000	1,000	1,000	Constante	1
UNIFAP	0,915	1,000	0,915	Crescente	20
UFS	0,906	1,000	0,906	Crescente	21
UFCG	0,968	1,000	0,968	Crescente	22
UFCSPA	0,977	1,000	0,977	Crescente	23
UFSC	0,985	1,000	0,985	Decrescente	24
UFVJM	0,958	1,000	0,958	Crescente	25
UFPE	0,985	1,000	0,985	Crescente	26
UFRB	0,757	1,000	0,757	Crescente	27
UFU	0,998	0,999	0,999	Decrescente	28
UFSCar	0,990	0,991	0,999	Crescente	29
UFRN	0,946	0,985	0,960	Crescente	30
UFOP	0,955	0,976	0,978	Crescente	31
UNIFESP	0,952	0,964	0,987	Decrescente	32
UNB	0,944	0,963	0,980	Crescente	33
UFAL	0,913	0,952	0,959	Crescente	34
UFBA	0,945	0,946	0,999	Crescente	35
UFRA	0,801	0,938	0,854	Crescente	36

Fonte: Dados da pesquisa.

Resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA.

* Eficiência Técnica com Retornos Constantes de Escala

**Eficiência Técnica com Retornos Variáveis de Escala

*** Eficiência de Escala

Tabela 2 - Resultados da Análise Envoltória de Dados (DEA) para Eficiência das Universidades Federais (Conclusão)

DMU	ET – RCE*	ET- RVE**	EE***	RTS	RANK
UFLA	0,900	0,927	0,971	Crescente	37
UFMT	0,917	0,918	0,998	Crescente	38
UFPB	0,915	0,918	0,997	Crescente	39
UFES	0,893	0,907	0,984	Crescente	40
UNIFEI	0,843	0,863	0,976	Crescente	41
UFGD	0,802	0,810	0,989	Crescente	42
UFRRJ	0,791	0,808	0,978	Crescente	43
UFTM	0,806	0,807	0,999	Crescente	44
UFMS	0,804	0,807	0,997	Crescente	45
UFMA	0,802	0,804	0,998	Crescente	46
UFRR	0,745	0,790	0,942	Crescente	47
UFAC	0,710	0,730	0,972	Crescente	48
UNIVASF	0,717	0,725	0,989	Crescente	49
FURG	0,714	0,714	0,999	Crescente	50
UNIPAMPA	0,654	0,686	0,953	Crescente	51
UNIRIO	0,608	0,635	0,958	Crescente	52
UNIR	0,614	0,631	0,974	Crescente	53
UNILA	0,476	0,481	0,991	Crescente	54
UFFS	0,445	0,458	0,971	Crescente	55

Fonte: Dados da pesquisa.

Resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA.

* Eficiência Técnica com Retornos Constantes de Escala

**Eficiência Técnica com Retornos Variáveis de Escala

*** Eficiência de Escala

Como mencionado anteriormente, para encontrar a eficiência de escala o modelo realiza uma divisão da eficiência técnica sob retornos constantes de escala pela eficiência técnica sob retornos variáveis de escala. Somente aquelas DMUs que obtiverem o índice de eficiência igual a 1 ou 100% para os três tipos de eficiência será considerado eficiente no âmbito no modelo DEA-BCC.

Assim, de acordo com os resultados encontrados, as universidades que estão na fronteira de eficiência técnica e de escala, considerando o modelo adotado são: Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal do Tocantins (UFT), Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal

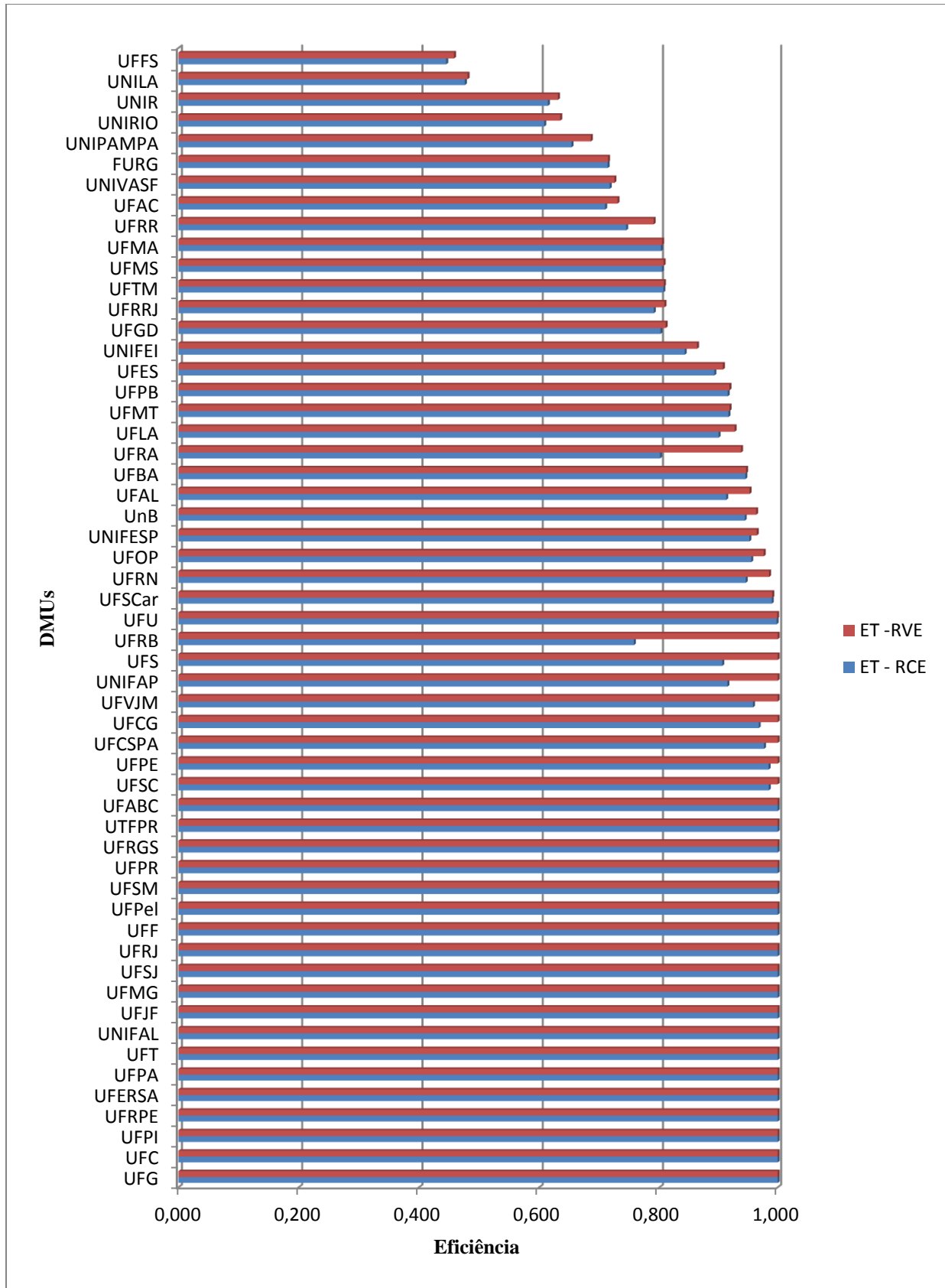
Fluminense (UFF), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Universidade Federal do ABC (UFABC). Todas estas universidades operam com retornos constantes de escala, ou seja, com a escala ótima de produção.

Algumas universidades são ineficientes por operarem em escala incorreta, uma vez que sua medida de eficiência com rendimentos variáveis é máxima, operando com retornos crescentes ou decrescentes. Estes são os casos da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Tais universidades operam com rendimentos crescentes de escala.

Zhu (2009) *apud* Cavalcante (2011) afirma que os valores obtidos para a eficiência técnica, considerando o modelo com retornos variáveis de escala (BCC), são maiores do que aqueles obtidos no modelo com retornos constantes de escala (CCR). Assim, se uma DMU é eficiente no modelo CCR, então ela é eficiente no modelo BCC.

Essa afirmação pode ser constatada na Tabela 3, onde é possível verificar que a UFG, a UFC, a UFPI, a UFRPE, a UFERSA, a UFPA, a UFT, a UNIFAL, a UFJF, a UFMG, a UFSJ, a UFRJ, a UFF, a UFPEL, a UFSM, a UFPR, a UFRGS, a UTFPR e a UFABC são eficientes se considerarmos isoladamente o modelo CCR e quando considerado, também de maneira isolada, o modelo BCC verifica-se que essas mesmas DMUs são eficientes, acrescidas das DMUs: UNIFAP, UFS, UFCG, UFCSPA, UFSC, UFVJM, UFPE e UFRB. No Gráfico 3, a seguir, tem-se uma apresentação mais clara dessa constatação.

Gráfico 2 – Eficiência Técnica - Retornos Constantes e Variáveis de Escala



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

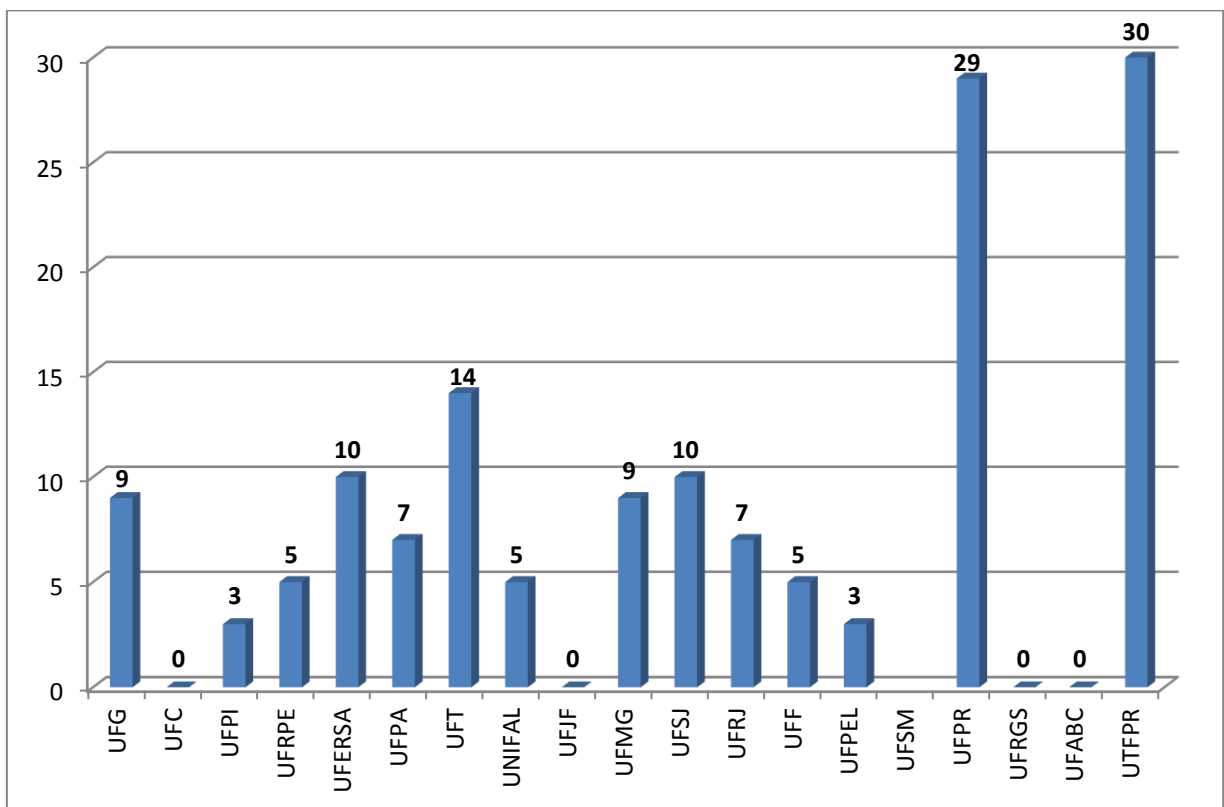
4.2 Análise de *benchmarks* ou unidades de referência

De acordo com Cavalcante (2011), “para cada unidade ineficiente observada, o método DEA identifica um conjunto de unidades eficientes que possuem recursos (*inputs*) e resultados (*outputs*) mais semelhantes com a unidade ineficiente para formar seu grupo de referência para o *benchmark*”.

Conforme já mencionado no Capítulo 3, os modelos DEA permitem a identificação das DMUs mais eficientes para um determinado grupo, por meio de sua projeção na fronteira de eficiência, determinando assim o *benchmark* exercido pelas instituições eficientes sobre as ineficientes.

Os resultados apresentados pelo pacote DEA para o software STATA evidenciaram as unidades de referência para as DMUs ineficientes. De acordo com os dados expostos a seguir, as unidades de referência para a amostra utilizada são as universidades que foram consideradas eficientes para o modelo DEA-BCC. A Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) se destacaram por serem *benchmarks* para 29 e 30 universidades, respectivamente.

Gráfico 3 – Frequência de Referência das DMUs Eficientes



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Quadro 4– DMUs de Referência para as DMUs Ineficientes

DMU INEFICIENTE	POSIÇÃO NO RANK	DMU DE REFERENCIA
UNIFAP	20	UFT
UFS	21	UFSJ, UFPR, UTFPR
UFCEG	22	UFSJ, UFPR, UTFPR
UFCESPA	23	UFG, UFERSA, UFT, UTFPR
UFSC	24	UFPA, UFMG, UFF, UFPR, UTFPR
UFVJM	25	UFRPE, UFERSA, UFPR, UTFPR
UFPE	26	UFPA, UFMG, UFPR, UTFPR
UFRB	27	UFSJ, UFPR, UTFPR
UFU	28	UFG, UFERSA, UFMG, UFSJ, UFSM, UFPR
UFSCar	29	UFPA, UFMG, UFF, UFPR, UTFPR
UFRN	30	UFG, UFPA, UFT, UFPR, UTFPR
UFOP	31	UNIFAL, UFSJ, UFPR, UTFPR
UNIFESP	32	UFG, UFERSA, UFMG, UTFPR
UnB	33	UFMG, UFRJ, UFPR, UTFPR
UFAL	34	UFT, UFSJ, UFPR, UTFPR
UFBA	35	UFRJ, UFF, UFPEL, UFPR, UTFPR
UFRA	36	UFT, UNIFAL, UFSJ
UFLA	37	UFPR, UTFPR
UFMT	38	UFG, UFPI, UFT, UFPR, UTFPR
UFPB	39	UFRPE, UFF, UFSM, UFPR, UTFPR
UFES	40	UFG, UFERSA, UFT, UFMG, UFPR, UTFPR
UNIFEI	41	UFT, UFSJ, UFPR, UTFPR
UFGD	42	UNIFAL, UFSJ, UFPR, UTFPR
UFRRJ	43	UFRPE, UFRJ, UFPEL, UFPR, UTFPR
UFTM	44	UFG, UFERSA, UFMG, UFF, UTFPR
UFMS	45	UFG, UFPI, UFT, UFPR, UTFPR
UFMA	46	UFG, UFRPE, UFERSA, UFRJ, UFPR, UTFPR
UFRR	47	UFERSA, UFRJ, UFPR
UFAC	48	UFPA, UFT, UTFPR
UNIVASF	49	UNIFAL, UFSJ, UFPR
FURG	50	UFRPE, UFMG, UFRJ, UFPR, UTFPR
UNIPAMPA	51	UFPI, UFT, UNIFAL, UFPR
UNIRIO	52	UFPA, UFT, UFPR, UTFPR
UNIR	53	UFPA, UFT, UFPR, UTFPR
UNILA	54	UFERSA, UFRJ, UFPEL, UTFPR
UFFS	55	UFERSA, UFT, UFPR, UTFPR

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA.

Conforme verificado no Quadro 4, as DMUs ineficientes possuem no máximo seis instituições *benchmark*, sendo a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) aquelas que possuem esse número de unidades de referência.

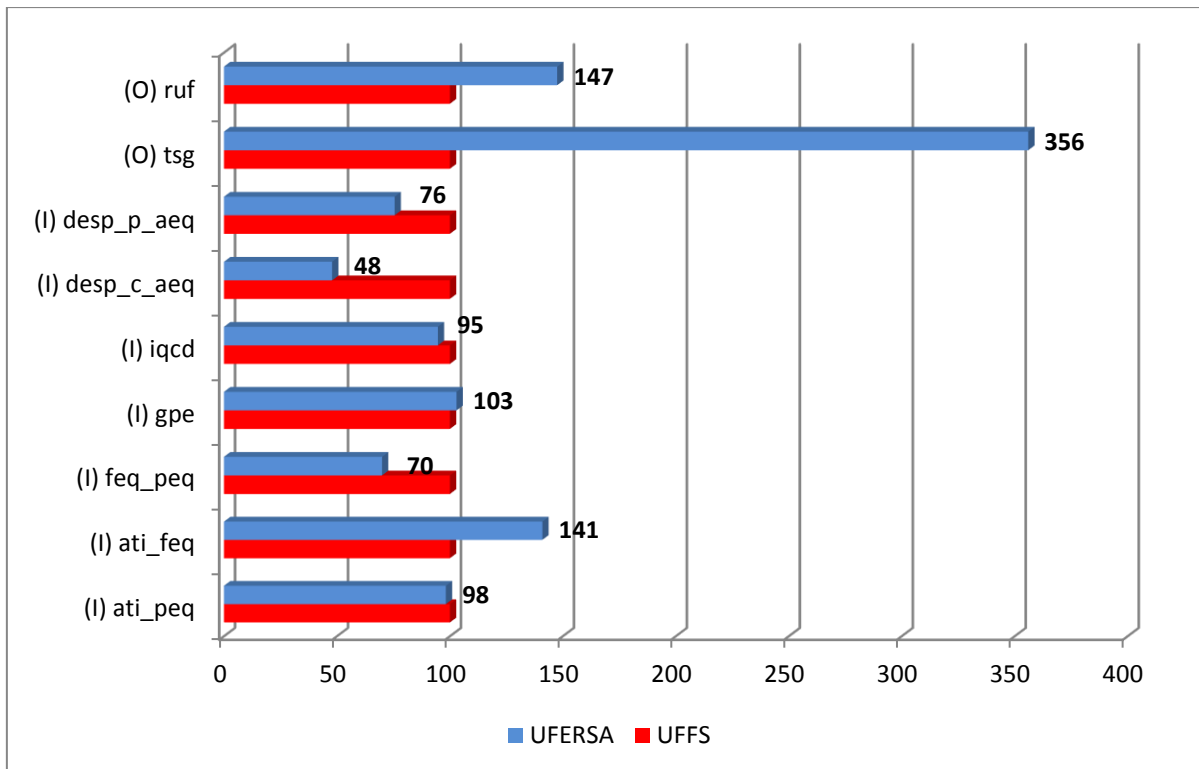
Destaque-se que o modelo DEA vincula como unidade de referência aquela DMU que possui características mais assemelhadas, quanto aos *inputs* e *outputs*, com relação à DMU para quem ela é *benchmark*.

Assim, verifica-se que existem grupos de unidades de referência que se repetem com maior frequência, como é o caso, por exemplo, da Universidade Federal do Tocantins, da Universidade Federal do Paraná e da Universidade Tecnológica do Paraná. Juntas, essas três universidades constituem *benchmarks* para um total de nove universidades classificadas como ineficientes: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Universidade Federal de Alagoas, Universidade Federal do Mato Grosso, Universidade Federal do Espírito Santo, Universidade Federal de Itajubá, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Universidade Federal de Rondônia e Universidade Federal da Fronteira Sul.

Destaque-se ainda que, a Universidade Federal do Ceará (UFC), a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Universidade Federal do ABC (UFABC), apesar de serem eficientes, não são unidades referência para nenhuma outra instituição. Araújo (2016) afirma que “o fato de uma unidade ter sido classificada como eficiente, não significa que ela será referência para as IFES ineficientes. Ou seja, nem toda unidade que faz parte da fronteira de eficiência, será benchmarking para as outras DMU’s”.

Como também pôde ser visto a Universidade Federal Da Fronteira Sul foi considerada a mais ineficiente das unidades em análise. Para um melhor entendimento das causas de ineficiência dessa instituição seguem expostos os comparativos dos *inputs* e *outputs* da UFFS com as suas unidades de referência (UFERSA, UFT, UFPR e UTFPR). Tais comparações são apresentadas nos gráficos 4, 5, 6 e 7 a seguir. Destaque-se que os valores expostos estão em percentuais. Na cor vermelha está destacada a unidade ineficiente e na cor azul a unidade de referência.

Gráfico 4 – Comparativo de Inputs e Outputs – UFFS/UFERSA

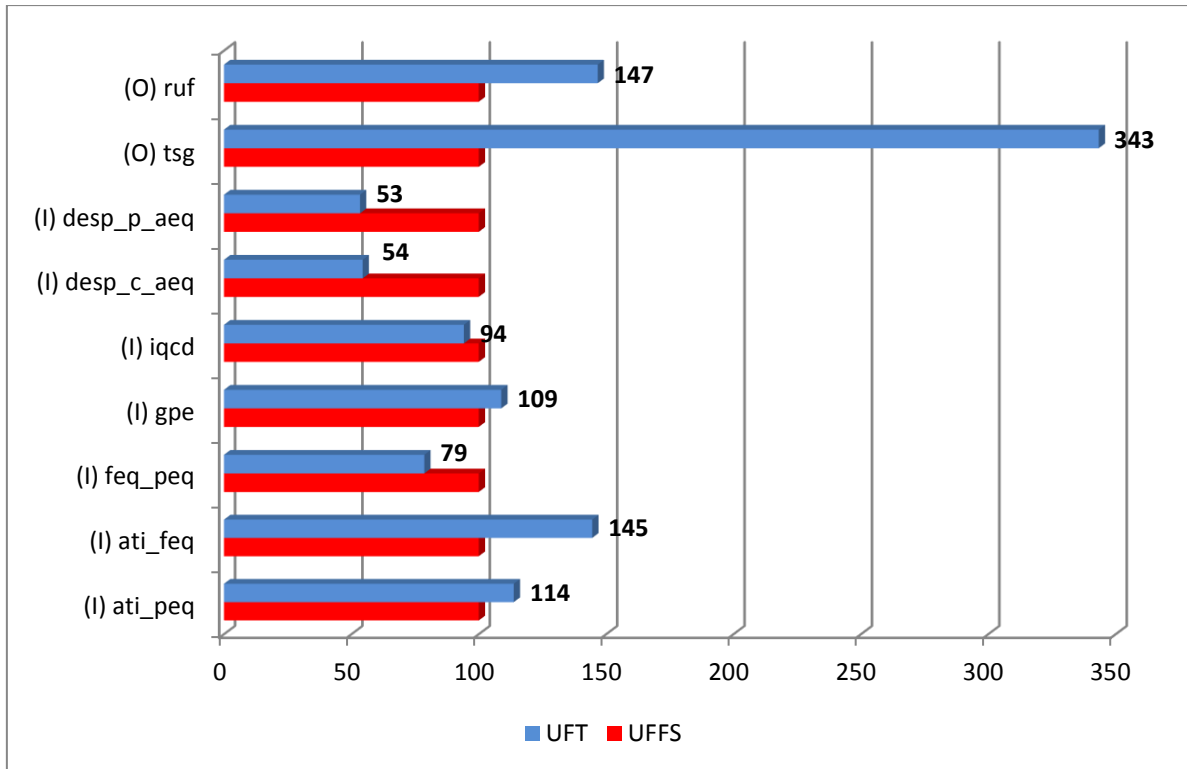


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Percebe-se, conforme Gráfico 4, que a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) alcançou um número 47% maior que a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) no *output* Ranking universitário da folha e 256% maior no *output* Taxa de sucesso na graduação, o que pode ser um indicativo dos motivos para o alcance do nível de eficiência máxima pela UFERSA.

Destaque-se que a UFERSA apresentou ainda valores inferiores em 24% e 52% para os *inputs* Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente da graduação e Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente da graduação, respectivamente. Com relação ao fator de entrada Aluno em tempo integral/Professor equivalente, verifica-se que a unidade de referência apresentou um valor 41% maior que a UFFS.

Gráfico 5 – Comparativo de Inputs e Outputs – UFFS/UFT

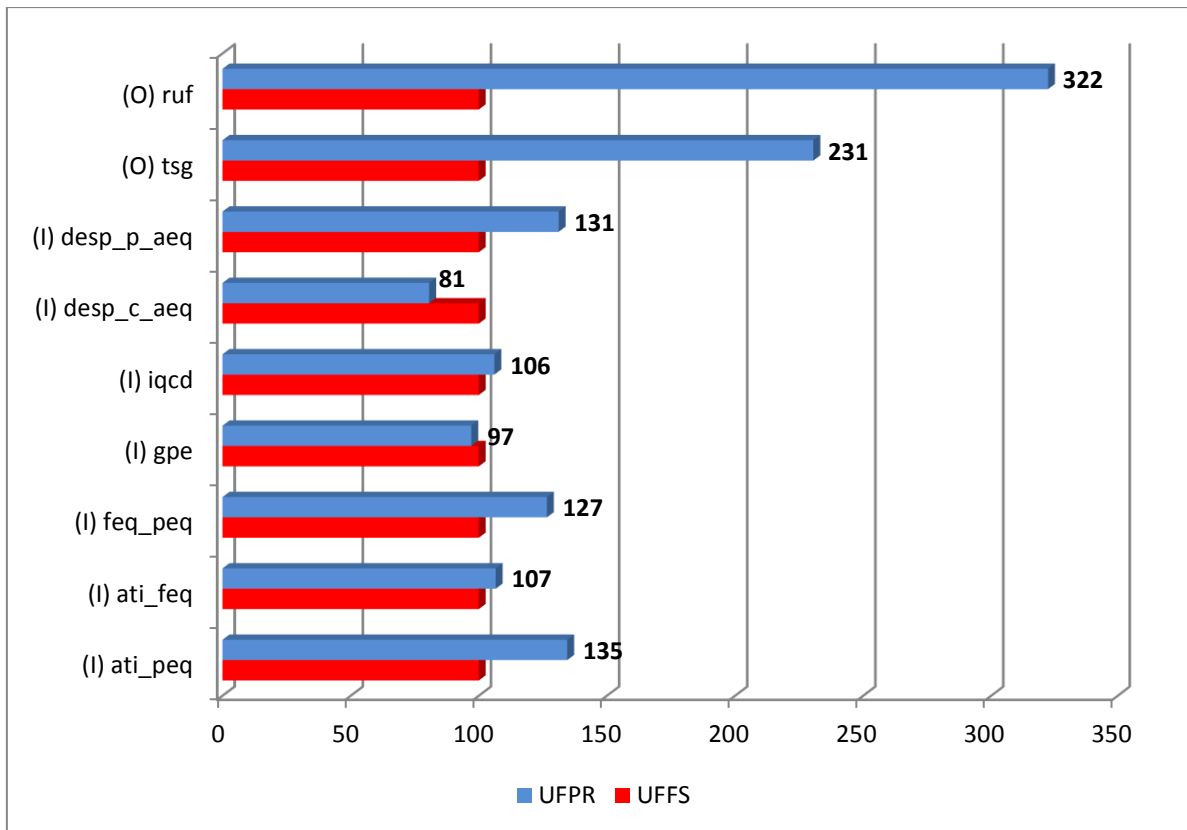


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Nota-se que, com relação aos *outputs*, a Universidade Federal do Tocantins alcançou resultados bem superiores à Universidade Federal da Fronteira Sul, destacando-se o resultado para Taxa de sucesso na graduação, superior em 243% com relação à unidade ineficiente. No que concerne aos *inputs*, a unidade de referência apresentou valores inferiores em 47% para Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente, 46% para Total de outras despesas correntes/Aluno Equivalente, 6% para Índice de qualificação do corpo docente e 21% para Funcionário equivalente/Professor equivalente.

Observa-se que a UFT apresentou valor superior em 9% para o *input* Grau de participação estudantil, em 45% para o *input* Aluno em tempo integral/Funcionário equivalente e em 14% para o *input* Aluno em tempo integral/Professor equivalente.

Gráfico 6 – Comparativo de Inputs e Outputs – UFFS/UFPR

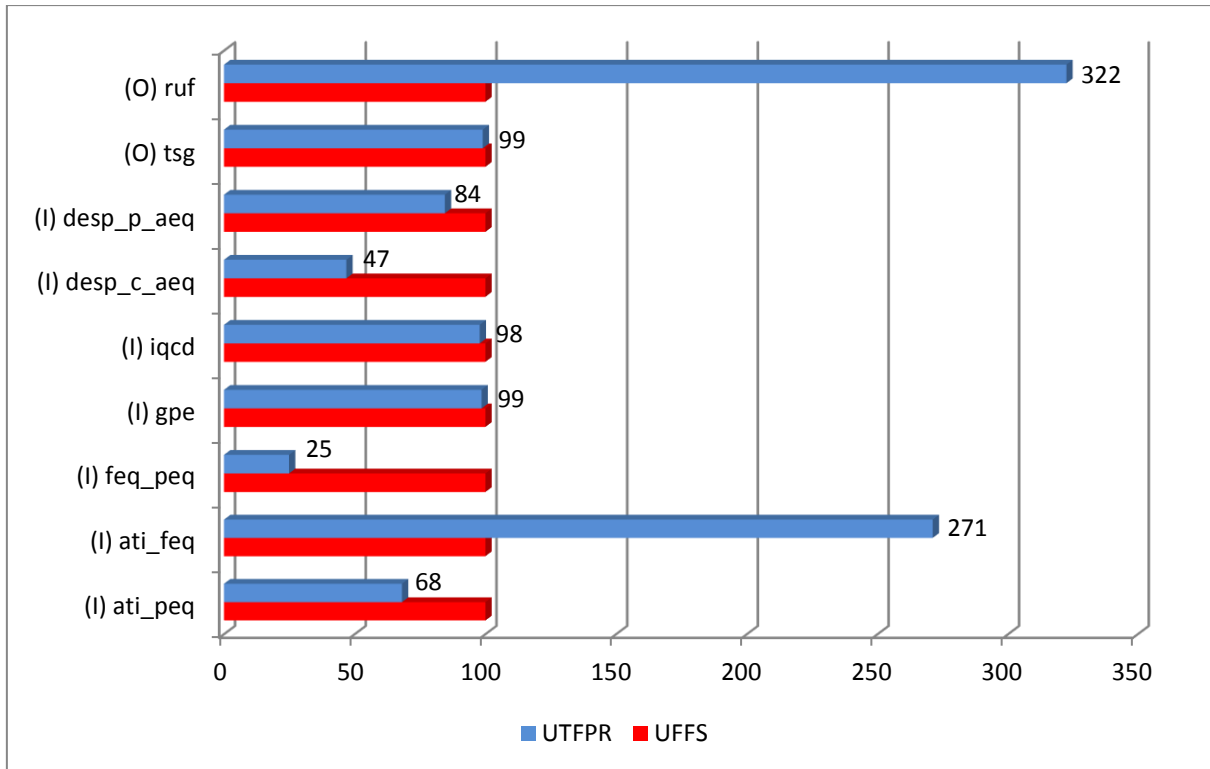


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

A Universidade Federal do Paraná, por sua vez, alcançou valores superiores em 222% para o *output* Ranking universitário da folha e 231% para o *output* Taxa de sucesso na graduação, em relação à Universidade Federal de Rondônia. Quanto aos *inputs*, a unidade de referência apresentou valores mais baixos em 19% para Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente da graduação 3% para Grau de participação estudantil.

Destaque-se ainda que a UFPR apresentou valores superiores em 31% para Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente, em 6% para Índice de qualificação do corpo docente, em 27% Funcionário equivalente/Professor equivalente, em 7% para Aluno em tempo integral/Funcionário equivalente e em 35% para o *input* Aluno em tempo integral/Professor equivalente.

Gráfico 7 – Comparativo de Inputs e Outputs – UFFS/UTFPR



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Comparando-se a unidade de referência Universidade Tecnológica Federal do Paraná com a unidade ineficiente UFFS, o destaque é dado ao *output* Ranking universitário da folha, o qual possui valor consideravelmente superior àquele alcançado pela UNIR, apresentando valor maior em 222%. Quanto ao *output* Taxa de sucesso na graduação verifica-se que a unidade ineficiente apresentou valor maior em 1%.

Observa-se ainda, com base no Gráfico 7, que a UTFPR utilizou uma quantidade significativamente maior do fator de entrada Aluno em tempo integral/Funcionário equivalente, o qual foi superior em 171% em comparação com a UFFS. Para todos os outros *inputs*, a UTFPR utilizou quantidades inferiores.

Assim, pelos dados expostos nos Gráficos 4, 5, 6 e 7, sugere-se à Universidade Federal da Fronteira Sul que analise as práticas adotadas por suas unidades de referência, buscando assim identificar os motivos que estão afetando a sua eficiência relativa. Ressalte-se que os resultados da análise envoltória de dados demonstraram que a Universidade Federal do Paraná possui o maior coeficiente como unidade de referência para a UFFS, devendo, portanto ser priorizada para a realização do *benchmarking* por essa universidade.

4.3 Análise dos potenciais de melhoria das unidades ineficientes

De acordo com Araújo (2016), “a avaliação dos excessos e escassez dos fatores de *inputs* e *outputs* projetados no modelo DEA é ferramenta importante no processo de tomada de decisão”. Desta feita, verifica-se a pertinência de serem demonstrados os potenciais de melhoria das DMUs classificadas como ineficientes.

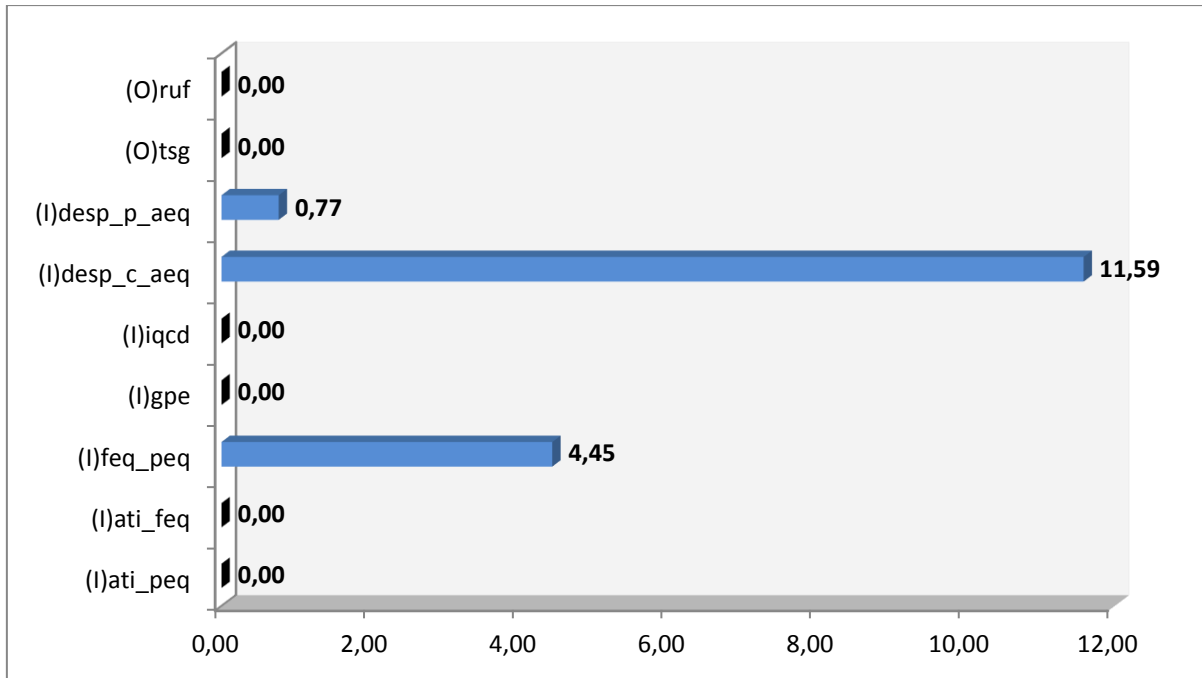
Assim, considerando a seleção de uma amostra das 10 instituições mais ineficientes, será realizada uma análise individualizada para cada uma dessas DMUs. Serão caracterizados valores de *inputs* e *outputs* que apresentam escassez ou excesso e da meta a ser atingida por cada instituição, para que seja alcançada a eficiência relativa.

Tabela 3 – Potenciais Melhorias da UFMA

Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	58,40	58,40	0,00
(O)tsg	37,35	37,35	0,00
(I)desp_p_aeq	24.171,30	23.985,44	0,77
(I)desp_c_aeq	5.530,29	4.889,34	11,59
(I)iqcd	3,91	3,91	0,00
(I)gpe	0,70	0,70	0,00
(I)feq_peq	1,45	1,39	4,45
(I)ati_feq	6,64	6,64	0,00
(I)ati_peq	9,61	9,61	0,00

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

De acordo com os dados expostos na Tabela 3, a Universidade Federal do Maranhão (UFMA), não possui escassez em nenhum *output*. Pode ser verificado que a fonte de sua ineficiência está nos *inputs*: Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente da graduação; Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente da graduação; e Funcionário equivalente/Professor equivalente, sendo o segundo *input* mencionado aquele que apresenta maior folga, havendo a possibilidade redução de 11,59%. O Gráfico 8 a seguir demonstra os resultados mencionados de forma mais compreensível.

Gráfico 8 – Fatores em Excesso e Escassez da UFMA

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

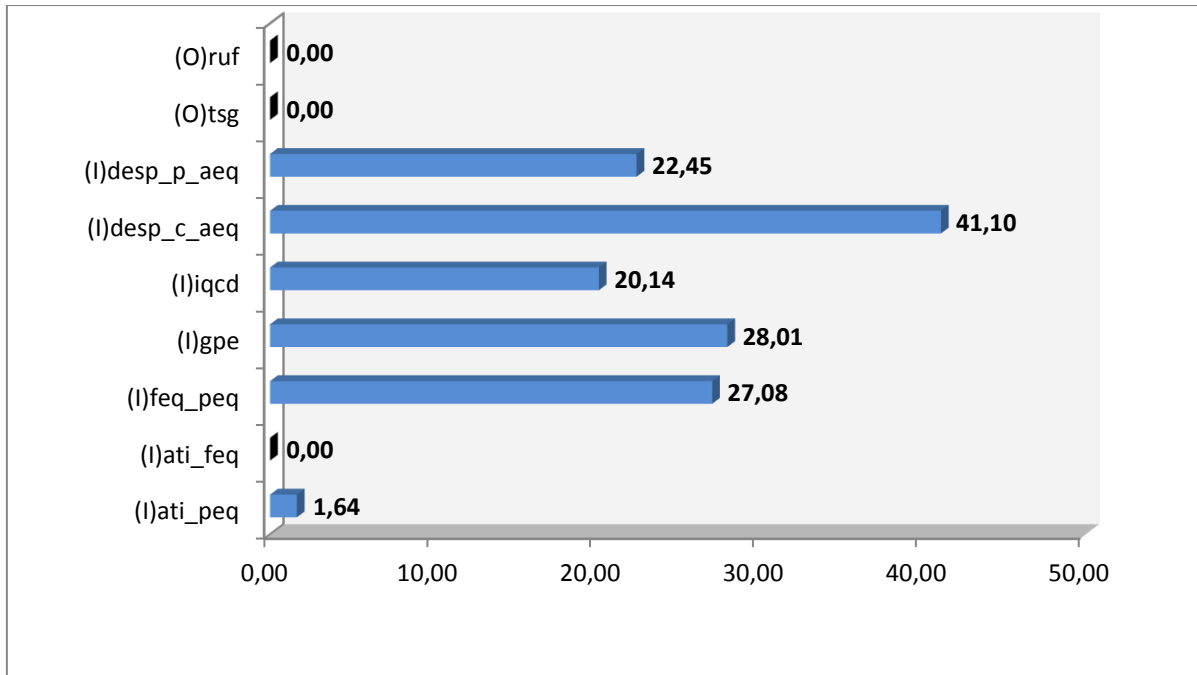
A tabela a seguir apresenta os resultados, quanto aos potenciais de melhoria para a Universidade Federal de Roraima (UFRR), considerando as escassezes e excessos calculados na aplicação do pacote DEA no software STATA.

Tabela 4 – Potenciais Melhorias da UFRR

Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	31,49	31,49	0,00
(O)tsg	38,30	38,30	0,00
(I)desp_p_aeq	21.063,80	21.063,80	22,45
(I)desp_c_aeq	6.662,51	3.924,01	41,10
(I)iqcd	3,44	2,75	20,14
(I)gpe	0,67	0,48	28,01
(I)feq_peq	1,60	1,17	27,08
(I)ati_feq	4,63	4,63	0,00
(I)ati_peq	7,41	7,29	1,64

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Nota-se que a Universidade Federal de Roraima (UFRR), possui excesso em todos os *inputs*, com exceção do Aluno em tempo integral/Funcionário equivalente. O insumo que apresenta a maior folga é Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente, o qual precisa ser reduzido em 41,10%. Quanto aos *outputs*, não se verifica a existência de escassez.

Gráfico 9 – Fatores em Excesso e Escassez da UFRR

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Pelo exposto no Gráfico 9 acima, verifica-se o tamanho da ineficiência da Universidade Federal de Roraima (UFRR) e o quanto é necessário reduzir de insumos para que ela alcance a eficiência relativa.

A seguir apresentam-se os resultados, quanto aos potenciais de melhoria para a Universidade Federal do Acre (UFAC), considerando as folgas apresentadas na aplicação do pacote DEA no software STATA

Tabela 5 – Potenciais Melhorias da UFAC

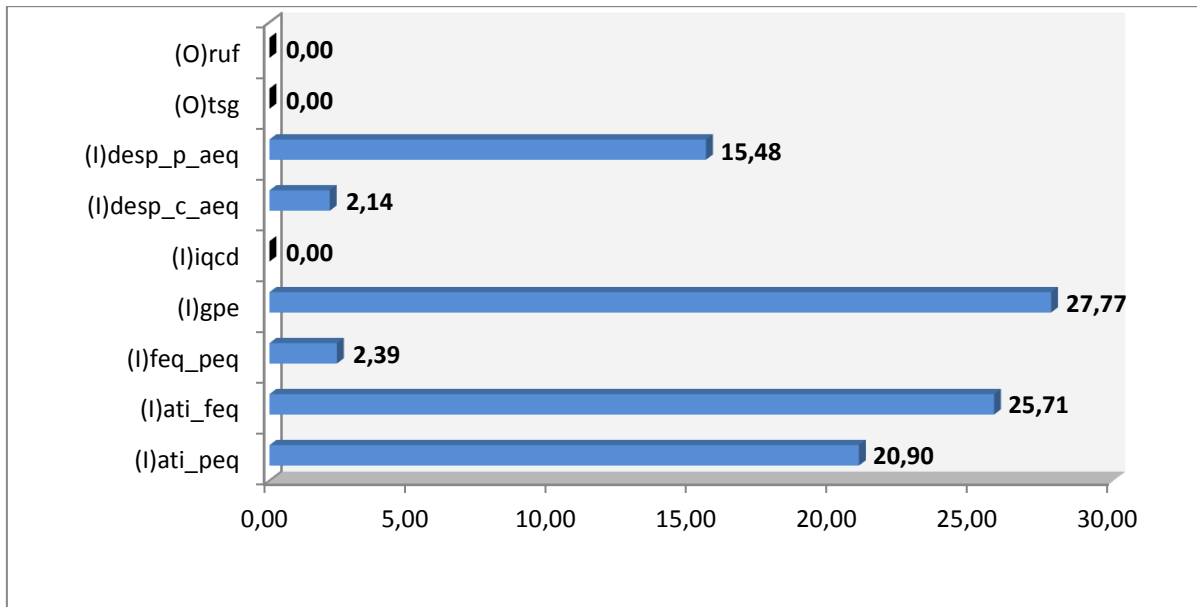
Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	36,24	36,24	0,00
(O)tsg	48,00	48,00	0,00
(I)desp_p_aeq	16.174,30	13.670,97	15,48
(I)desp_c_aeq	3.761,82	3.681,33	2,14
(I)iqcd	3,48	3,48	0,00
(I)gpe	1,03	0,74	27,77
(I)feq_peq	1,11	1,08	2,39
(I)ati_feq	14,37	10,67	25,71
(I)ati_peq	15,95	12,62	20,90

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

De acordo com a Tabela 5, em que foram apresentados os fatores de excessos e escassezes da Universidade Federal do Acre (UFAC), destaca-se o seu potencial de melhoria,

no que concerne aos *inputs* Grau de participação estudantil e Aluno em tempo integral/Funcionário equivalente, podendo haver uma redução de 27,77% e 25,71%, respectivamente. O Gráfico 10 a seguir expõe-se os resultados mencionados, referentes à UFAC.

Gráfico 10 – Fatores em Excesso e Escassez da UFAC



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

A Tabela 6 apresenta os *inputs* e *outputs* com excesso ou escassez e o potencial de melhorias para a Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Tabela 6 – Potenciais Melhorias da UNIVASF

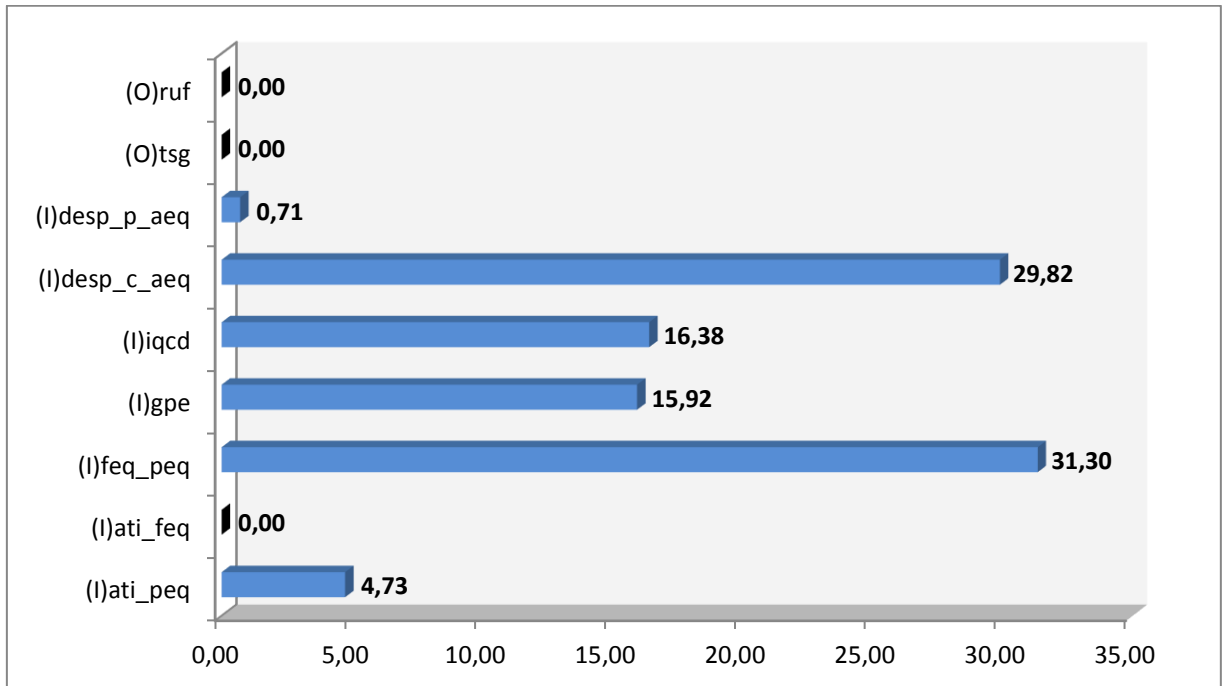
Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	33,26	33,26	0,00
(O)tsg	30,23	30,23	0,00
(D)desp_p_aeq	10.852,50	10.775,69	0,71
(D)desp_c_aeq	4.456,12	3.127,15	29,82
(D)iqcd	3,96	3,31	16,38
(D)gpe	0,72	0,61	15,92
(D)feq_peq	1,56	1,07	31,30
(D)ati_feq	6,60	6,60	0,00
(D)ati_peq	10,32	9,83	4,73

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Percebe-se que os *inputs* com maior folga são Total de outras despesas correntes/Aluno Equivalente, com um potencial de redução de 29,82%, e Funcionário

equivalente/Professor equivalente, o qual apresenta uma possibilidade de redução de 31,30%. Tais informações também podem ser verificado no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Fatores em Excesso e Escassez da UNIVASF



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Os dados da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) encontram-se expostos na Tabela 7, da mesma forma, apresentando as informações quanto aos excessos e escassez para os *inputs* e *outputs* e potenciais de melhoria.

Tabela 7 – Potenciais Melhorias da FURG

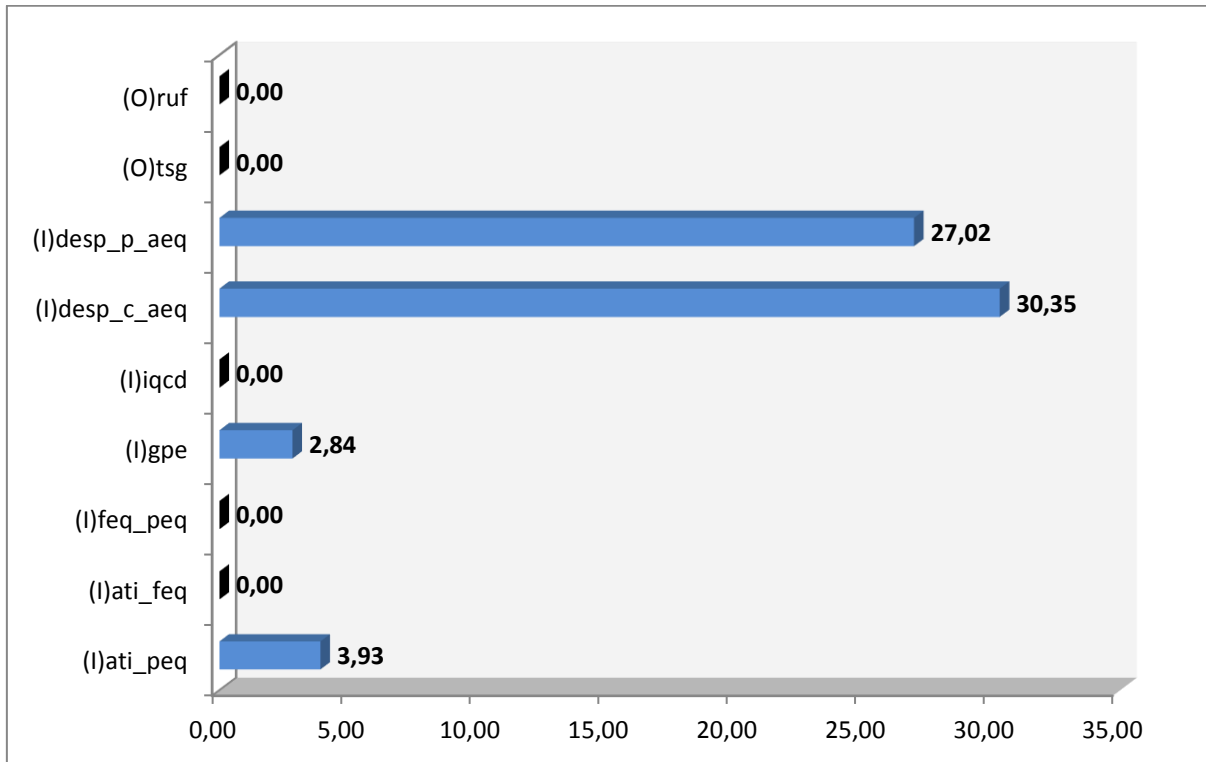
Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	64,34	64,34	0,00
(O)tsg	35,51	35,51	0,00
(I)desp_p_aeq	44.064,50	32.159,70	27,02
(I)desp_c_aeq	9.459,43	6.588,76	30,35
(I)iqcd	4,33	4,33	0,00
(I)gpe	0,79	0,77	2,84
(I)feq_peq	1,41	1,41	0,00
(I)ati_feq	8,97	8,97	0,00
(I)ati_peq	12,69	12,19	3,93

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Nota-se que o maior potencial de melhoria da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) está no *input* Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente da graduação, o qual apresentou uma possibilidade de redução de 27,02%. Da mesma forma que

as outras DMUs pertencentes a essa amostra das dez instituições mais ineficientes, a FURG não apresentou excesso nos fatores de *outputs*.

Gráfico 12 – Fatores em Excesso e Escassez da FURG



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

O Gráfico 12 apresenta de maneira mais inteligível os potenciais de melhoria da Universidade Federal do Rio Grande.

A Tabela 8 a seguir apresenta os *inputs* e *outputs* com excesso ou escassez e o potencial de melhorias para a Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA).

Tabela 8 – Potenciais Melhorias da UNIPAMPA

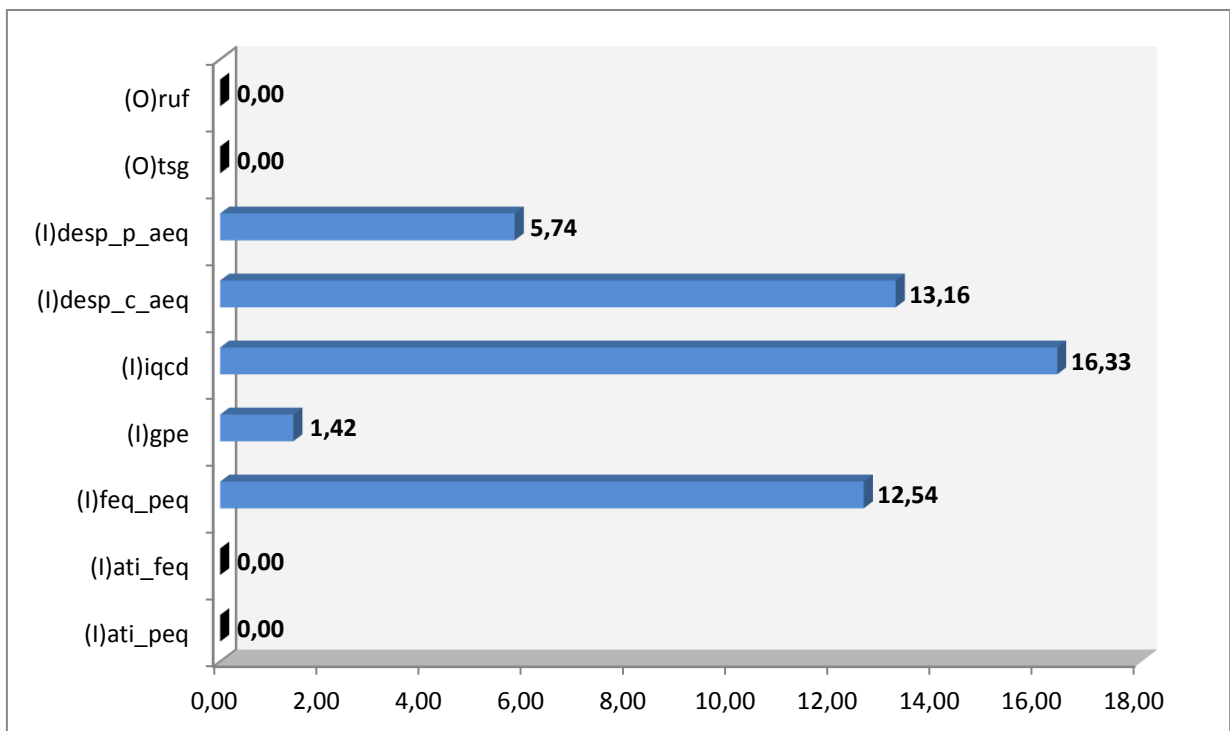
Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	37,53	37,53	0,00
(O)tsg	32,61	32,61	0,00
(I)desp_p_aeq	15.564,20	14.671,13	5,74
(I)desp_c_aeq	4.690,05	4.072,86	13,16
(I)iqcd	4,44	3,72	16,33
(I)gpe	0,71	0,70	1,42
(I)feq_peq	1,62	1,42	12,54
(I)ati_feq	6,17	6,17	0,00
(I)ati_peq	9,97	9,97	0,00

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Conforme verificado na Tabela 8 acima a Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) possui excesso nos insumos: Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente; Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente; Índice de qualificação do corpo docente; Grau de participação estudantil; e Funcionário equivalente/Professor equivalente.

O Gráfico 13 a seguir apresenta de forma mais clara os percentuais, os quais podem ser objeto de redução de *inputs* pela UNIPAMPA.

Gráfico 13 – Fatores em Excesso e Escassez da UNIPAMPA



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

A seguir estão expostos os resultados, quanto aos potenciais de melhoria para a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), considerando as folgas apresentadas na aplicação do pacote DEA no software STATA

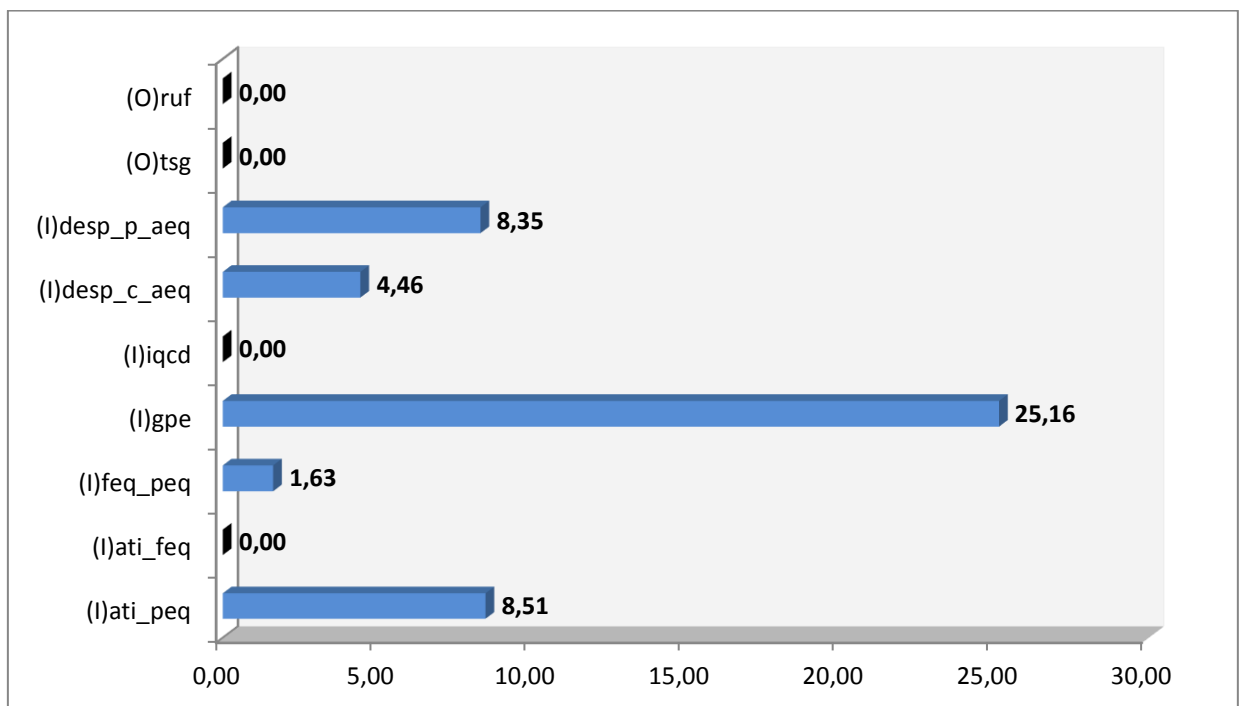
Tabela 9 – Potenciais Melhorias da UNIRIO

Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	44,44	44,44	0,00
(O)tsg	36,11	36,11	0,00
(I)desp_p_aeq	20.391,90	18.688,99	8,35
(I)desp_c_aeq	4.665,06	4.457,12	4,46
(I)iqcd	3,90	3,90	0,00
(I)gpe	1,09	0,82	25,16
(I)feq_peq	1,38	1,36	1,63
(I)ati_feq	9,60	9,60	0,00
(I)ati_peq	13,21	12,09	8,51

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Percebe-se que o fator de entrada que possui o maior potencial de redução para a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro é o Grau de participação estudantil, podendo ser reduzido em 25,16%, passando dos atuais 1,09 para 0,82.

O gráfico 14 traz de forma mais didática os potenciais de melhoria da UNIRIO.

Gráfico 14 – Fatores em Excesso e Escassez da UNIRIO

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

A tabela 10 apresenta os resultados, quanto aos potenciais de melhoria para a Universidade Federal de Rondônia (UNIR), com os respectivos fatores em escassez e/ou excesso.

Tabela 10 – Potenciais Melhorias da UNIR

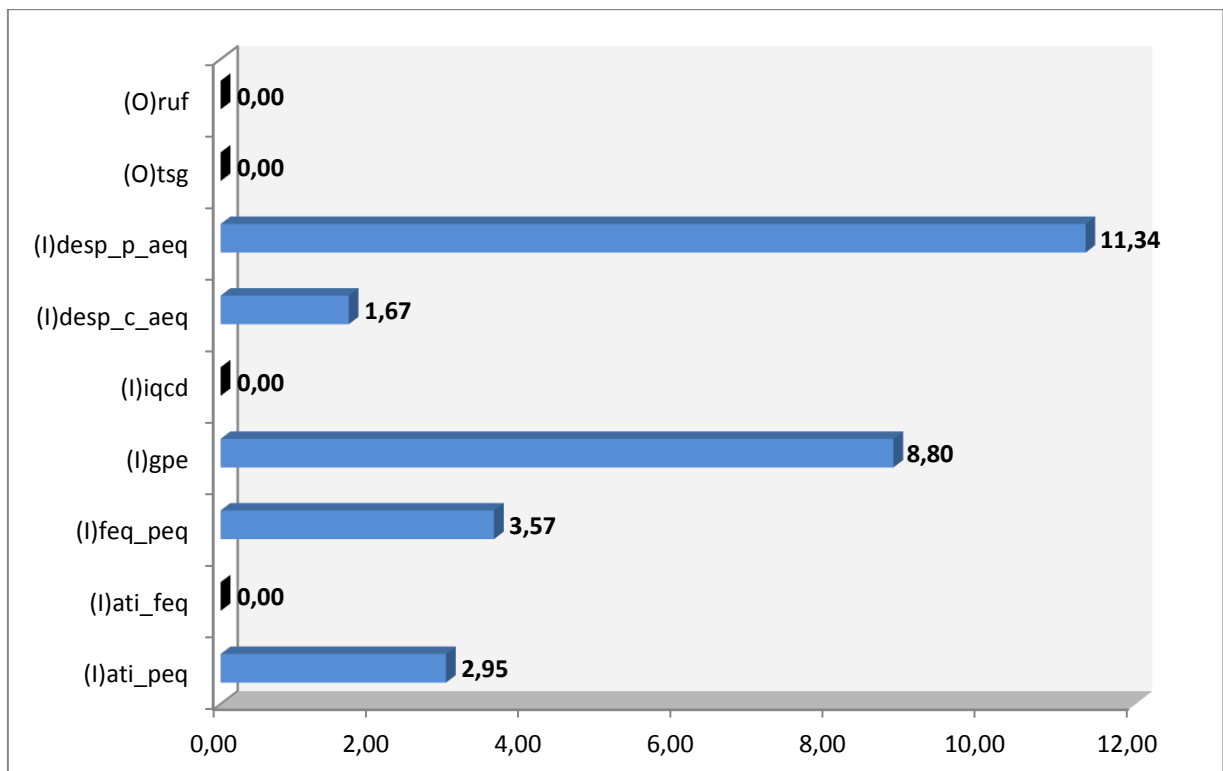
Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Varição %
(O)ruf	36,51	36,51	0,00
(O)tsg	42	42	0,00
(I)desp_p_aeq	18.984,20	16.832,08	11,34
(I)desp_c_aeq	4.359,13	4.286,13	1,67
(I)iqcd	3,75	3,75	0,00
(I)gpe	0,76	0,69	8,80
(I)feq_peq	1,53	1,48	3,57
(I)ati_feq	8,05	8,05	0,00
(I)ati_peq	12,35	11,99	2,95

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

A Universidade Federal de Rondônia apresentou folga de 11,34% no *input* Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente, de 1,67% no *input* Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente, de 8,80% no *input* Grau de participação estudantil, de 3,57% no *input* Funcionário equivalente/Professor equivalente e de 2,95% no *input* Aluno em tempo integral/Professor equivalente.

Quanto aos *outputs*, não se observou a existência de folga para a UNIR, o que também pode ser observado no Gráfico 15 adiante.

Gráfico 15 – Fatores em Excesso e Escassez da UNIR



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Na tabela 11 verificam-se os resultados para a Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), quanto aos seus potenciais de melhoria.

Tabela 11 – Potenciais Melhorias da UNILA

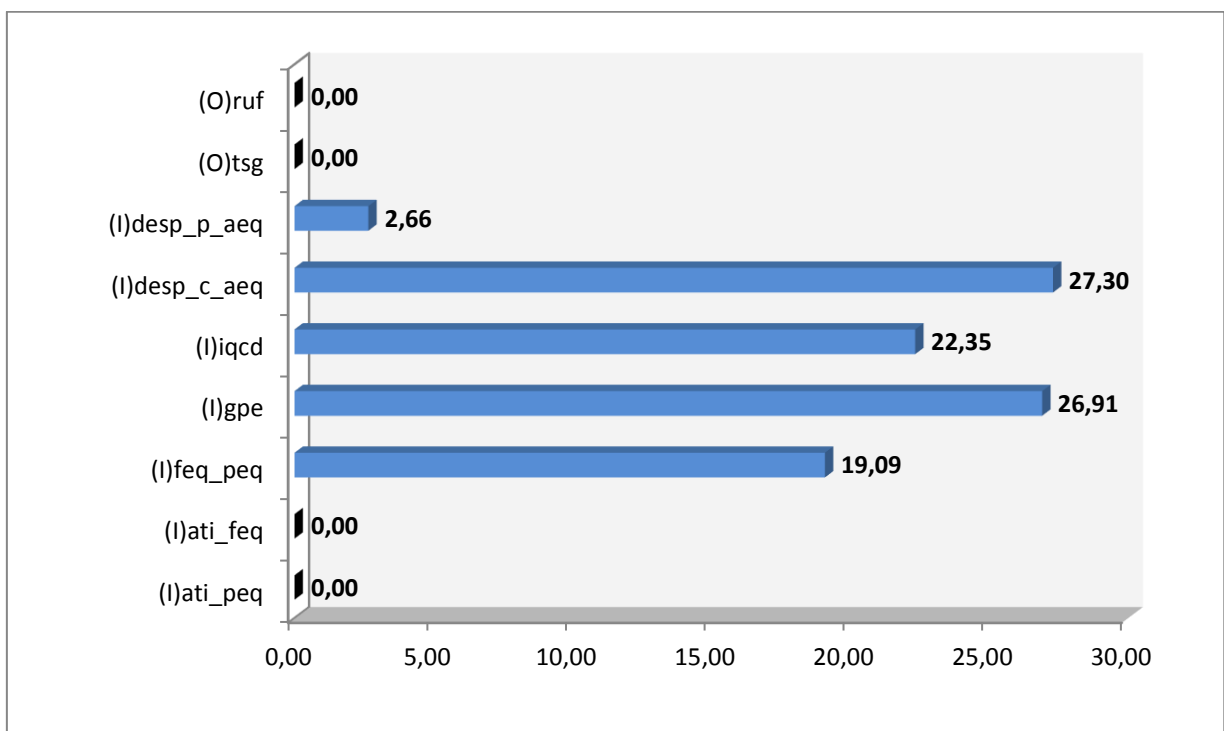
Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	22,49	22,49	0,00
(O)tsg	16,42	16,42	0,00
(I)desp_p_aeq	23.402,00	22.780,23	2,66
(I)desp_c_aeq	9.959,01	7.240,05	27,30
(I)iqcd	4,38	3,40	22,35
(I)gpe	0,80	0,58	26,91
(I)feq_peq	1,86	1,50	19,09
(I)ati_feq	3,33	3,33	0,00
(I)ati_peq	6,18	6,18	0,00

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Nota-se que a UNILA apresentou folgas importantes para alguns insumos, destacando-se o Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente, com possibilidade de redução de 27,30%.

A seguir, no Gráfico 16, apresentam-se todos os fatores com excesso ou escassez para a Universidade Federal da Integração Latino-Americana.

Gráfico 16 – Fatores em Excesso e Escassez da UNILA



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Os dados referentes aos fatores com excesso ou escassez para a Universidade Federal da Fronteira Sul estão expostos na Tabela 12.

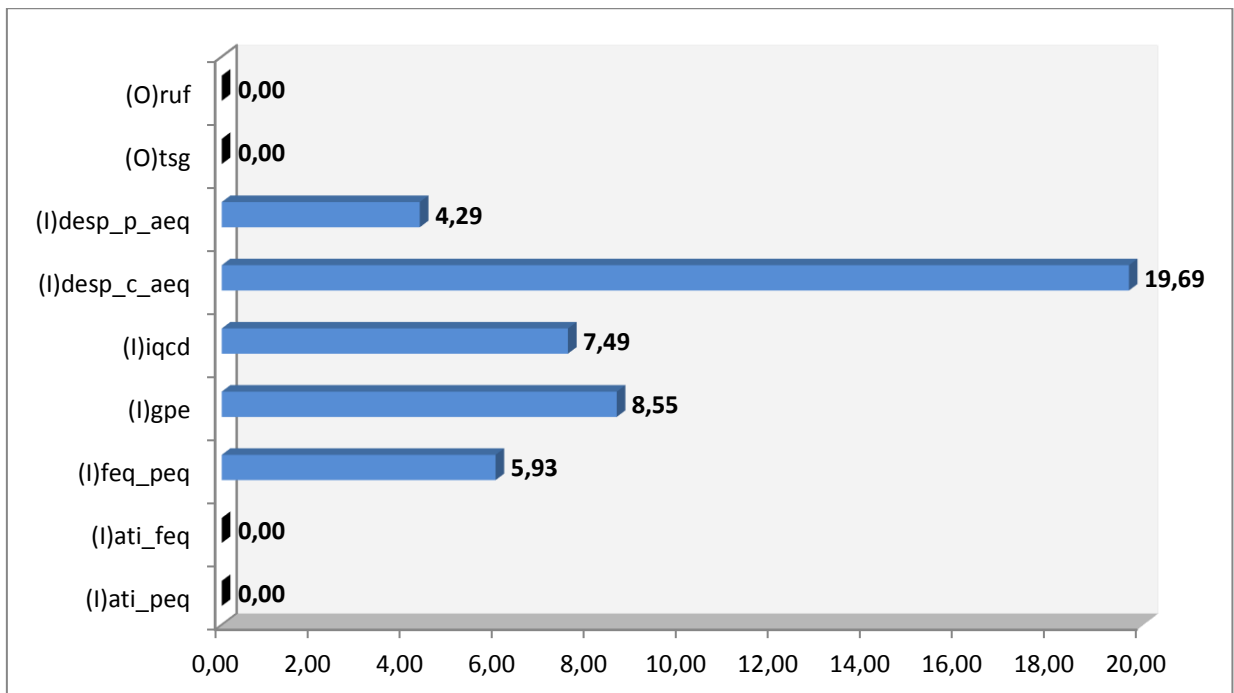
Tabela 12 – Potenciais Melhorias da UFFS

Input/Output	Valor Atual	Valor da Meta	Variação %
(O)ruf	28,19	28,19	0,00
(O)tsg	25,00	25,00	0,00
(I)desp_p_aeq	20.024,30	19.165,88	4,29
(I)desp_c_aeq	7.254,96	5.826,55	19,69
(I)iqcd	4,12	3,81	7,49
(I)gpe	0,68	0,62	8,55
(I)feq_peq	1,73	1,63	5,93
(I)ati_feq	6,06	6,06	0,00
(I)ati_peq	10,49	10,49	0,00

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

De acordo com os resultados apresentados pelo modelo DEA, a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) apresenta potencial de melhoria nos *inputs* Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente, Total de outras despesas de custeio/Aluno equivalente, Índice de qualificação do corpo docente, Grau de participação estudantil e Funcionário equivalente/Professor equivalente. O Gráfico 17 apresenta de forma mais compreensível os fatores que apresentam excesso ou escassez.

Gráfico 17 – Fatores em Excesso e Escassez da UFFS



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados obtidos com o uso do pacote DEA para o software STATA

Com a presente análise pretende-se contribuir para que os gestores da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), da Universidade Federal de Roraima (UFRR), da Universidade Federal do Acre (UFAC), da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) e da Universidade Federal da Fronteira Sul da (UFFS) possam avaliar os potenciais de melhoria de suas instituições com base nas medidas de redução dos fatores de entrada que possuem excesso.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo acerca da eficiência relativa das taxas de sucesso e dos desempenhos no Ranking Universitário da Folha de São Paulo (RUF) das Universidades Federais brasileiras para o ano de 2015, por meio do estabelecimento de uma relação entre os insumos utilizados e os resultados alcançados por cada instituição.

Foram utilizados dados de 55 das 63 Universidades Federais brasileiras para a execução de um modelo matemático de análise envoltória de dados, que é um método tradicional que tem por objetivo analisar o desempenho de organizações ou atividades, por meio de medidas de eficiência relativa.

A análise empírica do presente estudo aplicou a técnica de Análise Envoltória de Dados ou DEA (*Data Envelopment Analysis*), a qual consiste em um método tradicional que tem por objetivo analisar o desempenho de organizações ou atividades, por meio de medidas de eficiência relativa. No âmbito das técnicas de DEA, o modelo escolhido foi o com retornos variáveis de escala, tradicionalmente denominado modelo BCC/VRS, em referência a Banker, Charnes e Cooper (1984), com orientação a produto.

Foram escolhidas como fatores de entrada as seguintes variáveis: Alunos tempo integral/Professores equivalentes; Alunos tempo integral/Funcionários equivalentes; Funcionários equivalentes/Professores equivalentes; Grau de participação estudantil; Índice de qualificação do corpo docente; Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente da graduação; e Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente da graduação. Como fatores de saída, foram utilizados: Taxa de sucesso na graduação e Ranking Universitário da Folha.

De acordo com os resultados apresentados pelo modelo DEA-BCC, considerando a divisão das unidades analisadas em quatro categorias de eficiência relativa: muito baixa, baixa, média e alta, observou-se que a maior parte das cinquenta e cinco DMUs observadas, encontra-se na categoria de eficiência alta, correspondendo a 60% da amostra; 8 universidades são consideradas com nível de eficiência média; doze universidades estão classificadas em níveis de eficiência entre 51 e 85%, o que é considerado como baixa eficiência; e duas universidades encontram-se na categoria de eficiência relativa muito baixa.

Ainda, de acordo com os resultados encontrados, as universidades que estão na fronteira de eficiência técnica e de escala, considerando o modelo adotado são: Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal do Piauí

(UFPI), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal do Tocantins (UFT), Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Universidade Federal do ABC (UFABC).

Também foram apresentadas as unidades de referência ou *benchmarkings*, as quais devem servir como parâmetro para direcionar as unidades ineficientes na busca pela eficiência. Verificou-se que a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) se destacaram por serem *benchmarks* para 29 e 30 universidades, respectivamente.

Foi realizada ainda, tendo por base a seleção de uma amostra das 10 instituições mais ineficientes, uma análise dos *inputs* e *outputs* que apresentaram escassez ou excesso e da meta a ser atingida por cada instituição para cada um desses fatores. Essa análise teve por objetivo auxiliar as unidades ineficientes a identificar os seus potenciais de melhoria para atingir a eficiência.

A Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS), DMU mais ineficiente da amostra, possui folga em alguns *inputs*, ou seja, possibilidade de redução de 4,29% no insumo Total de despesas com pessoal e encargos/Aluno equivalente da graduação; 19,69% em Total de outras despesas correntes/Aluno equivalente da graduação; 7,49% no Índice de qualificação do corpo docente; 8,55% no Grau de participação estudantil; e 5,93% no *input* Funcionário equivalente/professor equivalente.

Por fim, como sugestões para trabalhos futuros apresentam-se as seguintes recomendações: realizar pesquisa acerca da eficiência relativa com dados das universidades brasileiras públicas e privadas; replicar a presente análise utilizando um modelo que considere as condições de Pareto - Koopmans. Avaliar outros anos, com o intuito de verificar se os resultados obtidos podem se alterar ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, B. D. L. **Gestão do Conhecimento no Planejamento de Contratações de Soluções de TI em Instituições Federais de Ensino Superior do Brasil: Um Diagnóstico usando Análise Envoltória de Dados**. 2016. 135 p. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2016.

BELLONI, J. A. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2001.

BORGERT, A.; QUINTANA, A.C.; MACHADO, M.F. **Análise comparativa entre as despesas de custeio das universidades federais da região sul e nordeste**. Florianópolis, 2004.

CAVALCANTE, Sueli Maria de Araújo. **Avaliação da eficiência acadêmica dos cursos de graduação da Universidade federal do Ceará (UFC): utilização de indicadores de desempenho como elementos estratégicos da gestão**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. Disponível em <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/6641>. Acesso em 08 nov. 2017

CORBUCCI, P.R. **As Universidades Federais: Gastos, Desempenho, Eficiência e Produtividade**. Brasília, 2000. Disponível em http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2309/1/TD_752.pdf. Acesso em: 11 mai. 2017

COSTA, E. M; SOUZA, H. R. de; RAMOS, F. de S.; SILVA, J. L. M. da. **Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das ifes brasileiras**. Revista Economia Contemporânea, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 415-440, set-dez/2012.

FACANHA, L. O.; MARINHO, A. **Instituições de Ensino Superior Governamentais e Particulares: Avaliação Comparativa de Eficiência**. Texto para Discussão, IPEA, n. 813, 2001. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0813.pdf >. Acesso em: 15 ago. 2017.

FERNANDES, J. L. T. **Indicadores para a avaliação da gestão das universidades federais brasileiras: um estudo da influência dos gastos sobre a qualidade das atividades acadêmicas do período 1998-2006**. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis)-Programa Multiinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Universidade de Brasília/UFPB/UFRN, Brasília, 2009.

FERREIRA, Carlos Maurício de Andrade; GOMES, Adriano Provezano. **Introdução à Análise Envoltória de Dados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

GUERREIRO, A.S. **Análise da Eficiência de Empresas de Comércio Eletrônico usando Técnicas da Análise Envoltória de Dados**. 2006. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

JUNIOR, G. V. B. **Aplicação de FMEA-DEA ao Sistema de Ar Condicionado da Sala de Controle de uma Usina Nuclear.** 2007. 129 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Nuclear) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007.

MALBOUISSON, Cláudia; TIRYAKI, Gisele F. **Econometria na Prática.** Rio de Janeiro, Alta Books, 2007. 470 p.

OLIVEIRA, N.A. **Eficiência nos gastos de instituições federais de ensino superior: uma análise envoltória de dados.** 2016. 74 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Gestão e Negócios, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2016.

OLIVEIRA, C. E. M.; TURRIONI, J. B. **Avaliação de Desempenho de Instituições Federais de Ensino Superior Através da Análise Envoltória de Dados (DEA).** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, Fortaleza, CE, Brasil, 9-11 Out. 2006. Disponível em: http://www.iem.unifei.edu.br/turrioni/congressos/ENEGEP/2006/Avaliacao_de_desempenho_de_instituicoes_federais_de_ensino_superior_atraves_da_analise_por_envoltoria_de_dados_%28DEA%29.pdf. Acesso em: 15 ago. 2017.

PEREIRA, D.S. **Eficiência da Produção Técnica dos Cursos de Pós-Graduação da UFCA através de Análise Envoltória de Dados.** 2011. 55p. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2011.

Ranking Universitário da Folha. **Ranking Universitário da Folha 2015.** Disponível em: <http://ruf.folha.uol.com.br/2015/>. Acesso em: 04 nov. 2017.

Secretaria de Orçamento Federal. Ministério do Planejamento e Gestão. **Manual Técnico de Orçamento - MTO 2018.** Brasília. Edição 2018 (3ª versão). Atualizada em 30 de agosto de 2017. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/assuntos/orcamento-1/informacoes-orcamentarias/arquivos/MTOs/manual-tecnico-de-orcamento-3a-versao.pdf>> Acesso em: 01 out. 2017.

SIQUEIRA, J.S. **Eficiência das Universidades Públicas Federais Brasileiras: Um estudo com foco no projeto Reuni.** 2015. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, João Pessoa. 2015.

Sistema Eletrônico do Serviço de Acesso ao Cidadão. Disponível em: <<https://esic.cgu.gov.br/sistema/site/index.aspx>>. Acesso em: 04 nov. 2017.

Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento. **Painel do Orçamento Federal – Acesso Público.** Disponível em: <https://www1.siop.planejamento.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=IAS%2FExecucao_Orcamentaria.qvw&host=QVS%40pqlk04&anonymous=true>. Acesso em: 04 nov. 2017.

SOUZA, P.C.T; WILHELM, V. E. **Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica.** Tuiuti: Ciência e Cultura, n. 42, p. 121-139, Curitiba, 2009. Disponível em: <http://www.utp.br/tuiuticienciaecultura/ciclo_4/tcc_42_FACET/pdf/s/art_10.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Tribunal de Contas da União. **Consulta de Relatórios de Gestão**. Disponível em: <<https://contas.tcu.gov.br/econtasWeb/web/externo/listarRelatoriosGestao.xhtml>>. Acesso em: 04 nov. 2017.

Tribunal de Contas da União. **ORIENTAÇÕES PARA O CÁLCULO DOS INDICADORES DE GESTÃO**. DECISÃO TCU Nº 408/2002-PLENÁRIO. Versão revisada em janeiro de 2006. Disponível em: <http://www.ufc.br/images/_files/a_universidade/avaliacao_institucional/orientacoes_indicadores_gestao_tcu.pdf>. Acesso em: 01 out. 2017.

Tribunal de Contas da União. **ORIENTAÇÕES PARA O CÁLCULO DOS INDICADORES DE GESTÃO**. DECISÃO TCU Nº 408/2002-PLENÁRIO. Março/2004. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/indicadores.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2017.

APÊNDICE

Tabela 13 – Dados Coletados para a Realização do Modelo DEA(Continua)				
DMU	IN 1	IN 2	IN 3	IN 4
UNB	15,26	8,02	1,90	0,74
UFG	10,83	9,67	1,12	0,85
UFMT	11,21	9,49	1,18	0,81
UFMS	13,04	9,28	1,41	0,83
UFBA	15,80	9,54	1,66	0,65
UFPB	13,18	7,67	1,72	0,74
UFAL	12,85	8,44	1,52	0,89
UFPE	14,31	9,67	1,48	0,73
UFS	12,62	9,43	1,34	0,56
UFC	14,74	12,87	1,15	0,80
UFMA	9,61	6,64	1,45	0,70
UFPI	11,23	8,17	1,37	0,84
UFRN	14,12	9,14	1,54	0,79
UFRPE	9,84	6,83	1,44	0,82
UFERSA	10,30	8,54	1,21	0,70
UNIR	12,35	8,05	1,53	0,76
UFRR	7,41	4,63	1,60	0,67
UFAC	15,95	14,37	1,11	1,03
UNIFAP	13,97	10,05	1,39	0,89
UFPA	16,61	13,13	1,27	0,78
UFT	11,93	8,76	1,36	0,74
UNIFAL	11,93	6,27	1,66	0,89
UFJF	11,50	8,20	1,40	0,75
UFLA	12,68	7,54	1,68	0,57
UFMG	15,01	9,14	1,64	0,82
UFOP	11,48	7,22	1,59	0,79
UFSCAR	13,16	9,62	1,37	0,68
UFSJ	13,86	11,58	1,20	0,86
UNIFESP	13,07	10,85	1,20	0,76
UFU	13,91	8,49	1,64	0,85
UFES	12,22	9,35	1,31	0,74
UNIRIO	13,21	9,60	1,38	1,09
UFRJ	12,55	5,12	2,45	0,69
UFTM	10,94	10,24	1,07	0,77
UFF	10,45	8,91	1,17	0,60
UFRRJ	9,54	5,60	1,70	0,56
UFCSPA	9,88	9,46	1,04	0,86
UFPEL	7,59	5,08	1,50	0,37
UFSC	14,43	11,75	1,23	0,75
UFSM	13,47	7,84	1,72	0,84
UFPR	14,11	6,46	2,19	0,66
FURG	12,69	8,97	1,41	0,79
UFRGS	15,84	8,82	1,80	0,66
UFGD	11,78	7,21	1,63	0,75
UFRB	7,52	3,94	1,91	0,64
UFCG	12,92	8,52	1,52	0,85

Fonte: Relatórios de Gestão/Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento – SIOP/
Ranking Universitário Folha 2015 e Elaboração Própria

Tabela 13 – Dados Coletados para a Realização do Modelo DEA(Continua)

DMU	IN 1	IN 2	IN 3	IN 4
UNIVASF	10,32	6,60	1,56	0,72
UFRA	11,96	5,46	2,19	0,68
UNIFEI	10,27	8,87	1,16	0,56
UFABC	10,80	5,71	1,89	0,42
UFVJM	8,23	6,33	1,30	0,72
UFFS	10,49	6,06	1,73	0,68
UNILA	6,18	3,33	1,86	0,80
UNIPAMPA	9,97	6,17	1,62	0,71
UTFPR	7,14	16,43	0,43	0,67

Fonte: Relatórios de Gestão/Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento – SIOP/
Ranking Universitário Folha 2015 e Elaboração Própria

Tabela 13– Dados Coletados para a Realização do Modelo DEA (Continua)

DMU	IN 5	IN 6	IN 7	OUT 1	OUT 2
UNB	4,59	8.024,05	29.443,96	43,90	90.60
UFG	4,16	4.664,24	24.114,88	51,00	84.54
UFMT	3,89	4.744,03	20.497,53	42,00	72.15
UFMS	4,13	5.095,93	22.254,63	40,59	67.13
UFBA	4,22	5.679,11	27.602,07	45,22	85.33
UFPB	4,35	4.850,38	34.391,08	42,00	77.15
UFAL	3,85	4.187,93	19.854,21	48,00	65.31
UFPE	4,28	5.758,13	30.591,55	53,79	89.47
UFS	4,17	4.041,53	18.248,99	32,00	69.03
UFC	4,38	4.787,93	28.821,91	56,12	89.45
UFMA	3,91	5.530,29	24.171,28	37,35	58.40
UFPI	3,87	4.591,86	16.810,09	55,67	66.70
UFRN	4,09	5.445,87	29.100,41	53,15	80.53
UFRPE	4,48	5.323,78	28.056,36	33,92	89.47
UFERSA	3,90	3.471,67	15.122,10	89,00	41.58
UNIR	3,75	4.359,13	18.984,18	42,00	36.51
UFRR	3,44	6.662,51	21.063,82	38,30	31.49
UFAC	3,48	3.761,82	16.174,32	48,00	36.24
UNIFAP	3,36	3.559,02	11.006,73	69,00	18.55
UFPA	4,41	4.954,89	20.862,10	74,35	77.17
UFT	3,88	3.948,00	10.689,63	85,84	41.35
UNIFAL	4,15	3.818,08	13.528,32	55,62	52.64
UFJF	4,52	10.029,08	21.702,33	48,95	82.49
UFLA	4,75	4.682,68	23.616,11	38,79	71.64
UFMG	4,67	6.113,06	30.168,67	65,43	96.39
UFOP	4,43	4.988,93	18.445,78	47,37	66.97
UFSCAR	4,85	5.428,74	27.930,22	48,77	89.10
UFSJ	4,40	2.560,62	9.623,80	61,00	53.64
UNIFESP	4,92	7.790,79	46.023,31	53,96	82.39
UFU	4,74	4.749,65	22.145,66	59,03	78.74
UFES	4,31	7.159,87	26.474,01	50,13	76.09
UNIRIO	3,90	4.665,06	20.391,87	36,11	44.44
UFRJ	4,32	8.806,15	46.258,82	64,46	96.74
UFTM	4,42	5.500,79	26.082,76	48,14	58.38

Fonte: Relatórios de Gestão/Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento – SIOP/
Ranking Universitário Folha 2015 e Elaboração Própria

Tabela 13– Dados Coletados para a Realização do Modelo DEA (Conclusão)

DMU	IN 5	IN 6	IN 7	OUT 1	OUT 2
UFF	4,44	4.752,35	32.034,64	42,62	86.80
UFRRJ	4,44	6.245,09	35.110,60	33,00	62.23
UFCSPA	4,71	6.010,99	17.495,24	61,00	59.86
UFPEL	4,37	8.890,94	44.200,75	34,33	76.74
UFSC	4,62	5.289,25	29.984,29	52,49	92.04
UFSM	4,50	4.781,13	27.978,68	52,46	83.85
UFPR	4,37	5.850,22	26.264,61	57,64	90.91
FURG	4,33	9.459,43	44.064,52	35,51	64.34
UFRGS	4,73	6.733,32	42.150,02	55,58	95.32
UFGD	4,28	5.231,48	15.969,18	41,00	50.14
UFRB	3,94	6.696,66	16.601,50	28,00	37.10
UFCG	3,79	3.845,13	19.368,24	47,54	66.73
UNIVASF	3,96	4.456,12	10.852,51	30,23	33.26
UFRA	4,17	4.813,97	16.769,53	47,23	32.36
UNIFEI	4,38	3.827,36	22.415,20	34,00	60.32
UFABC	5,00	7.943,35	18.763,85	39,54	65.33
UFVJM	4,24	4.337,94	17.640,12	61,52	40.14
UFFS	4,12	7.254,96	20.024,32	25,00	28.19
UNILA	4,38	9.959,01	23.401,98	16,42	22.49
UNIPAMPA	4,44	4.690,05	15.564,19	32,61	37.53
UTFPR	4,03	3.395,09	16.914,55	24,74	90.91

Fonte: Relatórios de Gestão/Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento – SIOP/
Ranking Universitário Folha 2015 e Elaboração Própria