

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CAROLINE LEAL PRATES

**AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO PÚBLICO: UM
ESTUDO NAS UNIDADES DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

BENTO GONÇALVES

2018

CAROLINE LEAL PRATES

**AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO PÚBLICO: UM
ESTUDO NAS UNIDADES DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dra. Cíntia Paese Giacomello

BENTO GONÇALVES

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

P912a Prates, Caroline Leal

Avaliação de eficiência em instituições de ensino público : um estudo nas unidades do Instituto Federal do Rio Grande do Sul / Caroline Leal Prates. – 2018.

104 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2018.

Orientação: Cintia Paese Giacomello.

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. 2. Educação e Estado. 3. Pessoal - Avaliação. 4. Análise de envoltória de dados. I. Giacomello, Cintia Paese, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 377.36(816.5)IFRS

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Michele Fernanda Silveira da Silveira - CRB 10/2334

CAROLINE LEAL PRATES

AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO PÚBLICO: UM ESTUDO NAS UNIDADES DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em 06/12/2018

Banca Examinadora

Prof. Dra. Cíntia Paese Giacomello
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Guilherme Bergmann Borges Vieira
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Fabiano Larentis
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dra. Letícia Martins de Martins
Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS

À minha família, ao meu
namorado e aos amigos que me
tanto me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS, instituição a qual eu trabalho, que me proporcionou não somente a liberação de carga horária para estudos como também custeou 35% do mestrado e permitiu que eu realizasse a minha pesquisa com o fornecimento de dados e entrevistas aos servidores.

À minha orientadora, professora Cíntia Paese Giacomello, que tanto me auxiliou a trilhar meu próprio caminho e sempre estando muito prestativa e atenciosa aos meus anseios e dúvidas.

À minha família, namorado, amigos, professores, colegas do PPGEP, colegas de trabalho, que de forma direta ou indiretamente me deram apoio durante a minha jornada.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência das unidades do IFRS, através da aplicação do método de Análise Envoltória de Dados (DEA). Essa técnica é indicada para avaliar a eficiência relativa de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs), utilizando diferentes variáveis de entrada e saída, mesmo que estejam em diferentes unidades de medida, já que se trata de uma técnica não paramétrica. Foram utilizadas oito variáveis, sendo três de entrada e cinco de saída para 17 unidades. Os resultados permitiram classificar as unidades em três grupos pelo grau de eficiência. Foram sete unidades com eficiência relativa de 100%, seis atingiram o nível intermediário, bastando pequenos ajustes para alcançar a eficiência e quatro foram classificadas como ineficientes. A aplicação do DEA mostrou-se bastante útil, já que se trata de uma técnica flexível e que permite ao usuário realizar testes e validações, de forma a acompanhar a evolução da eficiência de cada unidade quando comparada com seus pares. Assim, o estudo pode contribuir com o fornecimento de subsídios para análise de decisão em unidades de educação profissional e para o desenvolvimento de estratégias e ações que busquem maior eficiência na melhoria da qualidade do ensino.

Palavras-chave: Avaliação de Eficiência. Gestão Universitária. Análise Envoltória de Dados.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the efficiency of the IFRS units using the Data Envelopment Analysis (DEA) method. This technique is indicated to evaluate the relative efficiency of Decision Making Units (DMUs), using different input and output variables, even if they are in different units of measurement because it is a non-parametric technique. Eight variables were used, of which three were input variable and five were output variable. The results allowed to classify the units into three groups by the degree of efficiency. There were seven units with 100% relative efficiency, six reached the intermediate level, only small adjustments to achieve efficiency and four were classified as inefficient. The application of the DEA was very useful because it is a flexible technique so that the user can perform tests and validations in order to follow the evolution of the efficiency of each unit when compared with their peers. Thus, the study can contribute to the granting of subsidies for decision analysis in professional education units to develop strategies and actions that seek greater efficiency in improving the quality of teaching.

Keywords: Efficiency. University management. Data Envelopment Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ações necessárias para avaliação de desempenho.....	24
Figura 2 - Elementos de um sistema.....	25
Figura 3 - Relação simplificada dos métodos de avaliação de eficiência	34
Figura 4 - Localização das Unidades do IFRS	44
Figura 5 - Fluxograma da metodologia de trabalho	49
Figura 6 - Configurações iniciais do software SIAD	71
Figura 7 - Fluxograma da análise longitudinal e da avaliação da eficiência.....	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Alunos matriculados no Ensino Médio em 2017	54
Gráfico 2 - Evasão Escolar em 2017	55
Gráfico 3 - IDHM de 2010 das unidades do IFRS	56
Gráfico 4 - Área Construída em metros quadrados das unidades do IFRS em 2014	57
Gráfico 5 - Índice de Titulação do Corpo Docente em 2017.....	58
Gráfico 6 - Orçamento da Instituição em milhões de reais em 2017	59
Gráfico 7 - Quantidade de professores por unidade em 2017	60
Gráfico 8 - Quantidade de alunos por unidade em 2017	61
Gráfico 9 - Quantidade de alunos atendidos pela Assistência Estudantil em 2017.....	62
Gráfico 10 - Quantidade de alunos concluintes em 2017	63
Gráfico 11 - Quantidade de cursos ofertados em 2017	64
Gráfico 12 - Quantidade de alunos ingressantes em 2017	65
Gráfico 13 - Quantidade de matrículas do curso técnico em 2017.....	66
Gráfico 14 - Quantidade de matrículas EAD em 2017.....	67
Gráfico 15 - Quantidade de matrículas em licenciatura em 2017	68
Gráfico 16 - Quantidade de projetos de pesquisa em 2017	69
Gráfico 17 - Eficiência do Modelo 1	73
Gráfico 18 - Eficiência do Modelo 2	74
Gráfico 19 - Eficiência do Modelo 3	75
Gráfico 20 - Eficiência do Modelo 4	76
Gráfico 21 - Evolução da eficiência com ajustes a serem feitos	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos indicadores encontrados na literatura	28
Quadro 2 - Apresenta o comparativo entre os índices relativos de gestão	32
Quadro 3 - Comparação entre os métodos DEA e SFA	39
Quadro 4 - Relação do autor, país de estudo, objeto de pesquisa e o método escolhido	41
Quadro 5 - Lista das variáveis mais utilizadas entre os autores	51
Quadro 6 - Seleção das variáveis.....	53
Quadro 7 - Matriz dos objetivos a serem executados.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de Correlação de Pearson.....	70
Tabela 2 - Matriz dos modelos DEA.....	72
Tabela 3 - Eficiência relativa do modelo DEA final.....	77
Tabela 4 - Metas Indicadas para DMU3.....	78
Tabela 5 - Metas Indicadas para DMU4.....	79
Tabela 6 - Metas Indicadas para DMU6.....	80
Tabela 7 - Metas Indicadas para DMU8.....	81
Tabela 8 - Metas Indicadas para DMU9.....	81
Tabela 9 - Metas Indicadas para DMU11.....	82
Tabela 10 - Metas Indicadas para DMU13.....	82
Tabela 11 - Metas Indicadas para DMU14.....	83
Tabela 12 - Metas Indicadas para DMU15.....	84
Tabela 13 - Metas Indicadas para DMU17.....	84
Tabela 14 - Relação das unidades ineficientes e seus respectivos pares.....	85
Tabela 15 - Ajustes da eficiência do modelo DEA.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCC	Banker, Charnes e Cooper
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CONIF	Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal
CPA	Comissão Própria de Avaliação
CPP	Conjunto de Possibilidade de Produção
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
EAD	Ensino à Distância
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FA	<i>Factor Analysis</i>
FDH	<i>Free Disposal Hull</i>
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IES	Instituições de Ensino Superior
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
Ifets	Instituições Federais de Educação Tecnológica
IFFarroupilha	Instituto Federal Farroupilha
IFRS	Instituto Federal do Rio Grande do Sul
IFs	Institutos Federais
IFSul	Instituto Federal Sul-riograndense
INDSCAL	<i>Individual Differences Scaling</i>
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ITCD	Índice de Titulação do Corpo Docente
MDS	<i>Multidimensional Scaling</i>
MEC	Ministério da Educação
PAIFRS	Programa de Autoavaliação Institucional do IFRS
PCA	<i>Principal Component Analysis</i>

PIB	Produto Interno Bruto
PNP	Plataforma Nilo Peçanha
PROEJA	Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos
RIP	Regime de Internato Pleno
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis</i>
SIAD	Sistema Integrado de Apoio à Decisão
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
TCU	Tribunal de Contas da União
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VRS	<i>Variable Return Scale</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.2	CONTEXTUALIZAÇÃO	17
1.3	JUSTIFICATIVA	20
1.3.1	Justificativa teórica.....	20
1.3.2	Justificativa prática	21
1.4	QUESTÃO DA PESQUISA.....	22
1.5	OBJETIVOS	22
1.5.1	Objetivo geral.....	22
1.5.2	Objetivos específicos	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	23
2.2	INDICADORES DE DESEMPENHO	24
2.2.1	Indicadores educacionais	27
2.2.2	Indicadores das IES Públicas	30
2.3	MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA.....	33
2.3.1	Análise Envoltória de Dados (DEA).....	35
2.3.2	Análise de Fronteira Estocástica (SFA).....	37
2.3.3	Outros sistemas	39
2.3.4	Avaliação de eficiência no setor de ensino.....	41
3	MÉTODO	43
3.1	CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS (DMUS).....	43
3.2	DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	45
3.3	DIFERENCIAÇÃO ENTRE AS UNIDADES QUANTO À SUA EFICIÊNCIA.....	46
3.4	IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS A SEREM MELHORADOS	46
3.5	MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA.....	47
4	RESULTADOS	50
4.1	SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA.....	50

4.1.1	Correlação de Pearson	69
4.2	ELABORAÇÃO DOS MODELOS DEA	71
4.3	DEFINIÇÃO DO MODELO DEA FINAL	76
4.4	PROPOSTAS DE MELHORIAS DAS DMUS INEFICIENTES	77
4.5	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	86
4.6	MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA	91
5	CONCLUSÃO.....	94
	REFERÊNCIAS	97
	APÊNDICE A – DADOS DA PESQUISA.....	104

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de avaliação desempenham um importante papel como instrumento de melhoria da qualidade, sendo uma forma de conhecer melhor a dinâmica dos processos e obter resultados. A criação de sistemas educacionais tem se tornado uma prática recorrente em diversos países, mesmo com distinções culturais e diferentes orientações ideológicas de governo. Como os resultados da educação não são diretamente observáveis, dada a heterogeneidade de corpo docente e a situação socioeconômica familiar dos discentes, torna-se imprescindível a realização de avaliações para se obter uma visão geral do desempenho dos sistemas educacionais (CASTRO, 2009).

Segundo Castro (2009), a medição da qualidade de um sistema educativo era baseada nos indicadores de acesso e permanência na escola, tais como matrícula, evasão, anos de estudo, etc. O acesso à educação formal era limitado e a população com menos recursos estava praticamente excluída do sistema, quando muito, permanecia alguns anos na escola.

Esse cenário começou a mudar com abertura do mercado que as instituições de ensino privado propiciaram à população, através de novas oportunidades de ingresso de alunos na educação em nível superior. Dessa forma, registrou-se o crescimento de instituições privadas e o conseqüente aumento de oferta do número de vagas (GONÇALVES et al., 2007).

Atualmente, segundo dados divulgados pelo Ministério da Educação (INEP, 2018) referentes ao Censo da Educação Superior de 2017, 87,9% das instituições de educação superior são privadas. No Brasil, há 2,5 alunos matriculados na rede privada para cada aluno matriculado na rede pública em cursos presenciais. Em 2017, foram 3,2 milhões de alunos ingressaram em cursos de educação superior de graduação. Desse total, 81,7% em instituições privadas. A rede privada ofertou 92,4% do total de vagas em cursos de graduação, contra 7,6% das vagas ofertadas pela rede pública.

Ainda, observa-se o aumento da procura pela educação à distância, com alta de 27,3% no número de estudantes, enquanto no ensino presencial houve um acréscimo de 0,5% entre 2016 e 2017. Quando se compara os dados de 2007 e 2017, verifica-se um aumento no número de matrículas de 59,4% na rede privada e 53,2% na rede pública (INEP, 2018).

Desde 1980 a 2017 foi registrado um aumento no número das Instituições de Ensino Superior (IES) privadas, passando de 682 para 2.152, representando um aumento de 215%. Em contrapartida, as IES públicas passaram de 200 para 296, evidenciando um aumento de 48% (INEP, 1999 e 2018). Dessa forma, com o aumento do número das IES e o crescimento da concorrência, coube ao governo buscar maneiras de avaliar os cursos ofertados para

garantir o mínimo de qualidade aos alunos. Uma das iniciativas do governo foi instituir o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) que considera o desempenho acadêmico dos alunos através do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), avaliações das instituições e de seus cursos.

Ainda, existe o Censo da Educação Superior, que é realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e constitui um importante instrumento de coleta de dados, os quais subsidiam a formulação, o monitoramento e a avaliação das políticas públicas. O Censo coleta informações sobre as Instituições de Educação Superior, conforme estabelece o Decreto nº 6.425, de 4 de abril de 2008, e todas as instituições da educação superior devem responder à pesquisa (INEP, 2018).

Diante de todos esses sistemas de avaliação do governo, percebe-se que nenhum mede a eficiência das instituições de ensino, considerando os *inputs* e *outputs*., se o que as IES estão entregando está suprindo a demanda da sociedade sem perder a qualidade do ensino. Nessa linha surge espaço para avaliações que vão além do desempenho acadêmico.

A avaliação de eficiência é um termo de interesse na gestão tanto de organizações empresariais quanto educacionais. No âmbito dos Institutos Federais este tema é tratado no Termo de Acordo de Metas e Compromissos, que considera para o cálculo do índice de eficiência a relação entre o número de alunos regularmente matriculados e o número total de vagas de cada turma, sendo que este total de vagas é resultado da multiplicação das vagas ofertadas no processo seletivo pelo número de períodos letivos para cada uma dessas turmas. Entretanto, eficiência também pode ser entendida como a relação entre *inputs* e *outputs* (PADOVEZE, 2015).

O foco deste trabalho é avaliar a eficiência relativa das unidades do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), através da relação entre os recursos disponíveis e os produtos ou serviços oferecidos. Espera-se que os resultados possam auxiliar os gestores como uma ferramenta de apoio para desenvolverem estratégias e ações, a fim de buscar maior eficiência na melhoria da qualidade do ensino ofertado e que atendam às expectativas da sociedade e de seu público alvo.

Este trabalho está separado em cinco seções, sendo a primeira a introdução, contextualização do estudo, justificativa, questão da pesquisa e objetivos. A seção 2 apresenta a fundamentação teórica com a revisão de estudos que tratam de avaliar a eficiência no setor educacional. A seção 3 mostra o método utilizado e os passos para aplicação da técnica. A seção 4 apresenta os resultados, através do detalhamento das etapas da pesquisa, definição e seleção das variáveis utilizadas, elaboração dos modelos, propostas de melhorias, análise dos

resultados e método de aplicação. Por fim são apresentadas as conclusões, implicações gerenciais, limitações e contribuições da pesquisa e recomendações para estudos futuros.

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica tem como missão formar profissionais e qualificar cidadãos para os diversos setores da economia brasileira com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional. Consolidada a partir da Lei nº 11.892, de 29 de Dezembro de 2008, é composta por 38 Institutos Federais, dois Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), o Colégio Pedro II e 23 escolas técnicas vinculadas às universidades federais. Atualmente, a Rede Federal está vivenciando a maior expansão de sua história: entre 2003 e 2016 o Ministério da Educação implantou mais de 500 novas unidades, totalizando 644 unidades em funcionamento em todo o país (BRASIL, 2017a).

Os Institutos Federais são instituições de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e multicampi, especializadas na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino. Possuem autonomia para criarem e extinguirem cursos e, para fins de regulação, avaliação e supervisão dos cursos de educação superior, os IFs são equiparados às universidades federais (BRASIL, 2008).

Segundo o art. 8º da Lei nº 11.892/08, os Institutos Federais deverão prever a destinação de, no mínimo, 50% das vagas para cursos técnicos de nível médio, na forma de cursos integrados, para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos (PROEJA). Além disso, deverão destinar 20% das vagas para os cursos de licenciatura e de programas especiais de formação pedagógica para professores da educação básica e profissional.

Dessa maneira, de acordo com o Ministério da Educação (BRASIL, 2017a), os IFs representam um modelo inovador, pois atuam na oferta de cursos de ensino médio de nível técnico à pós-graduação, tudo em um só lugar. As unidades que compõem a Rede Federal são referências em suas áreas de atuação, e os Institutos Federais, em todo o território brasileiro, cobrem, aproximadamente, 80% das microrregiões do país.

Segundo o Censo da Educação Superior de 2017 (INEP, 2018), a Rede Federal é a que mais cresceu entre as IES públicas. Entre 2007 e 2017, os IFs e Cefets registraram a maior variação positiva com 433,7% no número de matrículas. Os cursos de bacharelado

correspondem a 68,6% do total de matrículas, enquanto os de licenciatura e tecnológicos representam 19,3% e 12,1%, respectivamente.

Dos 38 Institutos Federais distribuídos em todo território nacional, no estado do Rio Grande do Sul, há atuação de três deles: Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Instituto Federal Sul-riograndense (IFSul) e Instituto Federal Farroupilha (IFFarroupilha).

Nesse contexto, o estudo foi realizado no Instituto Federal do Rio Grande do Sul, que é considerado uma Autarquia Federal vinculada ao Ministério da Educação (MEC), que goza de prerrogativas como autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-científica e disciplinar. Atualmente, o IFRS tem sede em Bento Gonçalves e possui 17 (dezesete) campi no estado do Rio Grande do Sul. Ele é caracterizado como uma instituição de identidade singular e estrutura multicampi, com decisões e deliberações centralizadas ou descentralizadas, dependendo de suas competências (IFRS, 2018b).

As unidades acadêmicas do IFRS são caracterizadas pela diversidade, por atuarem em áreas geográficas e realidades socioeconômicas distintas, tais como: a agropecuária, o setor de serviços e a área industrial. Essa característica permite considerar como riqueza o planejamento pedagógico, considerando as potencialidades da instituição no que se refere às condições de infraestrutura e de corpo docente especializado (IFRS, 2014).

As unidades de Erechim, Porto Alegre, Caxias do Sul, Bento Gonçalves e Rio Grande estão instaladas em regiões desenvolvidas, com bom nível econômico das famílias, considerado acima da média do RS. Em contrapartida, as unidades de Restinga e Canoas estão localizadas em comunidades carentes, de baixo poder aquisitivo, o que demanda cursos de formação profissional para inserção no mercado de trabalho (IFRS, 2018b).

Os Institutos Federais possuem autonomia para criarem seus cursos e, normalmente, utilizam estratégias de observação do potencial de desenvolvimento econômico e social. Audiências Públicas também são utilizadas como metodologia para a tomada de decisões na escolha de um novo curso. Essas audiências contam com a presença de representantes da comunidade escolar, da sociedade e das organizações políticas e representativas de classe (BRASIL, 2017a).

Segundo dados do relatório da Comissão Própria de Avaliação do IFRS (2018), no ano letivo de 2017, o IFRS teve um aumento de 8,7% no número de estudantes matriculados em relação ao ano de 2016. Atualmente, são 20.058 estudantes distribuídos nos cursos técnicos de nível médio (integrado, concomitante, subsequente e PROEJA); cursos de nível superior (tecnológicos, licenciaturas, bacharelados e engenharias); e cursos de pós-graduação *lato sensu* e *stricto sensu*. O mapeamento de ofertas de cursos do ano de 2016 para 2017

revela o aumento na quantidade total de alunos, passando de 18.440 para 20.058, correspondendo a 1.618 novas matrículas.

O Programa de Avaliação Institucional do Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Sul (PAI IFRS) é coordenado pela Comissão Própria de Avaliação (CPA), de forma que busquem elementos junto aos gestores das unidades para o cumprimento das metas estabelecidas pelo Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e pelo Termo de Acordo de Metas e Compromissos, firmado entre o MEC e os Institutos Federais em 2012. Os resultados apresentados pela CPA servem como objeto de análise e fomento à discussão entre os gestores e a comunidade escolar com intuito da consolidação de uma cultura de autoavaliação que contribuirá para o planejamento estratégico e institucional (IFRS, 2018a).

O orçamento do IFRS provém da Matriz Orçamentária, que é uma ferramenta que visa a distribuição justa de recursos destinados a atender os orçamentos de custeio e de capital das instituições pertencentes à Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica (IFRS, 2014). Cada Instituto Federal é organizado em estrutura multicampi, com proposta orçamentária anual identificada para cada *Campus* e para a reitoria. Encargos sociais e benefícios aos servidores não entram nessa matriz orçamentária (BRASIL, 2008).

A criação dos Institutos Federais é um fortalecimento da educação profissional de nível técnico em todo o território brasileiro. Os IFs têm o compromisso social de atender às demandas dos locais e regiões onde estão inseridos (IFRS, 2014). A preocupação com o fornecimento de uma educação com qualidade é um assunto recorrente, de tal forma que foram realizados diversos estudos na área para avaliar a eficiência das instituições de ensino.

Um desses estudos foi de Wolszczak-Derlacz e Parteka (2011) que avaliaram a eficiência de 259 universidades em sete países europeus entre o período 2001-2005. Os autores concluíram que as universidades mais eficientes são as mais antigas, onde se tem o maior número de departamentos diferentes, maior proporção de mulheres entre o pessoal acadêmico e possuem maior porcentagem de recursos externos.

Agasisti (2011), por sua vez, optou por avaliar o desempenho dos setores da educação superior em 18 países. A conclusão foi de que há uma correlação positiva entre o PIB per capita do país e a eficiência do sistema educacional e que a porcentagem de financiamento público no ensino superior está correlacionada negativamente com sua eficiência.

Seguindo nessa mesma linha, Wolszczak-Derlacz (2017) afirma também haver uma correlação positiva entre PIB e eficiência, através de seu estudo nas IES públicas europeias e americanas. O autor destacou que as instituições de ensino que revitalizam regiões mais

pobres geram uma relação inversa no desempenho da instituição. Assim, se as instituições aproveitam a riqueza da região para ofertarem cursos de desenvolvimento econômico e social, há grandes chances serem eficientes. De modo geral, esses estudos serviram de subsídios à pesquisa, contribuindo com a seleção de variáveis utilizadas para avaliar a eficiência de instituições de ensino.

1.3 JUSTIFICATIVA

1.3.1 Justificativa teórica

A análise da eficiência das instituições de ensino é um tema relevante para pesquisa acadêmica, porém não foram encontrados estudos que representassem as especificidades e diversidades de instituições multicampi. Os IFs possuem a peculiaridade de ofertarem ensino médio de nível técnico a pós-graduação em um só lugar e em diferentes regiões com realidades geográficas e socioeconômicas distintas. Nesse sentido, surgiu a oportunidade de um estudo que pudesse validar o ensino ofertado, em comparação com as outras unidades, para que seja possível compreender as configurações das unidades mais eficientes.

Autores como Wolszczak-Derlacz (2017) afirmam que poucos estudos analisaram a eficiência e a produtividade das instituições de ensino superior, devido ao fato de que os microdados das instituições individuais não são facilmente obtidos e nem comparáveis entre si. Já Gonçalves et al. (2007) alertam que utilizar um número excessivo de fatores como medidas não-financeiras, pode dificultar o acompanhamento periódico dessas variáveis nas organizações. A escolha das variáveis depende da estratégia da instituição, que podem ser utilizados para o acompanhamento de uma estratégia orientada para o conhecimento, contribuindo com indicação de variáveis que devem ser monitoradas.

A análise da eficiência ajuda a identificar a gestão acadêmica em diversos níveis: estratégico, pedagógico e administrativo. Aplicado às instituições de ensino superior, considera-se como um conjunto de fatores que contribuem para o resultado final, capaz de indicar as unidades mais eficientes, além de sinalizar quais foram as medidas que serviram de parâmetros para unidades serem ineficientes em relação com às demais (GONÇALVES et al., 2007). Assim o conjunto de variáveis encontrados na literatura auxiliaram na tomada de decisão e análise dos fatores que contribuíram para avaliação da eficiência.

1.3.2 Justificativa prática

O Ministério da Educação possui vários instrumentos de garantia da qualidade das Instituições de Ensino no Brasil. Pode-se citar o Censo Escolar da Educação Básica e o Censo Escolar da Educação Superior, ambos de caráter obrigatório aos estabelecimentos públicos e privados de educação, conforme determina o art. 4º do Decreto nº 6.425/2008. São apresentados resultados relativos ao número de escolas, de matrículas, de docentes, entre outros dados. É uma ferramenta indispensável para compreensão da situação educacional do país (INEP, 2018).

Outro instrumento de avaliação é o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), o qual analisa as instituições, os cursos e o desempenho dos estudantes, reunindo informações do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) e das avaliações institucionais e dos cursos. O processo de avaliação leva em consideração os seguintes aspectos: ensino, pesquisa, extensão, responsabilidade social, gestão da instituição e corpo docente (BRASIL, 2017b).

Coerente com sua dimensão pública de educação, o IFRS assume a proposta de avaliação institucional, comprometida com a comunidade acadêmica. A avaliação institucional constitui-se em um processo sistemático, o qual permite compreender de forma geral a trajetória institucional, oportunizando melhoras nas ações pedagógicas e administrativas, além de promover a autoconsciência da instituição (IFRS, 2014).

Percebe-se que, diante dos instrumentos de avaliação do governo, não foram localizadas nenhuma que meça a eficiência das Instituições de Ensino no Brasil, considerando *inputs* e *outputs*. Por isso, surge a necessidade de realizar uma pesquisa voltada para eficiência das unidades no âmbito do IFRS.

A medição de eficiência está relacionada com a utilização e alocação de recursos. Dessa forma, para se obter valores confiáveis no cálculo de eficiência, é necessário empregar variáveis que representem de forma consistente as características da instituição de ensino a ser estudada. Para que ela possa auxiliar na solução de problemas que toda instituição de ensino enfrenta como evasão escolar, professores subutilizados, falta de qualificação dos professores, entre outros (NORA, 2014).

O Tribunal de Contas da União (TCU) desenvolveu um estudo onde aponta os indicadores de desempenho para as IES públicas para subsidiar trabalhos futuros de análise de desempenho das instituições. Porém, devido à grande heterogeneidade apresentada pelas

instituições, esses indicadores apresentaram-se ser incapaz de permitirem conclusões sobre o desempenho (BRASIL, 2004).

Nesse contexto, surge o interesse da avaliação de eficiência das unidades acadêmicas do IFRS, através da comparação entre a eficiência observada e a máxima a ser alcançada, com fornecimento de dados quantitativos sobre possíveis direções para melhorar o desempenho de unidades ineficientes e computar os possíveis indicadores de unidades eficientes.

1.4 QUESTÃO DA PESQUISA

Considerando as justificativas e o contexto apresentado, surge o questionamento quanto à eficiência do IFRS. Dessa forma, pode-se definir a questão de pesquisa como sendo: Qual a eficiência das unidades do IFRS?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é avaliar a eficiência das unidades do IFRS.

1.5.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, derivam-se os objetivos específicos como sendo:

- a) identificar o conjunto de variáveis para uma avaliação quantitativa;
- b) realizar a modelagem matemática para diferenciar as unidades quanto à sua eficiência relativa;
- c) sinalizar os pontos que devem ser melhorados nas unidades ineficientes;
- d) propor um método para avaliação permanente da eficiência no âmbito do IFRS.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

A avaliação de desempenho é um mecanismo ou uma ferramenta que tem por finalidade medir o desempenho de qualquer nível, seja ele, de pessoas, produtos, serviços, infraestrutura da organização e visa estabelecer uma comparação entre o desempenho esperado e o apresentado. De modo geral, entende-se pela capacidade de relacionar esforços e resultados. Assim, a medição de desempenho tem por objetivo melhorar a estratégia planejada de intervenção, reduzindo a defasagem entre os resultados reais e os desejados (NEVES, 2011).

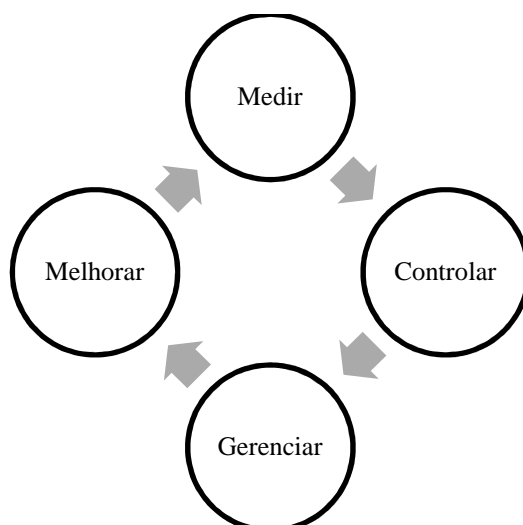
Por isso, é importante que se adote um processo contínuo de avaliação de desempenho, o qual propicie o estabelecimento de novas metas e de ajustes de estratégias. Hronec (1994) afirma que medidas de desempenho são sinais vitais da organização de forma que haja a interligação das estratégias, recursos e processos. Assim, a avaliação de desempenho é tão relevante que é praticamente impossível gerenciar uma organização sem o controle sistemático dos processos, recursos e estratégias.

O gerenciamento do desempenho é uma estratégia para alavancar melhores práticas, metodologias e tecnologias para gestão do desempenho de uma organização. Com foco na otimização e no embasamento de ações e decisões, busca-se a garantia da colaboração de todos os indivíduos e alinhamento de ações nos níveis estratégico, tático e operacional para garantir um resultado ótimo (SMITH, 2005).

Um sistema de medição de desempenho deve ser estruturado em um ambiente consistente, o qual propicie uma medição sistemática e não esporádica, de forma a gerar um quadro equilibrado dos diferentes aspectos de desempenho (HANSEN, 1995).

Em suma, a avaliação de desempenho é mais que uma ferramenta gerencial, é uma estratégia de sobrevivência de uma organização, onde tudo está interligado. É uma cadeia que parte da premissa que se não for possível medir, não se pode controlar; se não pode controlar, não se pode gerenciar e se não pode gerenciar, não se pode melhorar. Portanto, é fundamental medir, controlar e gerenciar para melhorar o desempenho das organizações, a nível de gerenciamento de insumos e saídas do processo de produção (HARRINGTON, 1993). Este ciclo é mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Ações necessárias para avaliação de desempenho



Fonte: Elaborado pelo autor com base nas informações de Harrington (1993).

Por fim, um bom modelo de avaliação de desempenho é aquele que alcança resultados e para isso é preciso atender às demandas, aos interesses e às expectativas dos beneficiários, sejam eles cidadãos ou organizações. Vale salientar que não se restringe em apenas formular resultados que satisfaçam às expectativas, requer também o alinhamento dos arranjos de implementação para alcançá-los, além do envolvimento da construção de mecanismos de monitoramento contínuo. Assim, o conjunto de atributos essenciais orientados para os resultados que um bom modelo de gestão deve possuir são: ser dinâmico, abrangente e multidimensional (BRASIL, 2009).

2.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

Indicadores de desempenho são índices que permitem o acompanhamento dos resultados, a fim de subsidiar as tomadas de decisões. Em um sistema de indicadores deve haver medidas financeiras e não-financeiras para o monitoramento das estratégias. A análise dos indicadores pressupõe a realização de um diagnóstico voltado para o planejamento estratégico da empresa, para programação de ações que visem à melhoria contínua (MOURA, 2002).

Os indicadores são informações que permitem descrever, classificar, ordenar, comparar ou quantificar de maneira sistemática determinado fenômeno de uma realidade, tendo como principal finalidade traduzir, de forma mensurável, um aspecto da realidade dada

(situação social) ou construída (ação), de maneira a tornar operacional a sua observação e avaliação (BRASIL, 2012).

Os indicadores de desempenho podem ser de Qualidade ou de Produtividade. O indicador de Qualidade representa a eficácia em que o processo atende às necessidades de seus clientes, já o indicador de Produtividade é utilizado para medir a eficiência dos processos de produção tanto de produtos quanto de serviços (MILET, 1993). É nesse ponto que convergem os conceitos de desempenho e eficiência.

É importante destacar que uma organização é avaliada de acordo com as expectativas dos usuários e das pessoas que mobilizaram os recursos, através de dois indicadores: eficiência e eficácia. Eficácia indica quanto que a organização cumpre seus objetivos, então quanto mais alto o grau de realização dos objetivos, mais a organização é eficaz. Já eficiência indica o quanto a organização utiliza seus recursos produtivamente, ou seja, quanto mais alto o grau de produtividade ou de economia na utilização dos recursos, mais eficiente é a organização (MAXIMIANO, 2012).

Seguindo nessa mesma linha de raciocínio, Padoveze (2015) define eficácia quando os objetivos preestabelecidos são atingidos como resultado da atividade ou do esforço. Já eficiência é a relação existente entre o resultado obtido e os recursos consumidos para conseguir esse resultado. A eficiência também pode ser definida como uma relação entre recursos (entradas) e produtos (saídas), sendo demonstrada da seguinte maneira:

$$\frac{\text{Entradas}}{\text{Saídas}} = \text{Eficiência}$$

Um sistema configura-se em um processamento de recursos (entradas), agrega-lhe valor e gera um produto ou serviço (saídas) para um cliente externo ou interno. Esse sistema pode ser executado em qualquer atividade e o fluxograma dos elementos estão apresentados na Figura 2 (PADOVEZE, 2015).

Figura 2 - Elementos de um sistema



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) com base nas informações de Padoveze (2015).

Na visão sistêmica, empresas são alocadas no elemento processamento, já que processam recursos e entregam produtos, bens ou serviços à sociedade. Dessa forma, para ser eficaz, é imprescindível que a empresa tenha eficiência na utilização de seus recursos, pois seria difícil para uma empresa atingir seus objetivos de forma totalmente ineficiente. De modo geral, a eficiência está ligada a todos os consumos específicos de recursos, ou seja, o processo da ação eficiente permeia todas as atividades da empresa e todas as transações. Assim, buscase eficiência em cada operação de uma empresa para atingir seus resultados, seja eles, produzir produtos, bens ou serviços (PADOVEZE, 2015). Assim, uma organização eficiente é aquela capaz de maximizar os resultados mantendo o mesmo nível de consumo de recursos, minimizar o consumo de recursos mantendo o mesmo nível de produção, ou ainda, se possível, maximizar resultados e concomitantemente minimizar o consumo de recursos (SOUZA et al., 2017).

Tanto a eficiência quanto a produtividade são indicadores de sucesso, pois são considerados como medidas de desempenho para avaliação de empresas. Portanto, somente medindo a eficiência e a produtividade, isolando os efeitos daqueles relacionados ao ambiente de produção, pode-se explorar hipóteses relacionadas a fontes de diferenças entre eficiência e produtividade (TUPY; YAMAGUCHI, 1998).

Quando os objetivos desejados são altos níveis de eficiência e de produtividade nas organizações, torna-se importante medir a eficiência e a produtividade, gerando informações úteis para formulação de políticas empresariais. Dessa forma, o desempenho de uma empresa é função do estado da tecnologia, definindo uma relação de fronteira entre insumos e produtos, e do grau de eficiência ao seu uso, incorporando desperdícios e má alocação de recursos relacionados à fronteira (FRIED, et al., 1993).

Se um indicador não reflete a realidade que se deseja medir ou não é considerado importante para implementação de políticas, planos e programas, pode-se considerar um desperdício de tempo e de recursos (BRASIL, 2012). Por isso, que os indicadores não são apenas números ou dados, são valores atribuídos a objetivos específicos, que possam ser aplicados, de acordo com os critérios de avaliação, para mensuração da eficácia, eficiência e efetividade da organização.

A seguir são apresentados os indicadores educacionais de forma geral e os específicos para as IES públicas.

2.2.1 Indicadores educacionais

Os indicadores são utilizados como um conjunto de ferramentas que viabilizam a identificação de falhas que buscam antever insucessos nos projetos e traçar mudanças de estratégias para ações mais efetivas. Assim, os indicadores educacionais visam à compreensão geral da gestão escolar. Segundo Nora (2014), a definição do conjunto de indicadores busca a obtenção de dados capazes de retratar aspectos relevantes do desempenho das instituições e o fornecimento de dados para futuros diagnósticos na área do ensino.

A classificação dos indicadores depende da perspectiva adotada. Gonçalves et al. (2007) propuseram um sistema de avaliação que contempla um quadro completo de indicadores aplicáveis às instituições de ensino, através de uma matriz de inteligência competitiva para acompanhamento das ações em três níveis: estratégico, pedagógico e administrativo. Para eles, o monitoramento das ações em diferentes níveis agrega maior valor à estrutura interna da instituição, à medida que há a interação em seus ambientes, ocorrendo trocas de experiências, de valores e de regras internas, e criando o diferencial competitivo.

Martín et al. (2017) conceituam que o estudo da eficiência em torno das unidades educacionais assumiu uma maior presença nas últimas décadas em virtude de as instituições estarem preocupadas em melhorar seu desempenho para atraírem novos alunos. Esses autores recomendam a utilização de indicadores como o número de alunos, de publicações, de pesquisa, entre outros, para avaliação da eficiência

A análise dos custos das IES está no centro dos debates acadêmicos, representando um desafio de medir a eficiência, definida como relação entre custos e produtos, representado pelo conceito de eficiência, indicando o quanto a organização utiliza seus recursos produtivamente. Dessa forma, Agasisti et al. (2016) ressaltam que o problema de avaliar os desempenhos econômicos das IES é também exacerbado pela ineficiência na produção. Então, quando estiver modelando as funções de produção e de custos é preciso ter em mente que as IES tendem a produzir usando suas entradas de maneira ineficiente.

Dessa forma, buscando facilitar a visualização, elaborou-se um quadro com os indicadores educacionais encontrados na literatura. Para pesquisa, utilizaram os seguintes bancos de dados: *Science Direct*, *Emerald Insight*, *Taylor & Francis Online* e *Portal Capes* com palavras-chaves: '*Higher Education*' AND '*Efficiency*' e '*Data Envelopment Analysis*' AND '*University*' e '*Stochastic Frontier Analysis*' AND '*University*'. Foram selecionados os trabalhos de 2013 a 2017. Foram encontrados 30 indicadores, os quais foram separados em

cinco grupos: acadêmico, docente, discente, administrativo e geográfico/socioeconômico, que estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Relação dos indicadores encontrados na literatura

(continua)

Nº	Área	Indicador	Autores
1.	Acadêmico	quantidade de matrículas	Martín et al. (2017), Sagarra et al. (2016), Munoz (2016), Neves e Bandeira (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Villela e Selow (2015).
2.	Acadêmico	quantidade de estudantes	Guccio et al. (2017), Singh e Ranjan (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Agasisti et al. (2016), Andersson et al. (2016), Mikušová (2015), Villela e Selow (2015), Aziz et al. (2014), Giacomello e Oliveira (2014), Inua e Maduabum (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014), Selim e Bursalioglu (2013).
3.	Acadêmico	quantidade de licenças concedidas para estudo	Nazarko e Šaparauskas (2014).
4.	Acadêmico	período de estudos	Sîrbu et al. (2016).
5.	Acadêmico	porcentagem de alunos fora do país	Nazarko e Šaparauskas (2014).
6.	Acadêmico	porcentagem de alunos estrangeiros	Nazarko e Šaparauskas (2014).
7.	Acadêmico	quantidade de professores	Guccio et al. (2017), Singh e Ranjan (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Agasisti et al. (2016), Andersson et al. (2016), Veiderpass e McKelvey (2016), Sagarra et al. (2016), Munoz (2016), Mikušová (2015), Villela e Selow (2015), Aziz et al. (2014), Inua e Maduabum (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014), Selim e Bursalioglu (2013).
8.	Acadêmico	quantidade de professores substitutos e temporários	Singh e Ranjan (2017).
9.	Acadêmico	quantidade de funcionários	Singh e Ranjan (2017), Agasisti et al. (2016), Andersson et al. (2016), Neves e Bandeira (2016), Veiderpass e McKelvey (2016), Villela e Selow (2015), Aziz et al. (2014), Inua e Maduabum (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014), Selim e Bursalioglu (2013).
10.	Acadêmico	quantidade de bolsas de pesquisa	Martín et al. (2017), Agasisti et al. (2016), Neves e Bandeira (2016), Aziz et al. (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014).
11.	Acadêmico	quantidade de alunos formados	Guccio et al. (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Agasisti et al. (2016), Neves e Bandeira (2016), Sagarra et al. (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Mikušová (2015), Villela e Selow (2015), Aziz et al. (2014), Inua e Maduabum (2014).
12.	Docente	quantidade de artigos publicados	Guccio et al. (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Sagarra et al. (2016), Sîrbu et al. (2016), Munoz (2016), Neves e Bandeira (2016), Andersson et al. (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Aziz et al. (2014), Selim e Bursalioglu (2013).

(conclusão)

Nº	Área	Indicador	Autores
13.	Docente	grau acadêmico dos docentes	Martín et al. (2017), Andersson et al. (2016), Sîrbu et al. (2016), Neves e Bandeira (2016), Munoz (2016), Veiderpass e McKelvey (2016), Villela e Selow (2015).
14.	Docente	quantidade de projetos de extensão	Neves e Bandeira (2016).
15.	Docente	participações em conferências científicas, exposições, workshops, feiras e mesas redondas	Sîrbu et al. (2016).
16.	Docente	quantidade de projetos de pesquisa	Sîrbu et al. (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Selim e Bursalioglu (2013).
17.	Docente	horas de ensino	Martín et al. (2017), Neves e Bandeira (2016).
18.	Docente	dedicação docentes	Munoz (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015).
19.	Discente	resultado do desempenho do aluno durante ensino médio	Andersson et al. (2016), Munoz (2016).
20.	Discente	percentagem de alunos com bolsas universitárias	Nazarko e Šaparauskas (2014).
21.	Discente	nota da performance anual dos alunos	Andersson et al. (2016).
22.	Administrativo	orçamento da instituição	Wolszczak-Derlacz (2017), Andersson et al. (2016), Munoz (2016), Veiderpass e McKelvey (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Inua e Maduabum (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014), Giacomello e Oliveira (2014), Selim e Bursalioglu (2013).
23.	Administrativo	despesa da instituição	Veiderpass e McKelvey (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Aziz et al. (2014), Giacomello e Oliveira (2014).
24.	Administrativo	despesa com pessoal	Larrán-Jorge e García-Correas (2015).
25.	Administrativo	custo docente em atividade de ensino	Villela e Selow (2015), Giacomello e Oliveira (2014).
26.	Administrativo	conceito CAPES/MEC	Villela e Selow (2015).
27.	Administrativo	quantidade de cursos ofertados	Giacomello e Oliveira (2014).
28.	Administrativo	capacidade de alunos em salas de aulas, bibliotecas e laboratórios	Guccio et al. (2017).
29.	Geográfico e Socioeconômico	tamanho da população da cidade onde a instituição está localizada	Nazarko e Šaparauskas (2014).
30.	Geográfico e Socioeconômico	percentual de alunos com ajuda financeira	Nazarko e Šaparauskas (2014).

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ressalta-se que na pesquisa foram destacados os principais indicadores, que nortearam o trabalho. O indicador pontuação ponderada do teste universal de admissão nacional chileno (MUNOZ, 2016) foi listado como resultado do desempenho do aluno durante o ensino médio. Já o indicador número de publicações dividido pela receita (WOLSZCZAK-DERLACZ, 2017), para fins deste trabalho, foi separado em dois indicadores: número de publicações e orçamento da instituição.

Indicadores referentes a pagamentos feitos pelos alunos não foram aprofundados por não fazer em parte das IES públicas. Cita-se, nesse caso, a mensalidade ponderada cobrada pela universidade em uma base anual (MUNOZ, 2016), a receita das mensalidades (WOLSZCZAK-DERLACZ, 2017) e o número de créditos contratados pelos alunos e oferecidos pela DMU (GIACOMELLO; OLIVEIRA, 2014). Outro indicador que não faz sentido para uma instituição pública é a preferência para contratação de ex-alunos (NAZARKO; ŠAPARAUSKAS, 2014), já que todas as contratações são através de concurso público ou de provas e títulos.

No indicador número de empregos, utilizado por Selim e Bursalioglu (2013), foi considerado o número de funcionários e de professores. Já os indicadores: teses de doutorado aprovadas (LARRÁN-JORGE; GARCÍA-CORREAS, 2015); idade na qual o diploma de doutorado é obtido (SÎRBU et al., 2016); patentes apresentadas ou participadas por universidades (LARRÁN-JORGE; GARCÍA-CORREAS, 2015); número de dissertações de mestrado e teses de doutorado (NEVES; BANDEIRA, 2016) não constam na listagem por não se enquadrar na realidade do IFRS, pelo fato de a instituição não ofertar cursos de doutorado e nem ter participado de algum registro de patente.

Outros indicadores não foram destacados por serem inexistentes ou por serem mais adequados em universidade do que em escolas técnicas, como números de créditos ministrados na pós-graduação (NEVES; BANDEIRA, 2016), avaliação paramétrica de realizações acadêmicas de professores (NAZARKO; ŠAPARAUSKAS, 2014) e número de certificados de extensão (NEVES; BANDEIRA, 2016).

2.2.2 Indicadores das IES Públicas

Na seção anterior foram apresentados os indicadores educacionais comumente utilizados na literatura. Nesta seção serão demonstrados os indicadores para gestão pública das IES.

Segundo Nora (2014), a utilização de indicadores de desempenho no serviço público tem por objetivo contribuir e melhorar o gerenciamento dos recursos disponíveis, além de facilitar a prestação de contas, tanto para os órgãos controladores quanto para a sociedade. Assim, os indicadores podem ser apresentados por meio de métricas estatísticas, as quais devem ser especificadas de tal forma que gerem informações úteis e confiáveis à sociedade, de modo a assegurar a relevância do indicador escolhido.

Pensando nisso, o Tribunal de Contas da União (TCU) realizou um estudo onde foi definido um conjunto de indicadores de desempenho para as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), visando subsidiar trabalhos futuros de análise de desempenho dessas instituições e permitindo, também, elaborar estudos comparativos de forma mais clara e efetiva com os índices de outras IFES.

Os indicadores de desempenho foram fixados pela Decisão TCU nº 408/2002 - Plenário e obriga as IFES incluírem esses índices nos Relatórios de Gestão a partir de 2002. Ocorre que o processo de consolidação das auditorias apontou algumas limitações e cuidados na utilização e interpretação dos resultados obtidos. Devido à grande heterogeneidade apresentada pelos IFES, o conjunto de indicadores, pela sua simplicidade, mostrou-se incapaz de, isoladamente, permitir conclusões sobre o desempenho das instituições (BRASIL, 2004).

Os indicadores preestabelecidos pelo TCU não têm por objetivo a obtenção de dados para avaliação da condução gerencial da IFES nem o estabelecimento da classificação hierárquica e alternativas para as instituições. Dessa forma, o objetivo da inclusão destes indicadores no relatório de gestão é a construção de uma série histórica para acompanhamento, ao longo dos anos, da evolução de aspectos relevantes do desempenho das IFES e que possa ser útil como ferramenta de apoio à autoavaliação institucional (BRASIL, 2004).

Já para Instituições Federais de Educação Tecnológica (Ifets), a definição dos indicadores foi definida pelo Acórdão TCU nº 2.267/2005 e os indicadores passaram a integrar os relatórios de gestão a partir de 2005. Há diferenças entre os indicadores das IFES e das Ifets. Além das informações consideradas necessárias para refletir a execução financeira e operacional de cada instituição, no caso das Ifets foram também acrescentados indicadores sobre o perfil socioeconômico de ingressantes e concluintes, bem como indicadores sobre a demanda por vagas oferecidas por cada instituição, discriminada por ensino médio, técnico e tecnológico. O Quadro 2 apresenta a comparação dos índices relativos definidos pelo TCU para as universidades federais e para as instituições federais de educação tecnológica.

Quadro 2 - Apresenta o comparativo entre os índices relativos de gestão

Instituições Federais de Ensino Superior (IFES)		Instituições Federais de Educação Tecnológica (Ifets)	
Decisão TCU nº 408/2002		Acórdão TCU nº 2.267/2005	
Desempenho Acadêmico		Desempenho Acadêmico	
1.	Custo Corrente/Aluno Equivalente	1.	Relação Candidato / Vaga
2.	Aluno/Professor	2.	Relação de Ingressos/Alunos
3.	Aluno/Funcionário	3.	Relação de Concluintes/Alunos
4.	Funcionário/Professor	4.	Índice de Eficiência Acadêmica
5.	Grau de Participação Estudantil (GPE)	5.	Índice de Retenção do Fluxo Escolar
6.	Grau de Envolvimento com Pós-Graduação (GEPG)	6.	Relação Alunos/Docente em Tempo Integral
7.	Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD)	7.	Índice de Titulação do Corpo Docente (ITCD)
8.	Conceito CAPES	Desempenho Administrativo	
9.	Taxa de Sucesso na Graduação (TSG)	1.	Gastos Correntes por Aluno
		2.	Percentual de Gastos com Pessoal
		3.	Percentual de Gastos com Outros Custeios
		4.	Percentual de Gastos com Investimentos
		Desempenho Socioeconômico	
		1.	Número de Alunos Matriculados Classificados de acordo com a Renda Per Capita Familiar

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) com base nos indicadores do TCU (BRASIL, 2004).

Percebe-se que os indicadores do TCU propostos para as Ifets são mais abrangentes e estão separados em três grupos: acadêmico, administrativo e socioeconômico. De acordo com a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec), os indicadores propostos pelo TCU refletem adequadamente o desempenho das Ifets em relação a aspectos da ação educativa: capacidade de oferta de vagas (relação candidato/vaga e relação de ingressos/alunos); eficiência e eficácia (relação de concluintes/alunos, índice de eficiência acadêmica e gastos correntes por aluno), adequação da força de trabalho docente (relação alunos/docente em tempo integral e índice de titulação do corpo docente), adequação do orçamento atribuído à instituição (percentual de gastos com pessoal, percentual de gastos com outros custeios e percentual de gastos com investimentos) e aspectos socioeconômicos dos alunos (número de alunos matriculados classificados por renda per capita familiar). Cabe destacar que a eficiência acadêmica citada no Acórdão TCU nº 2.267/2005, que consiste no somatório de concluintes por modalidade multiplicado pelo somatório de ingressos ocorridos por modalidade é diferente da eficiência proposta nesse estudo.

Assim pode-se destacar os indicadores em comum acordo entre os encontrados na literatura e os definidos pelo TCU como quantidade de matrículas, de estudantes, de professores, de concluintes, grau acadêmico dos professores, despesa da instituição e despesa com pessoal.

A próxima seção apresenta os métodos de avaliação de eficiência comumente usados para avaliar as unidades tomadoras de decisão.

2.3 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA

Os métodos de avaliação utilizam o tratamento de variáveis para análise multicriterial, que busca a produtividade ou eficiência de unidades de produção. Assim os sistemas de avaliação de indicadores são métodos matemáticos utilizados para mensurar os níveis de eficiência e propor melhores práticas entre as organizações analisadas, a fim de definir o quão distante cada uma encontra-se do ideal (GILSA, 2012).

A distinção entre os métodos é definida de acordo com o tipo de técnica escolhida para limitação do conjunto produtivo, podendo ter uma abordagem paramétrica ou não paramétrica. Os métodos paramétricos pressupõem uma função de produção que precisa ser estimada no que tange ao teste de hipótese, já os não paramétricos aproximam-se do ideal ao comparar um produto com o grupo ao qual está inserido (SOUZA, 2003).

Segundo Silva (2006), os métodos utilizados para estimação da avaliação de eficiência podem ser agrupados em duas grandes categorias: fronteiras estocásticas e fronteiras determinísticas. Enquanto o primeiro utiliza os modelos de regressão e de máxima verossimilhança para estimar os parâmetros de um modelo pré-determinado com seus respectivos índices de eficiência, o segundo é baseado em técnicas de programação linear.

Para medir a eficiência de uma unidade de produção são comparadas as entradas e saídas. Nos métodos paramétricos pode-se citar a Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis - SFA*), que é um método estocástico (aleatório) e define a função de produção concreta, geralmente o custo ou lucro da função. Já nos métodos não paramétricos, cita-se a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*) e Superfície de Livre Disponibilidade (*Free Disposal Hull - FDH*), que são determinísticos e, em geral, determinam uma proporção ponderada de entradas e saídas (MIKUŠOVÁ, 2015).

Nos métodos de programação linear, utilizam-se indicadores de entradas e saídas para obtenção de um limite de produção nas unidades de decisão eficientes em relação às

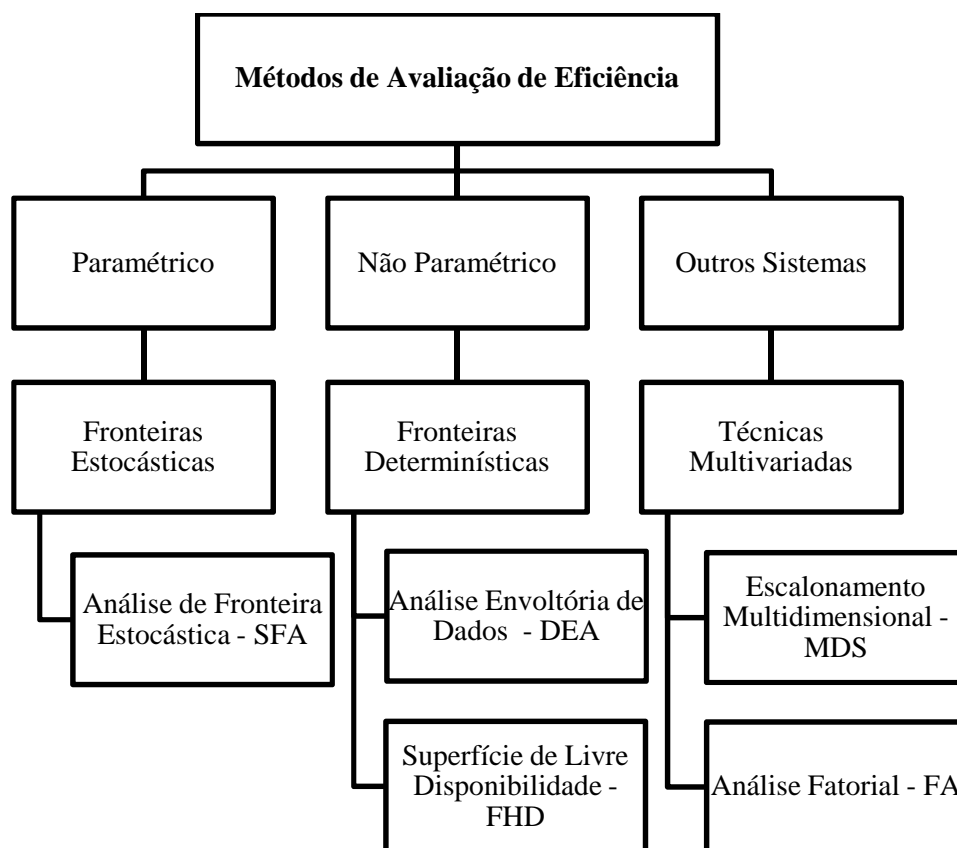
outras não eficientes. Aquelas que se afastam da referida fronteira são consideradas unidades ineficientes em maior ou menor grau (LARRÁN-JORGE; GARCÍA-CORREAS, 2015).

Já as técnicas multivariadas referem-se a todos os métodos estatísticos que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre cada indivíduo ou objeto de investigação. Aqui serão apresentadas brevemente os métodos encontrados na literatura acerca do tema, que foram Análise Fatorial – FA e Escalonamento Multidimensional – MDS.

A análise fatorial é uma abordagem estatística que pode ser usada para analisar inter-relações entre um grande número de variáveis e explicar essas variáveis em termos de suas dimensões inerentes comuns (fatores). Já no escalonamento multidimensional, o objetivo é transformar julgamentos de consumidores sobre similaridade ou preferência em distâncias representadas em um espaço multidimensional. Assim os mapas perceptuais resultantes exibem a posição relativa de todos os objetos (HAIR et al., 2009).

Para resumir graficamente, a Figura 3 mostra os principais métodos de avaliação de eficiência.

Figura 3 - Relação simplificada dos métodos de avaliação de eficiência



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A seguir são descritos o DEA e o SFA, assim como outros métodos utilizados para avaliação de eficiência para as IES.

2.3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

O método da Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma metodologia que compara o resultado obtido com o resultado ideal, estabelecendo um indicador de avaliação de eficiência em relação às entradas e saídas de cada unidade de decisão, as quais fornecem dados quantitativos sobre possíveis direções de melhorias de *status* para unidades consideradas ineficientes.

Assim, DEA é uma técnica não paramétrica de medição de eficiência, que constrói uma envoltória dos dados, que resolve repetidamente para cada unidade de decisão o problema da produtividade, que é medida pela distância entre cada observação e a envoltória. Em seguida, realiza a ordenação de cada unidade produtiva pelo índice de eficiência (OHIRA; SCAZUFCA, 2008).

Dada importância da avaliação da eficiência nas instituições de ensino, a Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica bastante útil para essa finalidade e tem sido aplicada com sucesso na análise da eficiência de organizações públicas e sem fins lucrativos (SOUZA et al., 2017).

É importante destacar que essa metodologia não utiliza inferências estatísticas nem se apega a medidas de tendência central, testes de coeficientes ou formalizações de análise de regressão, além de não exigir a existência de relações funcionais entre insumos e produtos (FERREIRA; GOMES, 2009).

A abordagem DEA foi proposta por Farrel em 1957 e operacionalizada por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 e Banker, Charnes e Cooper em 1984, através de métodos de programação linear. O modelo proposto consistia em medir a eficiência das unidades de produção com uma entrada e uma saída (MIKUŠOVÁ, 2015).

No método DEA existem dois tipos de programação linear utilizados para avaliar o desempenho de unidades tomadoras de decisão (Decision Making Unit - DMU). O primeiro método é o BCC (modelo desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper), que especifica os recursos a serem utilizados para que se obtenha a prioridade na competição, ou seja, decompõem-se a eficiência técnica global em dois componentes: eficiência técnica pura e eficiência de escala. Já o segundo método de programação linear é o CCR (Charnes, Cooper e Rhodes), que define a relação entre desempenho e variáveis de entradas e saídas (SÎRBU et al., 2016).

O desempenho de uma unidade tomadora de decisão pode ser medido quando há correlação entre as entradas e saídas do sistema de estudo. Portanto, só pode ser considerada

eficiente quando comparada entre si com um conjunto de variáveis. Desta forma, o cálculo da razão entre os *outputs* e *inputs* de uma DMU é chamado de produtividade. Basicamente, de forma sucinta, uma unidade não eficiente pode-se tornar eficiente de duas maneiras: uma é reduzindo os recursos (*inputs*), mantendo constantes os produtos (*outputs*) e outra é maximizando os produtos, mantendo constantes os recursos (LARRÁN-JORGE; GARCÍA-CORREAS, 2015).

A eficiência das instituições de ensino também pode ser confirmada através de uma proporção de saídas divididas pelas entradas ponderadas. Segundo Sagarra et al. (2016), um modelo com apenas uma entrada e uma saída estão intimamente relacionados como uma proporção, porém eles não são totalmente equivalentes, pois o modelo DEA está limitado no zero a um intervalo, onde não exista proporção. DEA é o resultado de um conjunto de comparações múltiplas entre as unidades observadas, enquanto não existe relação nos dados não observáveis.

O impacto na eficiência de uma determinada unidade de decisão, pode ser avaliado através da especificação de um procedimento sistemático para o modelo DEA. Assim a inclusão ou exclusão de uma variável pode ser analisada estatisticamente, correlacionando os escores de eficiência com os valores da variável omitida para avaliar o impacto. Porém, embora úteis na seleção de uma variável, não explica de forma particular os pontos fortes e fracos de uma determinada unidade de avaliação (SAGARRA et al., 2016).

É importante salientar que não existe um procedimento padrão, alguns autores sugerem primeiramente verificar se existe alguma correlação entre as variáveis e descartar aquelas que não possam contribuir efetivamente para avaliação da eficiência. Como Panepucci (2003) afirma que uma das técnicas para definição das variáveis enquadradas como *input* e *output* é a correlação estatística. Já para Souza et al. (2017), a operacionalização da análise da envoltória de dados exige alguns passos a serem seguidos como: (a) definição das DMU que serão objeto da análise, (b) seleção das variáveis (*inputs* e *outputs*) relevantes para estabelecer a eficiência relativa das DMU e (c) aplicação do modelo DEA.

Quanto ao número de variáveis, Encinas (2010) alerta que um modelo operacionalizado com muitas variáveis tende a ser benevolente, fazendo com que muitas DMU alcancem o score 1 (máximo) de eficiência. Por isso, para o cálculo do número mínimo de variáveis a ser utilizado na análise do modelo é calculado de acordo com a técnica de Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), demonstrado abaixo.

$$k \geq 2 (N+M)$$

Onde,

k é o número de DMU a ser utilizado na análise,

N o número de entradas (*inputs*), e

M o número de saídas (*outputs*).

O caso apresentado por Sîrbu et al. (2016) mostra que para determinar o desempenho acadêmico e a eficiência de instituições de ensino utilizando o método DEA, o estudo deve-se seguir em duas direções: no nível de desempenho do pessoal docente acadêmico e no nível de departamentos ou faculdades dentro da instituição.

Segundo Souza et al. (2017) existem dois fatores que influenciam significativamente os resultados quando aplicado a técnica DEA: modelo e orientação. Os modelos comumente utilizados são o BCC e o CCR. No BCC compara as DMU que operam em escala semelhante e a eficiência é obtida através da divisão da produtividade da DMU em questão pela de maior produtividade entre as DMU que apresentam o mesmo tipo de retorno à escala. Tal modelo não é o mais adequado a ser utilizado no estudo do IFRS, em virtude das unidades serem diferentes tanto no porte da edificação quanto no número de pessoas que as frequentam. Já no CCR qualquer acréscimo ou redução nos inputs provocará uma variação proporcional nos outputs.

Outro fator que influencia significativamente nos resultados obtidos da utilização da DEA é a sua orientação. Conforme Bandeira (2000) o modelo pode ter as seguintes orientações:

- Orientado a *input*: quando se deseja estimar qual é o mínimo nível possível de emprego de recursos, mantendo os resultados;
- Orientado a *output*: quando se deseja estimar qual o máximo nível possível de *output* mantendo fixos os *inputs*.

Por fim, a principal vantagem do método DEA é a possibilidade de combinar múltiplas entradas e saídas, obtendo uma medida sem a necessidade de estabelecer uma prioridade de cada fator (LARRÁN-JORGE; GARCÍA-CORREAS, 2015).

2.3.2 Análise de Fronteira Estocástica (SFA)

O método de Análise de Fronteira Estocástica – SFA (*Stochastic Frontier Analysis*) é uma metodologia paramétrica e estocástica, que tem por objetivo estimar as melhores práticas entre as variáveis analisadas e assim definir o quão distante cada indicador encontra-se do

ideal (OHIRA; SCAZUFCA, 2008). Assim a eficiência é medida comparando o resultado observado com o máximo alcançável dada a tecnologia de produção e a disponibilidade de insumos (MARTÍN et al., 2017).

Ohira e Scazufca (2008) enfatizam que, apesar do tratamento estatístico permitir flexibilidade nos testes a serem realizados, há a separação dos erros de ineficiência e mantém-se o rigor na consideração de produção e fatores de produção.

Esta metodologia exige, por parte do pesquisador, um razoável nível de conhecimento técnico, pois pressupõem-se uma função de produção, de custo ou de lucro, que deve ser estimada, porém os resultados são mais ricos e consistentes do que nos testes de hipóteses convencionais. O método SFA estuda a eficiência relativa de unidades produtivas por meio da representação da fronteira do Conjunto de Possibilidade de Produção (CPP). Sendo paramétrica, realiza uma definição de relação entre insumos e produtos, aliado ao erro composto aleatório. Operacionalmente, o termo de erro é composto por dois componentes com diferentes distribuições: o primeiro é em relação à ineficiência, possuindo uma distribuição assimétrica, enquanto o segundo é relativo aos fatores relacionados ao erro (AGASISTI et al., 2016).

Segundo Agasisti et al. (2016) o método SFA tem sido mais utilizado na recente literatura para medir a eficiência no ambiente educacional pois separa a ineficiência de classificação e seus efeitos individuais fixos. Porém não distingue entre a característica individual não observada com ineficiência. Por exemplo, o desempenho dos estudantes, quando avaliado no geral pode beneficiar ou prejudicar a eficiência da instituição à qual estão inseridos. O desempenho individual para realização acadêmica muito boa ou muito ruim, possui a tendência a padronização dos resultados, mesmo com valores aos extremos entre os alunos.

Nesse contexto, o uso de modelos de eficiência para formulação de políticas ou considerações gerenciais é preciso ficar atento para distinguir os três elementos: (1) diferenças estruturais não observadas, (2) ineficiência, e (3) processos de produção heterogêneos. Por isso, Agasisti et al. (2016) alertam sobre a falta de julgamento do pesquisador sobre várias partes, o que levaria a uma avaliação enganosa de ineficiência. Para que isso não aconteça, é preciso remover os efeitos individuais de forma analítica e, dessa forma, tornar o estimador de eficiência imune aos problemas de parâmetros incidentais. Assim, após rodar o modelo proposto, os efeitos fixos são removidos antes da estimativa.

Para ficar clara a diferença entre os dois métodos descritos, DEA e SFA, elaborou-se um quadro comparativo entre eles com a descrição do método, suas vantagens e desvantagens (Quadro 3).

Quadro 3 - Comparação entre os métodos DEA e SFA

Descrição	DEA	SFA
Método	Metodologia não paramétrica e determinística	Metodologia paramétrica e estocástica
	Método de programação linear que constrói uma fronteira não paramétrica de produção, construindo uma superfície linear sobre as informações.	Método econométrico que estima uma função de produção e apresenta o termo erro dividido em uma parte aleatória e outra em ineficiência.
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica um conjunto de variáveis eficientes e utiliza o mesmo conjunto de fatores para cada unidade ineficiente. - Realiza a ordenação de cada unidade produtiva pelo índice de eficiência. - Possibilita combinar múltiplas entradas e saídas, obtendo uma medida sintética sem a necessidade de estabelecer uma prioridade de cada fator. - Não assume a forma funcional de fronteira ou uma forma de distribuição do termo erro idiossincrático. 	<ul style="list-style-type: none"> - Busca controlar o ruído. - Variáveis ambientais são facilmente inseridas no modelo. - Permite a condução de teste de hipótese da estatística tradicional. - Identificam-se com facilidade os <i>outliers</i>. - Separa a ineficiência de classificação e seus efeitos individuais fixos.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Pode haver influência de ruído. - Não aceita testes de hipótese tradicionais. - Não explica de forma particular os pontos fortes e fracos de uma determinada unidade de avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> - A decomposição do erro em duas partes pode apresentar problemas devido à especificação da distribuição, enviesando o resultado de ineficiência. - Exige razoável nível de conhecimento técnico por parte do pesquisador.

Fonte: Adaptado de Ohira e Scazufca (2008).

2.3.3 Outros sistemas

Outro método de avaliação que existe é o Escalonamento Multidimensional (MDS), também conhecido como diferenças individuais (INDSCAL), que tem por objetivo criar uma matriz de proximidade, onde se estabelece uma relação entre as variáveis de estudo a partir de índices de semelhança. Essa metodologia também é utilizada em outras técnicas como Análise Fatorial (FA) ou Análise de Componentes Principais (PCA), que utilizam coeficientes de correlação como medida de proximidade (SAGARRA et al., 2016).

O método INDSCAL (INdividual Differences SCALing) permite tratar subconjuntos de sujeitos nos estudos da representação e determinar em que medida eles se encontram no mesmo espaço ou em espaços diferentes, mostrando a relação que se pode estabelecer entre si. É um modelo de escala que visualiza as principais características dos dados e funciona com base em medidas de proximidade entre pares de objetos. Se a proximidade é alta, os objetos estão localizados próximos; quando a proximidade é baixa, estão distantes (NAES, 2017).

Esta técnica produz dois resultados: (1) mapa de consenso, que é uma espécie de média em todas as matrizes de proximidade; (2) conjunto de pesos, que indica como as matrizes individuais diferem do mapa de consenso. Desse modo, torna-se possível identificar espaços comuns a determinados conjuntos de sujeitos e os respectivos espaços individuais (privados) (SAGARRA et al., 2016).

Outro método é a Análise Fatorial – FA, que inclui a Análise de Componentes Principais – PCA e a análise dos fatores comuns. De forma geral, segundo Hair Jr. et al. (2009), essa técnica aborda o problema de analisar a estrutura das inter-relações (correlações) entre um grande número de variáveis, definido a partir de um conjunto de dimensões chamadas de fatores. Com a análise fatorial, o pesquisador pode primeiro identificar as dimensões separadas da estrutura e, a partir disso, determinar o grau em que cada variável é explicada por cada dimensão. Assim, os dois principais usos da FA é resumir e reduzir dados.

Fernandes (2009) utilizou a técnica multivariada de Análise Fatorial para reduzir a quantidade de variáveis, tendo em vista a operacionalização de inúmeras variáveis a partir de bancos de dados disponíveis. E, para extração dos fatores, o autor usou a Análise de Componentes Principais, que é uma técnica da Análise Fatorial cuja finalidade, no estudo em questão, foi encontrar um conjunto mínimo de variáveis latentes de qualidade e de gastos que possam explicar a variância máxima presente nos indicadores para então substituí-los.

Segundo Hair Jr. et al. (2009), a Análise de Componentes Principais considera a variância total e determina fatores que contêm pequenas proporções de variância única e, em alguns casos, variância do erro. Esse modelo é apropriado quando a preocupação principal é a previsão ou o número mínimo de fatores necessários para explicar a parte máxima da variância representada no conjunto original de variáveis.

A seguir são apresentados a utilização de avaliação de eficiência no setor educacional.

2.3.4 Avaliação de eficiência no setor de ensino

Para concluir os métodos de avaliação de eficiência no ensino, elaborou-se um quadro com a relação dos pesquisadores bem como o método que utilizaram para mensurar e avaliar a eficiência das instituições de ensino. Foram destacados os autores que realizaram seus estudos no Brasil.

Para fundamentar a pesquisa, realizou-se uma revisão da literatura envolvendo a temática medição de eficiência das instituições de ensino. O objetivo foi observar a relevância do tema e identificar possibilidades de pesquisa.

Para a seleção dos artigos, foram utilizados os seguintes bancos de dados: *Science Direct, Emerald Insight, Taylor & Francis Online e Portal Capes* com palavras-chaves: *'Higher Education' AND 'Efficiency' e 'Data Envelopment Analysis' AND 'University' e 'Stochastic Frontier Analysis' AND 'University'*. A busca foi realizada nos meses de outubro de 2017 e maio de 2018 e teve como filtro somente os artigos de 2013 a 2018. Assim, no Quadro 4 estão relacionados os artigos úteis à pesquisa.

Quadro 4 - Relação do autor, país de estudo, objeto de pesquisa e o método escolhido

(continua)

Nº	Autor	País de Estudo	Objeto de Pesquisa	Método
1	Selim e Bursalioglu (2013)	Turquia	universidades públicas	DEA
2	Aziz et al. (2014)	Malásia	universidade pública	DEA
3	Giacomello e Oliveira (2014)	Brasil	universidade privada	DEA
4	Inua e Maduabum (2014)	Nigéria	universidades públicas	DEA
5	Nazarko e Šaparauskas (2014)	Polônia	IES públicas	DEA
6	Arjomandi et al. (2015)	Malásia	universidades públicas	DEA
7	Larrán-Jorge e García-Correas (2015)	Espanha	universidades públicas	DEA
8	Mikušová (2015)	República Tcheca	universidades públicas	DEA
9	Villela e Selow (2015)	Brasil	universidades públicas	DEA
10	Agasisti et al. (2016)	Itália	universidades públicas	SFA
11	Andersson et al. (2016)	Suécia	IES públicas e privadas	DEA
12	Bolli et al (2016)	Europa	universidades públicas e privadas	SFA
13	Munoz (2016)	Chile	IES públicas e privadas	DEA
14	Neves et al. (2016)	Brasil	universidade pública	DEA
15	Sîrbu et al. (2016)	Moldávia	universidade pública	DEA

(conclusão)

Nº	Autor	País de Estudo	Objeto de Pesquisa	Método
16	Veiderpass e McKelvey (2016)	Europa	IES públicas e privadas	DEA
17	Edvardsen et al. (2017)	Noruega	IES públicas	DEA
18	Guccio et al. (2017)	Itália	universidades públicas	DEA
19	Martín et al. (2017)	Argentina	universidade pública	SFA
20	Singh e Ranjan (2017)	Índia	IES públicas	DEA
21	Wolszczak-Derlacz (2017)	Europa e EUA	IES públicas	DEA
22	Barra et al. (2017)	Itália	universidades públicas	DEA e SFA
23	Papadimitriou e Johnes (2018)	Inglaterra	IES públicas e privadas	DEA

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os resultados dos estudos permitem identificar características de eficiência nas instituições de ensino avaliadas e as possíveis correlações existente entre as variáveis analisadas com o aumento da eficiência. Além de destacarem os pontos de ineficiência para que possam ser melhorados.

Como conclusão da pesquisa, verificou-se que a avaliação de eficiência das IES é um assunto relevante nos estudos internacionais, levando a crer que há interesse por parte das publicações e dos pesquisadores em aprofundar suas questões de pesquisa nessa área. Em contrapartida, foi identificado poucos estudos nacionais, mostrando que o Brasil é carente de pesquisas sobre esse tema.

Com base na proposta deste trabalho e da revisão teórica, apresenta-se a seguir o método de trabalho.

3 MÉTODO

O método de trabalho desenvolvido nesta pesquisa foi norteado pelas seguintes etapas de estudo, as quais visam montar um método de avaliação de eficiência para as IES públicas. Primeiramente, as unidades produtivas foram caracterizadas e em seguida iniciou-se a definição das variáveis, após elas foram submetidas à validação externa do IFRS para aprovação, em seguida foi dado início à coleta e organização dos dados para realizar a modelagem matemática. Com os resultados, foi possível diferenciar as unidades quanto à sua eficiência relativa e por último foi elaborada uma proposta de melhorias, através da identificação das unidades ineficientes. Por fim, foi apresentado um método contínuo de avaliação da eficiência para as unidades do IFRS.

As etapas estão detalhadas a seguir.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS (DMUS)

O IFRS é uma instituição de ensino, o qual possui 17 unidades educacionais com polo ativo em sua região de atuação e com autonomia administrativa. Todas as unidades estão localizadas no Rio Grande do Sul e tem como característica a diversidade. Atuam em áreas geográficas e realidades socioeconômicas distintas, o que torna a medição de eficiência um desafio.

Na região norte do Rio Grande do Sul as unidades estão localizadas nos municípios de Erechim, Ibirubá, Sertão e Vacaria. Esta região se caracteriza pela agricultura e agropecuária, demandando cursos de qualificação, profissionalizantes e de nível superior nessas áreas. O corpo discente é oriundo de famílias de pequenos agricultores e a região é caracterizada por pequenos municípios, carentes de opções de trabalho (IFRS, 2014).

Já na serra gaúcha as unidades estão localizadas nos municípios de Bento Gonçalves, Caxias do Sul, Farroupilha e Veranópolis. Caracteriza-se por ser um centro regional de desenvolvimento tanto na indústria como no comércio, turismo e serviços. É uma região desenvolvida pela agropecuária, indústria metal-mecânica, moveleira, viticultura, entre outros. Apresenta acentuada influência da cultura italiana no desenvolvimento desses municípios. A reitoria do IFRS está localizada em Bento Gonçalves e concentra em sua estrutura organizacional, o planejamento pedagógico de um centro de formação profissional capaz de atender às mais variadas demandas e necessidades regionais (IFRS, 2014).

Na região metropolitana de Porto Alegre, o IFRS possui unidades nas seguintes cidades: Alvorada, Canoas, Feliz, Osório, Rolante, Viamão e inclusive na capital, Porto Alegre, onde possui duas escolas, uma localizada no bairro Centro e outra no bairro Restinga, conhecidas como, respectivamente, *Campus Porto Alegre* e *Campus Restinga*. As unidades de Alvorada, Canoas e Restinga estão localizadas em comunidades carentes, de baixo poder aquisitivo, o qual demanda cursos de formação profissional para inserção no mercado do trabalho. Já Osório é um município colonizado por açorianos, localizado no litoral norte do RS, onde a economia é voltada para o turismo e cerca de 80% da população é urbana e carece de profissionais na área de serviços (IFRS, 2014).

Por fim, na região sul do RS, tem o *Campus Rio Grande*, localizado na planície costeira. A economia da região é caracterizada pela predominância do setor secundário, em uma acentuada interação com o sistema viário, liderado pelas instalações portuárias. O desenvolvimento do município gira em torno da agricultura, pecuária, pesca, comércio e turismo (IFRS, 2014).

Portanto, percebe-se que o IFRS é uma Instituição de identidade singular e de estrutura multicampi, Figura 4, e constitui-se em uma referência em relação à necessidade de formação profissional, de acordo com a demanda de ingresso e região. Dessa forma, considera-se como agente de transformação regional, através do planejamento pedagógico, inserido em diversas regiões e culturas (IFRS, 2014).

Figura 4 - Localização das Unidades do IFRS



Fonte: Site do IFRS. Disponível em: <<https://arquivo.ifrs.edu.br/site/conteudo.php?cat=220&sub=2300>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

Para o estudo em questão foram consideradas todas as 17 unidades do IFRS como Unidades Tomadoras de Decisão (DMU) e não houve a necessidade de fazer aglutinações nem desmembramentos, já que todas possuem estudantes ativos e estão em pleno funcionamento. Para as unidades em fase de implantação (Alvorada, Rolante, Vacaria, Veranópolis e Viamão) não houve distinção, pois, futuramente, elas se tornarão unidades consolidadas no IFRS.

3.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para cumprir a etapa de definição das variáveis, foi feita a consulta das variáveis selecionadas pela literatura e realizada a comparação dos indicadores estabelecidos pelo TCU para os Institutos Federais, através do Acórdão nº 2.267/2005. As variáveis encontradas na literatura e no Acórdão TCU nº 2.267/2005 foram a quantidade de matrículas, de estudantes, de professores, de concluintes, grau acadêmico dos professores, despesa da instituição e despesa com pessoal.

A relação das variáveis utilizadas nos trabalhos pesquisados (Quadro 1), bem como os indicadores econômicos e demográficos obtidos pelo IBGE (2018) como população estimada, PIB (Produto Interno Bruto) per capita, IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) e o salário médio mensal dos trabalhadores formais, foram submetidos à validação externa através de uma reunião com os Pró-reitores de Desenvolvimento Institucional e com o presidente da Comissão Própria de Avaliação Institucional. O objetivo dessa validação externa do IFRS foi garantir que as variáveis escolhidas refletissem a realidade das instituições públicas de ensino.

Em seguida, foi realizada a consulta ao Decreto nº 7.313/2010 e para que ele fosse cumprido, foram acrescentadas também as variáveis número de matrículas no curso técnico e licenciatura.

Após realizada a definição das variáveis, iniciou-se a coleta de dados. A maioria dos dados foram coletados por meio da Plataforma Nilo Peçanha, tendo como filtro 'Instituição' IFRS. Outros foram conseguidos diretamente com as pró-reitorias do IFRS e outros foram obtidos nos relatórios gerenciais, como o relatório de autoavaliação institucional do IFRS e o relatório de gestão. Os dados utilizados foram os mais recentes disponíveis para consulta pública.

3.3 DIFERENCIAÇÃO ENTRE AS UNIDADES QUANTO À SUA EFICIÊNCIA

Com a coleta definitiva dos dados, foi realizada a modelagem matemática para diferenciar as unidades quanto à sua eficiência relativa, utilizando o método DEA e o software SIAD. A escolha da técnica DEA foi definida em função das características do estudo e da ampla utilização na literatura.

Para utilizar o método DEA multidimensional, foi preciso selecionar a forma do limite de fronteira. Existem várias formas, porém há dois modelos que são considerados clássicos: o CCR e o BCC. Ambos podem ser orientados tanto para entradas quanto para saídas.

O modelo CCR, também conhecido como CRS – *Constant Returns to Scale*, trabalha com retornos constantes de escala, ou seja, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*). Esse modelo foi utilizado por Munoz (2016), Guccio et al. (2017); Nazarko e Šaparauskas (2014); Singh e Ranjan (2017); Inua e Maduabum (2014); Giacomello e Oliveira (2014).

Já o modelo BCC, também conhecido como VRS - *Variable Return Scale*, permite que DMUs operem com baixos valores de *inputs* e tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. Esse modelo foi utilizado por Mikušová (2015); Selim e Bursalioglu (2013); Veiderpass e McKelvey (2016); Sîrbu et al. (2016); Neves e Bandeira (2016).

O modelo mais apropriado para o estudo em questão foi utilizar o modelo DEA – CCR orientado para saídas (*outputs*), pois o objetivo é maximizar os resultados, assim qualquer variação nas entradas produzirá uma variação proporcional nas saídas. O objetivo das IES no Brasil é formar profissionais e qualificar cidadãos para os diversos setores da economia brasileira (BRASIL, 2017a).

O motivo para a não escolha do modelo BCC é que ele atribui eficiência de 100% para unidades com menor *input* e maior *output*, independentemente da relação entre eles. Por isso, poderia haver erros de interpretação como, por exemplo, uma unidade ser considerada eficiente só por ser de grande ou de pequeno porte.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS A SEREM MELHORADOS

Através das metas estabelecidas pelo modelo DEA foi iniciada a etapa de identificação dos resultados para começar a elaboração das propostas de melhorias. Para isso,

foi preciso entender a relação das unidades ineficientes com seus respectivos pares, ou seja, verificar quais unidades que contribuíram para o cálculo da eficiência, já que os resultados são gerados pelo próprio conjunto das unidades e não por um modelo externo absoluto.

As ações sugeridas para cumprir as metas indicadas pelo modelo DEA são simples e de fácil execução, porém devem ser interpretadas como um indicativo da direção correta para o alcance da eficiência. O modelo DEA apresenta o valor atual, radial, folga e alvo. O valor radial representa o alvo (sem folga), a folga é o radial menos o alvo e o alvo é o radial menos a folga. Para fins deste trabalho as metas indicadas serão utilizadas como referência apenas os valores do alvo.

Vale salientar que há uma diferença entre os valores apresentados e a real capacidade de mudança em relação ao fator humano, tendo em vista a capacidade de trabalho das pessoas. Por isso, os objetivos indicados não devem ser examinados sem uma análise das características de cada unidade, competindo aos gestores a definição do que é ou não prioridade. Portanto, a identificação dos pontos a serem melhorados sirvam apenas como um guia e não como um plano finalizado.

3.5 MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA

A proposta final do estudo consiste em estruturar um método de avaliação permanente da eficiência nas unidades do IFRS, de modo que seja de fácil realimentação e que os resultados possam constar nos relatórios de gestão anuais, servindo como exemplo aos outros órgãos para avaliação de eficiência. Assim, com a identificação dos pontos que precisam ser melhorados, haverá um planejamento e uma gestão no orçamento ligado às variáveis utilizadas, permitindo que se gaste de forma consciente o recurso recebido.

Ressalta-se a importância da manutenção do ciclo de melhorias propostas para que os resultados a longo prazo sejam alcançados. Para isso, faz-se necessária a elaboração de planos de ação, os quais possibilitam que o executor siga uma sequência lógica de tarefas previamente delimitadas, levando à concretização dos objetivos de forma mais rápida e prática. É uma forma de separar as etapas de elaboração da execução, obtendo um estudo mais detalhado de todas as atividades. O plano de ação deve ter as seguintes etapas: (1) início, (2) planejamento, (3) execução, (4) monitoramento e (5) encerramento.

No início do processo deverá se formar um Grupo de Trabalho ou uma Comissão com a designação de um responsável para coordenar e acompanhar a execução das atividades. Em seguida, iniciará a fase do planejamento, através da elaboração de um cronograma com

todas as tarefas a serem executadas, determinando a participação dos profissionais responsáveis e os prazos para execução. O planejamento é a base da estrutura do plano de ação. Por isso, confeccioná-lo de forma clara e objetiva facilita na hora de organizar as tarefas com mais eficiência, além de prever eventuais problemas que possam surgir durante o andamento das atividades.

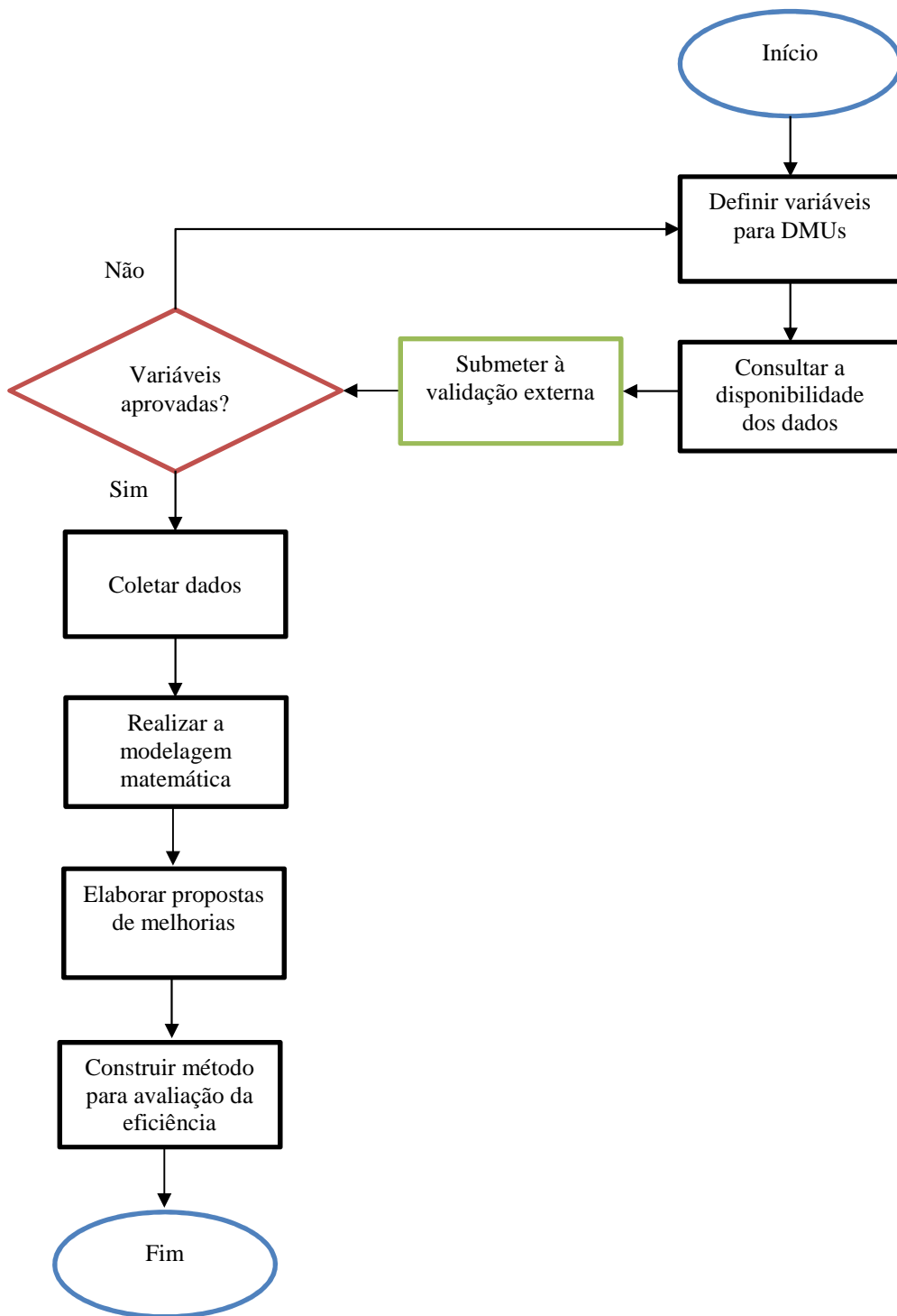
Na fase de execução do plano deve-se analisar e acompanhar o andamento de cada atividade para que fique evidente os eventuais erros e desvios que poderão prejudicar o resultado final. Para isso, serão realizadas reuniões periódicas para apresentação dos resultados e das dificuldades encontradas em cada etapa do processo.

Na fase do monitoramento é importante desenvolver estratégias para acompanhar a evolução geral do plano de ação e definir períodos para essa análise. De tal forma que quando detectar um problema, deve listá-lo e encontrar as suas causas para atribuir uma solução adequada para resolvê-los.

Por fim, a fase de encerramento que é a hora de rever o plano de ação e transferir as informações para um documento que permita realizar o acompanhamento adequado. Esta é uma fase importante para implementar eficazmente o planejamento com a divulgação dos resultados, os quais possibilitará a retroalimentação dos próximos passos com os aprendizados adquiridos.

Para exemplificar graficamente a metodologia de trabalho, elaborou-se o fluxograma, demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma da metodologia de trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

4 RESULTADOS

Este capítulo aborda as etapas utilizadas para o desenvolvimento do modelo DEA final, iniciando pela caracterização das Unidades Tomadas de Decisão (DMU), em seguida ocorre a seleção das variáveis de entradas e de saídas, bem como todo o processo de escolha descrito no passo a passo: elaboração de modelos DEA iniciais, através de testes pilotos e simulações, confecção do modelo final e sua execução, além do desenvolvimento de propostas de melhorias das DMU ineficientes e o plano de ação para implantação do sistema contínuo de avaliação.

4.1 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA

Para desenvolver uma metodologia para medição da performance dos centros educacionais do IFRS, é necessário levar em consideração o máximo possível de características locais para que haja distinção entre as unidades, dada heterogeneidade dos *campi*. A seleção das variáveis determina uma das etapas mais importantes do processo, já que a definição dos *inputs* e *outputs* refletem no resultado do sistema, considerado um dos pontos mais sensíveis, o que determina o contexto de avaliação e de comparação.

Portanto, para cumprir essa etapa de seleção das variáveis, foi realizada uma pesquisa para constatar quais variáveis os autores normalmente utilizam para medição da eficiência nas instituições de ensino e, a partir dessa análise, pode-se apontar que as variáveis com maior expressividade entre os autores são: número de professores (utilizado por 20 autores), número de estudantes (14 autores), número de artigos publicados (13 autores), número de alunos formados (13 autores), número de funcionários (13 autores), número de matrículas (10 autores), orçamento da instituição (10 autores) e por fim grau acadêmico dos professores (7 autores).

O Quadro 5 mostra a lista das variáveis mais utilizadas entre os autores, bem como sua orientação, se *input* ou *output* com a respectiva frequência relativa das citações.

Quadro 5 - Lista das variáveis mais utilizadas entre os autores

Variável	Orientação	Autores
Quantidade de professores	<i>input</i> - 100%	Papadimitriou e Johnes (2018), Barra et al. (2017), Edvardsen et al (2017), Guccio et al. (2017), Singh e Ranjan (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Agasisti et al. (2016), Andersson et al. (2016), Bolli et al (2016), Sagarra et al. (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Munoz (2016), Mikušová (2015), Arjomandi et al. (2015), Villela e Selow (2015), Aziz et al. (2014), Inua e Maduabum (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014), Selim e Bursalioglu (2013).
Quantidade de estudantes	<i>input</i> - 71%	Papadimitriou e Johnes (2018), Barra et al. (2017), Guccio et al. (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Agasisti et al. (2016), Andersson et al. (2016), Villela e Selow (2015), Aziz et al. (2014), Inua e Maduabum (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014).
	<i>output</i> - 29%	Singh e Ranjan (2017), Mikušová (2015), Giacomello e Oliveira (2014), Selim e Bursalioglu (2013).
Quantidade de artigos publicados	<i>input</i> - 8%	Șirbu et al. (2016).
	<i>output</i> - 92%	Edvardsen et al. (2017), Guccio et al. (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Bolli et al. (2016), Sagarra et al. (2016), Munoz (2016), Neves e Bandeira (2016), Andersson et al. (2016), Arjomandi et al. (2015), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Aziz et al. (2014), Selim e Bursalioglu (2013).
Quantidade de alunos formados	<i>output</i> - 100%	Papadimitriou e Johnes (2018), Barra et al. (2017), Guccio et al. (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Agasisti et al. (2016), Neves e Bandeira (2016), Sagarra et al. (2016), Arjomandi et al. (2015), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Mikušová (2015), Villela e Selow (2015), Aziz et al. (2014), Inua e Maduabum (2014).
Quantidade de funcionários	<i>input</i> - 92%	Edvardsen et al (2017), Singh e Ranjan (2017), Wolszczak-Derlacz (2017), Agasisti et al. (2016), Andersson et al. (2016), Bolli et al. (2016), Neves e Bandeira (2016), Veiderpass e McKelvey (2016), Villela e Selow (2015), Aziz et al. (2014), Inua e Maduabum (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014).
	<i>output</i> - 8%	Selim e Bursalioglu (2013).
Quantidade de matrículas	<i>input</i> - 60%	Barra et al. (2017), Martín et al. (2017), Sagarra et al. (2016), Munoz (2016), Arjomandi et al. (2015), Aziz et al. (2014).
	<i>output</i> - 40%	Bolli et al. (2016), Neves e Bandeira (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Villela e Selow (2015).
Orçamento da instituição	<i>input</i> - 70%	Wolszczak-Derlacz (2017), Andersson et al. (2016), Veiderpass e McKelvey (2016), Larrán-Jorge e García-Correas (2015), Inua e Maduabum (2014), Nazarko e Šaparauskas (2014), Selim e Bursalioglu (2013).
	<i>output</i> - 30%	Papadimitriou e Johnes (2018), Munoz (2016), Giacomello e Oliveira (2014).
Grau acadêmico dos docentes	<i>input</i> - 86%	Martín et al. (2017), Andersson et al. (2016), Neves e Bandeira (2016), Munoz (2016), Veiderpass e McKelvey (2016), Villela e Selow (2015).
	<i>output</i> - 14%	Șirbu et al. (2016).

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Percebe-se que das oito variáveis listadas, entre as mais recorrentes na literatura, a maioria dos autores orientou seis para entrada (*input*) e dois para saída (*output*). Entre as variáveis de entrada cita-se número de professores, número de funcionários, grau acadêmico dos professores, número de estudantes, orçamento da instituição e número de matrículas. E para as variáveis de saída lista-se número de alunos formados e número de artigos publicados pelos professores.

Para validação externa, realizou-se uma entrevista com o Pró-reitor de Desenvolvimento Institucional e com a Pró-reitora Adjunta de Desenvolvimento Institucional para seleção das variáveis que melhor representam o IFRS para o cumprimento dos objetivos do trabalho proposto. Esta entrevista aconteceu no prédio da Reitoria em Bento Gonçalves no dia 10 de agosto de 2018. Foi apresentada a lista variáveis utilizadas nos trabalhos pesquisados, bem como os indicadores econômicos e demográficos obtidos pelo IBGE como população estimada, PIB (Produto Interno Bruto) per capita, IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) e o salário médio mensal dos trabalhadores formais.

Na entrevista as variáveis selecionadas para medição de eficiência das unidades do IFRS foram: número de professores, número de estudantes, orçamento da instituição, grau acadêmico dos professores, IDHM, número de alunos formados, número de artigos publicados, avaliação dos alunos por meio de ENADE, ENEM, conceito do curso, número de evasão dos estudantes, número de alunos atingidos pela assistência estudantil, infraestrutura das unidades, equipe de apoio pedagógico.

O Pró-reitor de Desenvolvimento Institucional destaca ser importante utilizar a variável de avaliação dos alunos, porém ressalta que nem todas unidades possui cursos de graduação para obtenção do desempenho pelo ENADE. Além disso, os *campi* em fase de implantação não passaram por avaliação de curso e não há obrigatoriedade no ingresso da instituição que os alunos realizassem o ENEM. Dessa forma torna-se inviável utilizar essa variável para medição pois não estaria disponível para todas as unidades.

Menezes et al. (2015) afirma que, diferentemente do que acontece na distribuição da matriz orçamentária das Universidades Federais, a Rede Federal não considera os resultados dos sistemas nacionais de avaliação da educação, que possuem a capacidade de medir a qualidade do ensino ofertado, apesar de tal critério estar previsto no Decreto nº 7.313/2010. Embora esse critério pudesse estimular a melhoria do ensino, é difícil utilizá-lo, pois não há um indicador nacional de avaliação da qualidade do ensino técnico.

O Decreto nº 7.313/2010 prevê, em consonância com a lei de criação dos Institutos Federais, que a relação entre o número de alunos e o número de docentes nos diferentes níveis e modalidades de ensino ofertado, seja na proporção de um professor para cada 20 alunos matriculados nos cursos presenciais. Outra obrigatoriedade é a oferta de no mínimo 50% (cinquenta por cento) das vagas para cursos técnicos de nível médio e no mínimo 20% (vinte por cento) das vagas para atender cursos de licenciatura.

A seleção das variáveis foram divididas em dois grupos: em *inputs* e *outputs*. Os *inputs* são os recursos de entrada de um processo produtivo, que pode ser uma matéria-prima, um produto ou um serviço, que irão passar pelo processo de transformação. Segundo Villela e Selow (2015), os *inputs* educacionais podem ser definidos como aquelas variáveis que tornam possíveis os serviços oferecidos pelas instituições de ensino superior (IES).

Portanto, pode-se concluir, no caso do IFRS, que os *inputs* são os insumos necessários para a operação das unidades. Já os *outputs* são os resultados de um processo produtivo e, no caso das escolas, os *outputs* educacionais podem ser definidos como função dos serviços oferecidos pelas instituições de ensino (VILLELA; SELOW, 2015). Além disso, a escolha por atribuir cada variável como *input* ou *output* se deu pelas frequências de citação observadas na literatura, apresentadas no quadro anterior.

Para ilustrar a seleção das variáveis, elaborou-se o Quadro 6, composto variáveis que apresentam dados para todas as DMUs.

Quadro 6 - Seleção das variáveis

<i>Input</i>		<i>Output</i>	
1.	Alunos Ensino Médio	1.	Alunos
2.	Evasão Alunos	2.	Assistência Estudantil
3.	IDHM	3.	Concluintes
4.	Infraestrutura	4.	Cursos
5.	ITCD	5.	Ingressantes
6.	Orçamento	6.	Matrículas Curso Técnico
7.	Professores	7.	Matrículas EAD
		8.	Matrículas Licenciatura
		9.	Projetos Pesquisa

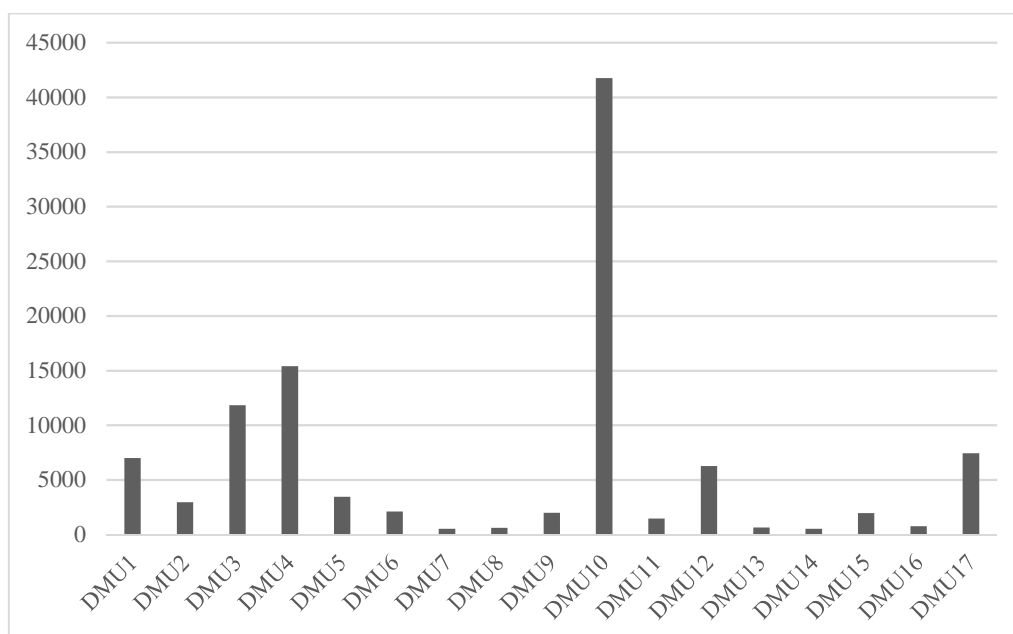
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na sequência estão apresentados os detalhamentos das 16 variáveis selecionadas para as 17 DMUs. A matriz dos dados encontra-se no Apêndice A. Os nomes das unidades foram codificados em respeito aos envolvidos.

a) *Input* Alunos Ensino Médio

A ideia de utilizar o número de alunos no ensino médio é para verificar a possível demanda para Rede Federal, considerando o ambiente em que cada unidade está inserida. Entende-se que uma unidade do IFRS contempla uma região maior que o próprio município em que o *Campus* está instalado. Porém, para fins dessa pesquisa, foram utilizados apenas os dados dos municípios em que o IFRS possui unidades. Esses dados foram retirados do site do IBGE (2018). Apenas para DMU11 foi considerada a população do bairro, já que fica no mesmo município de outra unidade. Esse dado foi retirado do site Porto Alegre em Análise (2018). O Gráfico 1 mostra o número de alunos matriculados no ensino médio em 2017.

Gráfico 1 - Alunos matriculados no Ensino Médio em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados do IBGE (2018) e Porto Alegre em Análise (2018).

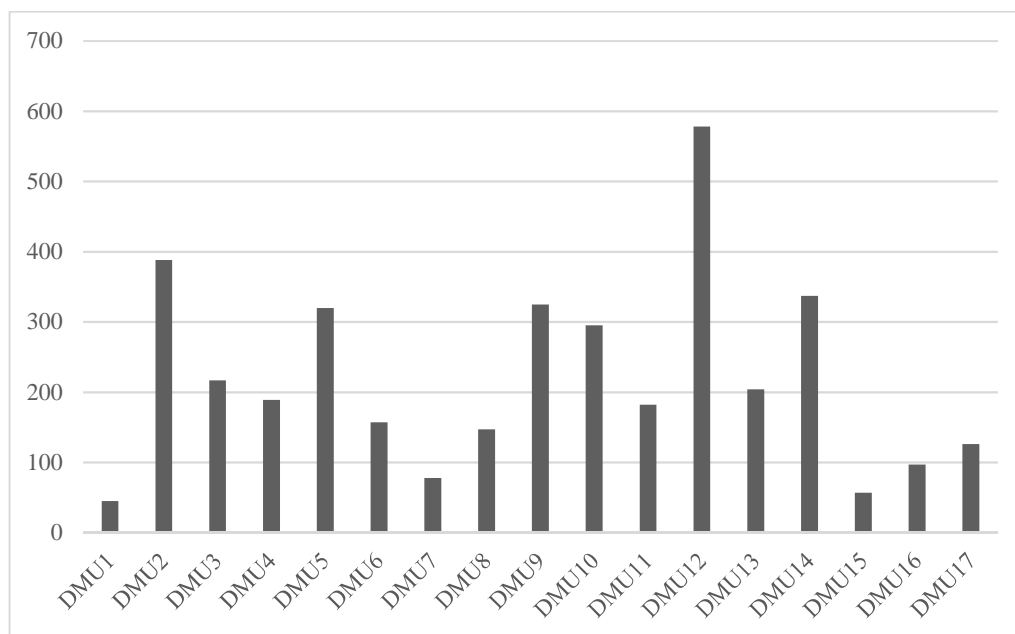
A DMU10 apresenta uma quantidade expressiva de alunos no ensino médio, cerca de 42 mil alunos. Essa é uma variável importante para se observar o potencial de crescimento de uma unidade. Os municípios das unidades DMU7, DMU8, DMU13, DMU14 e DMU16 apresentaram o menor número, cerca de 500 matrículas apenas.

b) *Input* Evasão Escolar

A evasão escolar foi elencada com uma das variáveis importantes do processo, cujo impacto está diretamente relacionado com os resultados, contendo atributos do ambiente escolar em que operam as unidades analisadas. Secchim et al. (2018) afirmam que, quando

uma variável representa um produto cujas quantidades devem ser minimizadas, como é o caso da evasão escolar, é recomendado tratar essa variável como insumo ou transformá-la em uma escala inversa à original. Nesse caso, para evitar interpretações errôneas, a evasão escolar foi tratada como insumo. O Gráfico 2 mostra o número da evasão escolar do IFRS em 2017.

Gráfico 2 - Evasão Escolar em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

A unidade DMU12 apresenta o maior número de alunos evadidos (578), em seguida a DMU2 (388) e DMU14 (337). É normal as unidades com maior número de alunos também apresentarem maior número de evasão escolar.

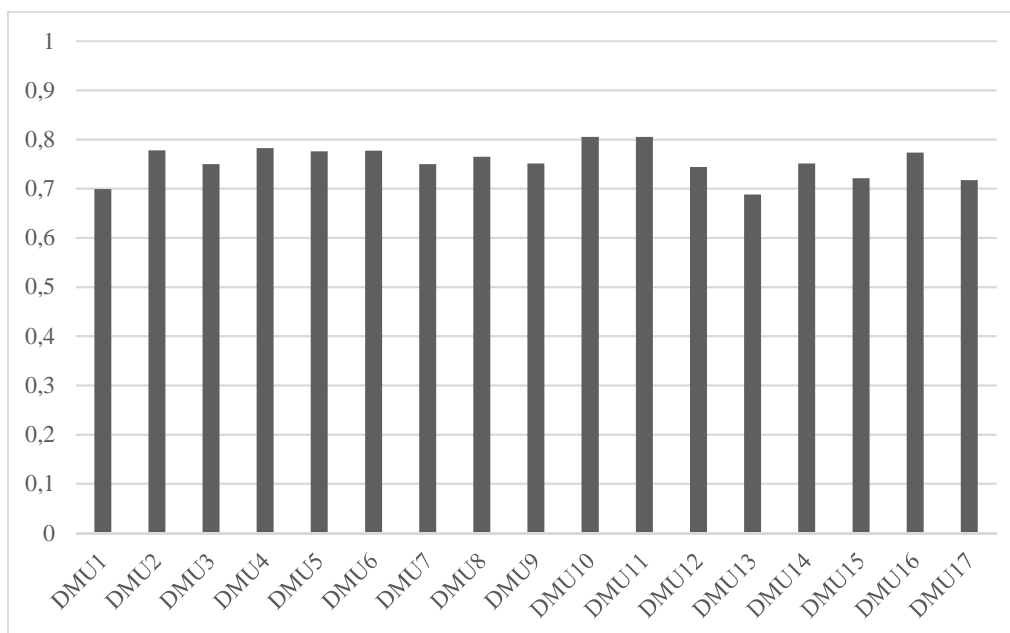
c) *Input IDHM*

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) mede três dimensões: longevidade, educação e renda. E segundo PNUD (2013) os indicadores levados em conta para o cálculo do IDHM são os mais adequados para avaliar o desenvolvimento dos municípios e das regiões metropolitanas brasileiras. O número do IDHM varia entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano de um município.

Vale destacar que orçamento destinado à Assistência Estudantil leva em consideração o IDHM onde está localizado o *Campus* (MENEZES et al., 2015).

O Gráfico 3 mostra o IDHM de 2010 nos municípios onde o IFRS possui unidade educacional.

Gráfico 3 - IDHM de 2010 das unidades do IFRS



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados do IBGE (2018).

Esses dados reforçam que os municípios mais carentes, como aqueles relacionados à DMU1, DMU13, DMU15 e DMU17, possuem IDHM mais baixos, a única exceção é a DMU11 que fica localizada em um bairro com população de baixa renda, porém o município possui o IDHM elevado.

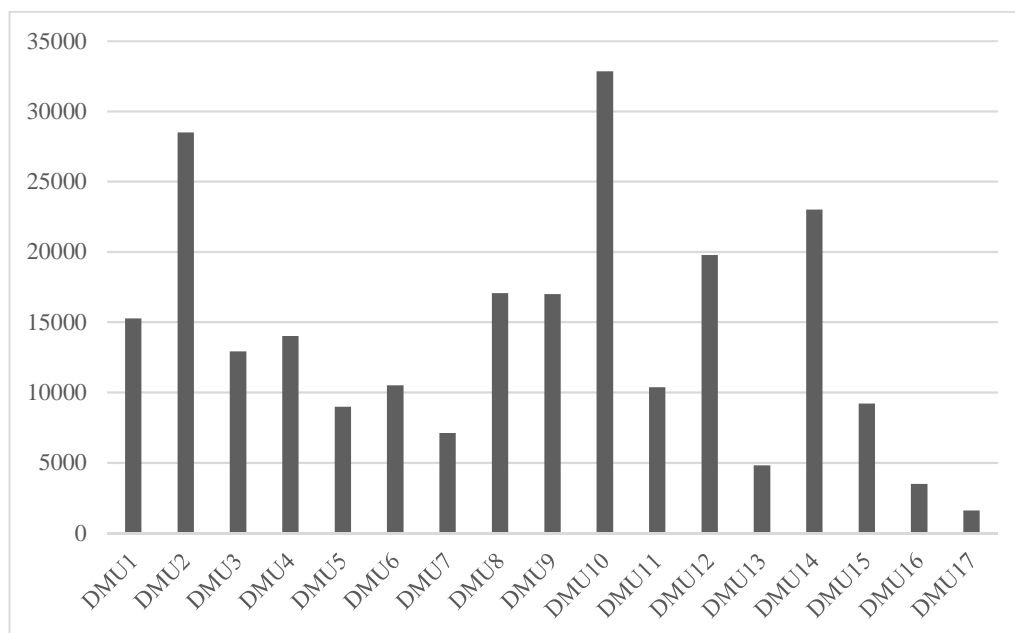
d) *Input Infraestrutura*

O Instituto Federal do Rio Grande do Sul incorporou ao seu patrimônio as antigas escolas Agrotécnicas e Escolas Vinculadas, o que representou um desafio institucional de reformar, ampliar e construir novas unidades. A criação de um *Campus* é realizada através de lei específica e quando há a criação da nova unidade, a instituição recebe uma cota orçamentária destinada à construção ou aquisição de prédios (IFRS, 2014).

Dessa forma, julgou-se necessário avaliar a infraestrutura de cada unidade, conforme a validação externa com os Pró-reitores de Desenvolvimento Institucional, através da variável área construída de cada *Campus*. Os dados foram retirados do Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto Federal do RS de 2014 a 2018, que é a última fonte pública disponível no período da coleta dos dados. O IFRS já está elaborando o PDI de 2019-2023, o que possibilitará a atualização dos dados no futuro.

O Gráfico 4 mostra a área construída em metros quadrados das unidades em 2014 do IFRS.

Gráfico 4 - Área Construída em metros quadrados das unidades do IFRS em 2014



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado no PDI (IFRS, 2014).

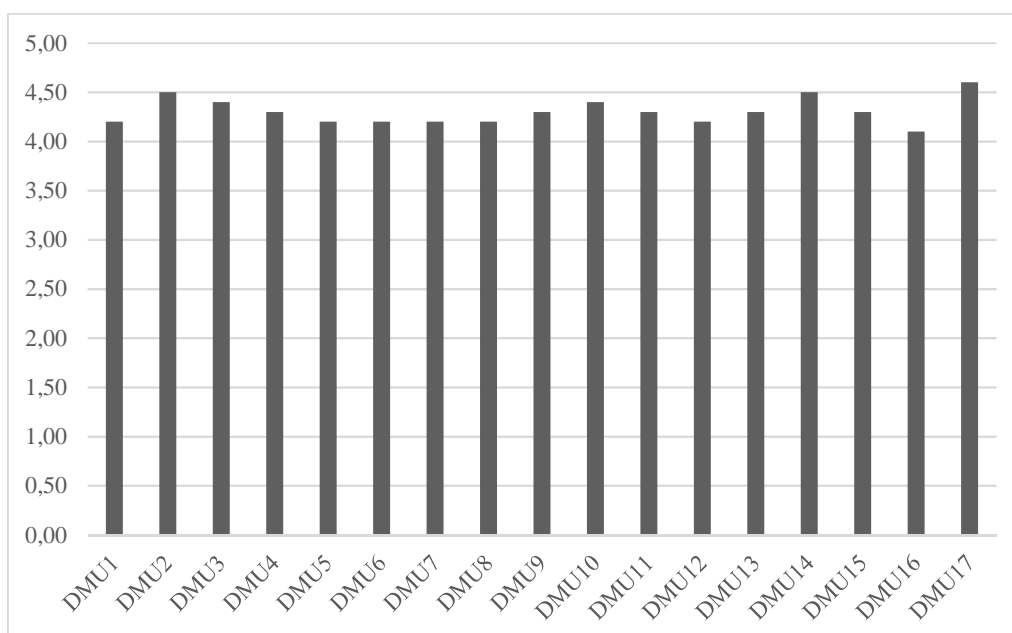
As três unidades que possuem as maiores áreas construídas são aquelas que foram incorporadas ao patrimônio do IFRS e que, individualmente, possuem suas peculiaridades.

ADMU10 conta com dois prédios contíguos, um com dez e outro com 12 pavimentos, os quais totalizam 32.846,41m² de área construída, inseridos em um terreno de 5.035,49m². Ou seja, não há possibilidade de expansão. Em contrapartida, a DMU2 está instalada em uma área de 843.639m² com área construída de 28.502,25m² com possibilidade de expansão. Já aDMU14 conta com uma área de 237 hectares onde estão inseridos aproximadamente 60 prédios, totalizando uma área construída de 23.000m². Ou seja, há muita possibilidade de expansão, se esse for o caso (IFRS, 2014).

e) *Input ITCD*

O Índice de Titulação do Corpo Docente (ITCD) mede o quão qualificado os professores estão no exercício de sua profissão. O ITCD representa uma média ponderada, onde 1 é a composição do quadro somente com docentes graduados e 5 com somente doutores. O objetivo desse cálculo é gerar um valor numérico que tenha relação direta com a titulação do corpo docente. O Gráfico 5 mostra o ITCD em 2017 do IFRS.

Gráfico 5 - Índice de Titulação do Corpo Docente em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

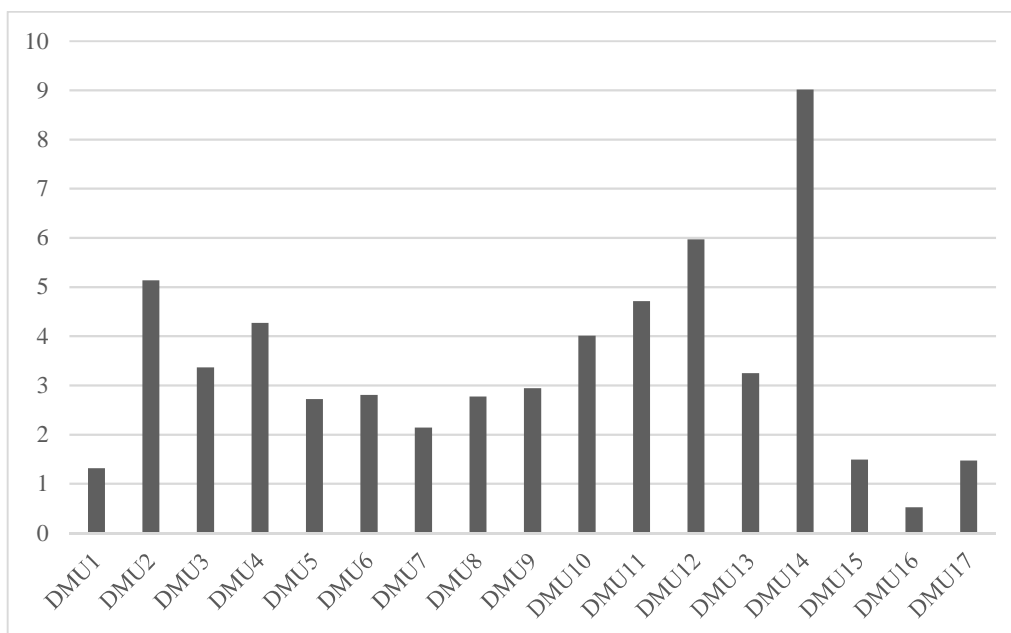
É possível notar que há uma homogeneidade nos resultados relativo ao grau acadêmico dos docentes entre as unidades. O IFRS conta com um corpo docente qualificado, tendo mais de 85% de seus professores com titulação de mestrado ou doutorado, segundo dado do PDI de 2014-2018 (IFRS, 2014).

f) *Input Orçamento*

A matriz orçamentária da Rede Federal foi definida pelo CONIF (Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal), que utiliza um modelo matemático de distribuição de recursos de custeio e investimento para as instituições da Rede Federal.

O Gráfico 6 mostra orçamento da Instituição recebido em 2017 para cada unidade do IFRS.

Gráfico 6 - Orçamento da Instituição em milhões de reais em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados do relatório da CPA (IFRS, 2018).

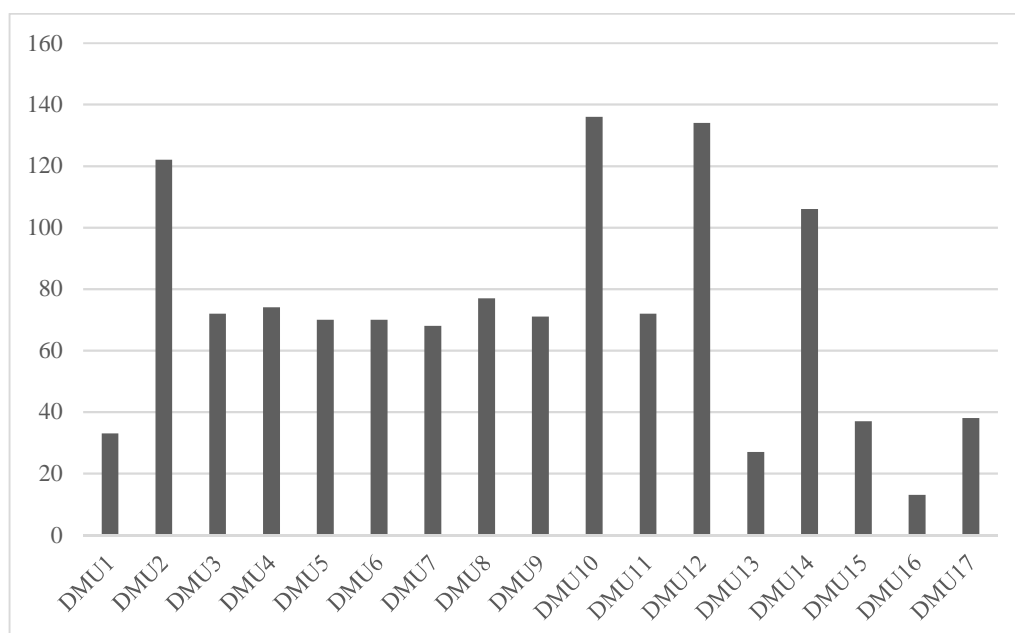
Destaca-se o orçamento da DMU14 muito mais elevado do que nas outras unidades. Nesse *Campus* quase todos os cursos são agropecuários, recebendo bonificação de 50% nas matrículas e o *Campus* conta também com alunos de Regime de Internato Pleno (RIP), o qual recebe mais verba do orçamento específico para Assistência Estudantil. Esses são os dois fatos relevantes que o diferenciam das outras unidades.

Outro destaque é a DMU16 com o menor orçamento da instituição, devido a este *Campus* ser considerado uma extensão da Reitoria, assim parte do orçamento da Reitoria é destinado a essa unidade, não recebendo, portanto, o valor mínimo (piso) como as DMU1, DMU15 e DMU17.

g) Input Professores

A quantidade de professores é uma variável relevante ao processo, pois representa a quantificação da força de trabalho com relação direta com os alunos. O Gráfico 7 mostra o número de professores por *campi* em 2017 do IFRS.

Gráfico 7 - Quantidade de professores por unidade em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

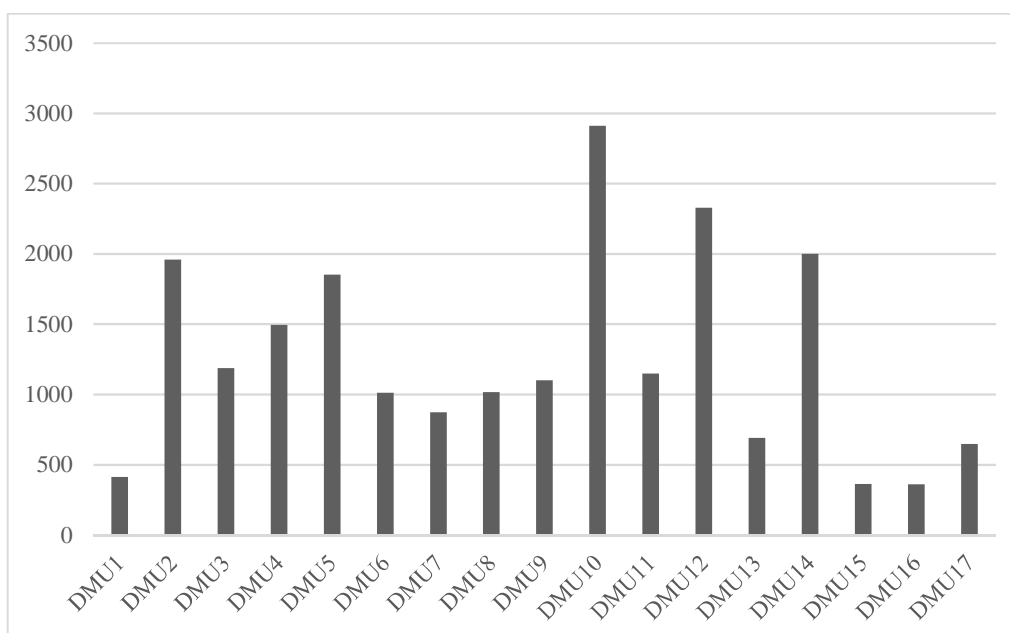
Pode-se separar as unidades em três grupos: unidades antigas, consolidadas e em fase de implantação. As unidades que possuem mais professores são as mais antigas, que o IFRS incorporou ao seu patrimônio como DMU2, DMU10, DMU12 e DMU14. O número de professores nessas unidades são respectivamente 122, 136, 134, 106.

Já nas unidades consolidadas possuem em média aproximadamente 70 professores e nas unidades em fase de implantação possuem cerca de 30 professores. A única exceção é a DMU16, considerada uma extensão da Reitoria, que possui somente 13 professores.

a) *Output Alunos*

Os discentes são a peça fundamental em qualquer instituição de ensino, portanto saber o número de alunos que a escola possui é de suma importância para maximização dos resultados. A variável alunos foi alocada na saída com o objetivo de maximizá-lo, pois quanto mais alunos, mais orçamento a Rede Federal recebe e com mais recursos é possível melhorar a gestão institucional. O Gráfico 8 mostra o número de alunos em 2017 do IFRS.

Gráfico 8 - Quantidade de alunos por unidade em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

A unidade DMU2 conta com uma população de 115.069 habitantes e possui 1.960 alunos, DMU12 com população de 209.378 habitantes e 2.328 alunos e DMU14 com apenas 6.065 habitantes com 2.001 alunos. A explicação da DMU14 possuir um número expressivo de alunos, comparado com a população do município, é devido ao fato do *Campus* possuir muito alunos alojados no Regime de Internato Pleno (RIP), ou seja, o aluno dorme e estuda dentro da escola. Esses alunos normalmente são de família humilde sem condições de arcar com os estudos dos filhos. Em contrapartida tem-se as cidades das DMU2 e DMU12, em que os *campi* ficam localizados próximos ou no centro da cidade, contando com facilidade de acesso, mobilidade urbana, infraestrutura, entre outras.

b) Output Assistência Estudantil

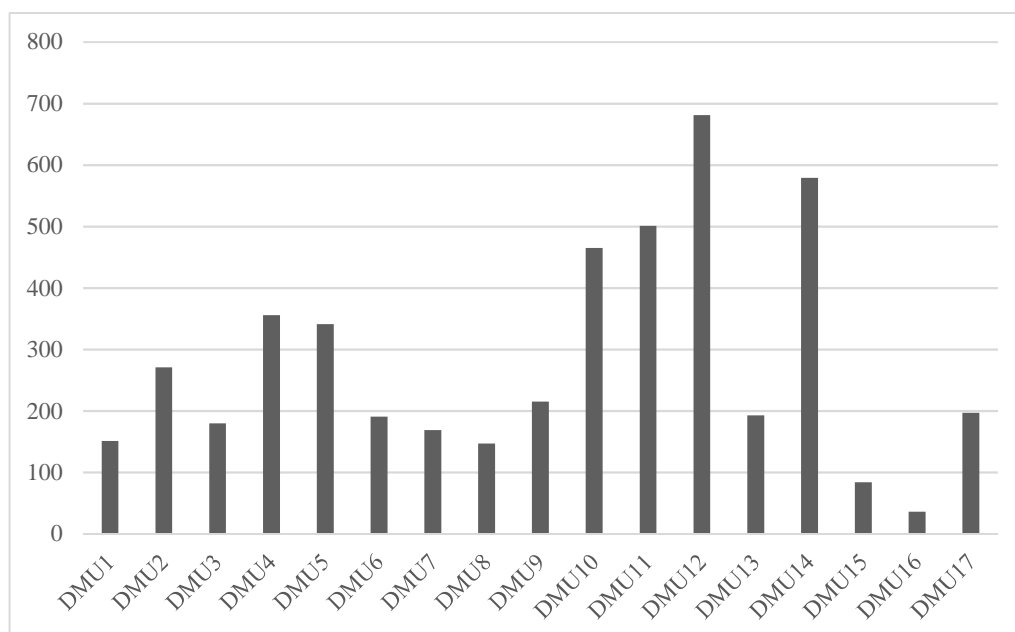
O auxílio da Assistência Estudantil é compreendido por diversos auxílios aos estudantes como auxílio transporte, alimentação, creche, permanência, moradia, material de ensino, PROEJA e outros tipos de assistência, pouco representativas.

A relevância da Assistência Estudantil se dá ao fato de a Instituição receber um orçamento específico para este fim. Segundo Menezes et al. (2015) o orçamento destinado à Assistência Estudantil conta com valor definido por aluno a ser assistido, alunos de Regime de Internato Pleno (RIP) e alunos da Educação à Distância (EAD). Para os alunos de EAD o valor recebido equivale a um quarto do valor de um aluno presencial.

A Política de Assistência Estudantil propõe a confecção de diagnósticos sociodemográficos com a análise de dados que permitam descrever as áreas de abrangência e atuação do IFRS, bem como o perfil de cada estudante (IFRS, 2014).

O Gráfico 9 mostra o número de alunos atendidos pela Assistência Estudantil, em 2017, em cada unidade do IFRS.

Gráfico 9 - Quantidade de alunos atendidos pela Assistência Estudantil em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) conforme dados fornecidos pela Pró-reitoria de Ensino (PROEN).

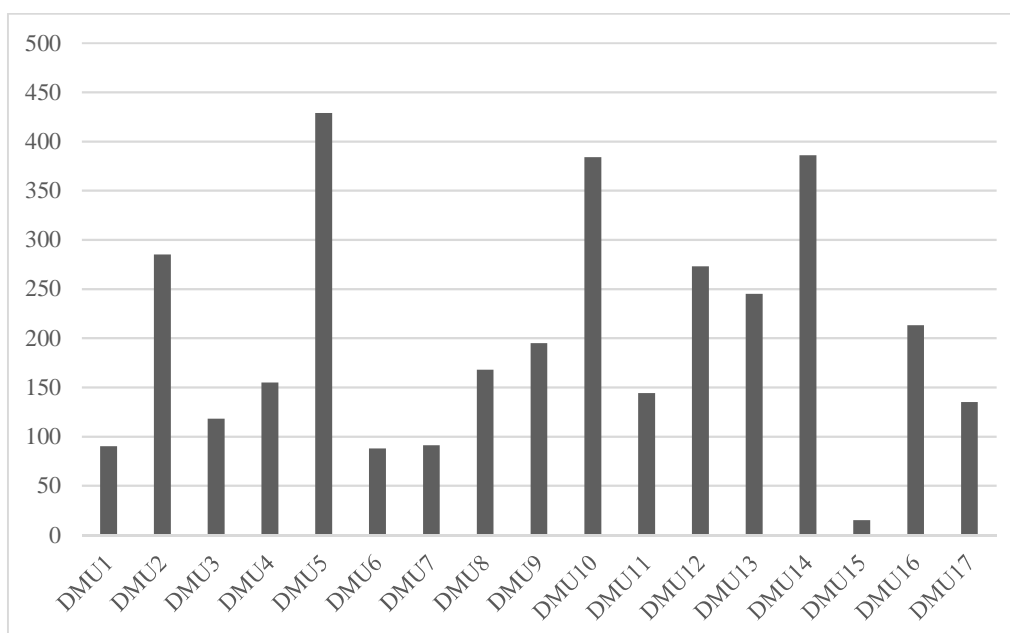
Pode-se observar que a unidade que possui a maior quantidade de alunos atendidos é a DMU12 com 681 alunos beneficiados, em segundo é a DMU14 com 579 e em terceiro a DMU11 com 501.

c) *Output* Concluintes

A quantidade de concluintes é o resultado final de todo o processo produtivo das unidades analisadas, sendo uma variável fundamental na análise da eficiência. A tarefa atribuída às instituições de ensino é produzir o maior número de alunos graduados sob a hipótese de que quanto maior, melhor é a qualidade do ensino (BARRA et al., 2017).

Essa variável foi utilizada nos trabalhos de Papadimitriou e Johnes (2018), Barra et al. (2017), Guccio et al. (2017) e Wolszczak-Derlacz (2017), todos eles orientaram seu modelo para saída. O Gráfico 10 mostra o número de alunos concluintes em 2017 do IFRS.

Gráfico 10 - Quantidade de alunos concluintes em 2017



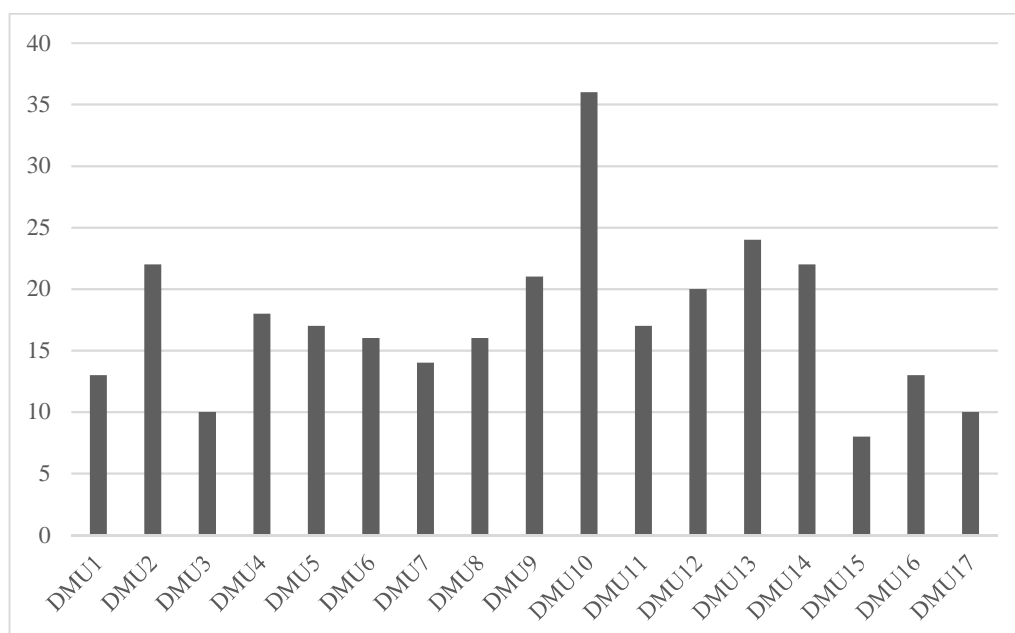
Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

As unidades que se destacam são DMU5, DMU10 e DMU14, com uma média de 400 alunos, e o pior resultado é da DMU15 com apenas 15 concluintes. Esse fato se justifica que, somente em 2015, passou a funcionar em sede própria e atualmente apresenta baixa oferta de cursos (apenas oito), sendo que três desses cursos não concluíram ainda.

d) *Output* Cursos

Este item reflete a quantidade de produtos gerados pela unidade. O objetivo é maximizá-lo, indicando que a unidade está produtiva. O Gráfico 11 mostra o número de cursos ofertados em 2017 pelo IFRS.

Gráfico 11 - Quantidade de cursos ofertados em 2017



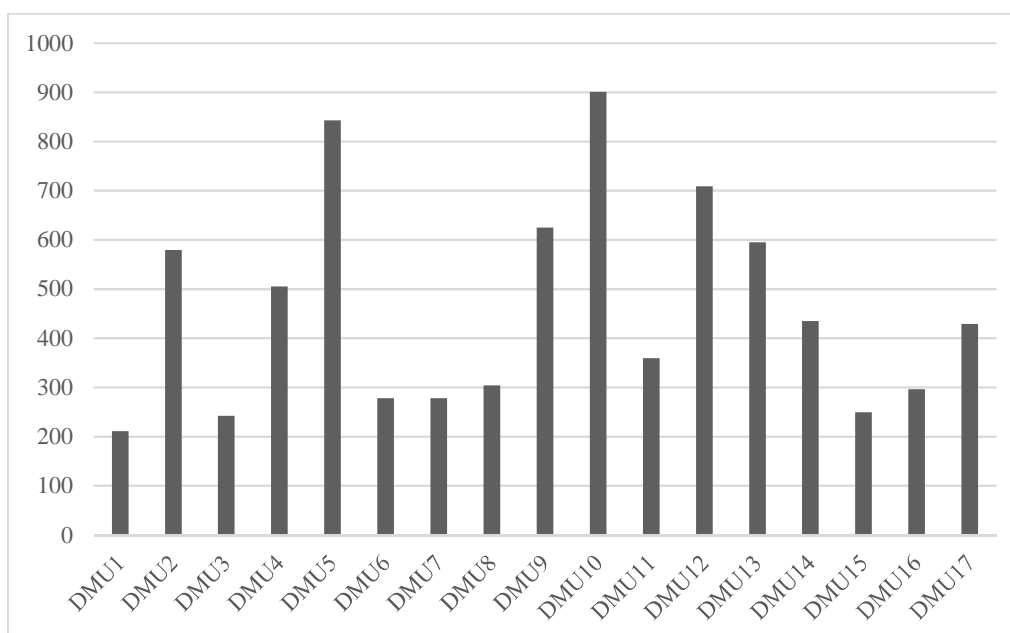
Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

A unidade que se destaca pela quantidade de cursos ofertados é a DMU10 com 36 cursos e em segundo fica o DMU13 com 24. Em último lugar tem a DMU15 com apenas 8 cursos isso reflete no número de alunos formados com apenas 15 alunos.

e) **Output Ingressantes**

É interessante utilizar essa variável para verificar se ainda há alunos querendo ingressar na Instituição e a orientação voltada para saída justifica-se pelo motivo aumentar esse número, que impacta diretamente no orçamento da Rede Federal. O Gráfico 12 mostra o número de ingressantes em 2017 na Instituição.

Gráfico 12 - Quantidade de alunos ingressantes em 2017



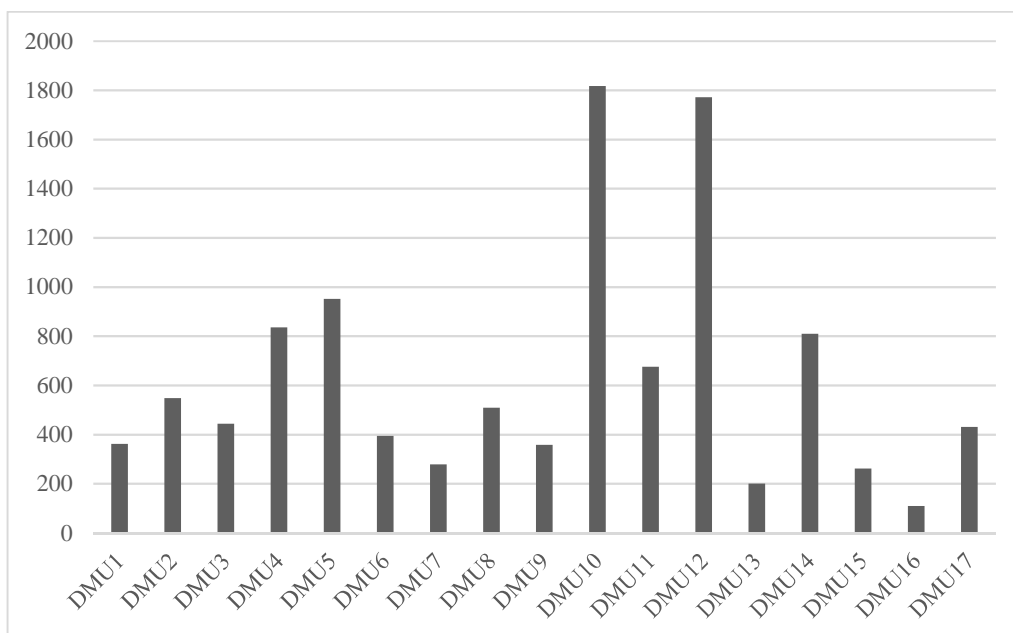
Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

Nota-se que as unidades que possuem maior número de ingressantes são DMU10, DMU5, DMU12, DMU9, DMU13 e DMU2. O dado que chama a atenção é a DMU14 não constar entre as 6 primeiras unidades, tendo em vista que possui 2 mil alunos, 579 alunos atendidos pela assistência estudantil, 106 professores e mais de 9 milhões de reais de orçamento. Provavelmente, indica que não há demanda, e se for confirmada essa tendência de baixa terá alto impacto no orçamento da unidade, que é a maior de todos os *campi*.

f) **Output Matrículas Curso Técnico**

A variável matrículas do curso técnico foi incluída com objetivo de atender o Decreto nº 7.313/2010, que prevê a obrigatoriedade de no mínimo 50% das vagas dos Institutos Federais para atender à educação profissional técnica de nível médio. É uma obrigatoriedade, porém muitas Instituições não a cumprem, dessa forma inserir como um indicador importante ao processo de medição da eficiência é uma forma de estimular a competição saudável inter e intra-instituições. O Gráfico 13 mostra o número das matrículas do curso técnico em 2017.

Gráfico 13 - Quantidade de matrículas do curso técnico em 2017



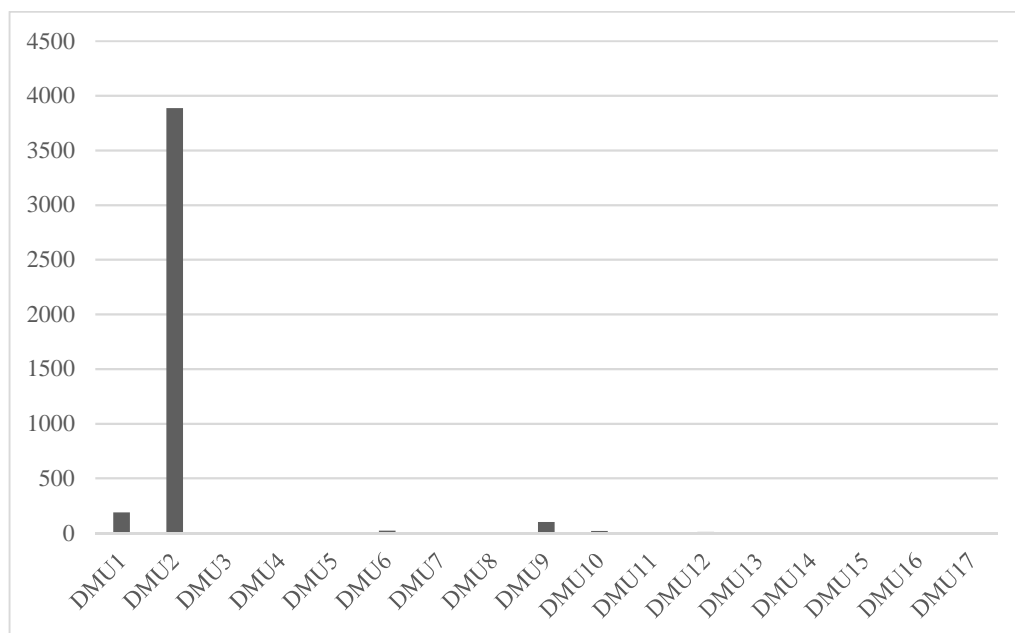
Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

As unidades que estão cumprindo o Decreto nº 7.313/2010 são DMU1, DMU4, DMU5, DMU8, DMU10, DMU11, DMU12, DMU15 e DMU17.

g) Output Matrículas EAD

As matrículas no Ensino a Distância (EAD) também possuem uma cota do orçamento da Rede Federal, distribuídos da seguinte forma: 20% dividido linearmente entre todas as instituições e 80% distribuído entre as instituições que possuem cursos EAD, proporcional ao número de alunos matriculados (MENEZES et al., 2015). O Gráfico 14 mostra o número de matrículas nos cursos EAD em 2017.

Gráfico 14 - Quantidade de matrículas EAD em 2017



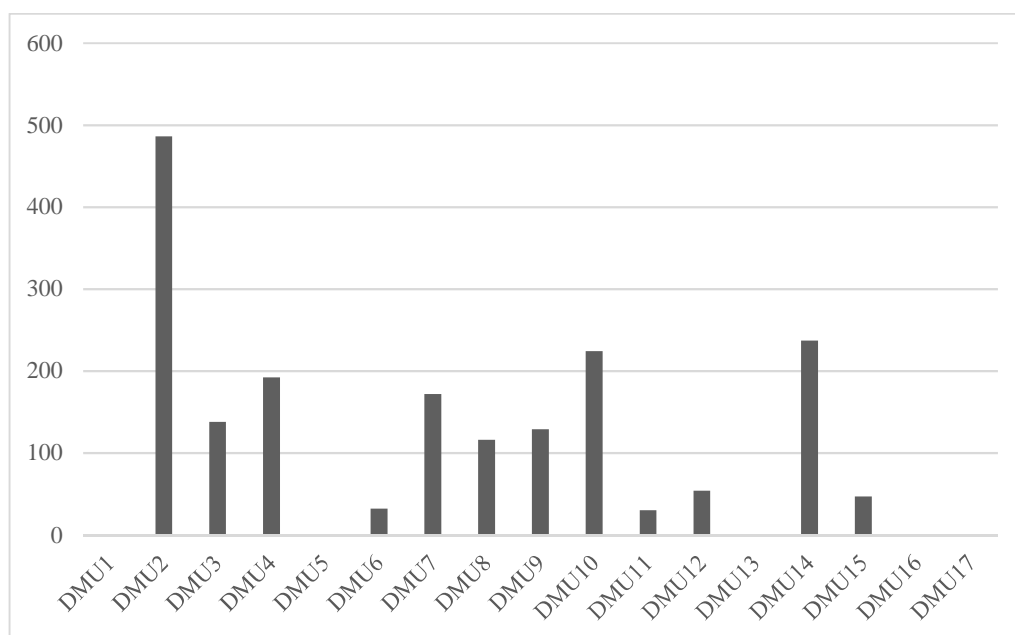
Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

No cenário atual, apenas seis unidades ofertam cursos na modalidade à distância e a quantidade de matrículas são: 188 (DMU1), 3.886 (DMU2), 22 (DMU6), 100 (DMU9), 19 (DMU10) e 10 (DMU12). ADMU2 se destaca com uma quantidade expressiva do número de matrículas nos cursos EAD em função de agregar os números de alunos relacionados à Reitoria. Como forma de estimular a abertura de novos cursos EAD, essa variável foi definida como de saída no processo produtivo, a fim de maximizá-la.

h) Output Matrículas Licenciatura

A inclusão da variável número de matrículas nos cursos de licenciatura justifica-se em cumprimento ao Decreto nº 7.313/2010, que prevê, no mínimo, 20% (vinte por cento) das vagas dos Institutos reservados para os cursos de licenciatura, bem como programas especiais de formação pedagógica para formação de professores para a educação profissional. O Gráfico 15 mostra o número de matrículas nos cursos de licenciatura em 2017.

Gráfico 15 - Quantidade de matrículas em licenciatura em 2017



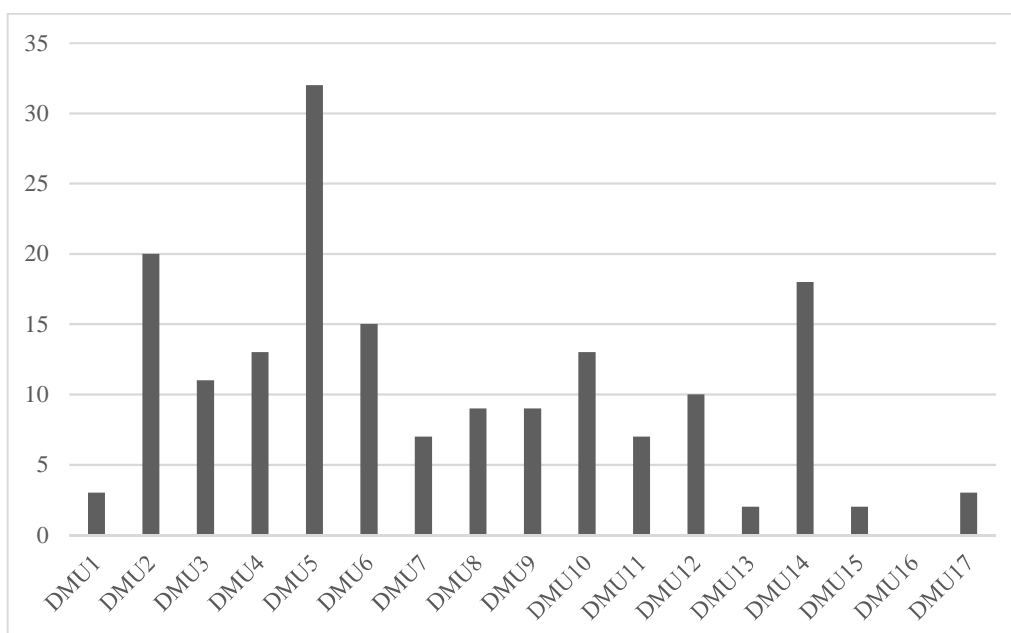
Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados da PNP (2018).

Percebe-se que nem todas unidades estão cumprindo o Decreto supracitado, mesmo sendo de caráter obrigatório. Portanto, incluí-lo como variável de saída, estimulará as unidades a ofertarem cursos em licenciatura para atingir a eficiência, através de uma combinação ótima de entradas e saídas do processo produtivo.

i) **Output Projetos Pesquisa**

A inclusão da variável projetos de pesquisa visa medir a produção acadêmicas dos professores, já que a informação do número de artigos publicados não estava disponível, conforme sugerido por alguns autores como Edvardsen et al. (2017), Guccio et al. (2017) e Wolszczak-Derlacz (2017). O Gráfico 16 mostra o número de projetos de pesquisa dos professores em 2017 do IFRS.

Gráfico 16 - Quantidade de projetos de pesquisa em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos dados fornecidos pela Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação.

A unidade que se destaca é DMU5 com 32 projetos, em segundo DMU2 com 20 e em terceiro DMU14 com 18. A DMU16 foi a unidade que não apresentou nenhum projeto de pesquisa, talvez justificado por ser a unidade que possui o menor número de professores (13) e a titulação do corpo docente é a mais baixa de todos os *campi* do IFRS com índice de 4,10 sendo a média geral de 4,31.

Para concluir a seleção das variáveis, é preciso definir apenas 8 variáveis para o modelo, conforme a técnica de Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), que prevê no cálculo que o número de DMUs tem que ser maior ou igual a 2 vezes o número de variáveis tanto de entrada quanto de saída. Como o IFRS possui 17 unidades (DMUs), torna-se necessário selecionar 8 variáveis para uma combinação ótima para aplicação do DEA.

De modo a facilitar o entendimento das relações entre as variáveis apresentadas foi realizada a análise de correlação de Pearson, demonstrada na próxima seção.

4.1.1 Correlação de Pearson

A matriz de correlação de Pearson possibilita verificar a relação existente entre as variáveis classificadas como *input* e *output*, de tal forma que a elaboração da matriz de

correlação imprime uma análise quantitativa a fim de validar as variáveis de entrada e de saída selecionadas (SOUZA et al., 2017).

A Tabela 1 mostra a matriz de correlação, onde estão destacadas as correlações superiores a 0,6, consideradas moderadas.

Tabela 1 - Matriz de Correlação de Pearson

	<i>AEM</i>	<i>EVS</i>	<i>IDHM</i>	<i>INFRA</i>	<i>ITCD</i>	<i>ORÇ</i>	<i>PROF</i>	<i>ALUN</i>	<i>ASST</i>	<i>CONC</i>	<i>CURS</i>	<i>INGR</i>	<i>TEC</i>	<i>EAD</i>	<i>LIC</i>	<i>PESQ</i>
<i>AEM</i>	1															
<i>EVS</i>	0,15	1														
<i>IDHM</i>	0,35	0,25	1													
<i>INFRA</i>	0,53	0,58	0,41	1												
<i>ITCD</i>	0,25	0,20	-0,07	0,29	1											
<i>ORÇ</i>	0,07	0,70	0,27	0,61	0,41	1										
<i>PROF</i>	0,44	0,78	0,52	0,85	0,29	0,73	1									
<i>ALUN</i>	0,58	0,80	0,54	0,79	0,28	0,70	0,93	1								
<i>ASST</i>	0,28	0,76	0,35	0,53	0,23	0,84	0,76	0,80	1							
<i>CONC</i>	0,29	0,68	0,33	0,49	0,19	0,55	0,54	0,76	0,58	1						
<i>CURS</i>	0,58	0,55	0,36	0,70	0,17	0,50	0,64	0,76	0,54	0,71	1					
<i>INGR</i>	0,48	0,72	0,28	0,45	0,17	0,34	0,56	0,76	0,56	0,81	0,76	1				
<i>TEC</i>	0,66	0,70	0,42	0,64	0,11	0,53	0,80	0,89	0,82	0,60	0,63	0,71	1			
<i>EAD</i>	-0,08	0,30	0,16	0,45	0,36	0,20	0,35	0,24	-0,02	0,17	0,18	0,13	-0,05	1		
<i>LIC</i>	0,23	0,38	0,38	0,73	0,48	0,52	0,66	0,54	0,22	0,30	0,43	0,21	0,20	0,75	1	
<i>PESQ</i>	0,11	0,54	0,50	0,42	0,13	0,47	0,57	0,67	0,43	0,65	0,32	0,53	0,42	0,30	0,40	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

É possível perceber que a variável Alunos do Ensino Médio (AEM) não apresenta uma correlação forte com nenhuma outra variável: a mais forte com 0,66 foi com as matrículas do ensino técnico (TEC). Outras variáveis também se destacaram por não terem correlação forte com nenhuma outra: o IDHM, que mostra o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, o ITCD e o número de matrículas nos cursos EAD. Já o número de projetos de pesquisa (PESQ) dos docentes, as únicas correlações acima de 0,6 foi com o número de alunos (ALUN) e com os concluintes (CONC).

A matriz de correlação foi usada para montar os modelos DEA, como Alunos do Ensino Médio (AEM) não apresenta uma correlação forte com nenhuma outra variável, foi utilizada para compor os modelos 1 e 2. O IDHM está presente no modelo 3, ITCD no modelo 4, matrículas do EAD nos modelos 2 e 4 e o número de projetos de pesquisa (PESQ) constam em todos os modelos.

Dessa forma, foi possível selecionar as variáveis mais adequadas para o estudo, visando a aplicação do método Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação da

eficiência relativa e considerando a limitação no número de variáveis. Na próxima seção são apresentadas as simulações realizadas dos modelos DEA.

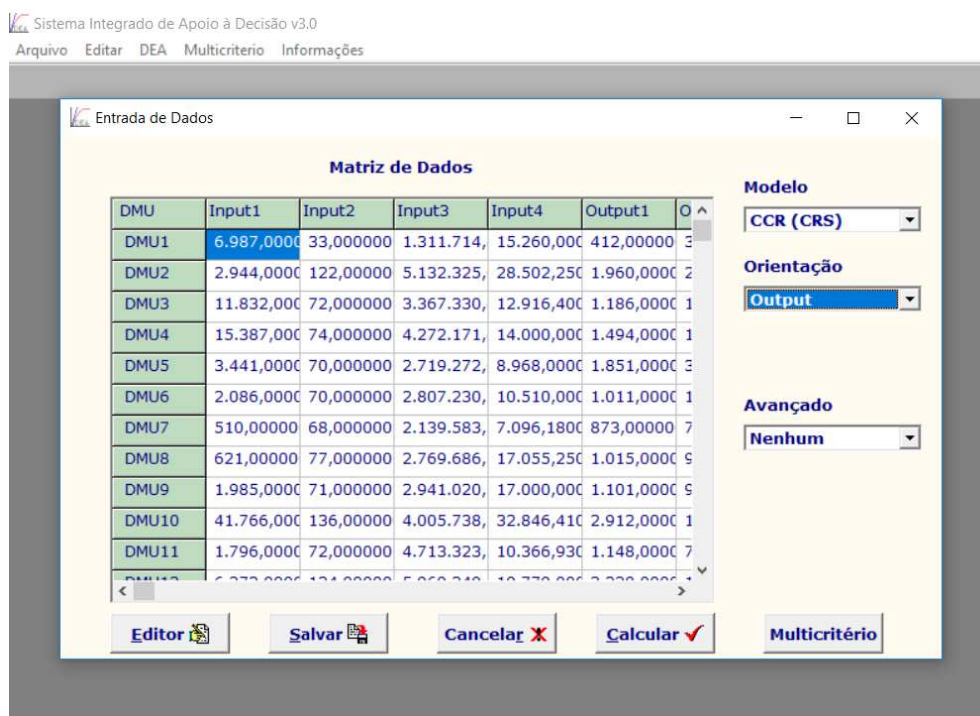
4.2 ELABORAÇÃO DOS MODELOS DEA

Pensando na possibilidade de crescimento e fortalecimento da Rede Federal foram inseridas variáveis que não são comumente utilizadas como o número de alunos no ensino médio, o IDHM e a área construída das unidades. Outro item que se destaca é a inclusão da evasão escolar, que é uma realidade que muitas escolas estão enfrentando.

A ideia é otimizar a relação entre insumos e produtos, chegando a uma combinação eficiente. Foram realizados diversos modelos empíricos através da combinação de *inputs* e *outputs*, dentre os quais optou-se por apresentar quatro deles. Conforme a técnica de Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), o número de *inputs* e *outputs* deve ser igual a 8 para o cálculo de 17 DMUs.

O modelo DEA utilizado para todas as simulações foi o de retorno constante de escala (CCR) orientado para saída (*output*). O *software* utilizado foi o SIAD e as configurações iniciais são mostradas na Figura 6.

Figura 6 - Configurações iniciais do software SIAD



Fonte: Imagem extraída do *software* SIAD.

A Tabela 2 apresenta o resultado de quatro simulações DEA com suas respectivas variáveis *inputs* e *outputs* escolhidas e o escore de eficiência obtido. A classificação da eficiência foi atribuída por Cunha (2014) considera que todo escore abaixo de 100% eficiente não pode ser considerado eficiente, já que os intervalos estão dispostos da seguinte maneira: 100% absoluto, de 81% a 99,9% (intermediário) na linha de eficiência, bastando pequenos ajustes para atingir a eficiência relativa a seus pares e abaixo de 80%, considera-se ineficientes com relação a seus pares.

Tabela 2 - Matriz dos modelos DEA

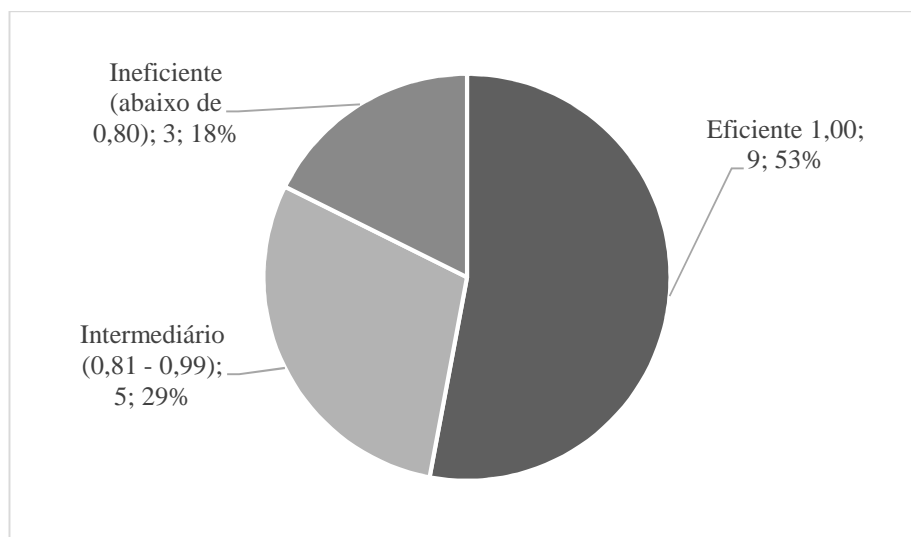
Orientação	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Input	Alunos do Ensino Médio Professores Orçamento Infraestrutura	Alunos do Ensino Médio Professores Evasão Escolar	Professores IDHM Infraestrutura	Professores ITCD Evasão Escolar
Output	Alunos Projetos Pesquisa Curso Assistência Estudantil	Alunos Projetos Pesquisa Matrículas Técnico Matrículas EAD Matrículas Licenciatura	Alunos Assistência Estudantil Projetos Pesquisa Curso Ingressantes	Alunos Projetos Pesquisa Concluintes Matrículas Técnico Matrículas EAD
DMU1	0,97	1,00	0,67	1,00
DMU2	0,83	1,00	0,87	1,00
DMU3	0,61	0,80	0,64	0,71
DMU4	0,84	1,00	0,89	0,96
DMU5	1,00	1,00	1,00	1,00
DMU6	0,80	0,98	0,72	0,98
DMU7	1,00	1,00	0,67	1,00
DMU8	1,00	1,00	0,61	0,83
DMU9	0,81	0,77	0,82	0,60
DMU10	1,00	1,00	1,00	1,00
DMU11	1,00	1,00	1,00	0,72
DMU12	0,95	1,00	1,00	1,00
DMU13	1,00	1,00	1,00	0,95
DMU14	1,00	1,00	1,00	0,88
DMU15	0,51	1,00	0,38	0,66
DMU16	1,00	1,00	1,00	1,00
DMU17	1,00	0,84	1,00	0,84
nº eficientes	9	13	8	7
nº intermediário	5	2	3	6
nº ineficientes	3	2	6	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do *software* SIAD.

O primeiro modelo foi realizado com 4 *inputs* e 4 *outputs*, sendo número de alunos do ensino médio, professores, orçamento da instituição e área construída (infraestrutura) das unidades como variáveis de entrada. Número de alunos, projetos de pesquisa dos professores, quantidade de cursos ofertados e o número de alunos atendidos pela assistência estudantil foram as variáveis de saída.

O resultado está demonstrado no Gráfico 17 e nove unidades foram consideradas eficientes, representando 53%, cinco unidades ficaram na eficiência intermediária e três tiveram o escore abaixo de 0,80, sendo consideradas ineficientes. Portanto, nesse modelo, das oito unidades que não atingiram 100% de eficiência, sete tem como meta proposta a redução da área construída do item infraestrutura e apenas uma permanece como está. Considerando que é inviável reduzir a área construída, pode-se inferir que o modelo sugere que é possível ter eficiência através de uma área muito menor do que a atual. Entretanto, outra meta indicada para as oito unidades é o aumento do número de alunos, cerca de 3.800 novos alunos com uma infraestrutura reduzida, cerca de 42.600 m² a menos. Portanto, conclui-se que o modelo não representou adequadamente a realidade das IES públicas e por isso esse modelo foi descartado.

Gráfico 17 - Eficiência do Modelo 1

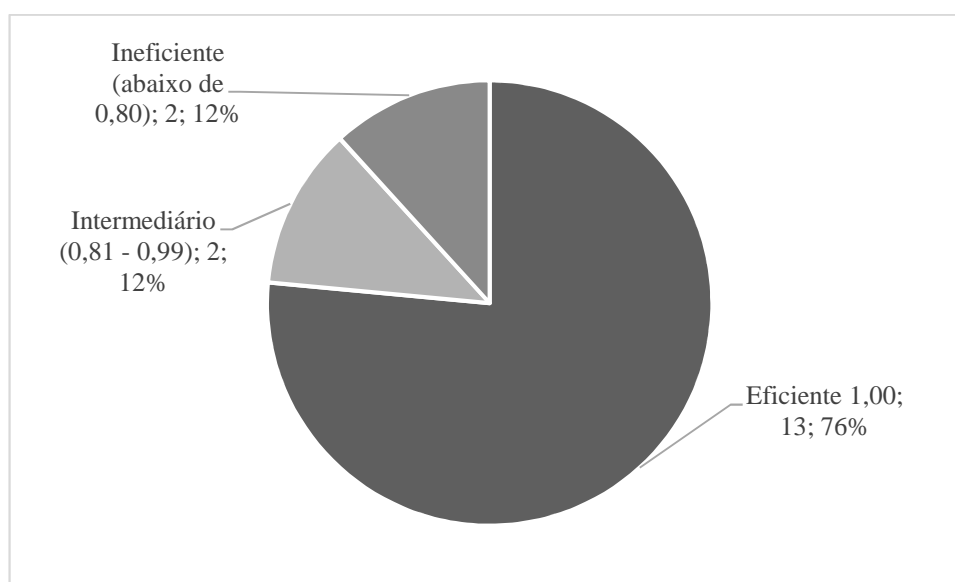


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O segundo modelo foi composto por 3 *inputs* e 5 *outputs* com as seguintes variáveis de entrada: alunos do ensino médio, professores e evasão escolar. Como saídas foram utilizados: número de alunos, projetos de pesquisa, matrículas do curso técnico, EAD e licenciatura.

Nesse modelo, mostrado no Gráfico 18, 76% das unidades obtiveram 100% de eficiência, representando 13 unidades, duas com eficiência intermediária e duas ineficientes. Ocorre que nesse modelo tem-se como proposta para três das quatro unidades, aumentar o número de matrículas no EAD, representando um acréscimo de 1.400 alunos a mais. Tal meta não necessita de grandes recursos e nem de infraestrutura da escola para atender esses alunos, apenas capacitar professores a ministrarem suas aulas no ensino à distância. Uma distorção que teve foi a redução do número de alunos matriculados no ensino médio em duas unidades. Outra meta é o aumento no número de alunos, projetos de pesquisa, matrículas do curso técnico e licenciatura. A conclusão que se obtém foi que o modelo DEA não representa a real situação das unidades no processo produtivo, por isso esse modelo foi descartado.

Gráfico 18 - Eficiência do Modelo 2

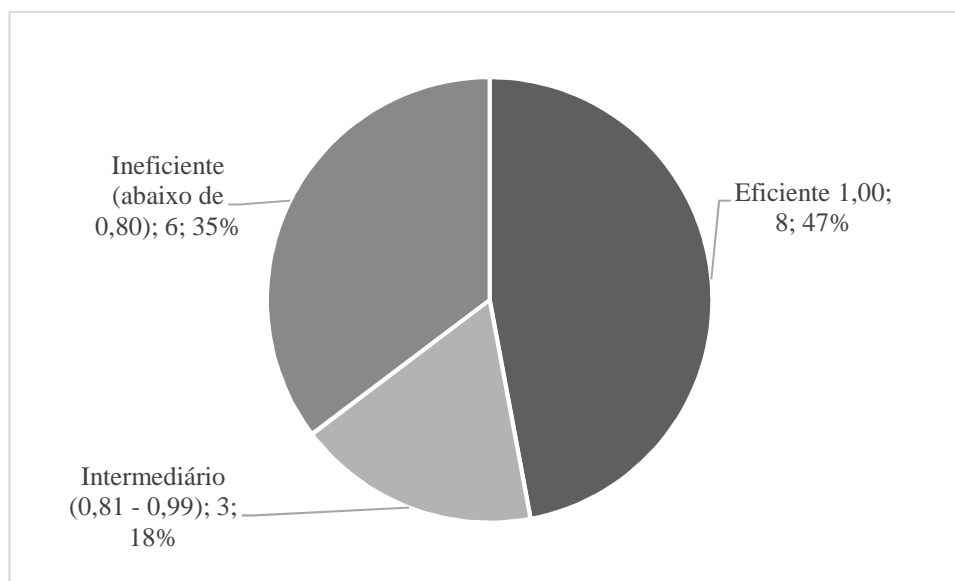


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O terceiro modelo possui 3 *inputs* e 5 *outputs* com professores, IDH municipal e infraestrutura na entrada e número de alunos, alunos atendidos pela assistência estudantil, projetos de pesquisa, cursos ofertados e ingressantes na saída.

Para esse modelo, representado no Gráfico 19, resultaram em oito unidades eficientes (47%), três no nível intermediário (18%) e seis ineficientes (35%). Nota-se que a maior percentagem entre às unidades não eficientes estão com escore abaixo de 0,80 e a unidade com o coeficiente mais baixo foi de 0,38, representando 38% de eficiência relativa. Ocorre que as metas indicadas têm como proposta a redução de 30.800 m² de área construída e acréscimo de 4.100 novos alunos. Nota-se que esse modelo também não representa uma combinação factível.

Gráfico 19 - Eficiência do Modelo 3

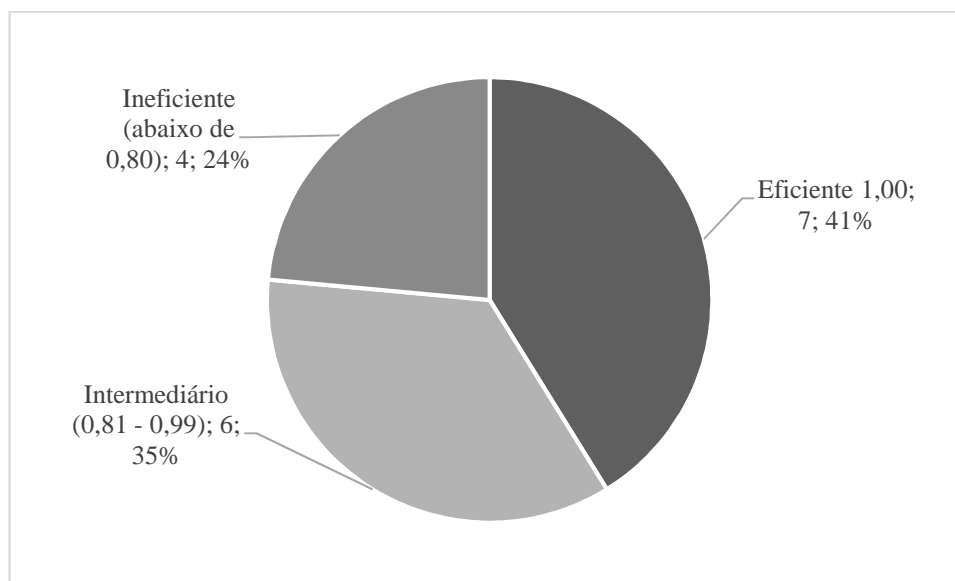


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O quarto modelo testado é formado por 3 *inputs* e 5 *outputs*, sendo professores, índice de titulação do corpo docente e evasão escolar na entrada e saída com número de alunos, projetos de pesquisa, concluintes, matrículas do curso técnico e EAD.

Como resultado, apresentado no Gráfico 20, apenas sete unidades obtiveram eficiência, seis unidades ficam no nível intermediário e quatro ineficientes. O coeficiente mais baixo foi de 0,60, representando 40% abaixo do ideal com relação às outras unidades. No geral as recomendações foram plausíveis com exceção do Índice de Titulação do Corpo Docente (ITCD), que teve unidades que a proposta era reduzir de 4,6 para 1,73 e de 4,3 para 2,62, ou seja, essas unidades poderiam funcionar e obter eficiência com a maioria dos professores graduados e aperfeiçoados, e não mestres como atualmente. Nesse caso, pode-se concluir que aquelas unidades poderiam operar com professores com uma titulação mais baixa, mas na prática isso não ocorre, tendo em vista que o IFRS possui vários incentivos à qualificação dos professores.

Gráfico 20 - Eficiência do Modelo 4



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na próxima seção será apresentado o modelo DEA final que melhor traduz a realidade dos Institutos Federais.

4.3 DEFINIÇÃO DO MODELO DEA FINAL

A escolha do modelo final se deu pelo critério de melhor discriminação entre eles, resultando em mais unidades ineficientes ou intermediárias. Na interpretação do modelo final foram analisados os resultados de todas as DMUs que ficaram fora da fronteira de eficiência, validando o resultado através da análise dos objetivos alvos para cada variável e verificando se há ou não a possibilidade de adequação.

Para execução do modelo DEA final foi utilizado o software SIAD, no modelo de retorno constante de escala (CCR), orientado para *output*, a fim de maximizar os níveis de *outputs* mantendo os *inputs* escolhidos que foram: número de professores, ITCD (Índice de Titulação do Corpo Docente) e o número da evasão escolar. E para maximizar os “produtos” em *output* foram definidos como número de alunos, projetos de pesquisa dos docentes, alunos concluintes, matrículas do curso técnico e EAD como variáveis de saída.

A execução do modelo forneceu os resultados de eficiência relativa apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Eficiência relativa do modelo DEA final

Escore de Eficiência		
DMU1	100%	eficiente
DMU2	100%	eficiente
DMU3	71%	ineficiente
DMU4	96%	intermediária
DMU5	100%	eficiente
DMU6	98%	intermediária
DMU7	100%	eficiente
DMU8	83%	intermediária
DMU9	60%	ineficiente
DMU10	100%	eficiente
DMU11	72%	ineficientes
DMU12	100%	eficiente
DMU13	95%	intermediária
DMU14	88%	intermediária
DMU15	66%	ineficientes
DMU16	100%	eficiente
DMU17	84%	intermediária

Fonte: Elaborada pelo autor (2018).

Nesse modelo, das 17 DMUs analisadas, sete ficaram dentro da fronteira de eficiência, sendo classificadas como eficientes quando comparadas com às demais. São as DMU1, DMU2, DMU5, DMU7, DMU10, DMU12 e DMU9. Na classificação intermediária, entre 81% a 99,9% foram seis DMUs: DMU4, DMU6, DMU8, DMU13, DMU14 e DMU17 e apenas quatro foram classificadas como ineficientes, abaixo de 80%: DMU3, DMU9, DMU11 e DMU15.

Na próxima seção serão apresentadas as propostas de melhorias para as DMUs não eficientes.

4.4 PROPOSTAS DE MELHORIAS DAS DMUS INEFICIENTES

No modelo DEA proposto, das 17 DMUs que foram estudadas apenas sete tiveram o escore de 100% eficientes, representando 41% das DMUs. Nas unidades que ficaram na linha de eficiência, que necessitam de pequenos ajustes, representam 35% das DMUs e as que foram consideradas ineficientes com relação a seus pares, que representam 24% das DMUs.

Segundo Barra et al. (2017), a estrutura de mercado das IES poderia desempenhar um papel importante no cálculo da eficiência, ou seja, o aumento da concorrência no setor de ensino poderia levar a uma maior eficiência, que normalmente é percebido pelas escolas

tradicionais e com boa reputação, porém o contrário também ocorre, já que as escolas mais jovens têm mais flexibilidade e infraestrutura em melhores condições, assegurando um desempenho mais eficiente.

Os dois casos citados pelos autores, Barra et al. (2017), podem ser encontrados no IFRS, como as escolas tradicionais de DMU2, DMU10 e DMU12, que foram consideradas eficientes pelo modelo DEA. E o outro caso de uma escola mais jovem que obteve eficiência foi aDMU16 com sua unidade ainda em fase de implantação.

Um ponto fundamental a ressaltar é que o modelo DEA proposto foi visar o aumento de *outputs*, e não a redução de *inputs*, porém, no resultado da análise, para atingir a combinação linear de cada DMU em busca da eficiência, só é possível diminuindo um ou mais *inputs*, independentemente de serem controláveis ou não. Devido a esse fato, em algumas unidades houve a indicação de diminuição do Índice de Titulação do Corpo Docente (ITCD) e de área construída das unidades, o que não seria desejável nem executável para Instituição. Portanto, a interpretação é que os *inputs* estavam superdimensionados com relação aos *outputs* produzidos. Ressalta-se que a interpretação dos resultados é de suma importância e que não há uma condição que seja possível bloquear um determinado *input* para que não receba a meta de diminuição, pois assim não seria possível alcançar a fronteira de eficiência desejada.

As metas de cada DMU ineficiente servem para que os gestores possam elencar as prioridades de ações para o atingimento das medidas propostas. É importante os gestores das unidades terem conhecimento das deficiências e das atitudes que precisam ser adotadas, mesmo que não as façam.

A seguir são detalhadas todas as unidades que não obtiveram o escore de 100% eficiente, juntamente com as metas para cada variável de *input* e *output*.

a) Unidade DMU3

A unidade DMU3 obteve uma eficiência relativa de 71,05% com relação às outras unidades e para atingir a eficiência de 100%, as metas propostas estão na Tabela 4.

Tabela 4 - Metas Indicadas para DMU3

(continua)

DMU3 (eficiência:0,710593)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	72	72	0	72
ITCD	Input2	4,4	4,4	1,370599	3,029401

(conclusão)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
EVASÃO	Input3	217	217	0	217
ALUNO	Output1	1.186	1.669,03	0	1.669,03
PESQUISA	Output2	11	15,48002	0,556443	16,03647
CONCL.	Output3	118	166,0584	120,9152	286,9737
TECNICO	Output4	444	624,8301	342,8185	967,6485
EAD	Output5	0,000001	0,000001	6,521643	6,521644

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

As metas propostas indicam que, para DMU3 atingir 100% de eficiência, deveria haver um aumento no número de alunos, de 1.186 para 1.669, acréscimo de 483 novos alunos, aumento no número de projetos de pesquisa (de 11 para 16), no número de alunos concluintes (de 118 para 287), matrículas no curso técnico (de 444 para 968) e no curso EAD (de zero para 7). O índice de titulação dos docentes está superdimensionado em relação às outras unidades e em comparação com os *outputs* produzidos, ou seja, essa unidade obteria eficiência mesmo com professores de titulação mais baixa: o índice poderia ser reduzido de 4,40 para 3,02, lembrando que o limite é 5,0. Destaca-se que existem políticas de incentivo à qualificação dos docentes e que esta meta, não faz sentido considerar.

b) Unidade DMU4

Com uma eficiência relativa de 96,03% com relação às outras unidades, a DMU4 necessita que pequenos ajustes sejam feitos, demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Metas Indicadas para DMU4

DMU4 (eficiência:0,960393)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	74	74	0	74
ITCD	Input2	4,3	4,3	0,973953	3,326047
EVASÃO	Input3	189	189	0	189
ALUNO	Output1	1.494	1.555,61	0	1.555,61
PESQUISA	Output2	13	13,53613	0	13,53613
CONCL.	Output3	155	161,3923	86,36431	247,7567
TECNICO	Output4	836	870,4774	0	870,4774
EAD	Output5	0,000001	0,000001	9,667754	9,667755

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

As metas indicadas revelam que seria necessário um acréscimo de apenas 62 novos alunos, aumento no número de projetos de pesquisa (de 13 para 14), no número de alunos

concluintes (de 155 para 248), de matrícula no curso técnico (de 836 para 871) e no curso EAD (de zero para 10).

Nota-se que o maior aumento são para os alunos concluintes, cerca de 93 alunos formados, demonstrando que essa variável carece de atenção aos dirigentes, o qual não reflete no índice de titulação dos docentes (ITCD), que a proposta é para redução. Essa unidade poderia funcionar, obtendo eficiência, com a maioria dos professores especialistas (3,32) e não mestres, como no valor atual (4,3), cabendo o mesmo raciocínio citado para DMU4, assim como para as demais unidades onde sugere-se diminuição do ITCD.

c) Unidade DMU6

A unidade DMU6 recebeu o maior coeficiente da eficiência relativa, 97,73% com relação às outras unidades, portanto, pequenos ajustes serão necessários para atingir a eficiência máximo, mostradas na Tabela 6.

Tabela 6 - Metas Indicadas para DMU6

DMU6 (eficiência:0,977302)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	70	70	19,98666	50,01334
ITCD	Input2	4,2	4,2	1,179127	3,020873
EVASÃO	Input3	157,00	157,00	0	157,00
ALUNO	Output1	1.011	1.034,48	0	1.034,48
PESQUISA	Output2	15	15,34837	0	15,34837
CONCL.	Output3	88	90,04379	114,9553	204,9991
TECNICO	Output4	395	404,1738	73,22405	477,3979
EAD	Output5	22	22,51095	0	22,51095

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

Como proposta, tem o aumento de 24 no número de alunos (de 1.011 para 1.035), projetos de pesquisa (de 15 para 16), concluintes (de 88 para 205), matrículas do curso técnico (de 395 para 478) e do curso EAD (22 para 23). O acréscimo mais expressivo é no número de alunos concluintes, cerca de 117 a mais. Já o número de professores poderá ser reduzido (de 70 para 50) e o índice de titulação (ITCD) também, de 4,2 (professores com mestrado) para 3,02 (professores com especialização).

d) Unidade DMU8

A unidade DMU8 ficou com uma eficiência relativa de 82,54% com relação aos outros *campi* e na Tabela 7 são apresentadas as metas sugeridas para essa unidade.

Tabela 7 - Metas Indicadas para DMU8

DMU8 (eficiência:0,825426)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	77	77	10,6619	66,3381
ITCD	Input2	4,2	4,2	0	4,2
EVASÃO	Input3	147	147	0	147
ALUNO	Output1	1.015	1.229,67	0	1.229,67
PESQUISA	Output2	9	10,90347	0	10,90347
CONCL.	Output3	168	203,5314	0	203,5314
TECNICO	Output4	509	616,6515	93,4563	710,1078
EAD	Output5	0,000001	0,000001	77,87717	77,87717

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

Como proposta, admite-se a redução do número de professores, de 77 para 67 e sugere o aumento nas seguintes variáveis: número de alunos (de 1.015 para 1.230), projetos de pesquisa (de 9 para 11), alunos concluintes (de 168 para 204), matrículas do técnico (de 509 para 711) e do EAD (de zero para 78).

e) Unidade DMU9

Com eficiência relativa de 60,35% é a pior eficiência com relação às demais unidades e as metas sugeridas estão elencadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Metas Indicadas para DMU9

DMU9 (eficiência:0,603537)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	71	71	0	71
ITCD	Input2	4,3	4,3	0	4,3
EVASÃO	Input3	325	325	5,851425	319,15
ALUNO	Output1	1.101	1.824,25	0	1.824,25
PESQUISA	Output2	9	14,9121	15,73301	30,6451
CONCL.	Output3	195	323,0954	98,74038	421,8358
TECNICO	Output4	358	593,17	320,8959	914,066
EAD	Output5	100	165,6899	0	165,6899

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

Uma das metas propostas é o controle da evasão escolar com redução de 325 para 320, o aumento no número de alunos de 1.101 para 1.825, projetos de pesquisa de 9 para 31, alunos concluintes de 195 para 422, matrículas no técnico de 358 para 915 e no EAD de 100 para 166. Os acréscimos mais expressivos estão no número de alunos, cerca de 724 novos alunos, número de concluintes, mais 227 formandos e no número de matrículas do curso

técnico, cerca de 557 a mais. Como essa unidade teve o pior coeficiente de eficiência é a que precisa de mais ajustes para o alcance do ideal sendo 100% eficiente.

f) Unidade DMU11

A eficiência relativa da unidade DMU11 foi de 71,94% e as metas indicadas para essa unidade estão elencadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Metas Indicadas para DMU11

DMU11 (eficiência:0,719421)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	72	72	0	72
ITCD	Input2	4,3	4,3	1,673397	2,626603
EVASÃO	Input3	182	182	0	182
ALUNO	Output1	1.148	1.595,73	0	1.595,73
PESQUISA	Output2	7	9,730052	1,038815	10,76887
CONCL.	Output3	144	200,1611	38,66044	238,8215
TECNICO	Output4	675	938,255	26,10929	964,3643
EAD	Output5	0,000001	0,000001	8,55706	8,557062

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

Mostra-se que é necessário o aumento do número de alunos, cerca de 448 a mais, passando de 1.148 para 1.596, o número de projetos de pesquisa também deverá aumentar de 7 para 11, alunos concluintes de 144 para 239, matrículas do técnico de 675 para 965 e do EAD de zero para 9. As propostas são razoáveis, com o aumento do número de alunos, cerca de 290 precisariam ir para o curso técnico e 9 para o curso EAD. O que chama a atenção é a diminuição da titulação do corpo docente (ITCD), podendo essa unidade funcionar com professores aperfeiçoados (2,62) e não com professores mestres como no modelo atual (4,3).

g) Unidade DMU13

A unidade DMU13, apesar de estar em fase de implantação, ficou com uma eficiência relativa alta com 95,03%. As metas para essa unidade estão dispostas na Tabela 10.

Tabela 10 - Metas Indicadas para DMU13

(continua)

DMU13 (eficiência:0,950391)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	27	27	0	27
ITCD	Input2	4,3	4,3	0	4,3
EVASÃO	Input3	204	204	50,24269	153,7573

					(conclusão)
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
ALUNO	Output1	691	727,0688	0	727,0688
PESQUISA	Output2	2	2,104396	5,441216	7,545612
CONCL.	Output3	245	257,7885	15,30959	273,0981
TECNICO	Output4	200	210,4396	102,6017	313,0413
EAD	Output5	0,000001	0,000001	0	0,000001

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

Percebe-se que deverá haver uma diminuição no número de alunos evadidos, passando de 204 para 154, redução de 24,51%. Aumentar o número de alunos (de 691 para 728), projetos de pesquisa (de 2 para 8), concluintes (de 245 para 274) e matrículas do curso técnico (de 200 para 314).

h) Unidade DMU14

A unidade DMU14 obteve uma eficiência relativa de 87,78% e as metas indicadas para essa unidade estão na Tabela 11.

Tabela 11 - Metas Indicadas para DMU14

DMU14 (eficiência:0,877835)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	106	106	11,91651	94,08349
ITCD	Input2	4,5	4,5	0	4,5
EVASÃO	Input3	337	337	6,396311	330,60
ALUNO	Output1	2.001	2.279,47	0	2.279,47
PESQUISA	Output2	18	20,505	7,530729	28,03573
CONCL.	Output3	386	439,7183	0	439,7183
TECNICO	Output4	809	921,5858	347,2698	1.268,86
EAD	Output5	0,000001	0,000001	5,78595	5,785951

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

A proposta para essa unidade consiste em reduzir o número de professores (de 106 para 95) e a evasão escolar (de 337 para 331). Aumentar o número de alunos (de 2.001 para 2.280), projetos de pesquisa (de 18 para 29), alunos concluintes (de 386 para 440), matrículas do curso técnico (de 809 para 1.269) e matrículas do curso EAD (de zero para 6).

i) Unidade DMU15

A unidade DMU15 ficou com uma eficiência relativa baixa com 66,13% com relação às demais unidades. Para atingir a eficiência máxima de 100%, as metas estão indicadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Metas Indicadas para DMU15

DMU15 (eficiência:0,661340)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	37	37	0	37
ITCD	Input2	4,3	4,3	0,788435	3,511565
EVASÃO	Input3	57	57	0	57
ALUNO	Output1	362	547,3731	0	547,3731
PESQUISA	Output2	2	3,024161	0,439722	3,463883
CONCL.	Output3	15	22,68121	72,62791	95,30912
TECNICO	Output4	262	396,1651	0	396,1651
EAD	Output5	0,000001	0,000002	131,9602	131,9602

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

O número de professores e a evasão escolar estão controlados, não necessitando de ajustes, porém requer que haja um aumento no número de alunos (de 362 para 548), projetos de pesquisa (de 2 para 4), concluintes (de 15 para 96), matrículas do técnico (de 262 para 397) e matrículas do EAD (de zero para 132). Essa unidade aceita a redução da titulação dos professores, ou seja, continuaria sendo eficiente mesmo com professores especialistas (3,51) e não mestres (4,3) como o atual.

j) Unidade DMU17

A eficiência relativa da unidade DMU17 foi de 84,21% com relação às demais unidades e as metas indicadas encontra-se na Tabela 13.

Tabela 13 - Metas Indicadas para DMU17

DMU17 (eficiência:0,842159)					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
PROF.	Input1	38	38	0	38
ITCD	Input2	4,6	4,6	2,869121	1,730879
EVASÃO	Input3	126	126	0	126
ALUNO	Output1	647	768,2635	136,6383	904,9019
PESQUISA	Output2	3	3,562273	6,62802	10,19029
CONCL.	Output3	135	160,3023	6,939255	167,2415
TECNICO	Output4	431	511,7799	0	511,7799
EAD	Output5	0,000001	0,000001	2,774813	2,774814

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

No quadro de metas indicadas para essa unidade consta diminuir o Índice de Titulação do Corpo Docente (ITCD), ou seja, essa unidade aceitaria ter a maioria dos professores apenas com a graduação (1,73), e não mestres como no índice atual (4,6). Requer também o aumento no número de alunos (de 647 para 905), projetos de pesquisa (de 3 para 11), concluintes (de 135 para 168), matrículas do técnico (de 431 para 512) e do EAD (de zero para 3).

Para concluir esta seção, a Tabela 14 apresenta o *benchmark* das unidades ineficientes relativamente e seus respectivos pares, ou seja, são as unidades que contribuíram para o cálculo da eficiência relativa e suas metas, tendo em vista que foram consideradas pelo modelo DEA como eficientes.

Bandeira (2000) ressalta que para estabelecer metas para as variáveis de *input* e *output* de cada DMU não eficiente relativamente com relação ao seu conjunto, a técnica DEA faz uma combinação linear das DMUs 100% eficientes, chamadas de “pares” das DMUs não eficientes. Dessa forma, é possível obter a informação de quais unidades eficientes foram combinadas para compor as metas das unidades não eficientes, juntamente com o percentual de cada fator utilizado na composição.

Tabela 14 - Relação das unidades ineficientes e seus respectivos pares

DMU		Eficientes						
		DMU1	DMU2	DMU5	DMU7	DMU10	DMU12	DMU16
Ineficientes	DMU3	0	0	0,362	0	0,343	0	0
	DMU4	0,019	0	0,251	0,191	0,314	0	0
	DMU6	0	0,005	0,409	0,303	0	0	0
	DMU8	0,395	0	0,178	0,234	0,182	0	0
	DMU9	0	0,042	0,931	0	0	0	0,048
	DMU11	0	0	0,153	0	0,450	0	0
	DMU13	0	0	0,235	0	0	0	0,807
	DMU14	0	0	0,752	0	0,304	0	0
	DMU15	0,694	0	0	0,068	0,069	0	0
	DMU17	0	0	0,259	0	0,146	0	0
Soma dos pares		3	2	9	4	7	0	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2018) baseado nos resultados do modelo DEA.

Analisando a Tabela 14 é possível perceber que a composição da DMU12 não contribuiu para nenhuma outra unidade, em contrapartida, a DMU5 serviu de modelo para 9 unidades ineficientes e a que mais contribuiu foi para DMU9, com 0,931. Já a DMU2, as contribuições às outras unidades foram bem baixas, de 0,005 para DMU6 e 0,042 para DMU9. O modelo da DMU16 foi comparado linearmente com outras duas unidades com os respectivos pesos para DMU9 e DMU13: 0,048 e 0,807.

4.5 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

As metas propostas pelo modelo DEA não podem ser analisadas fora do contexto de cada unidade, pois há uma diferença entre os valores apresentados sem a análise de viabilidade e a real capacidade de mudança. Por isso, muitas metas apresentadas nesse modelo podem ser consideradas inviáveis. No entanto, podem ser interpretadas como um indicativo da direção correta para o alcance da eficiência relativa em comparação com as demais unidades.

Um exemplo é o aumento do número de projetos de pesquisa dos docentes, o que não depende somente dos dirigentes e sim do interesse dos professores em se tornarem pesquisadores. E não somente aumentar o número de projetos de pesquisa, sem um estudo se os temas pesquisados são relevantes à Instituição ou se há recursos e condições para o professor desenvolver seu projeto. Portanto, esse indicativo deve ser levado em consideração apenas como um rumo a seguir, guiando os dirigentes para que possam planejar e fomentar políticas nas áreas em que o modelo indicou metas.

Vale salientar que sempre haverá unidades que não atingirão 100% de eficiência pelo modelo DEA ser uma análise comparativa. Dessa forma, as metas indicadas não devem ser implementadas todas ao mesmo tempo, pois qualquer mudança nas variáveis causa alterações nos resultados das eficiências do conjunto. Outro ponto a destacar é que a homogeneização das eficiências não garantem qualidade para todo o grupo de unidades, porque as unidades 100% eficientes podem não apresentar a qualidade ideal. É o caso da DMU12 que, para o conjunto, obteve eficiência relativa de 100%, porém a sua composição não foi usada de modelo para nenhuma outra unidade, através da comparação com seus pares.

Barra et al. (2017) afirmam que instituições de ensino mais jovens são menos eficientes. Isso se deve ao fato de que essas instituições precisam de diretrizes a serem seguidas para evitar o desperdício do orçamento. Em áreas mais vulneráveis, onde a principal

fonte de conhecimento é a escola pública, o corte no orçamento da assistência estudantil pode produzir efeitos negativos como o aumento da evasão escolar.

Em contrapartida, Papadimitriou e Johnes (2018) afirmam que, estatisticamente, não há diferenças no desempenho da maioria das IES. Assim, instituições pequenas com desempenho mais baixos têm características específicas, as quais não são capturadas pelo modelo DEA.

Portanto é importante que os gestores definam diretrizes para ampliar a eficiência das unidades, adequando as metas à realidade e de acordo com as condições operacionais e capacidade técnica. Para que este trabalho tenha uma continuidade e para que as metas indicadas pelo modelo DEA não se percam, o Quadro 7 apresenta um resumo dos objetivos.

Quadro 7 - Matriz dos objetivos a serem executados

Unidade	captar novos alunos	incentivar projetos de pesquisas	estimular a conclusão de cursos	aumentar o número de matrículas do curso técnico	aumentar o número de matrículas do curso EAD	controlar a evasão escolar	realocar professores
DMU3	X	X	X	X	X		
DMU4	X	X	X	X	X		
DMU6	X	X	X	X	X		X
DMU8	X	X	X	X	X		X
DMU9	X	X	X	X	X	X	
DMU11	X	X	X	X	X		
DMU13	X	X	X	X		X	
DMU14	X	X	X	X	X	X	X
DMU15	X	X	X	X	X		
DMU17	X	X	X	X	X		

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

No objetivo de captação de novos alunos, a ação sugerida é a criação de campanhas institucionais e materiais de divulgação dos cursos ofertados, sob responsabilidade do setor de Comunicação. Outra ação é a visita às empresas locais e às escolas de ensino médio para divulgação da Instituição, sob coordenação do setor de Ensino. Realizando essas tarefas, aumentará também o número de matrículas no curso técnico e EAD, como consequência.

É importante frisar que os cursos à distância requerem capacitação dos professores para ministrarem as aulas EAD. Para isso é necessário que haja uma política de incentivos para que estimulem os professores a elaborarem aulas e abram mais cursos nessa modalidade.

Guccio et al. (2017) avaliaram a eficiência das universidades públicas italianas de 2000 a 2010 e concluíram que as reformas no sistema de ensino deram às universidades autonomia gerencial e financeira, além de consolidarem um vínculo entre as universidades e o setor privado. O estudo mostrou que as reformas resultaram em um aumento na competição entre as universidades que melhoraram sua eficiência. Já na área de ensino, essa melhoria foi impulsionada pela reorganização dos cursos, que permitiram aos alunos não regulares se reinscreverem em novos cursos, o que aumentou o número total de alunos.

Para o aumento no incentivo aos projetos de pesquisa, sugere-se o fomento à política de desenvolvimento e estímulo à pesquisa com a publicização da produção intelectual, com responsabilidade do setor de Pesquisa. O estudo de Bolli et al. (2016) confirma que, à medida que as instituições de ensino começam a adquirir fundos privados para pesquisa, elas podem se concentrar cada vez mais na pesquisa aplicada e não na pesquisa básica. Cabe salientar que o financiamento privado melhora o uso eficiente dos fundos existentes, porém não gera mais resultados em termos de publicações e nem de mais alunos à instituição. Por isso é importante que se analise com cautela as verbas provindas de empresas para pesquisa.

Para estimular a quantidade de alunos concluintes, tem-se como sugestão a criação de convênios e parcerias com empresas que possibilitem que os estudantes tenham a experiência do mercado de trabalho. Essa atitude também controlará a evasão escolar e sugere-se para esta ação a criação de política de combate à evasão escolar, sob coordenação do setor de Desenvolvimento Institucional. É imprescindível também que se realize o mapeamento das causas que levam o aluno a abandonar seus estudos, sob responsabilidade do setor de Ensino. Por fim, para realocação de professores, propõem-se promover o intercâmbio inter e intra instituições.

Sugere-se também que o IFRS realize o levantamento da qualidade dos alunos ao ingressarem na instituição, já que há um efeito determinante no desempenho dos alunos. Segundo Barra et al. (2017) o desempenho acadêmico obtido antes do ingresso na instituição diminui os custos educacionais e aumenta a motivação do aluno.

Outra sugestão é a criação de campanhas institucionais e materiais de divulgação dos cursos ofertados, além de visitas às empresas locais e às escolas de ensino médio. Já que quando há um aumento na competição entre as instituições de ensino, melhoram sua eficiência, conforme a pesquisa de Guccio et al. (2017).

Segundo o estudo de Barra et al. (2017), nas universidades da Itália, o coeficiente associado à presença de estudantes do sexo feminino está correlacionado estatisticamente com a eficiência, portanto, quanto maior a proporção de mulheres entre os estudantes maior é a

eficiência das instituições de ensino. Portanto, sugere-se também a inclusão dessa variável, em futuros estudos, como forma de verificar se o que foi comprovado nas universidades italianas também se confirma com as brasileiras.

Cabe ressaltar que muitas ações sugeridas o IFRS já pratica, elas foram listadas apenas para que haja a continuidade dos trabalhos desenvolvidos. Salienta-se também que as sugestões e as metas indicadas pelo modelo DEA não devem ser implementadas todas ao mesmo tempo, já que qualquer alteração nos valores das variáveis afeta às demais. Por isso foi realizada uma simulação, apenas cumprindo a meta de aumento nos projetos de pesquisa. A motivação para essa simulação foi a partir da afirmação de Guccio et al. (2017) que constataram que a maior contribuição para melhoria da instituição de ensino na eficiência global foi adquirida pelo aumento da produção de pesquisa com a introdução de novos incentivos.

O resultado obtido indica que a DMU9 que estava com eficiência relativa de 0,60 passou a 0,98, aumento de 63%. ADMU15 estava com 0,66 de eficiência e passou para 0,84, aumento de 27%. Das quatro unidades que estavam na classificação de ineficiência, duas passaram para categoria intermediária, que é de 0,81 a 0,99. A quantidade de unidades eficientes passou de sete para oito, aDMU6 de 0,98 atingiu 1,00 de eficiência.

Outra simulação proposta foi a alocação de professores para os *campi* em fase de implantação, em virtude dessa ação não exigir recursos financeiros para colocá-la em prática. Dessa forma, foram mantidos os ajustes já realizados nos projetos de pesquisa e os resultados foram o aumento do número de unidades eficientes, passando de oito para nove, além do aumento do escore da eficiência relativa nas unidades com classificação intermediária.

A alocação dos professores foi distribuída da seguinte forma: DMU1 recebeu quatro professores, DMU6 perdeu 20, DMU8 perdeu 11, DMU13 recebeu nove, DMU14 perdeu 12, DMU15 recebeu quatro e DMU16 recebeu 26. Os resultados podem ser vistos na Tabela 15, que mostra os impactos na eficiência com os ajustes realizados.

Tabela 15 - Ajustes da eficiência do modelo DEA

(continua)

DMUs	Modelo atual		Ajuste na pesquisa		Ajuste na pesquisa + alocação professores	
	%	classificação	%	classificação	%	classificação
DMU1	100%	eficiente	100%	eficiente	100%	eficiente
DMU2	100%	eficiente	100%	eficiente	100%	eficiente
DMU3	71%	ineficiente	79%	ineficiente	79%	ineficiente
DMU4	96%	intermediária	98%	intermediária	99%	intermediária
DMU5	100%	eficiente	100%	eficiente	100%	eficiente
DMU6	98%	intermediária	100%	eficiente	100%	eficiente

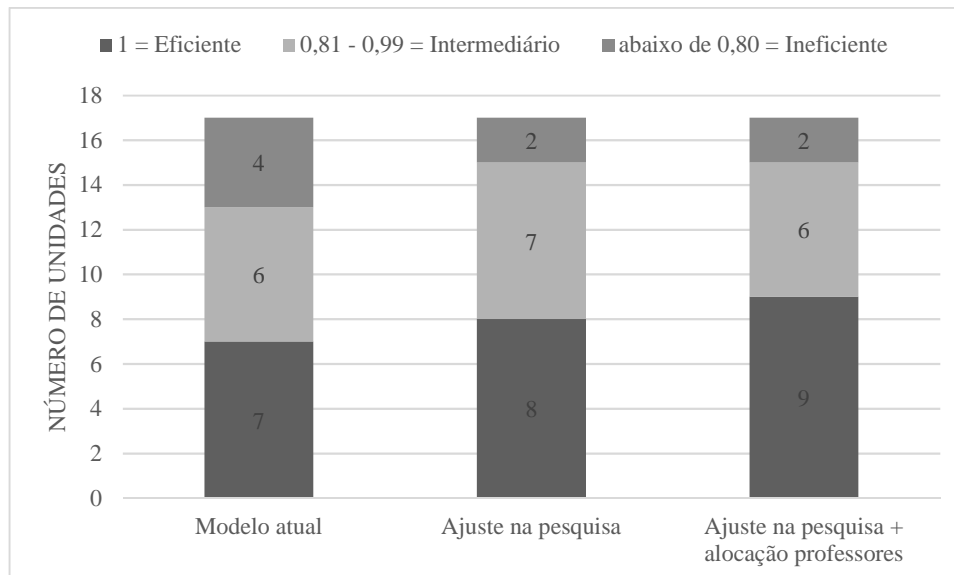
(conclusão)

DMUs	Modelo atual		Ajuste na pesquisa		Ajuste na pesquisa + alocação professores	
	Porcentagem	Classificação	Porcentagem	Classificação	Porcentagem	Classificação
DMU7	100%	eficiente	100%	eficiente	100%	eficiente
DMU8	83%	intermediária	87%	intermediária	87%	intermediária
DMU9	60%	ineficiente	98%	intermediária	98%	intermediária
DMU10	100%	eficiente	100%	eficiente	100%	eficiente
DMU11	72%	ineficiente	80%	ineficiente	80%	ineficiente
DMU12	100%	eficiente	100%	eficiente	100%	eficiente
DMU13	95%	intermediária	96%	intermediária	100%	eficiente
DMU14	88%	intermediária	92%	intermediária	92%	intermediária
DMU15	66%	ineficiente	84%	intermediária	84%	intermediária
DMU16	100%	eficiente	100%	eficiente	100%	eficiente
DMU17	84%	intermediária	92%	intermediária	93%	intermediária

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Conclui-se que medidas simples trazem grandes impactos na eficiência de cada unidade, demonstrado no Gráfico 21, através da evolução dos escores de eficiência com os ajustes a serem feitos.

Gráfico 21 - Evolução da eficiência com ajustes a serem feitos



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A partir desse estudo, pode-se concluir que os incentivos aos projetos de pesquisa, através do fomento à política de desenvolvimento e estímulo à pesquisa com a publicidade da produção intelectual, melhorarão o nível de eficiências das unidades. E se realizar a realocação dos professores, o escore de eficiência aumentará ainda mais, conforme demonstrado.

Os gestores têm o poder de elencar o que é ou não prioridade para Instituição, porém, ressalta-se que os incentivos baseados no desempenho de cada unidade tendem a penalizar as instituições mais pobres (com baixo orçamento), impedindo a sua recuperação e aumentando as disparidades geográficas e econômicas (GUCCIO et al., 2017).

Por fim, as ações sugeridas para cumprir as metas indicadas pelo modelo DEA são simples e de fácil execução, porém é preciso que haja interesse institucional para o seu cumprimento e seu compromisso com o monitoramento contínuo, pois qualquer alteração em uma variável reflete nas outras e no resultado das eficiências do conjunto.

4.6 MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA

O método proposto para avaliação contínua das unidades do IFRS visa integrar a análise da eficiência das unidades com a realização dos procedimentos para confecção do relatório de gestão anual, que deve ser enviado ao TCU para prestação de contas referentes ao exercício do ano anterior e estar publicado no site institucional para conhecimento da sociedade.

A proposta consiste em separar as etapas de execução, de forma que se obtenha um panorama geral de todas as atividades e que possibilite ao executor seguir uma sequência lógica de tarefas previamente delimitadas. As etapas são separadas em (1) início, (2) planejamento, (3) execução, (4) monitoramento e (5) encerramento.

Para iniciar os trabalhos, sugere-se a formação de um Grupo de Trabalho ou de uma Comissão com integrantes de todas as unidades sob coordenação da reitoria, para acompanhamento e verificação da execução das atividades. Na fase do planejamento, o grupo começará a elaborar um cronograma com todas as tarefas a serem executadas, determinando a participação dos profissionais com prazos para execução. Nessa fase entra o fornecimento dos dados à reitoria.

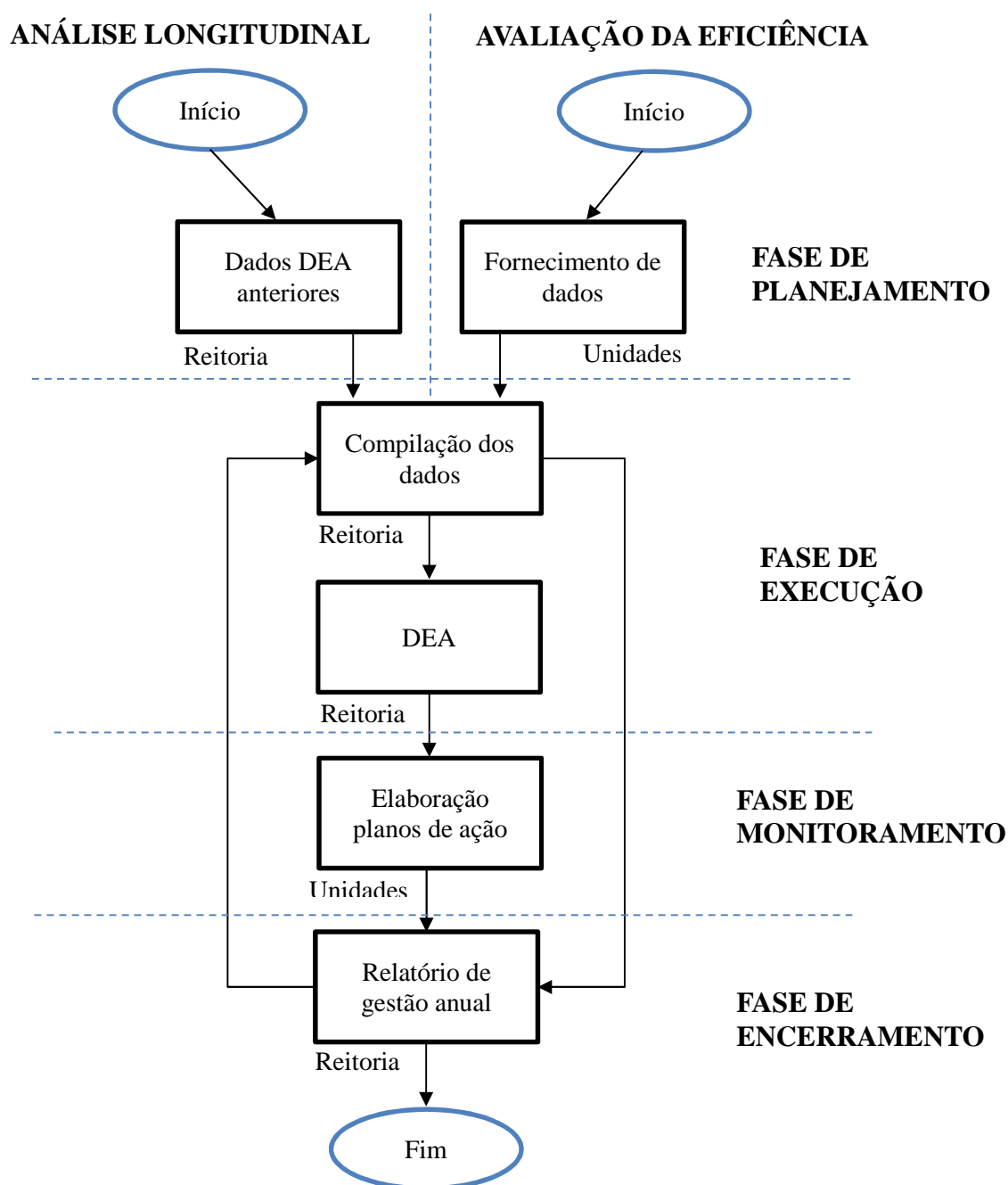
Para fase de execução, inicia-se a compilação dos dados na reitoria e execução do modelo DEA. Os resultados serão passados às unidades para elaborarem seus planos de ação, que sejam exequíveis em um período de um ano, pois no próximo ano haverá novos planos de ação.

A fase de monitoramento propõe que as unidades desenvolvam estratégias de acompanhamento da evolução geral de seus planos de ação como definição de períodos para análise. Quando encontrarem algum problema na execução, devem listá-los e reportá-los à

reitoria, assim como suas causas, para que possam atribuir uma solução adequada para resolvê-los e evitar que se repitam no futuro.

Por fim, a fase de encerramento caracteriza-se pela transferência das informações para um documento, que é o relatório de gestão anual. Este documento, além de apresentar os níveis de eficiência de cada unidade, apresentará também a análise longitudinal com os dados de relatórios anteriores cruzando com os dados do DEA anteriores para mapear a evolução da eficiência e apresentar as medidas que foram realizadas do plano de ação para cada unidade. O fluxograma da avaliação da eficiência e da análise longitudinal é mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Fluxograma da análise longitudinal e da avaliação da eficiência



É importante que se mantenha o ciclo de melhorias propostas para que os resultados a longo prazo sejam alcançados. Deve-se sempre rever o plano de ação para que facilite a retroalimentação e que seja facilmente compreendido por todos. O relatório de gestão anual é uma forma de divulgação dos resultados, contendo a identificação dos pontos que precisam ser melhorados, fazendo com que os gestores de cada unidade utilizem o orçamento de forma eficiente, além de servir como parâmetro aos outros órgãos para avaliação de eficiência.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência das unidades do IFRS, através do modelo DEA. Como resultado, sete unidades foram apontadas como eficientes, enquanto seis ficaram no nível intermediário e quatro foram classificadas como ineficientes das 17 DMUs analisadas. Esperava-se maiores discrepâncias, dada as diferenças entre as unidades, o que não foi observado. Em geral, as unidades apresentaram-se bastante homogêneas, sendo a menor eficiência relativa encontrada de 60,35%, o que não pode ser considerada ruim, já que Papadimitriou e Johnes (2018) descobriram que a eficiência média para o setor educacional tem sido em torno de 60 a 70%.

A técnica DEA mostrou-se adequada para comparar diversas unidades com grandes diferenças em si, seja no tamanho, número de alunos, professores, no orçamento recebido. Outra vantagem que pode ser ressaltada é o modelo DEA ser flexível, permitindo incluir e excluir variáveis facilmente, incorporando *inputs* e *outputs* sem pesos associados a eles. E o resultado final não só aponta os níveis de eficiência, como também sugere os possíveis melhoramentos.

Dessa forma, é possível englobar em uma mesma análise unidades tão próximas e tão desiguais, obtendo um resultado global que possibilite a melhora de cada unidade, de acordo com suas características. Salienta-se que todo resultado de melhoria provém de parâmetros gerados pelo próprio conjunto das unidades e não por um modelo externo absoluto.

É importante frisar que, como qualquer análise multivariada quantitativa, seu resultado estará intrinsecamente relacionado com a escolha das variáveis. Portanto, o resultado deste trabalho apresenta um aspecto qualitativo, que não permite tomar os objetivos obtidos como definitivos, mas sim demonstrar a utilidade da ferramenta como auxiliadora do processo de avaliação e definição de projetos a serem desenvolvidos.

O conhecimento da realidade operacional dos Institutos Federais é fator preponderante na avaliação das variáveis possíveis e de sua verdadeira relação com as entradas e saídas de uma instituição de ensino. Portanto, a avaliação de eficiência pelo método DEA pode ser uma ferramenta de grande importância em iniciativas voltadas para a melhoria do desempenho das IES públicas.

Ressalta-se que a capacidade de trabalho das pessoas é diferente, bem como a forma, intensidade, grau de motivação, curva de aprendizado e habilidades diversas. Por isso, os objetivos indicados não devem ser examinados sem uma análise das características de cada unidade, pois os fatores humanos representam o conjunto de características próprias que o

definem. Dessa forma, cabe aos gestores a definição de metas e a priorização dos objetivos apresentados, que servem apenas como um guia e não um plano finalizado.

Afirma-se que a utilização de indicadores de desempenho incentiva a produção acadêmica no ensino, pesquisa e extensão e cria uma competição saudável inter e intra instituições. Portanto, as instituições e as unidades que obtiveram os melhores resultados merecem ser recompensadas com uma maior participação no orçamento destinado à Rede Federal (MENEZES et al., 2015). Para tal, torna-se necessário que a matriz orçamentária incentive o crescimento das vagas, a melhoria do rendimento escolar dos alunos, o controle da evasão dos alunos e do desempenho dos professores, de forma que se permita monitorar as atividades e comparar a eficiência das instituições.

O processo de obtenção dos dados foi a etapa mais onerosa para construção do modelo, devido às peculiaridades dos IFs, que não são consideradas universidades nem escolas técnicas. São instituições que oferecem ensino de diferentes modalidades, desde ensino médio de nível técnico à pós-graduação, configurando, assim, uma limitação da pesquisa. Um exemplo disso foi o desempenho escolar dos alunos, que não foi contemplado no estudo por não haver uma padronização e nem uma obrigatoriedade por parte do governo. O ENEM não é pré-requisito para o ingresso na instituição e o ENADE é obrigatório somente para os alunos da graduação. Já os alunos do curso técnico e de pós-graduação ficam sem exame de avaliação. Além disso, destaca-se a dificuldade foi encontrar dados atualizados públicos para uso na pesquisa.

Outra restrição encontrada no modelo DEA foi a incapacidade de distinguir a ineficiência atribuída às más práticas gerenciais no setor educacional das diferenças socioeconômicas e demais fatores que não são controláveis pelos gestores. Em um país como o Brasil com tantas desigualdades sociais e econômicas, torna-se indispensável essa distinção.

Em um contexto geral, o modelo DEA mostrou-se viável em termos práticos apresentando caminhos para análise gerencial, os quais permitirão o aumento da eficiência nas unidades que não a atingiram. Para uma melhor gestão institucional, ferramentas de apoio como o DEA podem ser exploradas e readequadas, se necessário, de tal forma que o resultado de melhor desempenho das unidades poderia ser cobrado pelos gestores e poderia haver penalização aos responsáveis pelos resultados que estariam sob seu domínio.

Este trabalho teve duas contribuições: teórica e prática. A teórica foi escolher variáveis que pudessem refletir a realidade das Instituições Federais do Brasil, que não são comumente encontradas pela literatura. As variáveis foram divididas em três grupos: (1) para

atender o Decreto nº 7.313/2010, (2) para aumentar o orçamento recebido do Governo Federal e (3) para possibilitar o crescimento e fortalecimento da Rede Federal.

Para cumprir o Decreto nº 7.313/2010 foram acrescentadas as variáveis número de matrículas no curso técnico e licenciatura. Já para aumentar o orçamento recebido foi inserido número de alunos atendidos pela assistência estudantil e número de matrículas de curso EAD. Por fim, para possibilitar o crescimento e fortalecimento da Rede Federal foi adicionado o número de alunos no ensino médio, evasão escolar, IDH municipal e área construída das unidades.

A contribuição prática da pesquisa vem da possibilidade do IFRS em manter o ciclo de melhorias constantemente, podendo ser analisado rapidamente, através do modelo DEA, o impacto de aumento ou diminuição de uma variável, servindo como uma ferramenta de apoio na gestão escolar e na priorização das estratégias de expansão, desenvolvimento institucional, investimentos, ensino, pesquisa e extensão.

Como recomendação a trabalhos futuros, sugere-se a inclusão de novas variáveis como o desempenho acadêmico dos alunos e dos professores de forma que se permita não só a comparação de análise como também a eficiência para alocação de recursos necessários. Outra sugestão é verificar se há correlação entre estudantes do sexo feminino com a eficiência da instituição, conforme afirmação de Barra et al. (2017).

Sugere-se ainda ampliar o estudo em nível regional e nacional com a comparação entre as instituições da Rede Federal e de IES públicas, a fim de encontrar os diferenciais de eficiência entre elas. Além disso, pode-se realizar um estudo longitudinal para acompanhar a evolução da eficiência nas unidades.

REFERÊNCIAS

- AGASISTI, T. Performances and spending efficiency in higher education: a European comparison through non-parametric approaches. **Education Economics**, v.19, n. 2, p. 199–224, mai. 2011.
- AGASISTI, T., et al. Evaluating the efficiency of Italian public universities (2008-2011) in presence of (unobserved) heterogeneity. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 55, p. 47-58, set. 2016.
- ALACH, Z. Performance measurement maturity in a national set of universities. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 2, p. 216-230, jan. 2017.
- ANDERSSON, C., et al. Technical efficiency and productivity for higher education institutions in Sweden. **Scandinavian Journal of Educational Research**, v. 61, n. 2, p. 205-223, jan. 2016.
- ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G. ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, v. 25, (3), p. 493-503, 2005.
- ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G.; COELHO, P.H.G. Free software for decision analysis: a software package for data envelopment models. In: **7th International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS 2005**, v. 2, p. 207-212.
- ARJOMANDI, A.; SALLEH, M. I.; MOHAMMADZADEH, A. Measuring productivity change in higher education: an application of Hicks–Moorsteen total factor productivity index to Malaysian public universities. **Journal of the Asia Pacific Economy**, v. 20, n. 4, mar. 2015.
- AZIZ, N. A. A., et al. Evaluating efficiency and productivity of academic departments. **International DEA Society**, 12th International Conference on Data Envelopment Analysis, abr. 2014.
- BANDEIRA, D. L. **Análise da eficiência relativa dos departamentos acadêmicos – o caso da UFRGS**. 2000. 147f. (Dissertação) – PPGA, UFRGS, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/3752>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- BARRA, C.; LAGRAVINESE, R.; ZOTTI, R. Does econometric methodology matter to rank universities? An analysis of Italian higher education system. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 62, p. 104-120, jun. 2017.
- BOLLI, T., et al. The differential effects of competitive funding on the production frontier and the efficiency of universities. **Economics of Education Review**, v. 52, p. 91-104, jun. 2016.

BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.** Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília: 2008.

BRASIL, Ministério da Educação. **Portal da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.** Brasília, DF, 2017. Disponível em:<<http://redefederal.mec.gov.br>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

BRASIL, Ministério da Educação. **Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes).** Brasília, DF, 2017. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/component/content/270-programas-e-aco-es-1921564125/sinaes-2075672111/12303-sistema-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior-sinaes>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

BRASIL, Ministério do Planejamento. **Indicadores Orientações Básicas Aplicadas à Gestão Pública.** Brasília, DF, 2012. Disponível em:<http://www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/indicadores_orientacoes_basicas_aplicadas_a_gestao_publica.pdf> Acesso em: 19 mar. 2018.

BRASIL, Ministério do Planejamento. **Guia Referencial para Medição de Desempenho e Manual para Construção de Indicadores.** Brasília, DF, 2009. Disponível em:<http://www.gespublica.gov.br/sites/default/files/documentos/guia_indicadores_jun2010.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2018.

BRASIL, Tribunal de Contas da União – TCU. **Orientações para o cálculo dos indicadores de gestão:** decisão TCU nº 408/2002 – plenário. Brasília, DF, 2004.

CASTRO, M.H.G. Sistemas de avaliação da educação no Brasil: avanços e novos desafios. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, Fundação Seade, v. 23, n. 1, p. 5-18, jan./jun. 2009.

EDVARDSSEN, D. F.; FØRSUND, F. R.; KITTELSEN, S. A. C. Productivity development of Norwegian institutions of higher education 2004–2013. **Journal of the Operational Research Society**, v. 68, n. 4, p. 399–415, abr. 2017.

ENCINAS, R. **Oportunidades de aplicação da análise envoltória de dados em auditorias operacionais do Tribunal de Contas da União.** 2010. 33f. Dissertação (Especialização em Orçamento Público) - Controladoria Geral da União. Brasília, 2010.

FERREIRA, C.M.C.; GOMES, A.P. **Introdução à análise envoltória de dados:** teoria, modelos e aplicações. 1. Ed. Viçosa: UFV, 2009.

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

FITZSIMMONS, J.A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços:** operações, estratégia e tecnologia da informação. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications**. New York: Oxford University Press, 1993. 440p.

GIACOMELLO, C. P.; OLIVEIRA, R. L. Análise Envoltória de Dados (DEA): Uma Proposta Para Avaliação de Desempenho de Unidades Acadêmicas de uma Universidade. **Revista GUAL**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 130-151, mai. 2014.

GILSA, C. V. **Avaliação longitudinal da eficiência e fator total de produtividade em uma empresa petroquímica a partir da análise envoltória de dados (DEA) e do índice de malmquist**. 2012. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, 2012.

GONÇALVES, C. M.; COLAUTO, R. M.; BEUREN, I. M. Proposta de indicadores para um sistema de Inteligência Competitiva em Instituição de Ensino Superior. **Revista Produção Online**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, v. 7, n. 7, p. 51, dez./abr. 2007.

GUCCIO, C., et al. The efficiency change of Italian public universities in the new millennium: a non-parametric analysis. **Tertiary Education and Management**, v. 23, n. 3, p. 222-236, mai. 2017.

HAIR, J. F. Jr, et al. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HARRINGTON, H.J. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993.

HANSEN, P. B. **Indicadores de desempenho gerencial**. In: Projeto Gestão Empresarial e Qualidade. Porto Alegre: SENAI/FIERGS, 1995.

HRONEC, S. M. **Sinais vitais: usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custos para traçar a rota para o futuro de sua empresa**. São Paulo: Makron Books, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 de ago. 2018.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL. **Plano de Desenvolvimento Institucional do Instituto Federal do RS 2014 – 2018**. Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves – RS, dez. 2014.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório de Autoavaliação Institucional do IFRS – 2017**. Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves – RS, mar. 2018.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório de Gestão do Exercício de 2017**. Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, RS, mar. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Evolução do Ensino Superior: 1980-1998**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, DF, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Notas Estatísticas Censo da Educação Superior 2017**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, DF, ago. 2018.

INUA, O. I.; MADUABUM, C. Performance Efficiency Measurement In The Nigerian Public Sector: The Federal Universities Dilemma. **Mediterranean Journal of Social Sciences**. v. 5, n. 20, set. 2014.

LARRÁN-JORGE, M.; GARCÍA-CORREAS, A. ¿Influyen los modelos de financiación autonómicos en la eficiencia de las universidades públicas españolas? **Elsevier España, S.L.U.** v. 18, n. 2, p. 162-173, jul-dez, 2015.

MACEDO, M. A. S.; SANTOS, R. M.; SILVA, F. F. **Avaliação de desempenho organizacional**: utilizando análise envoltória de dados (DEA) em informações financeiras e não financeiras. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MAINARDES, E. W.; ALVES, H.; RAPOSO, M. O Desempenho das Universidades Públicas Portuguesas segundo seus Alunos: Análise de Eficiência por Meio do Data Envelopment Analysis. **Revista GUAL**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 184-215, jan./fev./mar./abr. 2012.

MARTÍN, M. M. I., et al. Una medición de la eficiencia interna en una universidad argentina usando el método de fronteras estocásticas. **Revista de la Educación Superior**. v. 46, n. 183, p. 47-62, jun. 2017.

MARTINS, E. S., et al. Orientação Estratégica como fonte de Desempenho Acadêmico: A Análise de uma IFES. **Revista GUAL**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 01-16, jan. 2017.

MAXIMIANO, A.C.A. **Teoria Geral da Administração: Da Revolução Urbana à Revolução Digital**. São Paulo: Atlas, 2012.

MIKUŠOVÁ, P. An Application of DEA Methodology in Efficiency Measurement of the Czech Public Universities. **Elsevier B.V.**, v. 25, p. 569-578, ago. 2015.

MENEZES, M. F., et al. Matriz de distribuição do orçamento para a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: análise crítica e proposição de um novo modelo. In: XVI Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão da Tecnologia, 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ALTEC, 2015.

MILET, P.B. **Indicadores de Qualidade e Produtividade para Área de Informática**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos, 1993.

MIRANDA, L. C.; SILVA, J. D. G. Medição de desempenho. In: SCHMIDT, P (Org.). **Controladoria**: agregando valor para a empresa. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MOURA, R. R. DE. **Avaliação da utilização de indicadores de desempenho como suporte ao gerenciamento estratégico de uma empresa**: um estudo de caso em uma empresa

distribuidora de energia elétrica. 2002. 155 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre, 2002.

MUNOZ, D. A. Assessing the research efficiency of higher education institutions in Chile –a data envelopment analysis approach. **International Journal of Educational Management**, v. 30, n. 6, p. 809-825, jul. 2016.

NAES, T., et al. Estimating and interpreting more than two consensus components in projective mapping: INDSCAL vs. multiple factor analysis (MFA). **Food Quality and Preference**, v. 58, p. 45-60, Jun. 2017.

NAZARKO, J.; ŠAPARAUSKAS, J. Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. **Technological and Economic Development of Economy**. v. 20, n. 1, p. 25-44, jan. 2014.

NAVARRO-CHÁVEZ, C. L.; DELFÍN-ORTEGA, O. V. Efficiency in the universities of Mexico 2008-2012: an analysis through dynamic-network dea model.

NEELY, A. **Measuring business performance: what, why and how**. Londres: Profile Books, 1998.

NEVES, R. M. DAS. **Avaliação dos departamentos acadêmicos da UFRS: estudo longitudinal 1998 – 2007 utilizando análise de envoltória de dados**. 2011. 198 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre, 2011.

NEVES, R. M. DAS; BANDEIRA, D. L. Avaliação Longitudinal de Departamentos Acadêmicos Utilizando Análise Envoltória de Dados. **Revista GUAL**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 131-156, set. 2016.

NORA, R. D. **Análise da relação entre os indicadores de desempenho das universidades federais da Região Sul do Brasil e os resultados obtidos no Índice Geral de Cursos (IGC)**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2014.

OHIRA, T.; SCAZUFCA, P. Métodos de análise de eficiência de empresas para o setor de saneamento. SABESP. Mesa Saneamento. ANPEC 2008. São Paulo, 2008.

PADOVEZE, C.L. **Sistemas de Informações Contábeis: Fundamentos e Análise**. São Paulo: Atlas, 2015.

PAPADIMITRIOU, M.; JOHNES, J. Does merging improve efficiency? A study of English universities. **Studies in Higher Education**, mar. 2018.

PANEPUCCI, G. T. M. **Avaliação de desempenho dos departamentos acadêmicos da UFSCar utilizando análise de envoltória de dados - AED**. 2003. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

PORTO ALEGRE EM ANÁLISE. Sistema de Gestão e Análise de Indicadores. Disponível em: <http://portoalegremanalise.procempa.com.br/?regiao=93_8_207>. Acesso em: 17 set. 2018.

PLATAFORMA NILO PEÇANHA – PNP 2018 (Ano Base 2017). Disponível em: <<https://www.plataformanilopecanha.org/>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

PNUD. **O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**: Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, p. 96, dez. 2013.

SAGARRA, M., et al. Exploring the efficiency of Mexican universities: Integrating Data Envelopment Analysis and Multidimensional Scaling. **Omega**, v. 67, p. 123-133, abr. 2016.

SECCHIM, A.B.; FREITAS, R. R. DE; GONÇALVES, W. Mapeamento e Análise Bibliométrica da Utilização da Análise Envolvória de Dados (DEA) em Estudos de Engenharia de Produção. **Brazilian Journal of Production Engineering**, São Mateus, v. 4, n. 1, p. 116-128, 2018.

SELIM, S.; BURSALIOGLU, S. A. Analysis of the Determinants of Universities Efficiency in Turkey: Application of the Data Envelopment Analysis and Panel Tobit Model. **Elsevier Ltd.**, v. 89, p. 895-900, out. 2013.

SILVA, T. L. DA. **Análise dos Modelos Não Paramétricos de Avaliação de Eficiência e a Performance dos Bancos Comerciais Brasileiros**. 2006. 149 f. Dissertação (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2006.

SINGH, S.; RANJAN, P. Efficiency analysis of non-homogeneous parallel sub-unit systems for the performance measurement of higher education. **Springer US**, jul. 2017.

SÎRBU, A., et al. Use of Data Envelopment Analysis to Measure the Performance Efficiency of Academic Departments. **Elsevier B.V.**, v. 10, p. 578-585, out. 2016.

SMITH, M. Performance Management Methodology. **Business Credit**, Columbia, v. 107, n. 10, nov.-dez. 2005.

SOUZA, D. P. H. DE. **Avaliação de Métodos Paramétricos e Não Paramétricos na Análise da Eficiência da Produção de Leite**. 2003. 136 f. Dissertação (Doutorado em Economia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOUZA, P.C., et al. Seleção de variáveis inputs e outputs na análise envoltória de dados aplicada a hospitais. **Revista de Administração em Saúde**, v.17, n. 69, out.-dez. 2017.

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L.C.T. Eficiência e Produtividade: Conceitos e Medição. **Agricultura em São Paulo**, SP, v. 45, n. 2, p. 39-51, set. 1998.

VEIDERPASS, A.; MCKELVEY, M. Evaluating the performance of higher education institutions in Europe: a nonparametric efficiency analysis of 944 institutions. **Applied Economics**, v. 48, n. 16, p. 1504-1514, mar. 2016.

VILLELA, J. A.; SELOW, M. L. C. Mensuração da eficiência dos programas de pós-graduação em universidades federais, utilizando o método DEA. **Vitrine Prod. Acad.**, Curitiba, v.3, n.2, p.300-650, jul/dez. 2015.

WOLSZCZAK-DERLACZ, J.; PARTEKA, A. Efficiency of European public higher education institutions: a two-stage multi-country approach. **Scientometrics**, v. 89, n.3, p. 887–917, ago. 2011.

WOLSZCZAK-DERLACZ, J. An evaluation and explanation of (in) efficiency in higher education institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semiparametric DEA. **Elsevier B.V.**, v. 46, n. 9, p. 1595-1605, jul. 2017.

APÊNDICE A – DADOS DA PESQUISA

DMU	INPUTS							OUTPUTS								
	AEM	EVS	IDHM	INFRA	ITCD	ORÇ	PROF	ALUN	ASST	CONC	CURS	INGR	TEC	EAD	LIC	PESQ
DMU1	6987	45	0,699	15260,00	4,20	1,31	33	412	151	90	13	211	362	188	0	3
DMU2	2944	388	0,778	28502,25	4,50	5,13	122	1960	271	285	22	579	548	3886	486	20
DMU3	11832	217	0,75	12916,40	4,40	3,37	72	1186	180	118	10	242	444	0	138	11
DMU4	15387	189	0,782	14000,00	4,30	4,27	74	1494	356	155	18	505	836	0	192	13
DMU5	3441	320	0,776	8968,00	4,20	2,72	70	1851	341	429	17	843	951	0	0	32
DMU6	2086	157	0,777	10510,00	4,20	2,81	70	1011	191	88	16	278	395	22	32	15
DMU7	510	78	0,75	7096,18	4,20	2,14	68	873	169	91	14	278	279	0	172	7
DMU8	621	147	0,765	17055,25	4,20	2,77	77	1015	147	168	16	304	509	0	116	9
DMU9	1985	325	0,751	17000,00	4,30	2,94	71	1101	215	195	21	625	358	100	129	9
DMU10	41766	295	0,805	32846,41	4,40	4,01	136	2912	465	384	36	901	1817	19	224	13
DMU11	1796	182	0,805	10366,93	4,30	4,71	72	1148	501	144	17	359	675	0	30	7
DMU12	6273	578	0,744	19779,00	4,20	5,97	134	2328	681	273	20	709	1772	10	54	10
DMU13	637	204	0,688	4800,00	4,30	3,24	27	691	193	245	24	595	200	0	0	2
DMU14	517	337	0,751	23000,00	4,50	9,01	106	2001	579	386	22	435	809	0	237	18
DMU15	1957	57	0,721	9194,42	4,30	1,49	37	362	84	15	8	249	262	0	47	2
DMU16	765	97	0,773	3493,00	4,10	0,52	13	360	36	213	13	296	110	0	0	0
DMU17	7433	126	0,717	1600,00	4,60	1,47	38	647	197	135	10	429	431	0	0	3