

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO E GOVERNANÇA
PÚBLICA

RAFAEL ENCINAS

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS: EFICIÊNCIA DAS UNIVERSIDADES
FEDERAIS E IDENTIFICAÇÃO DE *BENCHMARKS* POR MEIO DE ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS

CURITIBA
2019

RAFAEL ENCINAS

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS: EFICIÊNCIA DAS UNIVERSIDADES
FEDERAIS E IDENTIFICAÇÃO DE *BENCHMARKS* POR MEIO DE ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Governança Pública da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Planejamento Público e Desenvolvimento. Linha de pesquisa: Planejamento e Políticas Públicas.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Allon Duenhas

CURITIBA
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Encinas, Rafael

Avaliação de políticas públicas [recurso eletrônico] : eficiência das universidades federais e identificação de benchmarks por meio de análise envoltória de dados / Rafael Encinas.-- 2019.

1 arquivo eletrônico (166 f.) : PDF ; 908 KB.

Modo de acesso: World Wide Web.

Texto em português com resumo em inglês.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Planejamento e Governança Pública.

Área de Concentração: Planejamento Público e Desenvolvimento. Linha de Pesquisa: Planejamento e Políticas Públicas, Curitiba, 2019.

Bibliografia: f. 140-149.

1. Administração pública - Dissertações. 2. Universidades e faculdades públicas - Brasil. 3. Eficiência organizacional. 4. Política pública - Avaliação. 5. Ensino superior - Controle de qualidade - Indicadores. 6. Benchmarking (Administração). 7. Análise de envoltória de dados. 8. Programação linear. 9. Correlação (Estatística). 10. Modelos matemáticos. I. Duenhas, Rogério Allon, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Governança Pública. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 351

Biblioteca Central do Câmpus Curitiba - UTFPR
Bibliotecária: Luiza Aquemi Matsumoto CRB-9/794

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO N° 92

A Dissertação de Mestrado intitulada **Avaliação de políticas públicas: eficiência das universidades federais e identificação de benchmarks por meio de Análise Envoltória de Dados**, defendida em sessão pública pelo(a) mestrando(a) **Rafael Encinas**, no dia 2 de setembro de 2019, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Planejamento e Governança Pública, área de concentração Planejamento Público e Desenvolvimento, e aprovada em sua forma final, pelo **Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Governança Pública**.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Rogério Allon Duenhas – UTFPR (Presidente)

Prof. Dr. Antonio Gonçalves de Oliveira – UTFPR

Prof. Dr. Arno Paulo Schmitz – UFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 2 de setembro de 2019

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

RESUMO

ENCINAS, R. **Avaliação de políticas públicas: eficiência das universidades federais e identificação de *benchmarks* por meio de Análise Envoltória de Dados**. 2019. 166f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Governança Pública) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Governança Pública, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar a eficiência das universidades federais e identificar as mais eficientes que possam ser usadas como *benchmarks* para a replicação de boas práticas de gestão e governança. A avaliação de políticas públicas é essencial para a *accountability* das organizações públicas e a eficiência torna-se um princípio ainda mais relevante em uma conjuntura de escassez de recursos, frente à imposição do teto orçamentário pela Emenda Constitucional nº 95/2016 e restrições orçamentárias que ameaçam a autonomia do ensino superior público federal. A Análise Envoltória de Dados (DEA) consiste em uma técnica matemática que utiliza a programação linear para estimar uma fronteira de produção não paramétrica a partir de um conjunto de dados relativos a entradas e saídas. Executaram-se oito modelos de DEA, quatro com orientação a insumos, nos quais o objetivo foi verificar em que medida as instituições justificam seus custos diante dos resultados apresentados; e quatro com orientação a produtos, com vistas a identificar quais universidades conseguem apresentar melhores resultados diante dos insumos disponíveis. Em ambas as orientações, compararam-se os modelos de retornos constantes e variáveis de escala; e para ambos foram executados modelos DEA supereficientes, com o objetivo de diferenciar as universidades consideradas eficientes. As variáveis de saída foram selecionadas de forma que indicassem tanto a quantidade de produtos gerados – número de alunos concluintes e produção intelectual – quanto a sua qualidade – Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD) e Conceito Capes. Entre as variáveis de entrada, na orientação a insumos foram utilizadas as despesas totais das universidades; na orientação a produtos, foram usados indicadores que procurassem refletir a quantidade e a qualidade dos insumos, como o número de estudantes das instituições na graduação e na pós-graduação, o número de docentes, a qualificação do corpo docente e a nota dos cursos no Conceito Preliminar do Curso (CPC), na dimensão condições oferecidas. Em cada modelo foi gerado um *ranking* de eficiência das universidades federais. Para a análise dos resultados, as universidades foram divididas em dois grupos, a partir da técnica de análise de agrupamentos, e os *rankings* foram analisados com técnica de correlação pelo método *Spearman*. Verificou-se que os *rankings* gerados pela DEA são robustos, sendo mais influenciados pela relação entre “alunos formados” e “despesas totais”, na orientação a insumos; e pela relação entre os produtos “alunos formados” e “produção intelectual” e os insumos “alunos matriculados” e “professores”, na orientação a produtos. Na comparação entre os modelos de retornos constantes e variáveis de escala, houve um significativo aumento dos *scores* de eficiência, o que indica que a escala é um fator relevante para a eficiência das universidades, sendo necessários outros estudos para a melhor compreensão desse impacto. Verificou-se ainda que a DEA indica como *benchmarks*, para as universidades ineficientes, as universidades eficientes que possuem características semelhantes, pois 86% do peso dos alvos veio de instituições do mesmo grupo. Há amplo espaço de melhoria da eficiência das universidades federais, com possibilidade de redução de quase R\$ 2 bilhões nos gastos, o que representa 21% das despesas das universidades consideradas ineficientes; e um aumento no número de alunos formados em 13%, na produção intelectual em 23% e na qualidade em 10%.

Palavras-chave: Ensino Superior. Eficiência. Análise Envoltória de Dados. *Benchmarks*.

ABSTRACT

ENCINAS, Rafael. **Evaluation of public policies: the efficiency of federal universities and identification of benchmarks by means of Data Envelopment Analysis**. 2019. 166f. (Master's Dissertation) – Postgraduate Program in Planning and Public Governance, Federal Technological University of Paraná, Curitiba, 2019.

The objective of this research was to evaluate the efficiency of federal universities and to identify the most efficient ones that can be used as benchmarks for the replication of good management and governance practices. The evaluation of public policies is essential for the accountability of public organizations and efficiency becomes an even more relevant principle in a situation of scarcity of resources, imposed by the budget ceiling established by the Constitutional Amendment nº 95/2016 and budgetary restrictions that threaten the autonomy of federal public higher education. The Data Envelopment Analysis (DEA) consists of a mathematical technique that uses linear programming to estimate a non-parametric production boundary from a set of input and output data. Eight models of DEA were executed, four with orientation to inputs, in which the objective was to verify to what extent the institutions justify their costs in front of the presented results; and four with product orientation, in order to identify which universities are able to present better results against the available inputs. In both orientations, the models of constant and variable returns of scale were compared; and for both were executed superefficient DEA models, with the objective to differentiate the universities considered efficient. Output variables were selected that indicated both the number of products generated – number of graduate students and intellectual production – and their quality – Indicator of Difference between Observed and Expected Performances (IDD) and Capes Concept. Among the input variables, in the orientation to inputs were used the total expenses of the universities; in product orientation, indicators were used that sought to reflect the quantity and quality of the inputs, such as the number of undergraduate and postgraduate students in the institutions, the number of teachers, the qualification of the teaching staff and the average grade of the courses in the offered conditions dimension of the Preliminary Concept of the Course (CPC). In each model, an efficiency ranking of federal universities was generated. For the analysis of the results, the universities were divided into two groups, using cluster analysis technique, and the rankings were analyzed using a Spearman correlation technique. It was verified that the rankings generated by the DEA are robust, being more influenced by the relation between “students graduated” and “total expenses”, in the input orientation; and by the relationship between the outputs “graduate students” and “intellectual production”, and the inputs “students enrolled” and “teachers”, in output orientation. In the comparison between constant and variable returns to scale models, there was a significant increase in efficiency scores, which indicates that scale is a relevant factor for the efficiency of universities, and other studies are necessary to better understand this impact. It was also verified that the DEA indicates as benchmarks among the efficient universities those that are similar to the inefficient ones, because 86% of the weight of the targets came from institutions of the same group. There is also ample space for improving the efficiency of federal universities, with the possibility of reducing almost R\$ 2 billion in spending, which represents 21% of the expenses of inefficient universities. The same happens with the possibility of an increase in the number of students graduated in 13%, intellectual production in 23% and quality in 10%.

Keywords: Higher Education. Efficiency. Data Envelopment Analysis. Benchmarks.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIAGRAMA DE INSUMO-PRODUTO.....	42
FIGURA 2 - COMPARAÇÃO ENTRE DEA E REGRESSÃO LINEAR.....	51
FIGURA 3 - SÍNTESE DA COMPOSIÇÃO DO ÍNDICE GERAL DE CURSOS (IGC).....	60
FIGURA 4 - ISOQUANTA COM UM INSUMO E DOIS PRODUTOS.....	66
FIGURA 5 - FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA ORIENTADA A INSUMOS.....	68
FIGURA 6 - COMPARAÇÃO ENTRE AS FRONTEIRAS DE EFICIÊNCIA NOS MODELOS CRS E VRS...	69
FIGURA 7 - MODELO ADITIVO.....	70
FIGURA 8 - MODELO “RADIAL CRS SUPER-EFFICIENCY”.....	71
FIGURA 9 - MODELO BCC SUPEREFICIENTE.....	72
FIGURA 10 - DENDOGRAMA DOS GRUPOS FORMADOS COM AS VARIÁVEIS DA DEA OI.....	111
FIGURA 11 - DENDOGRAMA DOS GRUPOS FORMADOS COM AS VARIÁVEIS DA DEA OP.....	114

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- EVOLUÇÃO ANUAL DOS INVESTIMENTOS DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS.....	31
GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS UNIVERSIDADES NOS GRUPOS 1 E 2 DA ORIENTAÇÃO A INSUMOS A PARTIR DO VALOR TOTAL EMPENHADO E DO NÚMERO DE ALUNOS EQUIVALENTES FORMADOS.....	112
GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DAS UNIVERSIDADES NOS GRUPOS 1 E 2 DA ORIENTAÇÃO A PRODUTOS A PARTIR DO NÚMERO DE ALUNOS EQUIVALENTES MATRICULADOS E FORMADOS	114
GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DAS UNIVERSIDADES NOS GRUPOS 1 E 2 DA ORIENTAÇÃO A PRODUTOS A PARTIR DO NÚMERO DE PROFESSORES PONDERADO PELA QUALIFICAÇÃO E A PRODUÇÃO INTELECTUAL.....	115

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - OS 6ES DO DESEMPENHO	41
QUADRO 2 - PESOS UTILIZADOS PARA O CÁLCULO DOS ALUNOS EQUIVALENTES DOS CURSOS ...	98
QUADRO 3 - VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA SELECIONADAS	103
QUADRO 4 - GRUPOS FORMADOS PELA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS COM AS VARIÁVEIS DO MODELO DEA OI	113
QUADRO 5 - GRUPOS FORMADOS PELA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS COM AS VARIÁVEIS DO MODELO DEA OP	116
QUADRO 6 - LEITURA DOS DADOS NO R E <i>DATA FRAME</i> COM AS VARIÁVEIS DE INSUMO E PRODUTO	147
QUADRO 7 - CARREGAMENTO DOS PACOTES NECESSÁRIOS NO R	147
QUADRO 8 - PREPARAÇÃO DOS DADOS PARA A EXECUÇÃO DOS MODELOS DEA	148
QUADRO 9 - EXECUÇÃO DO MODELO DEA OI CCR	149
QUADRO 10 - EXECUÇÃO DO MODELO DEA OI BCC	149
QUADRO 11 - EXECUÇÃO DO MODELO DEA OI CCR SUPER	150
QUADRO 12 - EXECUÇÃO DO MODELO DEA OI BCC SUPER	150
QUADRO 13 - EXECUÇÃO DO MODELO DEA OP CCR	151
QUADRO 14 - EXECUÇÃO DO MODELO DEA OP BCC	151
QUADRO 15 - EXECUÇÃO DO MODELO DEA OP CCR SUPER	152
QUADRO 16 - EXECUÇÃO DO MODELO DEA OP BCC SUPER	152
QUADRO 17 - EXTRAÇÃO DOS ALVOS NAS ORIENTAÇÕES A INSUMOS E A PRODUTOS	153
QUADRO 18 - EXECUÇÃO DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS NA ORIENTAÇÃO A INSUMOS	154
QUADRO 19 - EXECUÇÃO DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS NA ORIENTAÇÃO A PRODUTOS	155
QUADRO 20 - PREPARAÇÃO DOS DADOS PARA A ANÁLISE DE CORRELAÇÃO	156
QUADRO 21 - CÁLCULO DAS RAZÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DE INSUMO E PRODUTO NA ORIENTAÇÃO A INSUMOS	156
QUADRO 22 - EXECUÇÃO DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO NA ORIENTAÇÃO A INSUMOS	157
QUADRO 23 - CÁLCULO DAS RAZÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DE INSUMO E PRODUTO NA ORIENTAÇÃO A PRODUTOS	158
QUADRO 24 - EXECUÇÃO DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO NA ORIENTAÇÃO A PRODUTOS	159

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- RELAÇÃO DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS	28
TABELA 2 - QUESITOS DA AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO PELA CAPES	58
TABELA 3 - UNIVERSIDADES EXCLUÍDAS DA ANÁLISE	90
TABELA 4 - UNIVERSIDADES UTILIZADAS NA ANÁLISE	91
TABELA 5 - CLASSIFICAÇÃO DA INTENSIDADE DA CORRELAÇÃO	109
TABELA 6 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA DA DEA OI NOS GRUPOS 1 E 2 GERADOS PELA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS	112
TABELA 7 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA DA DEA OI NOS GRUPOS A, B, C E D GERADOS PELA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS	113
TABELA 8 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA DA DEA OP NOS GRUPOS 1 E 2 GERADOS PELA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS	114
TABELA 9 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA DA DEA OP NOS GRUPOS A, B, C E D GERADOS PELA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS	116
TABELA 10 - SCORES DE EFICIÊNCIA NOS MODELOS DEA ORIENTADOS A INSUMOS	117
TABELA 11 - COMPARAÇÃO ENTRE O VALOR TOTAL EMPENHADO PELAS UNIVERSIDADES E O VALOR ALVO NO MODELO DEA OI BCC	120
TABELA 12 - PESOS DAS DMUS EFICIENTES PARES UTILIZADOS PARA CONSTRUÇÃO DOS ALVOS DAS DMUS INEFICIENTES NO MODELO DEA OI BCC	122
TABELA 13 - SCORES DE EFICIÊNCIA NOS MODELOS DEA ORIENTADOS A PRODUTOS	123
TABELA 14 - COMPARAÇÃO ENTRE O PRODUZIDO PELAS UNIVERSIDADES INEFICIENTES E O VALOR ALVO NO MODELO DEA OI BCC	126
TABELA 15 - PESOS DAS DMUS EFICIENTES PARES UTILIZADOS PARA CONSTRUÇÃO DOS ALVOS DAS DMUS INEFICIENTES NO MODELO DEA OP BCC	128
TABELA 16 - COMPARAÇÃO ENTRE A UFJF E AS PRINCIPAIS UNIVERSIDADES INEFICIENTES PARA AS QUAIS FOI DEFINIDA COMO <i>BENCHMARK</i> NO MODELO DEA OP BCC.....	129
TABELA 17 - COMPARAÇÃO ENTRE A UFSC E AS PRINCIPAIS UNIVERSIDADES INEFICIENTES PARA AS QUAIS FOI DEFINIDA COMO <i>BENCHMARK</i> NO MODELO DEA OI BCC.....	130
TABELA 18 - DADOS DE INSUMOS E PRODUTOS UTILIZADOS NA DEA.....	145

LISTA DE SIGLAS

Andifes	Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior
BASis	Banco Nacional de Avaliadores
BCC	Modelo DEA proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984) com retornos variáveis de escala
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCR	Modelo DEA proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), com retornos constantes de escala
CE	Componente Específico
CF88	Constituição Federal de 1988
CGU	Controladoria Geral da União
CNE	Conselho Nacional de Educação
CPC	Conceito Preliminar de Curso
CRS	<i>Constante Returns to Scale</i> (Retornos Constantes de Escala)
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i> (Análise Envoltória de Dados)
DMU	<i>Decision Making Unit</i> (Unidade Tomadora de Decisão)
Enade	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
ENC	Exame Nacional de Cursos
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
FG	Formação Geral
Furg	Universidade Federal do Rio Grande
IDD	Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IES	Instituições de Ensino Superior
Ifes	Instituições Federais de Ensino Superior
IGC	Índice Geral de Cursos Avaliados da Instituição
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IQCD	Índice de Qualificação do Corpo Docente
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9.394/1996
Matriz OCC	Matriz de Alocação de Recursos de Outros Custeio e Capital
MEC	Ministério da Educação
OGU	Orçamento Geral da União
OI	Orientação a insumos

OP	Orientação a produtos
PNE	Plano Nacional de Educação
PPGGGP	Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Governança Pública
Prouni	Programa Universidade para Todos
Reuni	Programa Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SBM	<i>Slacks-Based Measure</i> (Medida de Eficiência Baseada em Folgas)
SFA	<i>Stochastic Frontier Analysis</i> (Análise de Fronteira Estocástica)
Siafi	Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal
Sinaes	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
SNPG	Sistema Nacional de Pós-Graduação
STF	Supremo Tribunal Federal
TCU	Tribunal de Contas da União
TFP	<i>Total Factor Productivity</i> (Produtividade Total dos Fatores)
UFABC	Fundação Universidade Federal do ABC
UFAC	Universidade Federal do Acre
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFCA	Universidade Federal do Cariri
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFCSPA	Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
Ufersa	Universidade Federal Rural do Semiárido
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
Ufesba	Universidade Federal do Sul da Bahia
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFGD	Fundação Universidade Federal da Grande Dourados
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso

UFOB	Universidade Federal do Oeste da Bahia
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFOPA	Universidade Federal do Oeste do Pará
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRR	Universidade Federal de Roraima
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UFSJ	Universidade Federal de São João Del Rei
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFT	Fundação Universidade Federal do Tocantins
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
UNB	Universidade de Brasília
Uneg	<i>United Nations Evaluation Group</i> (Grupo de Avaliação das Nações Unidas)
Unifal	Universidade Federal de Alfenas
Unifap	Universidade Federal do Amapá
Unifei	Universidade Federal de Itajubá
Unifesp	Universidade Federal de São Paulo
Unifesspa	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Unila	Universidade Federal da Integração Latino-Americana

Unilab	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Unipampa	Fundação Universidade Federal do Pampa
Unir	Fundação Universidade Federal de Rondônia
Unirio	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Univasf	Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i> (Retornos Variáveis de Escala)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	TEMA.....	16
1.2	JUSTIFICATIVA.....	18
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA.....	21
1.4	OBJETIVOS.....	22
1.4.1	Objetivo Geral.....	22
1.4.2	Objetivos Específicos.....	22
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
2.1	ENSINO SUPERIOR E UNIVERSIDADES FEDERAIS.....	24
2.2	AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS.....	32
2.2.1	Conceito de Política Pública.....	32
2.2.2	Ciclo da Política Pública.....	36
2.2.3	Avaliação da Política Pública.....	37
2.2.4	Dimensões de Desempenho.....	41
2.2.5	Eficiência.....	44
2.2.6	Benchmarking.....	46
2.3	AVALIAÇÃO NA EDUCAÇÃO SUPERIOR.....	51
2.3.1	Indicadores de Qualidade da Educação Superior.....	54
2.3.2	Ensino Superior e Eficiência.....	60
3	ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS.....	65
3.1	DEA NO ENSINO SUPERIOR BRASILEIRO.....	73
3.1.1	Comparação entre instituições.....	73
3.1.2	Comparação entre cursos, departamentos ou unidades de uma mesma instituição.....	78
3.1.3	Comparação entre cursos de uma mesma área.....	82
3.1.4	Outros trabalhos.....	85
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	87
4.1	AMOSTRA DE DMUS.....	88
4.2	ORIENTAÇÃO DA DEA.....	92
4.3	DEFINIÇÃO DO MODELO QUANTO AOS RETORNOS DE ESCALA.....	93

4.4	ESCOLHA DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA	94
4.4.1	Variáveis de Saída.....	96
4.4.2	Variáveis de entrada na orientação a insumos.....	100
4.4.3	Variáveis de entrada na orientação a produtos	101
4.4.4	Variáveis selecionadas	103
4.5	PERÍODO DA ANÁLISE.....	103
4.6	FONTE DOS DADOS E DETALHAMENTO DO CÁLCULO DAS VARIÁVEIS..	105
4.7	PROGRAMA PARA EXECUTAR A DEA	107
4.8	MODELOS DEA EXECUTADOS.....	108
4.9	MÉTODO PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS	109
5	RESULTADOS	117
5.1	ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS ORIENTADA A INSUMOS	117
5.2	ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS ORIENTADA A PRODUTOS	123
6	CONCLUSÃO	132
	REFERÊNCIAS.....	135
	APÊNDICE A – DADOS UTILIZADOS	145
	APÊNDICE B – SCRIPT DA LINGUAGEM R COM AS ANÁLISES REALIZADAS	147

1 INTRODUÇÃO

As universidades federais brasileiras enfrentam um momento de crise e escassez de recursos. Segundo levantamento do Ministério da Educação (MEC)¹, 90% das universidades federais operam com perdas reais comparando-se os orçamentos de 2017 e 2013. Não se observa a possibilidade de mudança significativa nessa conjuntura, diante das limitações do teto orçamentário imposto pela Emenda Constitucional nº 95/2016.

Ao mesmo tempo, a sociedade demanda dessas instituições uma entrega maior de resultados, principalmente em termos de quantidade de matrículas na graduação, conforme a Meta 12 do Plano Nacional de Educação (PNE), que prevê, até 2024, a expansão para pelo menos 40% das novas matrículas no segmento público; e a Meta 13, que corresponde a “elevar a qualidade da educação superior e ampliar a proporção de mestres e doutores do corpo docente em efetivo exercício no conjunto do sistema de educação superior para 75% (setenta e cinco por cento), sendo, do total, no mínimo, 35% (trinta e cinco por cento) doutores”.

Portanto, a sociedade não só deseja um aumento no acesso ao ensino superior, como também espera das universidades públicas uma participação maior no setor. Todavia, segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) (INEP, 2018a), apenas 9,2% das novas matrículas no período entre 2014 e 2017 ocorreram no setor público, muito distante dos 40% da meta 12.

Diante desse contexto, tornam-se necessárias avaliações que indiquem quais universidades conseguem entregar melhores resultados para a sociedade frente aos recursos disponíveis, avaliações estas que focam principalmente na dimensão de desempenho da eficiência. Existem diferentes técnicas capazes de avaliar a eficiência de um conjunto de instituições, entre elas a Análise Envoltória de Dados (DEA, do inglês *Data Envelopment Analysis*), uma técnica matemática que usa a programação linear para estimar uma fronteira de eficiência não paramétrica².

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência das universidades federais e identificar as mais eficientes que possam ser usadas como *benchmarks* para a replicação de boas práticas de gestão e governança.

¹ MORENO, A. C. **90% das universidades federais tiveram renda no orçamento em cinco anos; verba nacional encolheu 28%**. 29 jun. 2018. Disponível em: <https://glo.bo/2IDSjAO>. Acesso em: 04 jan. 2019.

² Os testes paramétricos incidem sobre parâmetros de duas ou mais populações, como a média e o desvio padrão, e pressupõem uma forma particular e conhecida das distribuições populacionais de onde as amostras foram recolhidas (normal, binomial, p. ex.). Os testes não-paramétricos não pressupõem qualquer forma para a distribuição de probabilidades dos dados em análise.

1.1 TEMA

As políticas públicas podem ser analisadas sob diferentes abordagens, entre as quais a do ciclo da política pública. Segundo Frey (2000, p. 226), “ao subdividir o agir público em fases parciais do processo político-administrativo de resolução de problemas, o ‘*policy cycle*’ acaba se revelando um modelo heurístico bastante interessante para a análise da vida de uma política pública”. Segundo o autor, há pouca variação entre as propostas da literatura acerca das etapas que compõem o ciclo, sendo comum a todas elas as fases da formulação, implementação e avaliação. Neste estudo, o foco recai sobre a etapa da avaliação da política pública.

O Grupo de Avaliação das Nações Unidas (UNEG, 2017, p. 10, tradução nossa) apresenta uma definição ampla de avaliação:

Uma avaliação é uma análise, conduzida da forma mais sistemática e imparcial possível, de uma atividade, projeto, programa, estratégia, política, tópico, tema, setor, área operacional ou desempenho institucional. Ela analisa o nível de realização de resultados esperados e inesperados, examinando a cadeia de resultados, processos, fatores contextuais e causalidade usando critérios apropriados, como relevância, eficácia, eficiência, impacto e sustentabilidade. Uma avaliação deve fornecer informações baseadas em evidências confiáveis e úteis que permitam a incorporação oportuna de suas descobertas, recomendações e lições nos processos de tomada de decisões de organizações e partes interessadas³.

Tal definição pode ser decomposta em alguns elementos importantes. O primeiro é o caráter sistemático e imparcial da avaliação, deste modo a necessidade de metodologias confiáveis. O segundo elemento corresponde ao objeto da avaliação, que no presente trabalho consiste no desempenho institucional. O terceiro abrange o alcance dos resultados, a partir de critérios divididos em dimensões de desempenho; nesta pesquisa avalia-se a eficiência. O quarto volta-se para o uso dos resultados da avaliação, que deve permitir o aperfeiçoamento das organizações, assim sendo esta pesquisa procura identificar *benchmarks* para a replicação de boas práticas de gestão e governança.

Acompanhado da definição de avaliação, o Uneg (2017, p. 10, tradução nossa) apresenta o seu propósito:

³ No original: *An evaluation is an assessment, conducted as systematically and impartially as possible, of an activity, project, programme, strategy, policy, topic, theme, sector, operational area or institutional performance. It analyses the level of achievement of both expected and unexpected results by examining the results chain, processes, contextual factors and causality using appropriate criteria such as relevance, effectiveness, efficiency, impact and sustainability. An evaluation should provide credible, useful evidence-based information that enables the timely incorporation of its findings, recommendations and lessons into the decision-making processes of organizations and stakeholders.*

O propósito da avaliação é promover a responsabilização e a aprendizagem. A avaliação visa compreender por que - e em que medida - os resultados pretendidos e não intencionais foram alcançados e analisar as implicações dos resultados. A avaliação pode informar o planejamento, a programação, o orçamento, a implementação e a geração de relatórios, e pode contribuir para a formulação de políticas baseadas em evidências, a eficácia do desenvolvimento e a eficácia organizacional⁴.

Observam-se dois objetivos principais para a avaliação: a responsabilização e a aprendizagem. A responsabilização corresponde a uma das dimensões do conceito de *accountability*. Tal conceito não possui tradução para o português (CAMPOS, 1990), isto por que diferentes dimensões podem ser enquadradas em seu teor. Segundo o Tribunal de Contas da União (TCU) (BRASIL. TCU, 2011, p. 3), a *accountability* “envolve, no contexto das relações que se estabelecem entre os administradores públicos, o Parlamento e a sociedade, pelo menos três dimensões – informação, justificação e sanção – como formas básicas pelas quais se pode prevenir o abuso de poder”.

Quando aborda a relação entre administradores públicos, Parlamento e sociedade, a definição toma como base a relação principal-agente, estudada pela Teoria da Agência, em que uma pessoa ou entidade (o "agente") é capaz de tomar decisões e ações em nome de outra pessoa ou entidade (o "principal"). Este dilema existe em circunstâncias em que os agentes são motivados a agir em seus próprios interesses, que são contrários aos de seus principais. No Estado, a sociedade é o principal e os administradores públicos os agentes. Como os agentes agem em nome do principal, devem tomar as decisões de acordo com os interesses deste último, de onde surge a necessidade da dimensão da justificação. Os agentes devem prestar contas de seus atos e dar transparência a eles, na dimensão da informação, e devem ser responsabilizados pela correção de seus atos e pelo alcance de resultados, na dimensão da sanção.

O segundo objetivo da avaliação proposto pelo Uneg é a aprendizagem. A avaliação permite que os formuladores de política pública identifiquem pontos de melhoria e tomem decisões baseadas em evidências.

A avaliação da eficiência das universidades federais neste trabalho procura atender a estes dois propósitos. Primeiro, ao realizar a comparação da eficiência das universidades públicas possibilita que a sociedade identifique aquelas cujo desempenho não atende aos objetivos almejados e permite a responsabilização e cobrança por melhores resultados.

⁴ No original: *The purposes of evaluation are to promote accountability and learning. Evaluation aims to understand why — and to what extent — intended and unintended results were achieved and to analyse the implications of the results. Evaluation can inform planning, programming, budgeting, implementation and reporting and can contribute to evidence-based policymaking, development effectiveness and organizational effectiveness.*

Segundo, busca-se identificar as instituições de melhor desempenho e que possam ser usadas como *benchmarks* para as demais, contribuindo assim para o aprendizado na política do ensino superior com a replicação de boas práticas.

Segundo Witte e López-Torres (2017, p. 345), o setor de educação fornece um excelente contexto para a avaliação da eficiência, pois suas instituições são sem fins lucrativos, produzem múltiplos produtos e há uma ausência de preços dos insumos e produtos. Além disso, “é necessário quantificar adequadamente a influência de variáveis ambientais nos resultados dos estudantes. Isso irá revelar os mecanismos subjacentes que influenciam as estimativas de eficiência”⁵ (WITTE; LÓPEZ-TORRES, 2017, p. 348, tradução nossa).

Para De Witte e López-Torres (2017, p.344), o aumento nos custos da educação, relativamente superior em comparação com a inflação, tem resultado no aumento na literatura acerca da eficiência no setor. Entre as técnicas de avaliação mais utilizadas está a Análise Envoltória de Dados, que tem como vantagem a consideração de variáveis ambientais além de indicar possíveis *benchmarks* para as unidades menos eficientes, permitindo a identificação de boas práticas de gestão e governança que possam ser usadas para aperfeiçoar sua atuação.

Para calcular a eficiência das universidades que estão fora da fronteira, a DEA indica a cada instituição ineficiente aquela situada sobre a fronteira que lhe é mais semelhante, definindo, assim, um padrão de comparação. Sherman e Zhu (2013) se referem à DEA como “*balanced benchmarking*”, pois ela permite às organizações referenciar e localizar melhores práticas que não são visíveis por outras metodologias administrativas comumente usadas.

Outra vantagem da DEA é que ela permite a inclusão de variáveis ambientais no modelo, fatores que não são controláveis pelo gestor. Segundo Avkiran (2011), a inclusão de variáveis exógenas pode ocorrer como variáveis insumo ou produto do próprio modelo, ou em análises de dois estágios que utilizam modelos de regressão para identificar fatores determinantes do índice de eficiência calculado pela DEA.

1.2 JUSTIFICATIVA

As universidades federais possuem uma importância estratégica para o Brasil, não só na formação de recursos humanos qualificados, mas também na produção de conhecimento

⁵ No original: *it is necessary to properly quantify the influence of environmental variables on student outcomes. It will reveal the underlying mechanisms which drive the efficiency estimates.*

científico, no desenvolvimento tecnológico, na prestação de serviços à sociedade e na promoção da cidadania. Segundo o “*CWTS Leiden Ranking 2018*”⁶, um *ranking* da Universidade de Leiden, na Holanda, que procura medir o impacto científico das instituições de ensino superior no mundo, das 21 instituições brasileiras constantes do *ranking*, todas são universidades públicas, e 16 delas são federais.

Entretanto, as universidades federais enfrentam um momento de crise, tendo em vista as restrições orçamentárias a que estão sujeitas nos últimos anos. Esta conjuntura não apresenta perspectiva de ser alterada no curto prazo, uma vez que a Emenda Constitucional nº 95/2016 impôs limites às despesas primárias de cada um dos Poderes da União. Segundo a norma, o limite de gastos de 2017 seria a despesa primária paga em 2016, acrescida de 7,2%; enquanto nos exercícios seguintes, o limite seria equivalente ao “valor do limite referente ao exercício imediatamente anterior, corrigido pela variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA.” (BRASIL, 2016).

Por outro lado, a sociedade demanda dessas instituições uma entrega crescente de resultados com qualidade, como demonstra o Plano Nacional de Educação 2014-2024, aprovado pela Lei nº 13.005/2014. Entre as metas estabelecidas para o ensino superior, a meta 12 define a elevação da taxa bruta de matrícula na educação superior em 50% e da taxa líquida para 33%, sendo que ao menos 40% das novas matrículas devem ocorrer no setor público⁷ (BRASIL, 2014), enquanto esse percentual entre 2014 e 2017 foi de 9,2% (INEP, 2018a).

A sociedade exige das universidades federais não apenas uma ampliação da quantidade de alunos formados, mas também uma melhora na sua qualidade. Em um contexto de restrição de recursos e necessidade de aumento de resultados, a eficiência torna-se essencial.

Diante da conjuntura e pressupostos alhures mencionados, justifica-se o presente estudo, o qual adere à linha de pesquisa (Planejamento e Políticas Públicas), bem como à área de concentração (Planejamento Público e Desenvolvimento), uma vez que aborda, essencialmente, a avaliação da eficiência das universidades federais e a identificação de *benchmarks* com vistas a aprimorar seu desempenho como organizações públicas de extrema relevância para o país.

⁶ Cwts LEIDEN RANKING. Disponível em: <http://www.leidenranking.com/>. Acesso em: 15 fev. 2019.

⁷ A taxa bruta de matrículas é a razão entre o número total de matrículas (independente da faixa etária) e a população correspondente na faixa etária prevista (18 a 24 anos) para o curso na etapa de ensino. A taxa líquida representa a razão entre o número de matrículas de alunos com idade prevista (18 a 24 anos) para estar cursando determinada etapa de ensino e a população total na mesma faixa etária.

Objetiva-se contribuir para o debate acadêmico, sociedade e atores envolvidos, produzindo conhecimento sobre a matéria enfrentada, aventando pontos de debate e explorando suas potencialidades, a fim de promover a melhora do desempenho do ensino superior público federal, permitindo a identificação de quais universidades conseguem entregar os melhores resultados a partir dos insumos disponíveis e cujas ações positivas possam ser replicadas em outras instituições.

Nessa esteira, a pesquisa possui relevância firmada pela ótica acadêmica, programática, institucional, social e profissional do pesquisador.

Na perspectiva acadêmica, a pesquisa agrega novos conhecimentos ao ambiente acadêmico, podendo subsidiar o desenvolvimento de pesquisas inovadoras a partir dos resultados empíricos produzidos pelo estudo, além de fomentar propostas de aperfeiçoamento das ferramentas inseridas no espectro da investigação.

Outros estudos aplicaram a DEA para a avaliação da eficiência de instituições de ensino superior. Porém, esta pesquisa é inovadora na medida em que agrega variáveis de qualidade dos insumos utilizados e produtos gerados pelas universidades federais. Tanto nas variáveis de insumo quanto de produto foram utilizados indicadores de qualidade que procurassem refletir a diversidade das instituições e as características das condições em que elas atuam, atendendo assim à legislação nacional acerca da avaliação na educação que preconiza a consideração as peculiaridades das universidades. Ademais, também é precursora ao analisar em que medida a DEA fornece subsídios para a identificação de *benchmarks* entre as universidades federais brasileiras. Normalmente as pesquisas que aplicam DEA no ensino superior formam o ranking de eficiência das instituições e procuram analisar em alguns casos quais fatores contribuem para a eficiência, mas pouco se avança quanto ao uso da DEA como ferramenta de replicação boas práticas de gestão e governança visando aperfeiçoar o desempenho do conjunto geral das universidades. A avaliação das políticas públicas tem entre seus propósitos o uso de seus resultados para o aperfeiçoamento da política. Ao identificar as instituições mais eficientes e que podem ser usadas como *benchmarks* para as ineficientes, permite que sejam replicadas boas práticas de gestão e governança.

Para o Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Governança Pública (PPGPGP), o estudo é relevante, na medida em que instiga a discussão sobre mecanismos que podem servir de instrumento para a assimilação e materialização do escopo de ensino, por meio dos instrumentos empíricos que fazem parte da Administração, mormente a eficiência universitária, no presente caso. Também contribui com a discussão acerca da aplicação de métodos quantitativos para a avaliação de instituições públicas, algo ainda mais relevante

dentro de um programa de mestrado profissional, que tem como um de seus objetivos, segundo a Portaria Capes nº 389/2017, “contribuir para agregar competitividade e aumentar a produtividade em empresas, organizações públicas e privadas” (CAPES, 2017b).

Na perspectiva institucional, o estudo é relevante para as universidades federais, pois contribui para a discussão acerca de sua eficiência, permite que avaliem seu desempenho em comparação com instituições semelhantes e indica universidades que possam ser utilizadas como *benchmarks* para a identificação de boas práticas de gestão e governança que possam ser replicadas.

Na perspectiva social, o estudo é uma oportunidade de conhecimento e controle do planejamento estatal, uma vez que a pesquisa busca identificar mecanismos que permitam a avaliação da eficiência de instituições públicas e contribuir com sua *accountability*.

Por fim, na perspectiva profissional, a Portaria Capes nº 389/2017 define como objetivo do mestrado profissional “capacitar profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de procedimentos, visando atender demandas sociais, organizacionais ou profissionais e do mercado de trabalho”. Tendo em vista que este pesquisador é Auditor Federal de Controle Externo no Tribunal de Contas da União, a pesquisa contribui para o desenvolvimento de competências estreitamente vinculadas com sua atuação profissional, além de permitir a identificação de técnicas quantitativas que possam ser aplicadas pelo órgão de controle na avaliação da eficiência das universidades federais e de outros órgãos e entidades públicos.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O ensino superior público federal possui um conjunto de especificidades que tornam complexa a avaliação da eficiência de suas instituições. Há uma multiplicidade de insumos e produtos, que envolvem diferentes unidades de medida, o que não permite a aplicação de uma simples relação monetária entre o que foi gasto e o que foi gerado. A Constituição Federal de 1988 (CF88) define em seu art. 207, por exemplo, o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 1988). Por conseguinte, são necessários produtos em diferentes áreas, com características distintas. Ademais, a própria formação dos alunos precisa considerar ao mesmo tempo o “pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.” (BRASIL, 1988). Destarte, não basta considerar a quantidade de alunos formados, a avaliação do desempenho das universidades federais deve considerar também a qualidade do ensino.

A Lei nº 10.861/2004 ressalta mais de uma vez a necessidade de se respeitar as diversidades e especificidades das instituições e cursos. A norma estabelece (BRASIL, 2004) que o Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior (Sinaes), “ao promover a avaliação de instituições, de cursos e de desempenho dos estudantes, deverá assegurar (...) o respeito à identidade e à diversidade de instituições e de cursos”. E ainda, no §1º do art. 3º (BRASIL, 2004), “na avaliação das instituições, as dimensões listadas no *caput* deste artigo serão consideradas de modo a respeitar a diversidade e as especificidades das diferentes organizações acadêmicas”.

Diante dessa complexidade na avaliação da eficiência do ensino superior, o problema de pesquisa que se coloca é:

De que forma é possível identificar as universidades federais eficientes e que possam ser usadas como *benchmarks* das demais, considerando suas especificidades?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência das universidades federais e identificar as mais eficientes que possam ser usadas como *benchmarks* para a replicação de boas práticas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- 1) Identificar que variáveis devem ser consideradas como entradas e saídas na atividade das universidades federais.
- 2) Calcular a fronteira de eficiência das universidades federais e o *ranking* da eficiência relativa entre as instituições.
- 3) Avaliar se as universidades apontadas como eficientes podem ser usadas como *benchmarks* das universidades identificadas como ineficientes.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em seis capítulos. O primeiro deles é esta introdução, que compreende a descrição do tema e justificativa, o problema de pesquisa, objetivos geral e específicos e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica, que aborda a legislação do ensino superior e panorama das universidades públicas federais. Também são apresentados os conceitos relacionados com a avaliação de políticas públicas e com a avaliação no ensino superior.

A Análise Envoltória de Dados é descrita no Capítulo 3, em que é analisado o referencial teórico acerca da técnica e apresentados trabalhos que a aplicaram no ensino superior brasileiro.

Já os procedimentos metodológicos são apresentados no quarto capítulo, com a justificativa para as escolhas metodológicas relacionadas à técnica, como a amostra de universidades que compuseram a análise, a orientação do modelo (se orientado a insumos ou a produtos), as variáveis de entrada e saída utilizadas e o tratamento dos retornos de escala (constantes ou variáveis). Também são descritos os métodos de análise dos dados, a análise de agrupamentos e a correlação de *Spearman*.

O quinto capítulo analisa e discute os resultados, com ênfase na capacidade de a DEA indicar *benchmarks* entre as universidades eficientes para o aperfeiçoamento do desempenho das consideradas ineficientes.

O sexto e último capítulo apresenta as considerações finais elaboradas com base nas conclusões das análises dos resultados e nas limitações identificadas que indicaram oportunidades e a necessidade de mais estudos sobre o tema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico do trabalho. Primeiramente, é descrita a normatização acerca do ensino superior no Brasil e traçado um panorama do contexto atual das universidades públicas federais. Em seguida, é analisada a literatura acerca da avaliação de políticas públicas de forma geral e da avaliação no ensino superior, mais especificamente.

2.1 ENSINO SUPERIOR E UNIVERSIDADES FEDERAIS

A Educação é definida pela CF88, em seu art. 6º, como um direito social, por conseguinte é dever do Estado provê-la. Segundo o art. 205, são definidos três objetivos para a educação: pleno desenvolvimento da pessoa, preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho. Já o art. 206 estabelece os princípios do ensino a ser ministrado (BRASIL, 1988).

O primeiro princípio é o de igualdade de condições para o acesso e permanência na escola. O acesso às universidades federais sempre foi um ponto complexo, tendo em vista que os seus alunos normalmente provinham de classes sociais mais altas. Porém, nos últimos anos essa realidade tem se alterado. Segundo a “IV Pesquisa do Perfil Socioeconômico e Cultural dos Estudantes de Graduação das Ifes” (ANDIFES, 2016), em 2014, dois terços (66,19%) dos alunos de graduação das Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes) tinham origem em famílias com renda média de 1,5 salário mínimo. Em 2010, esse percentual era de 44%. Algumas medidas foram tomadas para buscar alterar essa lógica e promover maior equidade, tais como a instituição de cotas raciais e sociais. A Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012 dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio (BRASIL, 2012).

A maior participação de alunos de renda mais baixa nas universidades federais é um fator importante na análise de seu desempenho, tendo em vista que estes alunos necessitam de investimentos maiores da instituição de ensino superior em programas suplementares, como bolsas de estudo e restaurante universitário.

A permanência nos cursos de ensino superior também é uma questão relevante, tendo em vista os índices de evasão. Segundo grupo de estudos da Associação Nacional dos

Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes)⁸, em pesquisa realizada com oito Ifes, a evasão média nas instituições em 2013 era de 13%, sendo bem mais elevada (21,51%) entre aqueles que ingressaram nas Ifes por meio de cotas.

Entre outros princípios constitucionais importantes para as universidades federais estão a liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber; e o pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, e coexistência de instituições públicas e privadas de ensino. Ainda segundo a CF88, em seu art. 207, “as universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, e obedecerão ao princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.” (BRASIL, 1988).

A gratuidade no ensino público em estabelecimentos oficiais também é um princípio de significativa importância para as universidades federais. Muito grupos criticam o ensino superior público gratuito, devido ao seu caráter de regressividade, uma vez que teriam acesso às universidades públicas os estudantes de maior renda. Todavia, nem todos os serviços oferecidos pelas Ifes precisam ser gratuitos. Em abril 2017, o Supremo Tribunal Federal (STF) julgou o Recurso Extraordinário nº 597854, com repercussão geral reconhecida, em que a Universidade Federal de Goiás questionava acórdão do Tribunal Regional Federal da 1ª Região que considerou inconstitucional a cobrança de mensalidade pela frequência de um curso de pós-graduação *lato sensu* em Direito Constitucional.

Venceu a tese de que “a garantia constitucional da gratuidade de ensino não obsta a cobrança, por universidades públicas, de mensalidades em cursos de especialização”⁹. O relator do recurso, ministro Edson Fachin, apontou que, na CF88, há diferenciação entre ensino, pesquisa e extensão, e a previsão de um percentual da receita das unidades da federação para a manutenção e desenvolvimento do ensino público. No entanto, afirmou que o artigo 213 da CF88 autoriza as universidades a captarem recursos privados para pesquisa e extensão. Segundo o relator, é “impossível afirmar a partir de leitura estrita da Constituição Federal que as atividades de pós-graduação são abrangidas pelo conceito de manutenção e desenvolvimento do ensino, parâmetro para destinação com exclusividade dos recursos públicos”¹⁰.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996) elenca as finalidades da educação superior (BRASIL, 1996):

⁸ UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM). **Estudo apresenta dados sobre a evasão nas universidades federais**. Disponível em: <<https://goo.gl/ToD8qu>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

⁹ BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Notícias STF. **Universidades públicas podem cobrar por curso de especialização**. Disponível em: <<https://goo.gl/cybQJQ>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

¹⁰ Idem.

- a) Estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;
- b) Formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua;
- c) Incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive;
- d) Promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;
- e) Suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional e possibilitar a correspondente concretização, integrando os conhecimentos que vão sendo adquiridos numa estrutura intelectual sistematizadora do conhecimento de cada geração;
- f) Estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;
- g) Promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição;
- h) Atuar em favor da universalização e do aprimoramento da educação básica, mediante a formação e a capacitação de profissionais, a realização de pesquisas pedagógicas e o desenvolvimento de atividades de extensão que aproximem os dois níveis escolares.

Verifica-se, de um lado, que o ensino superior deve estar voltado para um caráter mais utilitarista, no sentido de que deve formar diplomados aptos para a inserção em setores profissionais, prestar serviços especializados à comunidade ou difundir conquistas e benefícios por meio da extensão aberta à população. Entretanto, do outro lado, identifica-se um caráter deontológico de alguns objetivos, como estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo e desenvolver o entendimento do homem e do

meio em que vive. Nesse sentido, é importante a universidade formar profissionais para o mercado, mas também é necessário que não se pautem apenas por demandas dos setores econômicos, que busque uma formação mais plural e completa do ser humano.

A LDB define a abrangência dos cursos e programas da educação superior (BRASIL, 1996):

- a) Cursos sequenciais por campo de saber, de diferentes níveis de abrangência, abertos a candidatos que atendam aos requisitos estabelecidos pelas instituições de ensino, desde que tenham concluído o ensino médio ou equivalente;
- b) De graduação, abertos a candidatos que tenham concluído o ensino médio ou equivalente e tenham sido classificados em processo seletivo;
- c) De pós-graduação, compreendendo programas de mestrado e doutorado, cursos de especialização, aperfeiçoamento e outros, abertos a candidatos diplomados em cursos de graduação e que atendam às exigências das instituições de ensino;
- d) De extensão, abertos a candidatos que atendam aos requisitos estabelecidos em cada caso pelas instituições de ensino.

A LDB estabelece ainda a obrigatoriedade de oferecimento, pelas instituições públicas, no período noturno, de cursos de graduação nos mesmos padrões de qualidade mantidos no período diurno (art. 47, §4º) (BRASIL, 1996).

No caso de universidades, a LDB define em seu art. 52 (BRASIL, 1996) que “são instituições pluridisciplinares de formação dos quadros profissionais de nível superior, de pesquisa, de extensão e de domínio e cultivo do saber humano, que se caracterizam por”:

- a) Produção intelectual institucionalizada mediante o estudo sistemático dos temas e problemas mais relevantes, tanto do ponto de vista científico e cultural, quanto regional e nacional;
- b) Um terço do corpo docente, pelo menos, com titulação acadêmica de mestrado ou doutorado;
- c) Um terço do corpo docente em regime de tempo integral.

As universidades federais tiveram suas criações iniciadas em 1920, com a Universidade Federal do Rio de Janeiro¹¹, e observaram expressivo crescimento em número ao longo das décadas de 1960 e 2000. Segundo Cadastro e-MEC de Instituições e Cursos de Educação Superior¹², do Ministério da Educação, existem 109 Instituições Federais de Ensino Superior, sendo 63 universidades federais, 38 institutos federais de educação, ciência e tecnologia, dois centros federais de educação tecnológica, quatro instituições de ensino superior vinculadas às Forças Armadas, a Escola Nacional de Ciências Estatísticas e o Instituto Nacional de Educação de Surdos. O foco do presente trabalho é apenas nas universidades federais.

Existem três universidades federais recém-criadas, ainda a implantar: a Universidade Federal de Rondonópolis, em Mato Grosso (Lei nº 13.637/2018), a Universidade Federal de Jataí (Lei nº 13.635/2018) e a Universidade Federal de Catalão (Lei nº 13.634/2018), ambas em Goiás. Cabe mencionar, além disso, que tramitam no Congresso Nacional projetos de lei para a criação da Universidade Federal do Delta do Parnaíba, da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, e da Universidade Federal do Xingu.

A Região Sudeste possui dezenove universidades, das quais onze no estado de Minas Gerais. A Região Nordeste possui dezoito, a Região Sul onze, a Norte dez e a Centro-Oeste cinco. A relação completa das 63 universidades está na Tabela 1:

Tabela 1- Relação das Universidades Federais

(Continua)

Universidade	Sigla	UF
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados	UFGD	MS
Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	UFCSPA	RS
Fundação Universidade Federal de Rondônia	Unir	RO
Fundação Universidade Federal do ABC	UFABC	SP
Fundação Universidade Federal do Pampa	Unipampa	RS
Fundação Universidade Federal do Tocantins	UFT	TO
Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco	Univasf	PE
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira	Unilab	CE
Universidade de Brasília	UNB	DF
Universidade Federal da Bahia	UFBA	BA
Universidade Federal da Fronteira Sul	UFFS	SC
Universidade Federal da Integração Latino-Americana	Unila	PR
Universidade Federal da Paraíba	UFPB	PB

¹¹ Existe controvérsia quanto à criação da primeira universidade no Brasil, se a Universidade de Manaus de 1909, a do Paraná de 1912 ou a UFRJ em 1920 (FÁVERO, 2006)

¹² BRASIL. Ministério da Educação. e-MEC. **Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior Cadastro e-MEC**. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 07 dez. 2018.

(Continuação)

Universidade	Sigla	UF
Universidade Federal de Alagoas	UFAL	AL
Universidade Federal de Alfenas	Unifal	MG
Universidade Federal de Campina Grande	UFCG	PB
Universidade Federal de Goiás	UFG	GO
Universidade Federal de Itajubá	Unifei	MG
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	MG
Universidade Federal de Lavras	UFLA	MG
Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT	MT
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS	MS
Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	MG
Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP	MG
Universidade Federal de Pelotas	UFPEL	RS
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	PE
Universidade Federal de Roraima	UFRR	RR
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	SC
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	RS
Universidade Federal de São Carlos	UFSCAR	SP
Universidade Federal de São João Del Rei	UFSJ	MG
Universidade Federal de São Paulo	Unifesp	SP
Universidade Federal de Sergipe	UFS	SE
Universidade Federal de Uberlândia	UFU	MG
Universidade Federal de Viçosa	UFV	MG
Universidade Federal do Acre	UFAC	AC
Universidade Federal do Amapá	Unifap	AP
Universidade Federal do Amazonas	UFAM	AM
Universidade Federal do Cariri	UFCA	CE
Universidade Federal do Ceará	UFC	CE
Universidade Federal do Espírito Santo	UFES	ES
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	Unirio	RJ
Universidade Federal do Maranhão	UFMA	MA
Universidade Federal do Oeste da Bahia	UFOB	BA
Universidade Federal do Oeste do Pará	UFOPA	PA
Universidade Federal do Pará	UFPA	PA
Universidade Federal do Paraná	UFPR	PR
Universidade Federal do Piauí	UFPI	PI
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	UFRB	BA
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	RJ
Universidade Federal do Rio Grande	Furg	RS
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN	RN
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	RS
Universidade Federal do Sul da Bahia	Ufesba	BA
Universidade Federal do sul e Sudeste do Pará	Unifesspa	PA
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	UFVJM	MG
Universidade Federal do Triângulo Mineiro	UFTM	MG

(Conclusão)

Universidade	Sigla	UF
Universidade Federal Fluminense	UFF	RJ
Universidade Federal Rural da Amazônia	UFRA	PA
Universidade Federal Rural de Pernambuco	UFRPE	PE
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ	RJ
Universidade Federal Rural do Semiárido	Ufersa	RN
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	PR

Fonte: O autor (2018) adaptado de BRASIL. Ministério da Educação (2018).

Em vista da autonomia “didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial” que lhes conferiu o art. 207 da CF88, a estrutura organizacional de cada universidade é definida por seus respectivos estatutos e regimentos. Tem-se, como consequência, a existência de estruturas não uniformes, a impossibilitar o desenho preciso de um organograma comum.

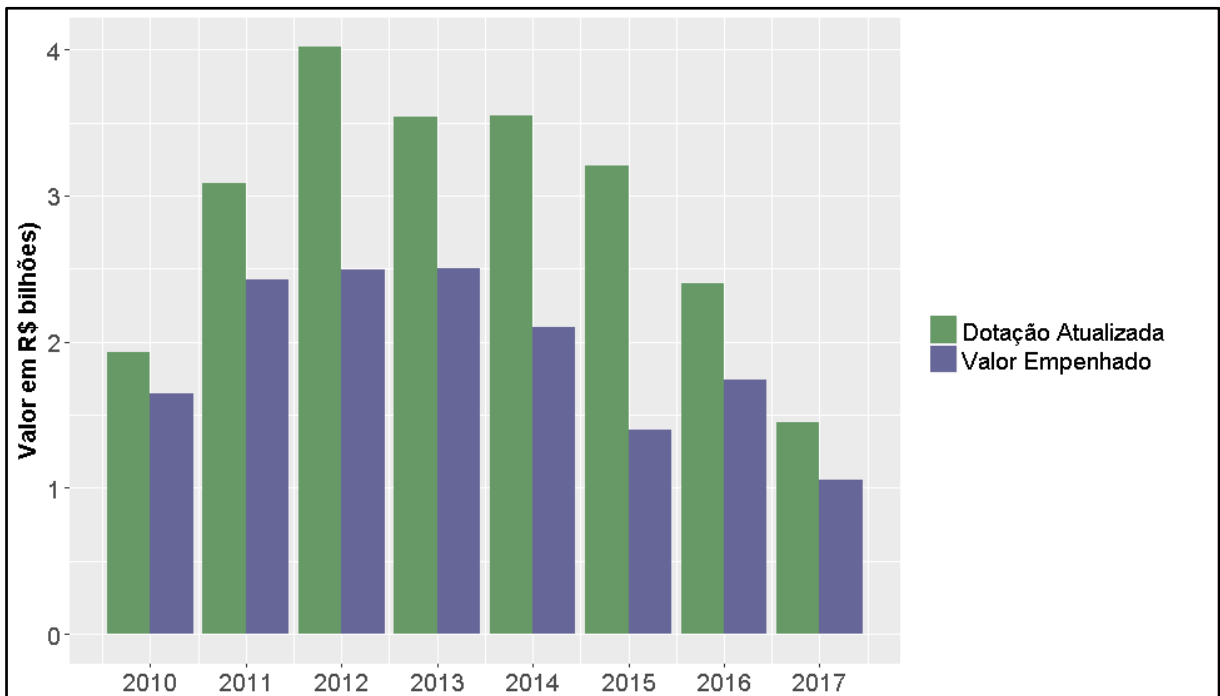
É possível, contudo, estabelecer paralelos e identificar traços comuns. Em geral, situam-se no patamar mais elevado órgãos colegiados comumente intitulados Conselhos Superiores – dentre eles o Conselho Universitário, com *status* de órgão máximo da instituição. Os Conselhos, usualmente, têm função normativa, deliberativa e consultiva. Em seguida, como órgão executivo da administração superior, tem-se a Reitoria, com subestruturas diretas bastante variáveis, geralmente incluindo assessorias, ouvidoria e auditoria interna. O desdobramento executivo mais observado se dá em Pró-Reitorias (ou equivalentes de diferente nomenclatura, como os Decanatos, na Universidade Nacional de Brasília) dedicadas a cada área-objeto – tanto meio quanto finalística – de maior relevo da universidade, como graduação, pós-graduação, pesquisa, extensão, administração, finanças, assuntos estudantis, gestão de pessoas, planejamento e orçamento, dentre outras.

Observam-se, ainda, frequentemente sob a denominação de órgão complementar ou suplementar, vinculado à Reitoria, estruturas de apoio ou aplicação, como hospital universitário, restaurante universitário, biblioteca central, arquivo, editora, imprensa universitária, museu, dentre outras. As unidades acadêmicas se desdobram usualmente por área de ciências, sob distintas denominações e níveis, como institutos, centros, faculdades, escolas, departamentos e setores.

Ao longo da década de 2000, as universidades federais experimentaram um período de crescimento significativo, mas a partir de 2012 observa-se o início de um período de restrição orçamentária.

Segundo levantamento do Ministério da Educação (MEC)¹³, 90% das universidades federais operam com perdas reais comparando-se os orçamentos de 2017 e 2013. Essa perda de recursos é sentida principalmente nos investimentos das universidades. O Gráfico 1 apresenta a evolução dos investimentos das universidades federais entre 2010 e 2017, segundo dados do Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Verifica-se que após um período de crescimento, a partir de 2013 há uma queda expressiva dos investimentos, sendo que em 2017 o valor foi inferior ao de 2010, sem considerar a inflação, apenas os valores nominais.

Gráfico 1- Evolução anual dos investimentos das Universidades Federais



Fonte: O autor (2018) adaptado de Siafi.

Na Lei Orçamentária de 2018, o valor previsto para as universidades federais era de R\$ 51,4 bilhões, sendo 83% desse valor (R\$ 42,3 bilhões) destinados para pessoal e encargos sociais, 15% (R\$ 7,9 bilhões) para outras despesas correntes e 2% (R\$ 1,1 bilhão) para investimentos.

¹³ MORENO, A. C. **90% das universidades federais tiveram renda no orçamento em cinco anos; verba nacional encolheu 28%**. 29 jun. 2018. Disponível em: <https://glo.bo/2IDSjAO>. Acesso em: 04 jan. 2019.

Segundo dados da Sinopse Estatística do Ensino Superior 2017 (INEP, 2018b), as universidades federais apresentaram os seguintes dados em 2017, entre parênteses a proporção em relação ao total do ensino superior no país:

- 4.884 cursos (14%),
- 1,1 milhão de matrículas (14%);
- 136 mil concluintes (11%);
- 309 mil vagas novas (4%);
- 96 mil docentes (24%);
- 107 mil funcionários técnico-administrativos (26%).

As universidades federais variam significativamente de tamanho. Em 2017, a Universidade Federal do Rio de Janeiro foi a instituição de maior valor empenhado entre as 63 universidades federais, com R\$ 6 bilhões, e 41.992 matrículas, enquanto a Universidade Federal do Sul da Bahia teve o menor valor empenhado, R\$ 167 milhões, e 2.929 matrículas (INEP, 2018b).

2.2 AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

O desenho de uma sólida avaliação da eficiência das universidades federais preconiza a adequada compreensão da teoria sobre a avaliação de políticas públicas. Antes, porém, é preciso abalizar o próprio conceito de política pública e compreender seu processo de desenvolvimento.

2.2.1 Conceito de Política Pública

Segundo Souza (2006, p. 24), a definição mais conhecida de política pública é a de Laswell, segundo o qual “decisões e análises sobre política pública implicam responder às seguintes questões: quem ganha o quê, por quê e que diferença faz?”. Na definição, valoriza-se a primeira palavra da expressão “política pública”, ou seja, a política. Esta foi definida por Rua (1998, p. 232) como o “conjunto de procedimentos formais e informais que expressam relações de poder e que se destinam à resolução pacífica dos conflitos quanto a bens públicos”.

Secchi afirma que qualquer definição de política pública é arbitrária, pois não há consenso quanto à definição do que seja uma política pública. O autor apresenta a seguinte

definição: “uma diretriz elaborada para enfrentar um problema público.” (SECCHI, 2010, p. 2). Dois seriam seus elementos principais: intencionalidade pública e resposta a um problema público. Assim, a razão para o estabelecimento de uma política pública é o tratamento ou a resolução de um problema entendido como coletivamente relevante.

A inexistência de consenso para uma definição precisa de política pública é explicada pelas divergências quanto a determinadas questões específicas. Secchi (2010) relaciona três divergências principais, as quais ele nomeia de nós conceituais. O primeiro deles corresponde à indagação se as políticas públicas são elaboradas exclusivamente por atores estatais. Por exemplo, Rua (1998, p. 232) afirma que “as políticas públicas – *policies* – são *outputs*, resultantes da atividade política – *politics*: compreendem o conjunto de decisões e ações relativas à alocação imperativa de valores”. Ainda, segundo a autora:

as políticas públicas são ‘públicas’ – e não privadas ou apenas coletivas. Sua dimensão ‘pública’ é dada não pelo tamanho do agregado social sobre o qual incidem, mas pelo seu caráter ‘imperativo’. Isso significa que uma de suas características centrais é o fato de que são decisões e ações revestidas da autoridade soberana do poder público (RUA, 1998, p. 232).

A autora pode ser enquadrada no que Secchi define como abordagem estatista, que “considera as políticas públicas, analiticamente, monopólio de atores estatais” (SECCHI, 2010, p. 2). Tal abordagem considera que o termo “público” esteja associado com a personalidade jurídica do ator protagonista. Souza (2006, p. 24) cita algumas definições que seguem essa abordagem estatista:

Não existe uma única, nem melhor, definição sobre o que seja política pública. Mead (1995) a define como um campo dentro do estudo da política que analisa o governo à luz de grandes questões públicas e Lynn (1980), como um conjunto de ações do governo que irão produzir efeitos específicos. Peters (1986) segue o mesmo veio: política pública é a soma das atividades dos governos, que agem diretamente ou através de delegação, e que influenciam a vida dos cidadãos. Dye (1984) sintetiza a definição de política pública como ‘o que o governo escolhe fazer ou não fazer’.

Como contraponto à abordagem estatista, Secchi (2010, p. 2) cita a abordagem multicêntrica, que considera que outros atores que não apenas o Estado podem ser protagonistas no estabelecimento das políticas públicas, como organizações privadas, organizações não governamentais, organismos multilaterais, redes de políticas públicas. Nesta perspectiva, o termo “público” não estaria associado à personalidade jurídica do ator protagonista, mas sim ao problema que se quer enfrentar, ou seja, é um problema público porque é da coletividade.

O próprio Secchi (2010) se coloca como defensor da abordagem multicêntrica, pois ela apresenta como pontos positivos: adota um enfoque mais interpretativo e menos positivista; evita uma pré-análise da personalidade jurídica da organização para verificar se suas políticas

são públicas; tem aplicação em um espectro amplo de fenômenos; a distinção entre esfera privada e pública é mais relevante que a distinção entre estatal e não estatal.

Heidemann (2009, p. 31) afirma que:

A perspectiva da política pública vai além da perspectiva de políticas governamentais, na medida em que o governo, com sua estrutura administrativa, não é a única instituição a servir à comunidade política, isto é, a promover 'políticas públicas'. Uma associação de moradores, por exemplo, pode perfeitamente realizar um 'serviço público local', movida por seu senso de bem comum e sem contar com o auxílio de uma instância governamental superior ou distante. Outras entidades, como organizações não governamentais (ONGs), as empresas concessionárias e as associações diversas da sociedade também se incluem entre os agentes de políticas públicas, em toda parte. Terceiro setor é o nome dado hoje ao esforço de produção do bem público por agentes não governamentais, mas ao mesmo tempo distinto do setor empresarial de mercado.

Esta discussão é de extrema relevância, principalmente para uma política como o ensino superior, em que há uma ampla atuação de entidades não governamentais. Nesse sentido, entende-se que a abordagem multicêntrica seja mais adequada. A Constituição Federal (BRASIL, 1988) elenca como um princípio da educação o “pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, e coexistência de instituições públicas e privadas de ensino” (art. 205, inc. III). E o governo federal não atua exclusivamente ofertando diretamente ensino superior, ele promove também a oferta de cursos na rede privada por meio de programas como o Programa Universidade para Todos (Prouni), que tem como finalidade a concessão de bolsas de estudo integrais e parciais em cursos de graduação e sequenciais de formação específica, em instituições de ensino superior privadas (BRASIL, 2005).

O segundo nó conceitual elencado por Secchi (2010) refere-se à indagação se as políticas públicas se referem também à omissão ou à negligência. Dye (2008, p. 1) define política pública como “*whatever governments choose to do or not to do*”, ou seja, aquilo que o governo decide fazer ou não fazer. Segundo o autor, foca-se não só na ação governamental, mas também em sua inação, aquilo que ele escolhe não fazer. Importante destacar que essa omissão é deliberada, ou seja, o governo decide por não fazer algo em relação a algum problema da sociedade.

Secchi (2010) discorda de considerar a omissão como política pública, para o autor a decisão por não agir deve ser vista como a falta de uma política pública voltada para a solução do problema da sociedade. Já Heidemann (2009, p. 30) afirma que “a definição de política pública inclui ao mesmo tempo dois elementos-chave, a saber: a ação e a intenção”. Para o autor, pode até haver uma política pública sem uma intenção manifestada formalmente, mas não haverá de forma alguma uma política positiva se não houver ações que materializem uma

intenção ou propósito oficial eventualmente enunciado. E completa: “não há política pública sem ação, ressaltando-se, obviamente, as eventuais políticas deliberadamente omissivas prefiguradas por Dye” (HEIDEMANN, 2009, p. 30).

Entende-se que a visão da omissão deliberada como política pública seja a mais correta. No ensino superior, por exemplo, a Emenda Constitucional nº 95/2016 trouxe uma série de limitações para a atuação das universidades federais, que podem se ver obrigadas a restringir ou eliminar programas como os de bolsas de estudo para estudantes, interiorização com abertura de *campi* em cidades do interior, fomento a pesquisas, entre outras. Por conseguinte, é importante considerar a omissão do governo, que se reflete na restrição do financiamento do ensino superior público, também constitui uma política pública.

O terceiro nó conceitual descrito envolve o escopo das políticas públicas, se elas correspondem apenas às diretrizes estruturantes (de nível estratégico), ou se também abrangem as diretrizes operacionais. De acordo com a primeira visão, seriam políticas públicas a política nacional agrária, a política educacional, a política ambiental. Considerar apenas este nível seria equivocado, na visão de Secchi (2010, p. 5), porque “excluiria da análise os problemas públicos municipais, regionais, estaduais e aqueles intraorganizacionais”, além de restringir “apenas às grandes diretrizes, como modelo de Estado, modelo de sociedade e modelos de organização do mercado”.

O autor utiliza como exemplo justamente a educação superior, um modelo baseado na oferta gratuita por meio de universidades públicas estatais, e a oferta paga por meio de universidades privadas e públicas não estatais. Isto corresponderia à política estruturante, que busca a solução de um problema da sociedade: a necessidade de formação técnico-científica no país. Como parte desse modelo, é utilizado um processo de seleção dos estudantes que ingressarão no ensino superior. As universidades possuem autonomia para escolher o formato do processo seletivo – vestibular, Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), entre outros. Segundo Secchi (2010), esse exemplo demonstra que a política pública pode ser composta por mais políticas públicas que a operacionalizam. Concorde-se com o autor, entende-se neste trabalho que a política pública de ensino superior não corresponda apenas às políticas nacionais de nível estratégico, mas também aos níveis de operacionalização da política dentro das universidades. Estas gozam de ampla autonomia, o que torna suas decisões operacionais ainda mais importantes dentro da política de ensino superior.

2.2.2 Ciclo da Política Pública

Existem diferentes abordagens para se analisar a política pública. Entre elas está a do ciclo da política pública, ou “*policy cycle*”. Segundo Celina Souza (2006, p.29), “essa tipologia vê a política pública como um ciclo deliberativo, formado por vários estágios e constituindo um processo dinâmico e de aprendizado”. A autora enumera os seguintes estágios: definição de agenda, identificação de alternativas, avaliação das opções, seleção das opções, implementação e avaliação.

Já Frey (2000, p. 226) afirma que as diversas propostas acerca das fases do ciclo da política pública convergem em torno da formulação, da implementação e do controle dos impactos das políticas. Porém, para o autor, é necessária uma subdivisão um pouco mais sofisticada, por isso propõe as seguintes fases: percepção e definição de problemas, “*agenda-setting*”, elaboração de programas e decisão, implementação de políticas e, finalmente, a avaliação de políticas e a eventual correção da ação.

Para Secchi (2010. p. 33), “o ciclo de políticas públicas é um esquema de visualização e interpretação que organiza a vida de uma política pública em fases sequenciais e interdependentes”. O autor elenca sete fases: identificação do problema, formação da agenda, formulação de alternativas, tomada de decisão, implementação, avaliação e extinção.

É importante salientar que, como o autor afirma, trata-se de um esquema que tem como objetivo organizar teoricamente um processo prático, por isso o “ciclo de políticas públicas raramente reflete a real dinâmica ou vida de uma política pública. As fases geralmente se apresentam misturadas, as sequências se alternam” (SECCHI, 2010, p. 33). Saravia (2006, p. 32) afirma que esta divisão por etapas “é mais uma esquematização teórica do que, de forma habitualmente improvisada e desordenada, ocorre na prática. O processo nem sempre observa a sequência sugerida, mas as etapas mencionadas e suas fases constitutivas estão geralmente presentes”. Saravia (2006) também distingue sete fases: agenda, elaboração, formulação, implementação, execução, acompanhamento e avaliação.

Entender que o ciclo da política pública constitui uma representação teórica é de extrema relevância, uma vez o seu estudo precisa considerar que na prática os processos são normalmente bastante distintos do que é compreendido como o modelo ideal. Por exemplo, Cohen, March e Olsen (1972) elaboraram o modelo “*garbage can*”, ou “lata de lixo”, para descrever que a análise dos problemas e a elaboração de alternativas de solução não ocorrem como uma sequência ordenada, em muitos casos as soluções surgem até mesmo antes dos problemas. Souza (2006, p. 30), analisando o modelo afirma que, nele:

as organizações são formas anárquicas que compõem um conjunto de ideias com pouca consistência. As organizações constroem as preferências para a solução dos problemas - ação - e não, as preferências constroem a ação. A compreensão do problema e das soluções é limitada, e as organizações operam em um sistema de tentativa e erro. Em síntese, o modelo advoga que soluções procuram por problemas.

Segundo Sabatier (2007), a abordagem do ciclo da política pública foi muito útil nos anos 1970 até a metade dos anos 1980, dividindo um processo significativamente complexo em estágios e estimulando a pesquisa em fases específicas. Entretanto, no início dos anos 1980 algumas críticas devastadoras começaram a ser feitas ao modelo. Sabatier (2007) menciona quatro principais:

- a) Não é realmente uma teoria causal, uma vez que nunca identifica um conjunto de fatores causais que regem o processo político dentro e através de estágios. Em vez disso, o estudo dentro de cada fase tem a tendência de se desenvolver por conta própria, sem referência a pesquisa em outras das etapas. Além disso, sem a identificação de fatores causais pode não existir um conjunto coerente de hipóteses dentro e entre as fases;
- b) A sequência de etapas proposta é, muitas vezes, descrita de forma imprecisa. Por exemplo, a avaliação dos programas existentes afeta a definição da agenda, e a formulação/legitimação política ocorre ao mesmo tempo em que burocratas tentam implementar a legislação vaga;
- c) O modelo tem um viés muito legalista, de cima para baixo (*top-down*), no qual o foco é tipicamente na aprovação e implementação de uma parte ampla da legislação. Este foco negligencia a interação da implementação e avaliação de inúmeras partes específicas da legislação – nenhuma delas preeminente – dentro de um determinado domínio político;
- d) A suposição de que há um único ciclo de política focada em uma parte ampla da legislação simplifica o processo usual de vários ciclos, interagindo envolvendo inúmeras propostas de políticas e leis em vários níveis de governo.

2.2.3 Avaliação da Política Pública

A compreensão de que o ciclo da política pública proposto na literatura constitui uma representação destinada ao estudo e não exatamente um processo que ocorre na prática torna-se ainda mais crucial quando se estuda a fase da avaliação. Apesar de a avaliação ser

normalmente enumerada como uma das últimas etapas do ciclo, ela pode ocorrer ao longo de todo ele, seja antes, durante, ou após a implementação da política.

Segundo Anderson (1979, p. 711, tradução nossa), a avaliação é o “processo de julgamentos deliberados sobre a validade de propostas para a ação pública, bem como sobre o sucesso ou a falha de projetos que foram colocados em prática”¹⁴. Percebe-se nessa definição que a avaliação pode ser realizada tanto sobre as propostas para a solução de determinado problema da sociedade, quanto sobre os resultados do que foi colocado em prática.

Saravia (2006, p. 34) distingue duas fases relacionadas com a avaliação no ciclo da política pública: o acompanhamento “é o processos sistemático de supervisão da execução de uma atividade (e de seus diversos componentes), que tem como objetivo fornecer a informação necessária para introduzir eventuais correções a fim de assegurar a consecução dos objetivos estabelecidos”; e a avaliação, que “consiste na mensuração e análise, *a posteriori*, dos efeitos produzidos na sociedade pelas políticas públicas, especialmente no que diz respeito às realizações obtidas e às consequências previstas e não previstas”. Observa-se que o autor diferencia a avaliação que ocorre durante a implementação, que ele chama de acompanhamento, da avaliação dos resultados da política pública.

Para Cohen e Franco, a avaliação deve ser diferenciada do acompanhamento. O acompanhamento seria uma atividade gerencial interna, que é realizado durante a execução da atividade, que procura assegurar que as metas sejam alcançadas. Já a “avaliação pode ser realizada tanto antes ou durante a implementação como ao concluir a mesma ou mesmo algum tempo depois (COHEN; FRANCO, 1996, p. 77).

Para Weiss, (1998, p. 4, tradução nossa), a avaliação é “uma análise sistemática do processo e/ou dos resultados de um programa ou política, em comparação com um conjunto explícito ou implícito de padrões, com o objetivo de contribuir para o seu aperfeiçoamento”¹⁵. Essa definição pode ser decomposta em quatro elementos:

- a) O primeiro é a análise sistemática, onde se enfatiza a natureza metodológica da pesquisa;

¹⁴ No original: *the process of making deliberate judgments on the worth of proposals for public action as well on the success or failure of projects that have been put into effect.*

¹⁵ No original: *Evaluation is the systematic assessment of the operation and/or the outcomes of a program or policy, compared to a set of explicit or implicit standards as a means of contributing to the improvement of the program or policy.*

- b) O segundo refere-se ao foco da investigação, ou seja, o processo de execução ou os resultados.
- c) O terceiro trata dos critérios, que são os padrões de comparação;
- d) O quarto relaciona-se ao propósito da avaliação: contribuir para a melhoria do programa e/ou política.

O primeiro elemento concerne ao caráter formal do processo de avaliação. Diariamente, todos realizam inúmeras avaliações, desde a vestimenta utilizada por colegas de trabalho até a qualidade de uma refeição no restaurante. Para Worthen, Sanders e Fitzpatrick (2004, p. 38), “a avaliação é, portanto, uma forma básica de comportamento humano”. Porém, o que distingue a avaliação informal da formal reside no caráter estruturado desta última, em que as “opções se baseiam em esforços sistemáticos para definir critérios explícitos e obter informações acuradas sobre as alternativas (possibilitando com isso a determinação do valor real das alternativas.” (WORTHEN; SANDERS; FITZPATRICK, 2004, p. 38).

O segundo elemento da definição de Weiss (1998), que abrange o foco da avaliação, está estreitamente relacionado com o momento em que ela é realizada. Avaliações realizadas antes da implementação tem como foco preponderante a viabilidade das propostas existentes; as realizadas durante a implementação focam a execução, a adequação dos processos; e as avaliações realizadas após a implementação analisam principalmente os resultados alcançados.

Cohen e Franco (1996) analisam algumas classificações dos tipos de avaliação, entre elas a relacionada ao momento em que se realiza e os objetivos que se persegue. Verifica-se que o momento da realização possui relação direta com o seu objetivo. Nessa classificação, existem dois tipos de avaliação. A avaliação *ex-ante* é realizada ao começar o projeto e “tem por finalidade proporcionar critérios racionais para uma decisão qualitativa crucial: se o projeto deve ou não ser implementado. Também permite ordenar os projetos segundo sua eficiência para alcançar os objetivos perseguidos” (COHEN; FRANCO, 1996, p. 108).

Já a avaliação *ex-post* “ocorre quando o projeto já está em execução ou já está concluído e as decisões são adotadas tendo como base os resultados já alcançados” (COHEN; FRANCO, 1996, p. 108). Dentro da avaliação *ex-post* os autores diferenciam a avaliação de processos, que analisa o grau em que os componentes do projeto contribuem para o alcance dos objetivos ou se são incompatíveis com eles, sendo realizada durante a implementação, o que significa que ainda pode interferir na organização e nas operações. Sua principal função seria de medir a eficiência de operação do projeto. Já a avaliação de impacto tem como objetivo verificar em que medida o projeto alcança seus objetivos e quais os efeitos secundários

(previstos e não previstos). Ela pode ser usada para decidir sobre a eventual continuação do projeto, para formular outros projetos futuros e para tomar decisões sobre política.

O terceiro elemento presente na definição de avaliação de Weiss (1998) são os critérios, de extrema relevância, pois avaliar significa julgar, e a emissão de julgamentos depende de critérios e padrões de comparação. Para Anderson (1979, p. 711, tradução nossa):

Para tomar uma decisão de política pública, é preciso invocar alguns critérios de avaliação. Não podemos decidir se uma proposta de ação pública é desejável ou indesejável, se os resultados de um programa público devem ser considerados um sucesso ou um fracasso, exceto à luz de um padrão¹⁶.

Segundo Worthen, Sanders e Fitzpatrick (2004, p. 35) a definição de avaliação mais popular na literatura é a de Scriven, de 1967: avaliar é “julgar o valor ou mérito de alguma coisa”. Scriven (2007) enfatizou que os avaliadores devem ser capazes de entregar julgamentos de valor consistentes, mais do que apenas medir as coisas ou determinar se os objetivos foram alcançados. Scriven (2007, p. 1) propõe que a avaliação abrange quatro etapas fundamentais:

- a) Estabelecer critérios de mérito;
- b) Construir padrões de comparação;
- c) Medir o desempenho e compará-lo com os padrões;
- d) Integrar os dados num juízo sobre o mérito ou valor

Para Martins e Marini, “o ‘modelo ideal’ de gestão para resultados deve ser **dinâmico**, no sentido de não se limitar apenas a definir e mensurar resultados” [grifo no original]. Para os autores:

Gerir resultados significa **defini-los** (a partir de um planejamento abrangente), **alcançá-los** (mediante processos claros de implementação), **monitorá-los** e **avaliá-los** (a partir de “controles”, acompanhamentos e ajustes decorrentes) [grifos no original] (MARTINS; MARINI, 2010, p. 77).

Por conseguinte, não basta avaliar, é preciso gerar e incorporar as informações sobre desempenho nos processos decisórios da organização, tanto internos quanto externos.

Cohen e Franco (1996, p. 73) afirmam que “avaliar é fixar o valor de uma coisa; para ser feita se requer um procedimento mediante o qual se compara aquilo a ser avaliado com um critério ou padrão determinado”. Já Worthen, Sanders e Fitzpatrick (2004, p. 35) afirmam que a avaliação usa métodos de pesquisa e julgamento, entre os quais:

¹⁶ No original: *In order to make a policy decision, one must invoke some criteria of evaluation. We cannot decide whether a proposal for public action is desirable or undesirable, whether the results of a public program are to be adjudged a success or a failure, except in the light of a standard.*

- a) Determinação dos padrões para julgar a qualidade e concluir se esses padrões devem ser relativos ou absolutos;
- b) Coleta de informações relevantes; e
- c) Aplicação dos padrões para determinar valor, qualidade, utilidade, eficácia ou importância.

2.2.4 Dimensões de Desempenho

Os critérios estão associados com as dimensões de desempenho. Existem diferentes dimensões que podem ser avaliadas. Martins e Marini (2010, p. 77) afirmam que “o modelo de gestão para resultados deve ser abrangente e basear-se num conceito amplo de desempenho que abrange tanto os esforços quanto os resultados propostos”. Além disso, o modelo deve ser multidimensional. Os autores diferenciam as dimensões de desempenho em dois grupos: esforço e resultado. No esforço estão as dimensões de economicidade, execução e excelência; enquanto nos resultados inserem-se as dimensões de eficiência, eficácia e efetividade. A este conjunto de dimensões os autores dão o nome de “6Es do desempenho”. As definições para as dimensões apresentadas pelos autores estão no Quadro 1:

Quadro 1 - Os 6Es do desempenho

Dimensões de Esforço	Dimensões de Resultado
<p>Economicidade pode ser compreendida como o processo de captação e uso dos recursos com o menor ônus possível, dentro dos requisitos e da quantidade exigida de insumos (recursos, pessoas, tempo).</p> <p>Execução refere-se à realização de processos e atividades segundo os prazos e requisitos estabelecidos.</p> <p>Excelência caracteriza-se pela conformidade aos critérios e padrões de qualidade, visando à realização dos processos, atividades e projetos na busca da melhor execução, eficiência e eficácia, sendo assim um elemento transversal à cadeia de valor.</p>	<p>Eficiência caracteriza-se como a relação entre os produtos gerados (<i>outputs</i>) e os insumos (<i>inputs</i>) empregados na busca de melhor desempenho dos processos, atividades e projetos com relação ao custo envolvido e ao tempo destinado, medindo o esforço de transformação.</p> <p>Eficácia é compreendida como as especificações do produto (<i>output</i>), isto é, a quantidade e a qualidade de produtos e serviços entregues ao usuário (beneficiário direto dos produtos e serviços da organização), sendo envolvida pelos critérios de excelência e influenciada pela eficiência da organização.</p> <p>Efetividade caracteriza-se como os impactos gerados por produtos, processos ou projetos. Busca a relação entre o impacto previsto e o realizado, bem como a análise dos resultados alcançados.</p>

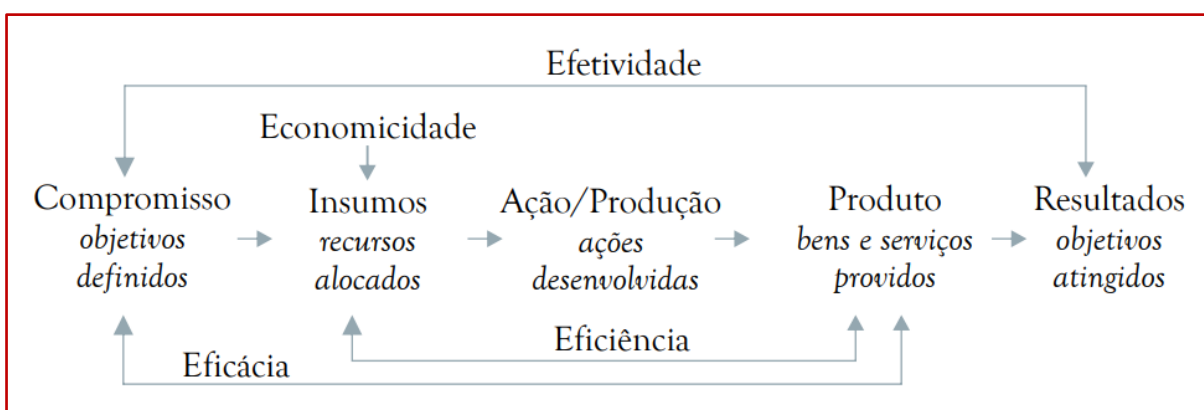
Fonte: Martins e Marini (2010, p. 79).

No Tribunal de Contas da União, o desempenho é avaliado por meio das Auditorias Operacionais. O órgão classifica as auditorias em dois tipos (BRASIL. Tribunal de Contas da União, 2011, p. 14):

- a) Auditorias de regularidade, que objetivam examinar a legalidade e a legitimidade dos atos de gestão dos responsáveis sujeitos à jurisdição do Tribunal, quanto aos aspectos contábil, financeiro, orçamentário e patrimonial. Compõem as auditorias de regularidade, as auditorias de conformidade e as auditorias contábeis.
- b) Auditorias operacionais, que objetivam examinar a economicidade, eficiência, eficácia e efetividade de organizações, programas e atividades governamentais, com a finalidade de avaliar o seu desempenho e de promover o aperfeiçoamento da gestão pública.

Nas organizações internacionais de fiscalização, a auditoria operacional é chamada normalmente de auditoria de desempenho, ou “*performance auditing*” (BRASIL. Tribunal de Contas da União, 2010, p. 11). Verifica-se na definição do TCU que a auditoria operacional tem como objetivo a avaliação das dimensões de desempenho. O órgão diferencia estas dimensões por meio do diagrama de insumo-produto, representado na Figura 1:

Figura 1 - Diagrama de insumo-produto



Fonte: BRASIL. Tribunal de Contas da União (2010, p. 11).

Segundo o TCU:

A economicidade é a minimização dos custos dos recursos utilizados na consecução de uma atividade, sem comprometimento dos padrões de qualidade (ISSAI 3000/1.5, 2004). Refere-se à capacidade de uma instituição

gerir adequadamente os recursos financeiros colocados à sua disposição (BRASIL. Tribunal de Contas da União, 2010, p. 11).

A economicidade analisa apenas os custos dos insumos utilizados, seu foco está na gestão dos recursos financeiros, sem se preocupar com o quanto foi produzido. Cabe a eficiência avaliar a relação entre produtos gerados e insumos utilizados.

Quanto à eficácia, o TCU a define como:

A eficácia é definida como o grau de alcance das metas programadas (bens e serviços) em um determinado período de tempo, independentemente dos custos implicados (COHEN; FRANCO, 1993). O conceito de eficácia diz respeito à capacidade da gestão de cumprir objetivos imediatos, traduzidos em metas de produção ou de atendimento, ou seja, a capacidade de prover bens ou serviços de acordo com o estabelecido no planejamento das ações (BRASIL. Tribunal de Contas da União, 2010, p. 11).

A eficácia não considera os custos incorridos para o alcance das metas. Importante salientar que esta dimensão de desempenho analisa as metas de produção ou atendimento, metas mais imediatas, relacionadas com a entrega de produtos ou atendimentos de serviços.

O TCU define efetividade como:

A efetividade diz respeito ao alcance dos resultados pretendidos, a médio e longo prazo. Refere-se à relação entre os resultados de uma intervenção ou programa, em termos de efeitos sobre a população-alvo (impactos observados), e os objetivos pretendidos (impactos esperados), traduzidos pelos objetivos finalísticos da intervenção. Trata-se de verificar a ocorrência de mudanças na população-alvo que se poderia razoavelmente atribuir às ações do programa avaliado (BRASIL. Tribunal de Contas da União, 2010, p. 11).

A efetividade tem como foco os resultados da ação governamental, as alterações produzidas na realidade e que podem ser atribuídas ao programa, ou seja, é preciso verificar a causalidade entre a intervenção pública e as mudanças quantitativas e qualitativas observadas nas condições de vida do público-alvo. Cohen e Franco (1996, p. 92) diferenciam efeito de impacto. O efeito seria “todo comportamento ou acontecimento que se pode razoavelmente dizer que sofreu influência de algum aspecto do programa ou projeto”. Pode-se diferenciar os efeitos procurados, que são previstos e positivos, dos efeitos não procurados, que podem ser previstos ou não, positivos ou negativos.

Já o impacto é “definido como o resultado dos efeitos de um projeto” (COHEN; FRANCO, 1996, p. 92). Os programas governamentais apresentariam resultados brutos, que seriam as modificações verificadas na população-objetivo após a implementação do projeto. Já os resultados líquidos são as alterações atribuíveis única e exclusivamente ao projeto. O impacto corresponde ao resultado líquido.

O conceito de eficiência é analisado no próximo item.

2.2.5 Eficiência

Segundo o TCU:

A eficiência é definida como a relação entre os produtos (bens e serviços) gerados por uma atividade e os custos dos insumos empregados para produzi-los, em um determinado período de tempo, mantidos os padrões de qualidade. Essa dimensão refere-se ao esforço do processo de transformação de insumos em produtos. Pode ser examinada sob duas perspectivas: minimização do custo total ou dos meios necessários para obter a mesma quantidade e qualidade de produto; ou otimização da combinação de insumos para maximizar o produto quando o gasto total está previamente fixado (BRASIL. Tribunal de Contas da União, 2010, p. 11).

Verifica-se que o foco da eficiência é a relação entre os produtos gerados e os insumos utilizados. Assim, a eficiência é a racionalização no uso dos insumos, ela é alcançada quando os insumos são manipulados de forma adequada para atingir a quantidade de produtos.

Cohen e Franco (1996, p.104) diferenciam a produtividade da eficiência, que “são conceitos semelhantes, dado que relacionam recursos com resultados. Mas a produtividade considera os recursos em unidades físicas (do mesmo modo que o ótimo na análise econômica), enquanto a eficiência traduz os insumos a unidades monetárias”. Verifica-se que os autores consideram a eficiência técnica como produtividade. Neste trabalho, a eficiência será um conceito amplo, que engloba a produtividade.

Como o conceito de eficiência envolve a relação entre dois fatores, pode-se diferenciar a eficiência orientada aos insumos e a orientada aos produtos. A primeira é aquela que considera que é eficiente a unidade decisória que produz determinada quantidade de produto ao menor custo. A segunda considera eficiente a unidade decisória que, com um valor fixo de insumo, gera a maior quantidade de produtos.

Existem diferentes tipos de eficiência (COELLI; RAO; BATTESE, 2005, p. 2):

- a) Eficiência Técnica (*Technical Efficiency*): habilidade em atingir o máximo de produção dado um número de insumos. Não considera o preço dos insumos;
- b) Eficiência de Escala (*Scale Efficiency*): mede o grau em que se consegue otimizar o tamanho de suas operações. Uma firma pode ser muito grande ou muito pequena, resultando em uma perda de produtividade;
- c) Eficiência Alocativa (*Allocative Efficiency*): habilidade em selecionar a combinação adequada de insumos e produtos, dados os preços e a tecnologia disponível. Vai além da eficiência técnica, ao considerar os preços dos insumos.

Bogetoft e Otto (2011, p. 24) utilizam o conceito de “dominância” para descrever o conceito de eficiência dentro de uma análise de *benchmarking*, quando se comparam duas ou mais instituições. Uma firma domina ou é mais eficiente do que outra se não usar mais insumos para produzir não menos produtos e é estritamente melhor em pelo menos uma dimensão. Assim, se a Firma 1 produz dez unidades de produtos com cinco unidades de insumos, a Firma 2 será dominante se produzir dez unidades de produtos com quatro unidades de insumos, ou onze unidades de produtos com cinco unidades de insumos. A dominância permite que se ranquee parcialmente as firmas. Em economia, as firmas eficientes são aquelas que não podem ser dominadas por outras firmas. A DEA é chamada de envoltória porque cria uma fronteira com as firmas que não são dominadas por nenhuma outra, ou seja, que envolvem as demais.

Apesar de o foco da DEA ser na avaliação da eficiência, é preciso destacar que o termo aqui é usado de forma ampla, não apenas no sentido de eficiência produtiva, que envolveria uma relação entre insumos e produtos. A técnica pode ser usada também com indicadores de efetividade, com vistas a avaliar, por exemplo, que universidades apresentariam os maiores impactos na sociedade diante dos custos incorridos.

Ainda nesse sentido, segundo Zhu (2014), é comum considerar a DEA como uma técnica que mede a eficiência de Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units – DMUs*) que usam múltiplos insumos para “**produzir**” múltiplos produtos. Porém, o uso do termo produção pode induzir a um equívoco de se considerar que a DEA estima apenas funções de produção. Ela também pode ser usada para *benchmarking*, utilizando-se medidas de desempenho para estimar não uma fronteira de produção, mas uma fronteira de melhores práticas. Zhu (2014) cita o exemplo de uma pessoa que deseja comprar um *notebook* e considera diversos critérios para sua escolha, como preço, memória RAM, capacidade do HD, vida útil da bateria, peso. Não há transformação de insumos em produtos, mas a DEA pode ser usada para identificar as melhores compras. Algumas variáveis são desejáveis de serem minimizadas, como o preço e o peso, enquanto outras se deseja maximizar, como memória RAM e capacidade do HD. Portanto, ao invés de uma categoria de insumos e uma categoria de produtos, mede-se a razão entre duas categorias com indicadores de desempenho que se deseja minimizados e outros maximizados.

Segundo Zhu (2014), em geral, a DEA minimiza ‘entradas’ (*inputs*) e maximiza ‘saídas’ (*outputs*); em outras palavras, níveis menores do primeiro e níveis maiores do último representam melhor desempenho ou eficiência. Isso pode ser uma regra para classificar as métricas nesses dois títulos. Porém, existem exceções. Por exemplo, poluentes em um processo

produtivo são *outputs*, mas indesejáveis. Para Cooper, Seiford e Tone (2007, p. 367, tradução nossa):

A DEA usualmente assume que produzir mais *outputs* em relação a menos *inputs* é um critério de eficiência. Na presença de *outputs* indesejáveis, porém, tecnologias com mais *outputs* bons (desejáveis) e menos *outputs* ruins (indesejáveis) em relação a menos *inputs* devem ser reconhecidas como eficientes¹⁷.

Outrossim, muitas vezes o objetivo não é a produção maior de determinado *output*, mas sua redução. Esse tipo de produto é comum no setor público: redução de mortes em hospitais, redução no número de casos de dengue, redução no número de acidentes de trânsito, diminuição da criminalidade. Configura-se em outro tipo de “*output* indesejável”, uma vez que o objetivo não é maximizar a quantidade de produtos, mas minimizá-los. Nesses casos, o *output* pode ser tratado como um *input* na DEA, uma vez que o objetivo é de minimização.

Também existem fatores que podem desempenhar o duplo papel de *inputs* e *outputs*. Por exemplo, estudantes de mestrado formados em uma universidade são um *output*, mas o número de estudantes de mestrado que participam como assistentes em projetos de pesquisa é um *input*. Assim, quando alguém desejar avaliar a eficiência relativa de um conjunto de universidades, precisa ter claro qual o propósito da análise.

Em algumas situações, as DMUs podem ter estruturas de dois ou mais estágios, em que o *output* de um processo é *input* de outro processo. Por exemplo, os bancos captam depósitos bancários como o *output* de um primeiro estágio, e estes depósitos são usados para realizar empréstimos, ou seja, são *inputs* do segundo estágio. Existem modelos especializados de DEA que podem lidar com estes tipos de métricas.

Zhu (2014, p. 25) apresenta então a seguinte definição de DEA:

A DEA pode ser vista como uma metodologia de avaliação de múltiplos critérios onde as DMUs são alternativas, e as entradas e saídas da DEA são dois conjuntos de critérios de desempenho onde um conjunto (entradas) deve ser minimizado e as outras (saídas) devem ser maximizadas.

Essa definição busca ampliar o escopo da DEA para além da análise da eficiência produtiva, associando-a com utilização de critérios de desempenho que devem ser maximizados e minimizados, independente de estarem relacionados com um processo produtivo.

¹⁷ No original: *DEA usually assumes that producing more outputs relative to less input resources is a criterion of efficiency. In the presence of undesirable outputs, however, technologies with more good (desirable) outputs and less bad (undesirable) outputs relative to less input resources should be recognized as efficient.*

2.2.6 Benchmarking

A partir da definição de avaliação de Carol Weiss (1998, p.4), verificou-se que um dos seus elementos constitutivos é a existência de padrões de comparação. Para que seja emitido um julgamento de valor quanto ao desempenho de uma pessoa, órgão, empresa, país, é necessário que os resultados alcançados sejam comparados com um padrão de desempenho considerado ideal.

O *benchmarking* surge em virtude da necessidade de se identificar parâmetros para a avaliação de desempenho. Em uma avaliação ideal, o desempenho de uma instituição seria comparado com um modelo hipotético de desempenho ideal, em que a função de produção seria conhecida, assim como os custos mínimos necessários para produzir os bens e serviços. Os custos incorridos pela firma seriam então comparados com o ideal e sua ineficiência poderia ser calculada por (BOGETOFT; OTTO, 2011, p. 7):

$$\text{Ineficiência} = \frac{\text{Custo incorrido} - \text{custo mínimo necessário}}{\text{Custo incorrido}}$$

Bogetoft e Otto (2011, p. 7) chamam essa avaliação de “avaliação racional ideal”: ela é racional por que são especificadas as preferências, tal como o objetivo de redução de custos, e as possibilidades, representadas pela função de custo, buscando-se os melhores meios para se alcançar os objetivos; e é ideal por que se dispõe de todas as informações relevantes. Contudo, nas avaliações típicas, não estão disponíveis as condições de uma avaliação ideal: nem sempre as prioridades são claras e não existem informações completas sobre as possibilidades de produção. Dessa forma, “o *benchmarking* é uma tentativa de aproximação da ideia econômica de uma avaliação racional ideal”¹⁸. (BOGETOFT; OTTO, 2011, p. 8, tradução nossa).

Segundo Bogetoft e Otto (2011, p. 1, tradução nossa), a “avaliação de desempenho relativa ou - usando terminologia moderna - *benchmarking* é a comparação sistemática do desempenho de uma empresa em relação a outras empresas”¹⁹. A ideia é que são comparadas

¹⁸ No original: *benchmarking is an attempt to approximate the economic idea of the rational ideal evaluation.*

¹⁹ No original: *Relative performance evaluations or—using modern terminology—benchmarking is the systematic comparison of the performance of one firm against other firms.*

entidades que transformam os mesmos tipos de insumos nos mesmos tipos de produtos e serviços.

Segundo Zhu (2009, p. 11, tradução nossa):

A avaliação de desempenho e o *benchmarking* são métodos amplamente usados para identificar e adotar as melhores práticas como meio de melhorar o desempenho e aumentar a produtividade, e são particularmente valiosos quando nenhum padrão objetivo ou de engenharia está disponível para definir um desempenho eficiente e eficaz. Por essa razão, o *benchmarking* é frequentemente usado no gerenciamento de operações de serviços, uma vez que os padrões de serviço (*benchmarks*) são mais difíceis de definir do que os padrões de fabricação²⁰.

O *benchmarking* pode ser utilizado em muitas configurações diferentes, tais como comparações de desempenho intra ou interorganizacionais. No primeiro caso compara-se o desempenho de diferentes subunidades dentro da instituição, no segundo comparam-se instituições diferentes. No caso, por exemplo, das universidades, trabalhos de DEA são realizados para comparar cursos dentro de uma mesma universidade, universidades diferentes, cursos de uma mesma área do conhecimento ou ainda sistemas de ensino de diferentes países.

Bogetoft e Otto (2011, p. 2) diferenciam três objetivos do *Benchmarking*: aprendizado, coordenação e motivação. O aprendizado seria o objetivo mais comum na maior parte dos estudos de *benchmarking*, quando se examina a eficiência relativa das firmas em uma indústria, ou entre diferentes indústrias. Segundo os autores, as abordagens não paramétricas, como a DEA, possuem vantagens nestes casos, pois as instituições dominantes (ou pares) fornecem informações concretas e valiosas para definição de metas de melhoria de desempenho. Ademais, as possíveis decomposições da eficiência geral podem apontar para formas mais específicas de melhorar a eficiência, tais como alterar a escala de operação ou o *mix* dos recursos usados se a eficiência de escala ou alocativa for baixa.

Já a coordenação é um objetivo em estudos que visam a alocação de tarefas e a reestruturação de firmas e indústrias, fazendo com que as instituições certas estejam gerando os produtos certos no tempo e local certos.

Por fim, a motivação é outra aplicação do *benchmarking*, voltada para a provisão de incentivos. Ao definir o desempenho de um empregado, de um gerente ou de uma firma mais precisamente, é possível estabelecer melhor os incentivos. O *benchmarking* poderia reduzir

²⁰ No original: *Performance evaluation and benchmarking are a widely used method to identify and adopt best practices as a means to improve performance and increase productivity, and are particularly valuable when no objective or engineered standard is available to define efficient and effective performance. For this reason, benchmarking is often used in managing service operations, because service standards (benchmarks) are more difficult to define than manufacturing standards.*

problemas relacionados aos incentivos apontados pela Teoria da Agência. Tais problemas são relacionados com a assimetria de informação – em que o agente dispõe de um conjunto de possíveis comportamentos a adotar, suas ações afetam o bem-estar entre as partes e dificilmente são observáveis pelo principal. De um lado, estão os problemas pré-contratuais, como a seleção adversa, quando são selecionados os agentes com maior risco; do outro lado estão os problemas pós-contratuais, como o risco moral, quando uma das partes envolvidas em um contrato não dispõe de condições ou mecanismos para monitorar as ações e as atitudes da outra parte envolvida, que pode ter um comportamento de risco. Segundo Bogetoft e Otto (2011, p. 5, tradução nossa);

O *benchmarking* pode limitar esses dois problemas de incentivo. A seleção adversa pode ser limitada pela coleta de informações sobre o tipo de um agente a partir do comportamento passado. O risco moral pode ser limitado por avaliações de desempenho relativo, ou seja, anunciando previamente que os pagamentos baseados no desempenho no próximo período dependerão do resultado de um estudo de *benchmarking* a ser feito posteriormente²¹.

Análises de *benchmarking* modernas utilizam de forma crescente métodos de “boas práticas” ou análises de fronteira. Busca-se modelar a fronteira da tecnologia em vez de modelar o uso médio das possibilidades tecnológicas. Coelli, Rao e Battese (2005, p. 6) afirmam que são quatro os principais métodos de análise da eficiência e produtividade:

- a) Modelos econométricos de mínimos quadrados de produção;
- b) Produtividade Total dos Fatores (TFP – *Total Factor Productivity*);
- c) Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*);
- d) Análise de Fronteira Estocástica (SFA – *Stochastic Frontier Analysis*).

Os dois primeiros métodos são normalmente aplicados com séries de tempo agregadas e demonstram medidas de mudanças técnicas e/ou produtividade total de fatores. Ambos os métodos assumem que todas as firmas são tecnicamente eficientes. Os métodos *c* e *d* são aplicáveis geralmente a dados de uma amostra de DMUs (em um ponto determinado no tempo) e disponibilizam medidas de eficiência relativa entre essas DMUs. Outra distinção é que os métodos *a* e *b* são paramétricos e os métodos *b* e *c* são não-paramétricos.

²¹ No original: *Benchmarking can limit both of these incentive problems. Adverse selection can be limited by extracting information about an agent's type from past behavior. Moral hazard can be limited by relative performance evaluations, i.e. by announcing ex ante that performance based payments in the coming period will depend on the outcome of a benchmarking study to be done ex post.*

Bogetoft e Otto (2011, p. 17) também diferenciam os modelos entre os estocásticos e os determinísticos. Nos primeiros, faz-se uma permissão *a priori* para o fato de que as observações individuais podem ser afetadas pelo ruído aleatório, e tenta-se identificar a estrutura média subjacente despida do impacto dos elementos aleatórios. Em modelos determinísticos, o possível ruído é suprimido e considera-se que qualquer variação nos dados contém informações significativas sobre a eficiência das empresas e a forma da tecnologia. A DEA é um modelo determinístico. Para os autores, os métodos estocásticos teriam a vantagem de lidar melhor com o ruído nos dados e serem menos sensíveis a variações aleatórias. Porém, isto ocorre a um custo maior, uma vez que a tarefa de estimativa se torna maior, é necessária uma quantidade maior de dados e ainda não é possível evitar uma série de fortes suposições sobre as distribuições dos termos de ruído.

Para Zhu (2009, p. 131, tradução nossa):

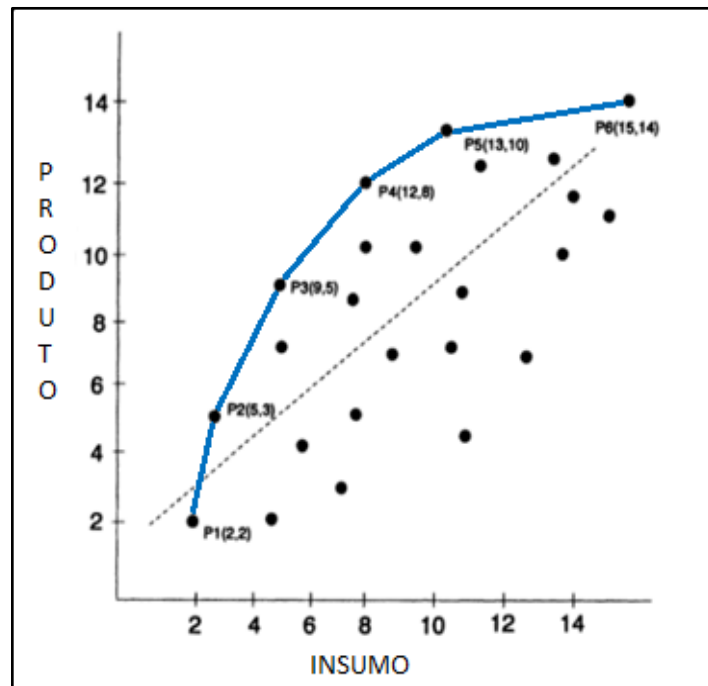
O *benchmarking* é um processo de definição de medidas válidas de comparação de desempenho entre DMUs pares, usando-as para determinar as posições relativas das DMUs pares e, finalmente, estabelecer um padrão de excelência. Nesse sentido, a DEA pode ser considerada como uma ferramenta de *benchmarking*, porque a fronteira identificada pode ser considerada como um padrão empírico de excelência²².

A DEA é aplicada sobre os dados de forma a construir uma fronteira de eficiência, formada pelas DMUs mais eficientes, ou seja, com a melhor relação entre saídas e entradas, definindo então a posição das demais instituições em relação a essa fronteira. Ela se chama envoltória porque a fronteira é criada de forma a envolver todas as DMUs, ou seja, nenhuma unidade pode ficar além da curva. Charnes et al. (1994, p. 5), apresentam o gráfico ilustrado na Figura 2 para comparar a DEA com a regressão linear.

A linha tracejada representa a regressão linear. Nesse método, seriam eficientes as DMUs localizadas acima da linha e ineficientes as localizadas abaixo, com a eficiência sendo medida pela distância até a linha. Já a DEA constrói a fronteira com todas as DMUs que envolvem as demais. Ainda que a DMU P1 esteja localizada abaixo da linha de regressão, na DEA ela será eficiente, pois com aquela quantidade de insumos, ela é a que produz mais.

²² No original: *Benchmarking is a process of defining valid measures of performance comparison among peer DMUs, using them to determine the relative positions of the peer DMUs and, ultimately, establishing a standard of excellence. In that sense, DEA can be regarded as a benchmarking tool, because the frontier identified can be regarded as an empirical standard of excellence.*

Figura 2 - Comparação entre DEA e regressão linear



Fonte: Charnes *et al.* (1994, p. 5).

A DEA apresenta como vantagem o fato de ser não paramétrica, ou seja, não depende do conhecimento prévio da função de produção e dos parâmetros da população, como média e desvio padrão. Segundo Charnes *et al.* (1994, p. 4), a abordagem paramétrica otimiza um plano de regressão simples a partir dos dados, enquanto a DEA otimiza em cada observação individualmente com o objetivo de calcular uma fronteira distinta determinada pelo conjunto de DMUs pareto-eficientes²³. Para os autores, nas análises paramétricas, assume-se que uma única equação de regressão otimizada é aplicável a cada DMU. Já a DEA otimiza a medida de desempenho de cada DMU individualmente, o que resulta em um entendimento sobre cada uma delas ao invés de uma representação de uma DMU média “mítica” (CHARNES *et al.*, 1994, p. 4). Assim, o foco da DEA estaria nas observações individuais.

2.3 AVALIAÇÃO NA EDUCAÇÃO SUPERIOR

A avaliação é um dos pilares dos sistemas de educação. Um dos princípios constitucionais é o da garantia de um padrão de qualidade, e a LDB estabelece que cabe à União

²³ A eficiência, segundo Vilfredo Pareto, é o estado de alocação de recursos em que é impossível realocá-los tal que a situação de qualquer participante seja melhorada sem piorar a situação individual de outro participante

“assegurar processo nacional de avaliação do rendimento escolar no ensino fundamental, médio e superior, em colaboração com os sistemas de ensino, objetivando a definição de prioridades e a melhoria da qualidade do ensino” (art. 9º, inc. VI) (BRASIL, 1996). Por conseguinte, a avaliação tem um papel essencial na melhoria da qualidade. Mais especificamente em relação ao ensino superior, o mesmo art. 9º coloca como competência da União “assegurar processo nacional de avaliação das instituições de educação superior, com a cooperação dos sistemas que tiverem responsabilidade sobre este nível de ensino” (BRASIL, 1996). A LDB ainda estabelece que a renovação da autorização e reconhecimento dos cursos, bem como credenciamento das instituições de ensino superior, deverá ocorrer após processo regular de avaliação.

O primeiro instrumento de avaliação do ensino superior no Brasil foi o Exame Nacional de Cursos (ENC), conhecido como “Provão”, que vigeu entre 1996 e 2003. Em 2004, foi instituído o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), por meio da Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004, com o “objetivo de assegurar processo nacional de avaliação das instituições de educação superior, dos cursos de graduação e do desempenho acadêmico de seus estudantes” (art. 1º) (BRASIL, 2004). A Lei dispõe sobre as finalidades do Sinaes:

§ 1º O SINAES tem por finalidades a melhoria da qualidade da educação superior, a orientação da expansão da sua oferta, o aumento permanente da sua eficácia institucional e efetividade acadêmica e social e, especialmente, a promoção do aprofundamento dos compromissos e responsabilidades sociais das instituições de educação superior, por meio da valorização de sua missão pública, da promoção dos valores democráticos, do respeito à diferença e à diversidade, da afirmação da autonomia e da identidade institucional. (BRASIL, 2004).

Ficou estabelecido que a “avaliação das instituições de educação superior terá por objetivo identificar o seu perfil e o significado de sua atuação, por meio de suas atividades, cursos, programas, projetos e setores, considerando as diferentes dimensões institucionais” (BRASIL, 2004). Aqui a legislação já demonstra a importância de a avaliação considerar múltiplas dimensões, uma vez que o ensino superior é uma atividade complexa.

Além disso, a Lei nº 10.861/2004 define que a “avaliação dos cursos de graduação tem por objetivo identificar as condições de ensino oferecidas aos estudantes, em especial as relativas ao perfil do corpo docente, às instalações físicas e à organização didático-pedagógica” (art. 4º) (BRASIL, 2004). Verifica-se tanto nas dimensões a serem incluídas quanto no seu objetivo que o foco da avaliação está nos meios utilizados pelas instituições de ensino superior. O foco nos resultados está na avaliação do desempenho dos estudantes, realizada mediante o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade). Segundo a Lei (BRASIL, 2004), o Enade deve avaliar

o desempenho dos estudantes em relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares do respectivo curso de graduação, suas habilidades para ajustamento às exigências decorrentes da evolução do conhecimento e suas competências para compreender temas exteriores ao âmbito específico de sua profissão, ligados à realidade brasileira e mundial e a outras áreas do conhecimento.

Tanto a avaliação das instituições quanto dos cursos de graduação e dos estudantes resultam na atribuição de conceitos ordenados em uma escala com cinco níveis, de 1 a 5, em variável discreta²⁴, sendo 5 o valor máximo e 1 o valor mínimo. Em regra, conceitos maiores iguais ou superiores a 3 são considerados de qualidade satisfatória.

O Sinaes estabelece que o resultado das avaliações irá constituir referencial básico dos processos de regulação e supervisão da educação superior. Assim, prevê-se que os cursos sejam avaliados periodicamente, e os cursos de educação superior passam por três tipos de avaliação: para autorização, para reconhecimento e para renovação de reconhecimento.

Na autorização, a avaliação é feita quando uma instituição pede autorização ao MEC para abrir um novo curso. Ela é feita por dois avaliadores, sorteados entre os cadastrados no Banco Nacional de Avaliadores (BASis). São aplicados os instrumentos para avaliação *in loco*, documento que orienta os avaliadores com os parâmetros a serem utilizados. São avaliadas as três dimensões do curso quanto à adequação ao projeto proposto: a organização didático-pedagógica; o corpo docente e técnico-administrativo e as instalações físicas.

No caso de reconhecimento, a instituição deve solicitá-lo quando a primeira turma do curso novo entra na segunda metade do curso. Realiza-se, então, uma segunda avaliação para verificar o cumprimento do projeto apresentado para autorização. Essa avaliação também é feita segundo instrumento próprio, por comissão de dois avaliadores do BASis. São avaliados a organização didático-pedagógica, o corpo docente, discente, técnico-administrativo e as instalações físicas.

A avaliação para renovação de reconhecimento é feita de acordo com o Ciclo do Sinaes, ou seja, a cada três anos. É calculado o Conceito Preliminar do Curso (CPC) e aqueles cursos que tiverem conceito preliminar 1 ou 2 serão avaliados *in loco* por dois avaliadores ao longo de dois dias. Os cursos que não fazem Enade, obrigatoriamente terão visita *in loco* para este ato autorizado.

O Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017, dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação das instituições de educação superior e dos cursos

²⁴ As variáveis quantitativas podem ser classificadas como discretas ou contínuas. Variáveis discretas são variáveis numéricas que têm um número contável de valores entre quaisquer dois valores. Variáveis contínuas são variáveis numéricas que têm um número infinito de valores entre dois valores quaisquer.

superiores de graduação e de pós-graduação no sistema federal de ensino. Segundo a norma, o Sinaes abrange quatro processos de avaliação (art. 80) (BRASIL, 2017):

- a) avaliação interna das Instituições de Ensino Superior (IES);
- b) avaliação externa *in loco* das IES, realizada pelo Inep;
- c) avaliação dos cursos de graduação; e
- d) avaliação do desempenho acadêmico dos estudantes de cursos de graduação por meio do Enade.

Além da avaliação dos cursos para autorização e reconhecimento, também é realizada a avaliação das instituições. A cada ciclo avaliativo, que é de cinco anos, a instituição de ensino é avaliada *in loco*. Os avaliadores, orientados pelo Índice Geral de Cursos das instituições a cada ano, atribuem um Conceito Institucional, considerando também os elementos da visita. A Avaliação Institucional é composta pela autoavaliação ou avaliação interna (coordenada por comissão própria de avaliação de cada instituição) e pela avaliação externa, realizada pelas comissões designadas pelo Inep.

2.3.1 Indicadores de Qualidade da Educação Superior

A responsabilidade pela realização da avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes é do Inep. O Decreto nº 9.235/2017 define algumas competências para o Inep, entre as quais “conceber, planejar, coordenar, operacionalizar e avaliar (...) os indicadores referentes à educação superior decorrentes de exames e insumos provenientes de bases de dados oficiais, em consonância com a legislação vigente” (art. 7º, inc. II, ‘a’) (BRASIL, 2017).

A Portaria Inep nº 515/2018 definiu os indicadores de qualidade da educação superior referentes ao exercício de 2017 (art. 2º) (INEP, 2018c):

- a) Conceito Enade;
- b) Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD);
- c) Conceito Preliminar de Curso (CPC); e
- d) Índice Geral de Cursos Avaliados da Instituição (IGC)

2.3.1.1 Conceito Enade

A metodologia do Conceito Enade é apresentada na Nota Técnica Inep nº 16/2018. O Cálculo do indicador leva em consideração as seguintes informações (INEP, 2018d, p. 1):

- a) o número de estudantes concluintes participantes com resultados válidos;
- b) o desempenho dos estudantes participantes na parte de Formação Geral (FG);
- c) o desempenho dos estudantes participantes na parte de Componente Específico (CE) do exame.

Para que um curso tenha o Conceito Enade calculado, é preciso que ele possua ao menos dois estudantes concluintes participantes do exame. Todas as medidas originais, referentes ao Conceito Enade, são padronizadas e reescaladas para assumirem valores de 0 a 5, na forma de variáveis contínuas. A Nota dos Concluintes no Enade do curso de graduação é a média ponderada das notas padronizadas do respectivo curso de graduação em FG e CE, sendo 25% o peso da Formação Geral e 75% o peso do Componente Específico da nota final. O Conceito Enade é uma variável discreta que assume valores de 1 a 5, resultante da conversão da Nota dos Concluintes no Enade do curso de graduação.

2.3.1.2 Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD)

O IDD é regulado pela Nota Técnica Inep nº 17/2018. Trata-se de um “indicador de qualidade que mede o valor agregado pelo curso de graduação ao desenvolvimento dos estudantes concluintes” (BRASIL, 2018e, p. 1). Busca-se avaliar a efetiva contribuição do curso no desenvolvimento de competências, pois se entende que o desempenho dos estudantes concluintes no Enade não pode ser explicado exclusivamente pela atuação da instituição de ensino, seja na qualidade de sua infraestrutura, seja na qualificação de seu corpo docente. Parte desse desempenho está relacionado também com o perfil dos estudantes ao ingressarem na graduação, ou seja, alunos que trazem uma bagagem maior do ensino médio partiriam de um patamar superior. Segundo a Nota Técnica (BRASIL, 2018e, p. 2):

Conceitualmente, os fatores que determinam o desempenho dos concluintes de cursos de graduação podem estar relacionados a:

- a) características de desenvolvimento do estudante concluinte ao ingressar na Educação Superior;
- b) qualidade das condições do processo formativo oferecido pelos cursos; e

c) outros elementos que afetam o desempenho do estudante concluinte, captados por um termo de erro.

Assim sendo, o desempenho de cada estudante concluinte no Enade poderia ser decomposto em função dos referidos três aspectos, como mostra a equação 1.

$$C = I + Q + \mathcal{E}$$

Onde:

C é o desempenho observado do estudante concluinte;

I é a parte do desempenho do estudante concluinte decorrente de suas características quando ingressante no curso;

Q é a parte do desempenho do estudante concluinte decorrente da qualidade das condições de oferta do processo formativo do curso; e

\mathcal{E} é o termo de erro, com a hipótese usual de que $E[\mathcal{E} | I, Q] = 0$.

Partindo-se dos fatores que determinam o desempenho dos concluintes, o IDD poderia ser expresso pela equação 2:

$$IDD = C - \hat{I}$$

Em que:

IDD é a estimativa da parte do desempenho do estudante concluinte decorrente da qualidade das condições de oferta do processo formativo do curso;

C é o desempenho observado do estudante concluinte; e

\hat{I} é a estimativa da parte do desempenho do estudante concluinte decorrente de suas características quando ingressante no curso.

Para a identificação do desempenho decorrente das características do estudante quando ele ingressou no curso, são utilizados os resultados dos estudantes no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), recuperados a partir do número do CPF dos estudantes.

O indicador é uma variável discreta que assume valores de 1 a 5. Para que um curso tenha seu IDD calculado, são definidas algumas condições (INEP, 2018e, p. 1):

- a) Possuir no mínimo dois estudantes participantes do Enade com dados recuperados da base de dados do Enem no período entre o ano de ingresso no curso avaliado e os três anos anteriores;
- b) Atingir 20% do total de estudantes participantes do Enade com dados recuperados da base de dados do Enem

2.3.1.3 Conceito Preliminar de Curso (CPC)

O Conceito Preliminar de Curso (CPC) é regulado pela Portaria Normativa MEC nº 4, de 5 de agosto de 2008. O cálculo do CPC ocorre no ano seguinte ao da realização do Enade, com base na avaliação de desempenho de estudantes, no valor agregado pelo processo formativo e em insumos referentes às condições de oferta – corpo docente, infraestrutura e recursos didático-pedagógicos. O CPC consiste em uma variável discreta definida de 1 a 5.

Segundo a norma (BRASIL, 2008), “considera-se conceito preliminar satisfatório o igual ou superior a três” (art. 2º, §1º).

A Nota Técnica Inep nº 38/2017 apresenta a metodologia do CPC. Trata-se de um “indicador de qualidade que combina, em uma única medida, diferentes aspectos relativos aos cursos de graduação” (INEP, 2017a, p. 1). A condição para que um curso tenha o CPC calculado é que ele possua no mínimo dois estudantes concluintes participantes do Enade. Seu cálculo é feito a partir de oito componentes, agrupados em quatro dimensões (INEP, 2017a, p. 3):

- a) Desempenho dos estudantes: mensurado a partir das notas dos estudantes concluintes no Enade;
- b) Valor agregado pelo processo formativo oferecido pelo curso: mensurado a partir dos valores do IDD;
- c) Corpo docente: baseado em informações do Censo da Educação Superior sobre a titulação e o regime de trabalho dos docentes vinculados aos cursos avaliados;
- d) Condições oferecidas para o desenvolvimento do processo formativo: percepção discente obtida por meio de informações relativas à organização didático-pedagógica, à infraestrutura e instalações físicas e às oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional.

2.3.1.4 Índice Geral de Cursos Avaliados da Instituição (IGC)

O IGC é regulado pela Nota Técnica Inep nº 39/2017. O indicador corresponde a uma média ponderada entre as notas do CPC e do Conceito Capes dos cursos e programas de pós-graduação *stricto sensu* das instituições. A ponderação é feita pelo número de matrículas nos cursos. A condição para que uma instituição de ensino superior tenha seu IGC calculado é que ela possua ao menos um curso com concluintes inscritos no Enade no triênio de referência e é preciso que tenha sido possível calcular o CPC desse curso (INEP, 2017b).

2.3.1.5 Conceito Capes

No caso da Pós-Graduação *stricto sensu*, a sua avaliação é de responsabilidade da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), conforme a Portaria MEC nº 321, de 5 de abril de 2018 (BRASIL, 2018a):

A Portaria Capes nº 59, de 21 de março 2017, dispõe sobre o Regulamento da Avaliação Quadrienal. Os programas avaliados recebem uma nota final na escala de 1 a 7,

baseada em conceitos atribuídos (Muito Bom, Bom, Regular, Fraco e Insuficiente) a cada item da Ficha de Avaliação. A nota 3 corresponde ao padrão mínimo de qualidade para a recomendação do programa ao Conselho Nacional de Educação (CNE) e consequente permanência no Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG). As notas 6 e 7 serão reservadas exclusivamente para os programas com doutorado que obtiveram nota 5 e conceitos “Muito Bom” em todos os quesitos da ficha de avaliação e que atendam, necessariamente, às seguintes condições (CAPES, 2017a):

- a) Desempenho equivalente ao dos centros internacionais de excelência na área;
- b) Nível de desempenho diferenciado em relação aos demais programas da área no que se refere à formação de doutores e à produção intelectual;
- c) Solidariedade com programas não consolidados ou com países que apresentam menor desenvolvimento na área;
- d) Nucleação de novos programas no país ou no exterior.

A avaliação ocorre em cinco quesitos, que abrangem tanto aspectos relacionados com os *inputs*, como a infraestrutura e a qualificação do corpo docente, quanto aspectos relacionados com os *outputs*, como quantidade de teses e dissertações defendidas, publicações qualificadas, produção de patentes, inserção social etc. Os quesitos da avaliação são:

Tabela 2 - Quesitos da avaliação dos programas de pós-graduação pela Capes

(Continua)

Quesitos	Peso
1 – Proposta do Programa	
1.1. Coerência, consistência, abrangência e atualização das áreas de concentração, linhas de pesquisa, projetos em andamento e proposta curricular.	$1.1 + 1.2 \geq a 60\%$
1.2. Planejamento do programa com vistas a seu desenvolvimento futuro, contemplando os desafios internacionais da área na produção do conhecimento, seus propósitos na melhor formação de seus alunos, suas metas quanto à inserção social mais rica dos seus egressos, conforme os parâmetros da área.	$1.1 + 1.2 \geq a 60\%$
1.3. Infraestrutura para ensino, pesquisa e, se for o caso, extensão.	$1.3 \geq a 5\%$
2 – Corpo Docente	
10, 15 ou 20%	
2.1. Perfil do corpo docente, consideradas titulação, diversificação na origem de formação, aprimoramento e experiência, e sua compatibilidade e adequação à Proposta do Programa	$2.1 \geq a 10\%$
2.2. Adequação e dedicação dos docentes permanentes em relação às atividades de pesquisa e de formação do programa.	$2.2 \geq a 20\%$ $(2.2 + 2.3 \geq a 60\%)$

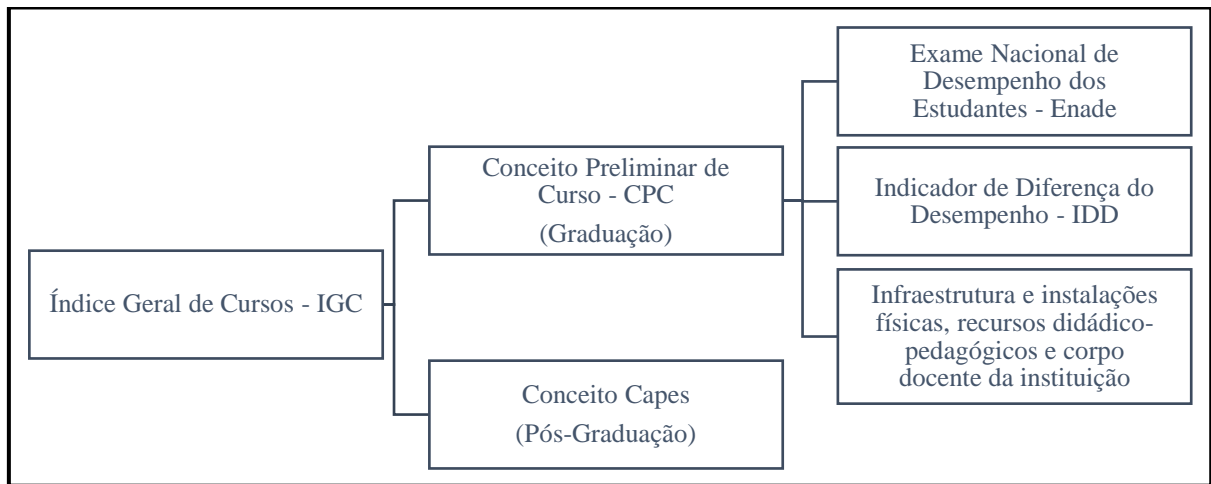
Tabela 2 - Quesitos da avaliação dos programas de pós-graduação pela Capes

(Conclusão)	
Quesitos	Peso
2.3. Distribuição das atividades de pesquisa e de formação entre os docentes do programa.	$2.3 \geq a 30\%$ $(2.2 + 2.3 \geq a 60\%)$
2.4. Contribuição dos docentes para atividades de ensino e/ou de pesquisa na graduação, com atenção tanto à repercussão que este item pode ter na formação de futuros ingressantes na PG, quanto (conforme a área) na formação de profissionais mais capacitados no plano da graduação.	$2.4 \geq a 10\%$
3 – Corpo Discente, Teses e Dissertações	30 ou 35%
3.1. Quantidade de teses e dissertações defendidas no período de avaliação, em relação ao corpo docente permanente e à dimensão do corpo discente.	$3.1 + 3.2 + 3.4 \geq a 40\%$ $(3.1 \geq a 10\%)$
3.2. Distribuição das orientações das teses e dissertações defendidas no período de avaliação em relação aos docentes do programa.	$3.1 + 3.2 + 3.4 \geq a 40\%$ $(3.2 \geq a 10\%)$
3.3. Qualidade das Teses e Dissertações e da produção de discentes autores da pós-graduação e da graduação (no caso de IES com curso de graduação na área) na produção científica do programa, aferida por publicações e outros indicadores pertinentes à área.	$\geq a 30\%$
3.4. Eficiência do Programa na formação de mestres e doutores bolsistas: Tempo de formação de mestres e doutores e percentual de bolsistas titulados.	$3.1 + 3.2 + 3.4 \geq a 40\%$
4 – Produção Intelectual	35 ou 40%
4.1. Publicações qualificadas do Programa por docente permanente	$4.1 + 4.4 \geq a 40$
4.2. Distribuição de publicações qualificadas em relação ao corpo docente permanente do Programa.	$4.2 \geq a 30$
4.3. Produção técnica, patentes e outras produções consideradas relevantes.	$4.3 \geq a 5$
4.4. Produção Artística, nas áreas em que tal tipo de produção for pertinente.	$4.1 + 4.4 \geq a 40$ $(4.1 \geq a 4.4)$
5 – Inserção Social	10, 15 ou 20%
5.1. Inserção e impacto regional e (ou) nacional do programa.	$5.1 \geq a 15\%$
5.2. Integração e cooperação com outros programas e centros de pesquisa e desenvolvimento profissional relacionados à área de conhecimento do programa, com vistas ao desenvolvimento da pesquisa e da pós-graduação.	$5.2 \geq a 20\%$
5.3 - Visibilidade ou transparência dada pelo programa a sua atuação	15 a 20%

Fonte: Portaria Capes nº 59/2017 (CAPES, 2017a).

Conforme se depreende do marco normativo e das notas técnicas que definem a metodologia de cálculo dos indicadores de desempenho da educação superior instituídos no bojo do Sinaes, parte-se dos resultados do Enade, em conjunto com os resultados do IDD e com dados do Censo da Educação Superior, para a formação do CPC. Subsequentemente, da associação dos resultados do CPC e do Conceito Capes, forma-se o IGC. Essa composição é assim ilustrada por Nora (2014, p. 38):

Figura 3 - Síntese da composição do Índice Geral de Cursos (IGC)



Fonte: Nora (2014, p. 38).

2.3.2 Ensino Superior e Eficiência

Apesar da importância da avaliação da educação superior no país, a legislação pouco dispõe sobre a eficiência como uma dimensão a ser avaliada, enquanto a CF88 estabelece a eficiência como um dos cinco princípios da administração pública (art. 37). A atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei nº 9.394/1996 revogou a anterior, Lei 4.024/1961, exceto os art. 6º ao 9º. Estes dispositivos estão inseridos no “Título IV – Da Administração do Ensino” e tratam, com redação dada pela Lei 9.131/1995, das instâncias federais como o Ministério da Educação e o Conselho Nacional de Educação. O art. 9º dispõe sobre as competências das Câmaras de Educação Básica e Educação Superior, sendo que a esta última cabe:

e) deliberar sobre as normas a serem seguidas pelo Poder Executivo para o credenciamento, o credenciamento periódico e o descredenciamento de instituições de ensino superior integrantes do Sistema Federal de Ensino, bem assim a suspensão de prerrogativas de autonomia das instituições que dessas gozem, no caso de desempenho insuficiente de seus cursos no Exame Nacional de Cursos e nas demais avaliações conduzidas pelo Ministério da Educação (BRASIL, 1996).

Portanto, a norma aborda o descredenciamento de instituições de ensino superior em virtude de desempenho insuficiente. Esta alínea “e” foi regulada pelo art. 3º da Lei nº 9.131/1995, que dispunha que caberia ao MEC “realizar avaliações periódicas das instituições e dos cursos de nível superior, fazendo uso de procedimentos e critérios abrangentes dos diversos fatores que determinam **a qualidade e a eficiência** das atividades de ensino, pesquisa e extensão” [grifo nosso]. Portanto, a norma definia dois grupos de critérios de avaliação da

educação superior pelo MEC: qualidade e eficiência. Estes mesmos dois grupos são apontados por Belloni (2000, p. 30), segundo o qual a literatura não segue um padrão uniforme de definições de conteúdo quanto aos critérios de avaliação, mas estabelece duas grandes referências:

- a) Qualidade Institucional: um conjunto de critérios substantivos, como qualidade, pertinência, relevância, eficácia social, importância e utilidade, que se referem a compromissos institucionais ante as necessidades políticas e culturais da sociedade;
- b) Desempenho Organizacional: um conjunto de critérios instrumentais, como produtividade, eficiência, eficácia e efetividade, que se referem a objetivos e processos internos à instituição.

Porém, o art. 3º da Lei nº 9.131/1995 foi revogado pela Lei nº 10.861/2004, que instituiu o Sinaes. Esta norma define entre as finalidades do Sinaes a melhoria da qualidade da educação superior, a orientação da expansão de sua oferta o aumento permanente de sua eficácia institucional e efetividade acadêmica e social. Portanto, a lei aborda a qualidade, a eficácia e a efetividade, mas não a eficiência.

A Lei nº 10.861/2004 ainda estabelece as dimensões institucionais que devem constar da avaliação das instituições de ensino superior (BRASIL, 2004):

- a) A missão e o plano de desenvolvimento institucional;
- b) A política para o ensino, a pesquisa, a pós-graduação, a extensão e as respectivas formas de operacionalização, incluídos os procedimentos para estímulo à produção acadêmica, as bolsas de pesquisa, de monitoria e demais modalidades;
- c) A responsabilidade social da instituição, considerada especialmente no que se refere à sua contribuição em relação à inclusão social, ao desenvolvimento econômico e social, à defesa do meio ambiente, da memória cultural, da produção artística e do patrimônio cultural;
- d) A comunicação com a sociedade;
- e) As políticas de pessoal, as carreiras do corpo docente e do corpo técnico-administrativo, seu aperfeiçoamento, desenvolvimento profissional e suas condições de trabalho;

- f) Organização e gestão da instituição, especialmente o funcionamento e representatividade dos colegiados, sua independência e autonomia na relação com a mantenedora, e a participação dos segmentos da comunidade universitária nos processos decisórios;
- g) Infraestrutura física, especialmente a de ensino e de pesquisa, biblioteca, recursos de informação e comunicação;
- h) Planejamento e avaliação, especialmente os processos, resultados e eficácia da autoavaliação institucional;
- i) Políticas de atendimento aos estudantes;
- j) Sustentabilidade financeira, tendo em vista o significado social da continuidade dos compromissos na oferta da educação superior.

Verifica-se que a norma pouco aborda aspectos relacionados a custos e insumos, exceto no item *j* que menciona a sustentabilidade financeira.

A manutenção e o desenvolvimento das universidades federais cabem à União (art. 55 da LDB), por meio de recursos do Orçamento Geral da União (OGU). Assim, a dotação orçamentária anual das Ifes é definida, grosso modo, pela mesma sistemática incremental ou inercial que define a maior parcela do OGU, ou seja, os recursos a serem destinados em um determinado exercício consideram, mormente, os recursos do ano anterior. Na distribuição do todo entre as Ifes, entretanto, há distinção entre os recursos destinados a pagamento de pessoal (despesas vinculadas) e os recursos de manutenção e investimentos (despesas não obrigatórias).

Na distribuição dos recursos de manutenção e investimentos vigora, desde os anos 1990, internamente ao MEC, um modelo matricial, pactuado entre o Ministério e a Andifes, conhecido como “Matriz de Alocação de Recursos de Outros Custeio e Capital” (Matriz OCC). Considerando que a garantia da efetiva autonomia universitária passa, necessariamente, pela autonomia da gestão orçamentário-financeira, esse modelo buscou deixar objetivas as regras de distribuição orçamentária, permitindo previsão e planejamento às instituições.

Essa sistemática foi contemplada no art. 4º do Decreto nº 7.233, de 19 de julho de 2010, que dispõe sobre procedimentos orçamentários e financeiros relacionados à autonomia universitária. A norma estabelece que os parâmetros a serem utilizados na elaboração da matriz devem levar em consideração os seguintes critérios (BRASIL, 2010):

- a) O número de matrículas e a quantidade de alunos ingressantes e concluintes na graduação e na pós-graduação em cada período;

- b) A oferta de cursos de graduação e pós-graduação em diferentes áreas do conhecimento;
- c) A produção institucionalizada de conhecimento científico, tecnológico, cultural e artístico, reconhecida nacional ou internacionalmente;
- d) O número de registro e comercialização de patentes;
- e) A relação entre o número de alunos e o número de docentes na graduação e na pós-graduação;
- f) Os resultados da avaliação pelo Sinaes;
- g) A existência de programas de mestrado e doutorado, bem como respectivos resultados da avaliação pela Capes; e
- h) A existência de programas institucionalizados de extensão, com indicadores de monitoramento.

Verifica-se que a norma procura definir critérios de alocação de recursos baseados não apenas na quantidade de alunos, mas também no desempenho das instituições, como a produção de conhecimento científico, o registro e a comercialização de patentes e os resultados da avaliação do ensino superior.

A Portaria MEC nº 651, de 24 de julho de 2013, que institucionalizou a Matriz OCC no âmbito do Ministério, previu que (BRASIL, 2013):

Art. 3º A composição da Matriz OCC terá como base o número de alunos equivalentes de cada universidade, calculado a partir dos indicadores relativos ao número de alunos matriculados e concluintes da graduação e pós-graduação de cada universidade federal, bem como, entre outros, o indicador de eficiência/eficácia RAP (relação aluno professor) e os indicadores de qualidade dos cursos de graduação e pós-graduação baseados em sistemas de informação do Ministério da Educação.

Segundo o Anexo da Portaria, a distribuição dos recursos é baseada em uma equação cujas parcelas constituintes forneçam uma medida do tamanho da instituição, mensurado em termos de alunos equivalentes, e da eficiência/eficácia da universidade, medida em termos da relação aluno equivalente e professor equivalente, e da qualidade dos cursos ofertados, mensurada com base nos conceitos constantes das bases de dados do Inep e da Capes.

A fórmula que estabelece a participação de cada universidade no total de recursos da Matriz OCC foi definida no Anexo da Portaria (BRASIL, 2013):

$$PART^i = h_1 \times (PTAE^i) + h_2 \times (EQR^i)$$

Em que:

$PART^i$ = participação da universidade i

$PTAE^i$ = parâmetro que mede a participação de cada uma das Ifes no total de alunos equivalentes do conjunto das Ifes.

EQR^i = parâmetro que mede a eficiência e qualidade acadêmico-científica relativa de cada uma das Ifes em relação ao conjunto total das Ifes.

$h_1 > 0$, $h_2 > 0$ e $h_1 + h_2 = 1$

Os valores de h_1 e h_2 são definidos pela comissão paritária encarregada de elaborar a matriz. Nos últimos exercícios, h_1 tem recebido o valor de 0,9 e h_2 o valor de 0,1, ou seja, os parâmetros de eficiência/eficácia e qualidade dos cursos correspondem a apenas 10% do cálculo do valor a ser distribuído. Além disso, a eficiência é restrita a relação entre o número de alunos equivalentes e de professores equivalentes.

Verifica-se, portanto, pouca atenção da legislação para uma das principais dimensões do desempenho nos processos de avaliação, que é a eficiência. Esta dimensão ganha ainda mais relevância em um contexto de restrição orçamentária e aumento das demandas da sociedade por maior oferta de vagas e qualidade do ensino. Por conseguinte, mostra-se necessário o desenvolvimento de técnicas voltadas para a avaliação da eficiência e que considerem as especificidades do ensino superior público federal, como a Análise Envoltória de Dados.

3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

A Análise Envoltória de Dados (DEA) foi proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), após Eduardo Rhodes se deparar com a necessidade de avaliar o Programa *Follow Through*, nos Estados Unidos, um programa de educação voltado para crianças pobres nas escolas públicas americanas. O programa avaliava o desempenho das escolas em termos de “aumento da autoestima da criança”, medida por testes psicológicos e *inputs* como “tempo gasto pela mãe na leitura com seu filho” (CHARNES *et al.*, 1994, p. 3). A técnica foi desenvolvida com o objetivo de superar o desafio de estimar a eficiência técnica relativa das escolas envolvendo múltiplos insumos e produtos, sem dispor da informação dos preços. Este primeiro modelo de DEA é chamado de CCR, a partir das letras iniciais dos sobrenomes dos autores.

A DEA tem como objetivo medir a eficiência relativa em um grupo de unidades tomadoras de decisão. Ela consiste em uma técnica matemática que utiliza a programação linear para estimar uma fronteira de eficiência não paramétrica a partir de um conjunto de dados relativos a entradas e saídas. A programação linear envolve métodos para resolver problemas de otimização com restrições em que a função objetivo é linear. Problemas de otimização são aqueles que buscam identificar a alternativa de menor custo, encontrar o melhor caminho, propor a melhor forma de alocar a mão-de-obra disponível, entre outros.

Tendo em vista que a DEA calcula a eficiência relativa a partir de uma razão entre saídas e entradas que possuem normalmente diferentes unidades de medidas, para que possam ser agrupadas em um coeficiente é preciso que lhes sejam atribuídos pesos. O que a programação linear faz é encontrar os pesos que maximizem a razão entre as saídas e as entradas. Porém, ela não define os mesmos pesos para todas as DMUs, ela encontra os pesos que maximizam a razão para cada uma delas individualmente.

Para obter as eficiências do conjunto de DMUs, é necessário resolver um programa linear com foco em cada unidade. Ao resolver a programação linear para uma determinada DMU, a técnica de solução tentará tornar a sua eficiência a maior possível, buscando os pesos mais favoráveis. Este procedimento de busca terminará quando a eficiência da DMU sob análise ou a eficiência de uma ou mais DMUs atingir o limite superior de 1,00, ou 100%. Para uma DMU ineficiente, pelo menos uma outra DMU será eficiente com o mesmo conjunto de pesos.

Segundo Charnes, Cooper e Rhodes (1978, p. 430), a “medida de eficiência proposta de qualquer DMU é obtida como o máximo de uma relação entre saídas ponderadas e entradas ponderadas sujeito à condição de que relações similares para todas as DMUs sejam inferiores ou iguais à unidade”. Os autores apresentam a representação do modelo:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

Sujeito a:

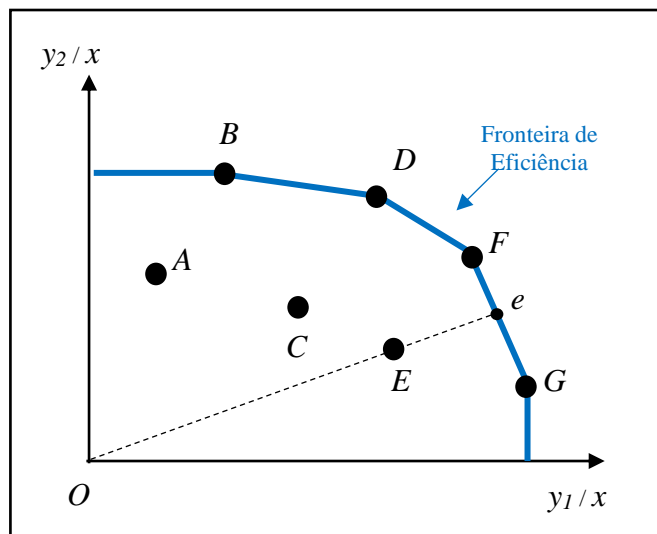
$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; j = 1, \dots, n$$

$$v_r, v_i \geq 0; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m.$$

Na fórmula, y_{rj} , x_{ij} (positivos) são as saídas e entradas conhecidas da DMU j , e u_r , v_i são os pesos variáveis a serem determinados pela programação linear. A eficiência de uma DMU é calculada de forma relativa às demais e a maximização atribui os pesos mais favoráveis que as restrições permitem.

A eficiência é uma medida relativa na DEA e varia entre 0 e 1,00, sendo que as DMUs mais eficientes são representadas pelo valor 1,00, ou 100%. Esse valor é chamado de *score* (*score*). As DMUs que se encontram sobre a fronteira recebem a pontuação máxima. Para calcular a eficiência das DMUs que estão fora da fronteira, a DEA cria uma projeção de cada DMU ineficiente sobre a fronteira, a partir da redução proporcional nos insumos ou a um aumento proporcional nos produtos. Essa projeção é chamada de “alvo” (*target*) e as DMUs sobre a fronteira escolhidas para comparação são chamadas de “pares” (*peers*). Esses conceitos podem ser observados na Figura 4.

Figura 4 - Isoquanta com um insumo e dois produtos



Fonte: O autor (2018) adaptado de Cooper, Seiford e Tone (2007, p. 9).

O gráfico é uma isoquanta, uma curva cujos pontos indicam todas as combinações dos fatores produtivos que geram o mesmo nível de produção (VARIAN, 1994). No caso, é uma isoquanta orientada aos produtos e em cada eixo estão as quantidades dos produtos y_1 e y_2 gerados a partir do insumo x . Como a quantidade de insumo é uma variável exógena ao gráfico, ela é igual para todas as DMUs.

Verifica-se que as DMUs A , C e E são ineficientes, e sua eficiência é avaliada criando-se uma projeção na fronteira de eficiência. A eficiência da DMU E será avaliada pela razão $d(O,E)/d(O,e)$, que significa a razão entre a distância de O até E e a distância de O até e . Esta razão é chamada de “medida radial”. A proposta da DEA por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) foi construída a partir do índice de eficiência de Farrell (1957), que diferenciou a eficiência técnica da alocativa, considerando a primeira a partir da redução equiproporcional dos insumos ou aumento equiproporcional dos produtos.

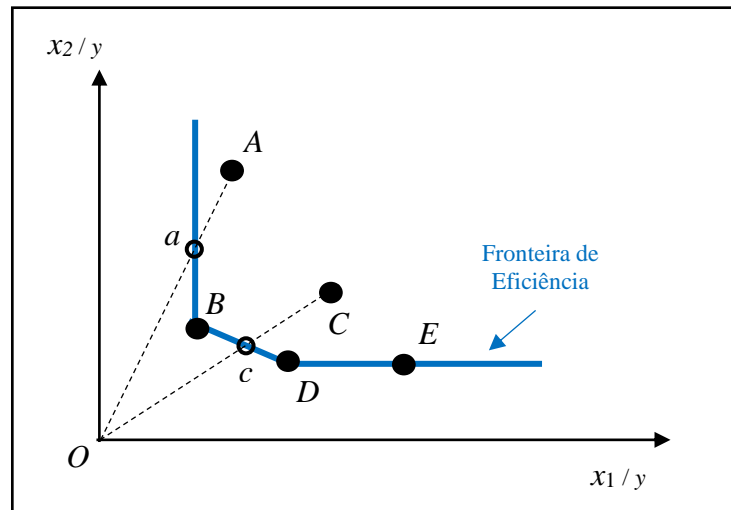
Segundo Fukuyama (2014, p.1967, tradução nossa), “o termo ‘eficiência radial’ significa que uma redução de insumo proporcional ou um aumento de produção proporcional é a principal preocupação em medir e avaliar a eficiência da DMU”²⁵. Dessa forma, para que a DMU alcance a fronteira de eficiência, ela aumenta a produção de seus produtos na mesma proporção, ou reduz o uso de seus insumos na mesma proporção. Além da medida radial, existe outra abordagem em DEA que é a não radial, como a proposta por Färe e Lovell (1978), que permite reduções não proporcionais nos insumos ou aumentos não proporcionais nos produtos.

Como a eficiência é medida pela razão entre a distância da origem até a localização da DMU ineficiente, abaixo da fronteira, ou eficiente, sobre a fronteira, e a localização do alvo sobre a fronteira, sempre será obtida uma medida entre zero e um. Supondo que a razão $d(O,E)/d(O,e)$ resulte em 0,75, para que a DMU E seja eficiente, precisa aumentar a produção de ambos os *outputs* em 33%, isso por que $1,00/0,75 = 1,33$, a distância $d(O,e)$ é 33% maior do que a distância $d(O,E)$. A melhoria adicional (aumento de saídas ou diminuição de insumos) necessária para uma DMU se tornar eficiente é chamada de “folga” (*slack*). Alguns estudos apontam o *score* nos modelos orientados aos produtos como sendo o valor a ser alcançado com o aumento da produção, ou seja, o *score* da DMU E seria 1,33. Neste caso, quanto maior o *score* pior, e ele varia entre 1,00 e o infinito, com as DMUs eficientes recebendo o *score* de 1,00. Neste trabalho, será utilizado o *score* entre zero e 1,00, mantendo da forma como é apresentado o *score* na orientação aos insumos. Por conseguinte, o *score* da DMU E seria 0,75.

²⁵ No original: *The term ‘radial efficiency’ means that a proportional input reduction or a proportional output augmentation is the main concern in gauging and assessing the efficiency of the DMU.*

Quando a orientação for aos insumos, e não aos produtos, a isoquanta apresentará convexidade oposta, como demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Fronteira de eficiência orientada a insumos



Fonte: O autor (2018) adaptado de Coelli, Rao e Battese (2005, p. 167).

Estão representadas no gráfico cinco DMUs: A , B , C , D e E . A fronteira foi construída utilizando-se as duas DMUs mais eficientes: a DMU B é a que utiliza a menor quantidade do insumo x_1 e a DMU D é a que utiliza a menor quantidade do insumo x_2 . A DMU E também faz parte da fronteira de eficiência, mas ela não é tão eficiente quanto a DMU D , que utiliza a mesma quantidade do insumo x_2 , mas uma quantidade menor do insumo x_1 . Isso ocorre porque a DMU E encontra-se na região da fronteira paralela ao eixo. A quantidade de insumo x_1 que é possível de ser reduzida também é chamada de “folga” (*slack*) nesse caso.

As DMUs que fazem parte da fronteira de eficiência, mas ainda apresentam folga, são chamadas de “eficiência fraca”, enquanto as que não apresentam a folga são chamadas de “eficiência forte”, ou o que é conhecido como eficiência “Pareto-Koopmans”. Segundo Tjalling Koopmans (1951, p. 60, tradução nossa):

Um produtor é tecnicamente eficiente se um aumento em um *output* exigir uma redução em pelo menos um outro *output* ou um aumento em pelo menos um *input*, e se uma redução em qualquer *input* exigir um aumento em pelo menos um outro *input* ou uma redução em ao menos um *output*²⁶.

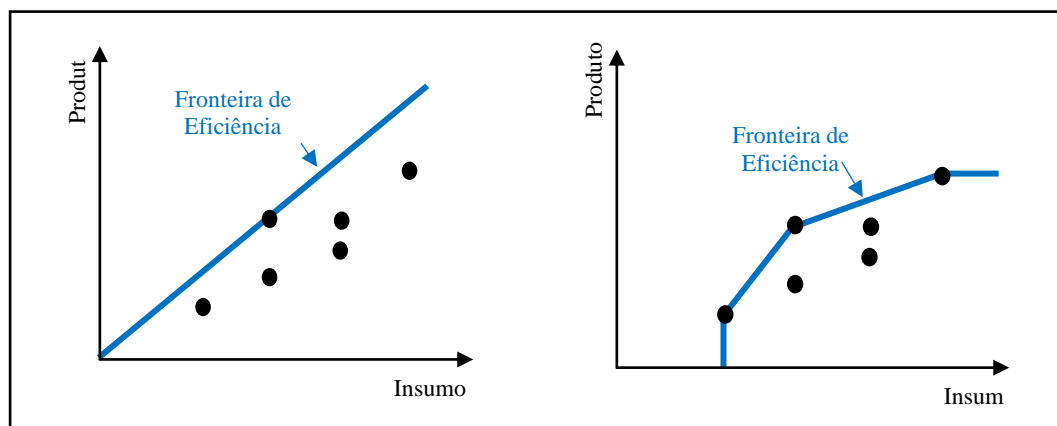
²⁶ No original: *A producer is technically efficient if an increase in an output requires a reduction in at least one other output or an increase in at least one input, and if a reduction in any input requires an increase in at least one other input or a reduction in at least one output.*

Os pontos a e c representam a projeção das DMUs ineficientes sobre a fronteira. Para a construção da projeção a foi utilizada a DMU mais semelhante, no caso a B , que é, portanto, um par da DMU A . Na definição da projeção c foram usadas as DMUs B e D , ou seja, as duas são pares da DMU C .

Quando a projeção de alguma DMU ineficiente fica sobre um dos trechos da fronteira paralelos aos eixos, esse ponto também não é o mais eficiente, pois poderia ainda haver redução de um dos insumos. Isso pode ser observado na projeção da DMU A . O ponto a é formado pelo uso de uma unidade do insumo x_1 e três unidades do insumo x_2 . Isso não é tão eficiente quanto a DMU B , que utiliza uma unidade de x_1 e duas unidades do insumo x_2 . Essa diferença de uma unidade de x_2 também recebe o nome de “folga” (*slack*).

O primeiro modelo de DEA, desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), chamado de CCR, considera retornos constantes de escala, ou seja, entende que o tamanho das DMUs não impacta em sua eficiência, não influencia a produtividade de seus insumos. O modelo é chamado de CRS (*Constant Returns to Scale*). Esse modelo é adequado quando todas as DMUs estão operando numa escala ótima. Todavia, em muitos casos isso não acontece, seja por causa de competição imperfeita, regulação governamental ou restrições financeiras. Assim, Banker, Chanes e Cooper (1984) propuseram o modelo VRS (*Variable Returns to Scale*), de retornos variáveis de escala, chamado também de BCC, com as iniciais de seus criadores. Cooper, Seiford e Tone (2007) apresentam os gráficos descritos na Figura 6 para descrever a diferença entre os dois modelos.

Figura 6 - Comparação entre as fronteiras de eficiência nos modelos CRS e VRS



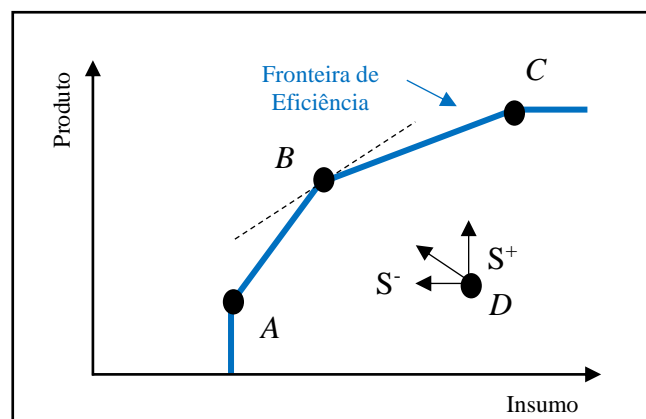
Fonte: O autor (2018) adaptado de Cooper, Seiford e Tone (2007, p. 88).

No exemplo apresentado por Cooper, Seiford e Tone (2007), no modelo CRS apenas uma DMU está sobre a fronteira e é considerada eficiente, enquanto no modelo VRS a

fronteira abrange outras DMUs, que também são consideradas eficientes. Nesse último modelo, entende-se que as DMUs podem operar em escalas com retornos crescentes ou decrescentes, e para a escala específica em que elas atuam são as mais eficientes.

Os modelos CCR e BCC distinguem duas orientações: a insumos e a produtos. Porém, ambas as orientações podem ser combinadas no modelo aditivo, proposto por Charnes et al. (1985). O modelo pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Modelo Aditivo



Fonte: O autor (2018), adaptado de Cooper, Seiford e Tone (2007, p. 95).

Enquanto na orientação a insumos busca-se a redução dos *inputs* (S^-), na orientação a produtos busca-se o aumento dos *outputs* (S^+). No modelo aditivo, busca-se a combinação de ambos (redução de *inputs* e aumento de *outputs*), ou seja, $S^- + S^+$. Na Figura 7, o maior valor de $S^- + S^+$ é obtido no ponto B, como demonstrado pela linha tracejada, pois corresponde ao ponto sob a fronteira mais distante de D. O modelo aditivo trabalha a partir dos *slacks* dos *inputs* e *outputs* simultaneamente, S^- e S^+ , e assume igual acréscimo marginal para ambos. Segundo Tone (2001, p.499), o modelo aditivo:

lida diretamente com os excessos de insumos e déficits de produtos (*slacks*) e não tem uma medida escalar (eficiência de relação) *per se*. Embora este modelo possa discriminar entre DMUs eficientes e ineficientes pela existência de folgas, não há como medir a profundidade de ineficiência²⁷.

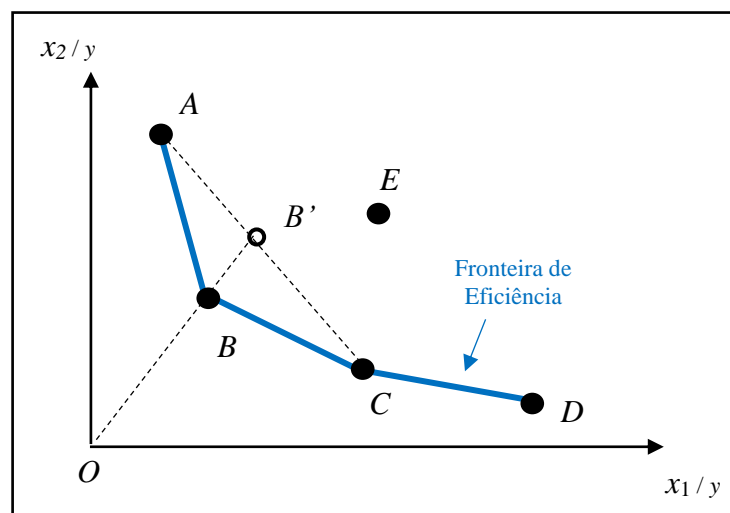
Tendo em vista essa incapacidade de o modelo aditivo calcular o grau de ineficiência de uma DMU, Tone (2001) propôs o modelo *Slacks-Based Measure* (SBM), ou medida de eficiência baseada em folgas. Segundo Duenhas, Dantas e França (2012, p.8), o

²⁷ No original: *which deals directly with input excesses and output shortfalls. This model has no scalar measure (ratio efficiency) per se. Although this model can discriminate between efficient and inefficient DMUs by the existence of slacks, it has no means of gauging the depth of inefficiency.*

modelo SBM “incorpora os aspectos positivos dos modelos aditivos e, ademais, nos oferece um escalor que mensura o grau de ineficiência presente nos insumos e produtos, além de permitir fácil interpretação econômica”. Tone (2001) demonstrou que a medida SBM corresponde à taxa proporcional média de redução dos fatores de insumos e à taxa proporcional média de expansão dos fatores de produtos. Além disso, a medição de SBM é monótona²⁸, diminuindo em cada *slack* de entrada e saída, e é invariante com relação à unidade de medida de cada item de entrada e saída. Se o insumo for em gramas ou quilos, metros ou quilômetros, por exemplo, não haverá variação.

Uma das possíveis limitações da DEA é que ela pode atribuir a eficiência de 1,00 para mais de uma DMU, não havendo distinção entre o *score* das DMUs eficientes ainda que elas apresentem desempenhos diferentes. Andersen e Petersen (1993) propuseram o conceito de “Supereficiência” e desenvolveram um modelo de DEA com o objetivo de diferenciar e ranquear as DMUs consideradas eficientes. Segundo Chen e Du (2015, p. 381), “a ideia básica é eliminar a DMU analisada do conjunto de referência dos modelos envoltórios”²⁹. O modelo desenvolvido por Andersen e Petersen é CRS, ou seja, de retornos constantes de escala, comumente chamado de “Radial CRS Super-Efficiency” e permite um *score* de eficiência superior a 1,00 (CHEN; DU, 2015, p. 382). A Figura 8 apresenta o modelo supereficiente.

Figura 8 - Modelo “Radial CRS Super-Efficiency”



Fonte: O autor (2018) adaptado de Chen e Du (2015, p. 382).

²⁸ Em matemática, uma função entre dois conjuntos ordenados é monótona quando ela preserva a relação de ordem.

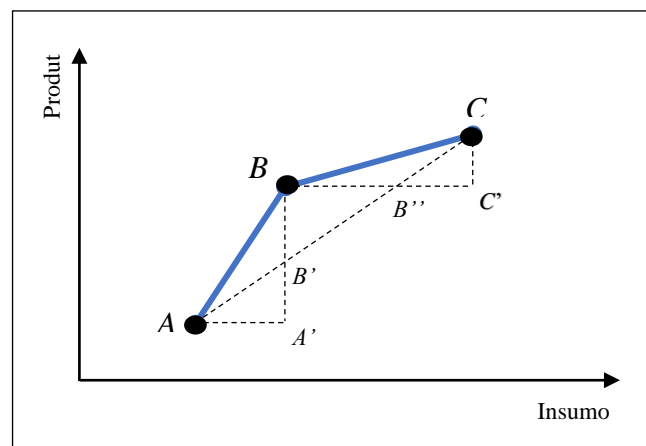
²⁹ No original: *The basic idea is to eliminate the DMU under evaluation from the reference set of the envelopment models.*

Na Figura 8, tem-se uma Isoquanta com dois *inputs* (x_1 e x_2), e um *output* (y), externo ao gráfico, sendo cinco DMUs (A , B , C , D e E). A fronteira de eficiência original é composta pelos segmentos que conectam as DMUs A , B , C e D . A DMU E é ineficiente.

Para se calcular a supereficiência de B , esta é retirada do conjunto de referência e a nova fronteira de eficiência passa a ser formada pelos segmentos de reta que ligam as DMUs A , C e D . É criada uma projeção de B sobre a nova fronteira, no caso B' . A eficiência de B então é calculada pela razão OB'/OB , que é maior do que 1,00. Por outro lado, a exclusão da DMU E do conjunto de referência não acarreta nenhum impacto na avaliação de sua eficiência, por isso ela será exatamente igual ao seu *score* original.

O modelo desenvolvido por Andersen e Petersen (1993) é CRS. Todavia, no caso de o conceito de supereficiência ser aplicado em modelos BCC, ou de retornos variáveis de escala, surge o problema da inviabilidade para algumas das DMUs, devido à restrição de convexidade, analisada por Seiford e Zhu (1999). A inviabilidade de um modelo supereficiente ocorre quando uma DMU eficiente sob avaliação não consegue atingir a fronteira formada pelo restante das DMUs, aumentando *inputs* ou diminuindo *outputs*, dependendo da orientação do modelo. A Figura 9 apresenta a restrição da convexidade.

Figura 9 - Modelo BCC Supereficiente



Fonte: O autor (2018) adaptado de Seiford e Zhu (1999, p. 177).

No caso da DMU B , o modelo avalia seu *score* supereficiente em relação aos pontos B' e B'' no segmento de reta AC , mediante redução dos *outputs* ou aumento dos *inputs*, respectivamente. Em um modelo orientado aos produtos, a DMU C é avaliada em relação à C' , com redução dos *outputs*, mas não há nenhum ponto de referência para o aumento dos *inputs* no caso de um modelo orientado aos insumos. O mesmo ocorre com a DMU A , que tem como

ponto de referência A' com aumento dos *inputs* no modelo orientado a insumos, mas não possui um ponto de referência para redução dos *outputs* na orientação a produtos.

3.1 DEA NO ENSINO SUPERIOR BRASILEIRO

São diversos os trabalhos que empregaram a DEA para avaliar a eficiência no ensino superior, tanto no exterior quanto no Brasil. Nesta seção, são apresentados alguns dos trabalhos identificados que usaram a DEA para avaliar a eficiência em universidades brasileiras, por meio de pesquisas na base de periódicos da Capes e no Google Acadêmico. Os trabalhos foram organizados em quatro grupos: um primeiro conjunto de trabalhos comparou a eficiência de instituições de ensino superior como um todo; um segundo grupo de trabalhos avaliaram a eficiência dos cursos de graduação, pós-graduação, departamentos acadêmicos ou unidades dentro de uma mesma instituição; o terceiro grupo avaliou a eficiência de cursos de diferentes instituições dentro de uma mesma área do conhecimento; e o quarto grupo traz trabalhos que aplicaram a DEA de forma diferente dos demais.

3.1.1 Comparação entre instituições

O primeiro conjunto de trabalhos aplicou a DEA para avaliar a eficiência de instituições de ensino superior no Brasil, em que cada universidade ou instituição aparece como uma DMU. Foram realizadas comparações entre as Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes), Institutos Federais, universidades públicas *versus* privadas, entre outras.

Belloni (2000) aplicou a DEA BCC orientada a produtos para comparar a eficiência de 33 universidades federais. Foram executados quatro diferentes modelos de DEA, alterando em cada um deles as variáveis utilizadas. No primeiro modelo, foi usado como *input* o indicador referente aos professores e como *output* os alunos formados. No segundo modelo, foi incorporado um indicador de *output* para os artigos publicados, e no terceiro modelo um indicador de *output* para a qualidade da graduação. No quarto modelo o indicador do corpo docente foi decomposto em professores com e sem pós-graduação. Belloni (2000, p. 142) optou pelo terceiro modelo para a avaliação da eficiência, pois os três grandes fatores de diferenciação das instituições (“porte da instituição, diferenças de projetos acadêmicos relativas às ênfases atribuídas às atividades de ensino e de pesquisa e pós-graduação; e, diferenças relativas à qualidade das atividades e seus resultados”) estariam compreendidos no modelo. Foram identificadas seis universidades eficientes e 27 ineficientes. A partir da análise dos *benchmarks*,

o trabalho identificou as facetas de atuação das universidades, que identificam quatro projetos distintos de universidade:

- a) Universidades pequenas que se caracterizam por uma alta relação entre o indicador de qualidade por professor.
- b) Universidades com alta produtividade no ensino (relação formado por professor) e que atribuem maior importância ao número de formados em relação ao número de publicações e ao indicador de qualidade da graduação;
- c) Universidades com projeto acadêmico voltado para a pesquisa e a qualidade;
- d) Universidades com projeto associado à produtividade no ensino e a altos valores do indicador de qualidade.

Nuintin *et al.* (2014) compararam a eficiência das universidades federais, dividindo o desempenho das instituições em duas dimensões: quantitativa e qualitativa. Na dimensão quantitativa os *outputs* utilizados foram: total de alunos equivalentes na graduação; total de alunos na pós-graduação, total de pessoas beneficiadas na extensão; total de alunos assistidos. Na perspectiva qualitativa foram usados como *outputs*: Taxa de Sucesso na Graduação; Índice Geral de Cursos, *ranking* internacional QS; *ranking* nacional RUF. Em ambos os modelos foi usado um *input*, o total do custo corrente por Ifes.

Foram executados dois modelos BCC orientados a produtos, um para cada dimensão. Na perspectiva quantitativa, o modelo foi executado separadamente para cada exercício no período de 2008 a 2011. Quatro instituições obtiveram eficiência máxima nos quatro exercícios: UFAP, UFMG, UFRGS e UFRJ, enquanto em média quinze instituições obtiveram *score* 1,00 em cada um dos quatro exercícios separadamente. Já na dimensão qualitativa, foram executados modelos para os anos de 2010 e 2011, sendo que onze Ifes apresentaram eficiência máxima em ambos. O estudo apontou ainda que, “de forma geral, a variável ‘alunos equivalentes na graduação’ tem peso relevante para o nível de eficiência nas universidades federais” (NUINTIN *et al.*, 2014, p. 12).

Oliveira *et al.* (2014) analisaram a influência do Programa Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) na eficiência das Ifes por meio de DEA. As variáveis usadas foram os indicadores que o Tribunal de Contas da União exige que as universidades federais apresentem em seus relatórios de prestação de contas. Foram usados oito indicadores como *input*: custo corrente com hospital universitário / aluno equivalente; custo corrente sem hospital universitário / aluno equivalente; aluno tempo integral / professor

equivalente; aluno tempo integral / funcionário equivalente com hospital universitário; aluno tempo integral / funcionário equivalente sem hospital universitário; grau de participação estudantil; grau de envolvimento discente com pós-graduação e índice de qualificação do corpo docente. Os *outputs* usados foram dois: taxa de sucesso na graduação; e Conceito Capes para pós-graduação.

Foi utilizado o modelo BCC orientado a produtos. O modelo foi calculado para cada exercício no período entre 2006 e 2012, com o objetivo de verificar se a implantação do Reuni a partir de 2008 produziu algum efeito na eficiência operacional das Ifes. Antes do Reuni, nos exercícios de 2006 e 2007 foram classificadas como eficientes 44% e 46% das instituições, respectivamente. Em 2008 essa proporção cai para 20%, possivelmente, segundo os autores, “por ser o primeiro ano do programa de expansão nas universidades federais brasileiras e das dificuldades de adaptação com a política recém-implantada” (OLIVERIA *et al.*, 2014, p. 1197). Nos anos seguintes a proporção foi de 36%, 18% e 24%.

O estudo observou ainda que as Ifes que realizaram maior expansão tanto na graduação quanto na pós-graduação se saíram pior nos *rankings* de eficiência, pois o aumento no número de alunos matriculados na graduação afeta o índice de sucesso da graduação, uma vez que mais alunos foram matriculados, mas há um intervalo de tempo para que aumente o número de concluintes. Além disso, os cursos de pós-graduação mais novos iniciam com Conceito Capes menor.

Duenhas (2013) utilizou a DEA em conjunto com o Índice *Malmquist* para medir a eficiência estática e a eficiência dinâmica das universidades públicas brasileiras, tanto federais quanto estaduais. Os *inputs* usados foram: receitas das universidades e professores equivalentes. Os *outputs* foram: quantidade de alunos matriculados na graduação e pós-graduação; número de atividades de extensão conduzidas pela universidade; teses e dissertações; e Índice Geral de Cursos (IGC). Para o cálculo da eficiência, foram utilizadas as quantidades relativas. Para os insumos: a quantidade de professores equivalentes em relação à quantidade de alunos; as receitas das instituições por alunos. Como produtos: a quantidade de alunos formados em relação à quantidade de alunos matriculados, a quantidade de atividades de extensão dividida pela quantidade de alunos, o número de pesquisas (teses e dissertações) pela quantidade de alunos, e a qualidade das instituições medida pelo IGC. O estudo dividiu as universidades em três grupos, de acordo com as receitas: grande porte, médio porte e pequeno porte. No grupo de grande porte, das dezoito universidades, doze foram consideradas eficientes; no médio porte onze das 22; no pequeno porte trinta das 35.

A partir dos resultados e das metas de aumento de *outputs*, Duenhas (2013, p. 88) identificou a possibilidade de um aumento de 36 mil no número de alunos matriculados nas universidades públicas, ou 2,8% do total. Tal quantidade, apesar de considerável, “não seria suficiente para atingir o objetivo governamental de aumento de estudantes naquelas instituições” (DUENHAS, 2013, p. 88), por isso o autor entende que a participação dos ex-alunos no financiamento das instituições seria uma alternativa mais efetiva.

Costa *et al.* (2012) avaliaram a eficiência das Ifes no período entre 2004 e 2008 por meio do modelo DEA-SBM. A amostra consistiu em 49 universidades federais. Seis universidades não fizeram parte da análise devido à falta de dados no período. Em virtude da heterogeneidade das Ifes, elas foram divididas em dois grupos: de um lado aquelas com atuação maior no ensino da pós-graduação e na pesquisa; do outro as instituições que têm pouca ou nenhuma atuação no ensino da pós-graduação e na pesquisa. 28 universidades fizeram parte do primeiro grupo e 21 do segundo. Os *inputs* utilizados foram: custo corrente / aluno equivalente; aluno tempo integral / docente equivalente; aluno tempo integral / funcionários equivalentes; e Índice de Qualificação do Corpo Docente. Os *outputs* utilizados foram: alunos formados / alunos matriculados (expresso pela Taxa de Sucesso na Graduação); e Conceito Capes para a pós-graduação.

Diverge-se do uso de *inputs* em que o número de professores e de funcionários aparece como o denominador da razão, pois quanto maior o número desses profissionais, menor será a quantidade do *input* utilizado. Uma vez que o número de profissionais é um *input* importante nas universidades, isso significa dizer que quanto maior a quantidade deste insumo, melhor será a eficiência no modelo, o que vai de encontro ao conceito de eficiência. O indicador Aluno Tempo Integral / Professor Equivalente é um dos indicadores exigidos pelo TCU a serem informados nos relatórios de prestação de contas anuais das universidades federais, conforme a Resolução TCU nº 408/2002 (BRASIL. Tribunal de Contas da União, 2004). Quando a Controladoria Geral da União (CGU) elabora o Relatório de Auditoria Anual de Contas, que faz parte da prestação de contas anuais, ela analisa o resultado dos indicadores, e um valor menor para este indicador significa menor produtividade. É o caso do Relatório de Auditoria Anual de Contas da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila) referente ao exercício de 2014, quando a CGU apontou a baixa produtividade da universidade em virtude de o indicador ter apresentado resultado de 7,18, abaixo da média das Ifes de 13,44 (BRASIL. Controladoria Geral da União, 2015). Na DEA, devem ser utilizadas como *inputs* variáveis cujo objetivo seja a sua minimização. Portanto, entende-se que não deve ser usado como insumo um

indicador que signifique uma maior eficiência quanto maior o seu valor, ou seja, cujo objetivo seja a sua maximização.

França (2004) comparou a eficiência de 132 universidades públicas e privadas por meio de um modelo BCC orientado a insumos. O trabalho utilizou como base a Teoria da Agência, aplicando dois modelos diferenciados a partir dos interesses do “principal” e do “agente”. “O Principal é um indivíduo ou instituição que detém direitos de propriedade sob a organização e designa o Agente, um indivíduo ou uma instituição, para gerir o processo produtivo” (FRANÇA, 2004, p. 4). No modelo Principal, o pressuposto foi “de que a sociedade busca a maximização do bem estar social para o qual assume-se que pode ser representado por variáveis que expressem o maior acesso aos bens e serviços universitários” (FRANÇA, 2004, p. 10), por isso foram usados como *inputs*: número de funções docentes; número de servidores técnico-administrativos; e número de cursos de graduação. Os *outputs* do modelo Principal foram: alunos concluintes e número de inscrições no vestibular. No modelo agente, “supõe-se que os reitores buscam maximizar orçamento” (FRANÇA, 2004, p. 11). Os *inputs* foram: número de funções docentes e número de servidores técnico-administrativos. Os *outputs* foram: número de matrículas; número de inscrições no vestibular; e número de cursos de graduação.

A diferença entre os cursos de graduação representarem uma variável de *input* no modelo Principal e *output* no modelo Agente foi justificada pelo fato de que para a sociedade (principal) os cursos representam recursos de capital, enquanto para os reitores (agentes) constituem um produto, pois geram novos aportes de recursos, ou seja, os reitores buscam aumentar o número de cursos para terem acesso a um orçamento maior.

França (2004) ressalta que a literatura normalmente avalia as universidades públicas e privadas conjuntamente. Porém, em seu estudo, optou por dividi-las em grupos separados, com o objetivo de considerar as peculiaridades de instituições heterogêneas. Os resultados mostraram que as universidades públicas são mais eficientes no modelo Principal, em que os objetivos são mais próximos aos da sociedade.

Machado (2008) avaliou a eficiência das universidades federais e pontifícias universidades católicas por meio da DEA. Os *inputs* usados foram: qualificação docente; relação docente / número de alunos; número de cursos de graduação; número de cursos de pós-graduação; e vagas ofertadas. Os *outputs* usados foram: Conceito Capes; Conceito Enade; e relação número de concluintes / número de matriculados. Foi executado o modelo CCR orientado a insumos. Das 32 DMUs da amostra, vinte foram classificadas como eficientes e a média dos *scores* foi de 0,9547.

Krieser *et al.* (2018) avaliaram a eficiência dos Institutos Federais por meio de DEA. A amostra de DMUs contou com dezenove institutos dos 38 existentes. Como *inputs*, foram usadas três variáveis: gasto corrente por aluno, titulação do corpo docente e relação de alunos por docentes em tempo integral. Foi utilizado apenas um *output*: razão entre concluintes e matrícula atendida. Foi usado o modelo BCC orientado a produtos e os dados corresponderam ao período de 2014 e 2015, sendo calculada uma DEA para cada exercício. Em ambos os anos, nove institutos foram considerados eficientes.

3.1.2 Comparação entre cursos, departamentos ou unidades de uma mesma instituição

O segundo conjunto de trabalhos concentrou sua análise em uma mesma instituição, utilizando como DMUs unidades internas da universidade, tais como cursos de graduação ou pós-graduação, departamentos acadêmicos, unidades regionais.

Peña (2012) avaliou a eficiência das unidades da Universidade Estadual de Goiás, empregando o modelo BCC adaptado para “incluir *inputs* não controláveis e fatores ambientais externos na análise, ou seja, variáveis que intervêm e influenciam o processo produtivo mas não são passíveis de alteração e não estão sob controle dos gestores” (PEÑA, 2012, p.782), modelo este proposto inicialmente por Banker e Morey (1986). Neste modelo, em uma primeira etapa, avalia-se a eficiência considerando-se apenas as variáveis controláveis. Na segunda etapa é incluída uma variável não controlável e forma-se uma nova fronteira eficiente com os menores valores da nova variável entorno. Os novos *scores* devem ser melhores que os da primeira etapa, “já que as unidades que operam em contextos desfavoráveis podem ter uma melhora em sua eficiência (...). Essa melhora exprime a distância existente entre as duas fronteiras ou a diferença entre as duas medidas.” (PEÑA, 2012, p. 783).

O estudo utilizou três variáveis de *input*: número de funcionários, número de professores e área construída em m². Os *outputs* usados foram cinco: projetos de pesquisa registrados; cursos de graduação; cursos superiores de qualificação profissional – tecnólogos, sequenciais e licenciatura plena parcelada; cursos de pós-graduação; e número de alunos regulares. A variável de contexto não controlável utilizada foi o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de 2000.

Na primeira etapa, sem considerar o entorno, a eficiência média foi de 0,9 e das 39 unidades, dezenove foram consideradas eficientes. Na segunda etapa, com o *input* do IDH-M, o número de DMUs eficientes aumentou para 28, o que, na visão do autor, demonstra que nove

DMUs apresentaram “ineficiência causada exclusivamente por fatores do contexto” (PEÑA, 2012, p. 784).

Tavares e Meza (2017) aplicaram a DEA para avaliar a eficiência de 31 cursos de graduação da Universidade Federal Fluminense (UFF), a partir de dados do período entre 2007 e 2012. Foram utilizadas quatro variáveis: os dois *inputs* foram o desempenho dos estudantes ingressantes de cada curso no componente específico do Enade, no ciclo de 2007 a 2009; e o corpo docente que possui participação ativa na formação do aluno durante sua permanência no curso de graduação, dados de 2012. Já os dois *outputs* foram: desempenho dos estudantes concluintes de cada curso no componente específico do Enade no ciclo posterior ao do *input* (2010 a 2012); e índice calculado pela relação entre o número de diplomados no ano letivo de 2012 e o número de ingressantes do ano de 2012 - n , sendo n a duração padrão de determinado curso. Esta última variável buscou refletir o nível de retenção do sistema acadêmico.

Os autores usaram o modelo BCC orientado a produtos, com a justificativa pela diferença observada no tamanho dos cursos de graduação oferecidos pela UFF, com cursos menores geridos por unidades localizadas no interior do estado ao lado de cursos tradicionais ministrados pela sede em Niterói. Além da fronteira de eficiência padrão, o trabalho calculou a eficiência invertida, que “propõe considerar os *outputs* como *inputs* e os *inputs* como *outputs*, ou seja, uma inversão das variáveis utilizadas, de forma a contornar o problema da baixa discriminação em DEA, e por consequência, facilitar a ordenação das unidades avaliadas” (TAVARES; MEZA, 2017, p. 21); e a eficiência composta, que considera tanto a fronteira padrão quanto a fronteira invertida, para avaliar o desempenho global das DMUs e proporcionar um maior equilíbrio.

Para a fronteira padrão, a DEA apresentou dez cursos como eficientes. Porém, alguns deles apresentaram *score* elevado na fronteira invertida, o que representa baixa eficiência, demonstrando a benevolência do modelo padrão, que pode ter ignorado o possível desempenho ruim em uma das variáveis e enfatizado uma variável com desempenho muito bom. A partir dos resultados, os cursos da área de saúde como Enfermagem, Odontologia e Medicina Veterinária apresentaram bom desempenho em todos os índices analisados, o que poderia indicar, segundo Tavares e Meza (2017, p. 30), que os cursos de saúde “podem ser mais eficientes em agregar conhecimento aos alunos durante o período de formação”. Já os cursos mais tradicionais da sede apresentam uma quantidade maior de professores e se saíram pior na avaliação da eficiência.

Panepucci (2003) comparou a eficiência dos departamentos acadêmicos da UFSCar. Foram executados tanto o modelo CCR quanto o BCC, ambos orientados a produtos.

O objetivo foi “avaliar a conclusão de Arcelus e Coleman (1997), de que a influência do fenômeno retorno variável à escala teria uma participação adicional nos escores de eficiência de departamentos acadêmicos” (PANTEPUCCI, 2003, p. 79). Foram usados dois *inputs*: número de docentes em tempo exclusivo; e índice de titulação do corpo docente. As variáveis de *output* usadas foram: volume de trabalho em graduação, que corresponde à soma dos produtos entre o número de créditos estimados e o número de alunos efetivos para cada disciplina ministrada pelo departamento; número de alunos equivalentes graduados; produção intelectual; número equivalente de dissertações de mestrado e teses de doutorado defendidas no período; número de assessorias e consultorias prestadas; número de cursos de extensão ministrados; projetos de pesquisa e extensão, convênios. Dos trinta departamentos da amostra, no modelo CCR, dezessete foram considerados eficientes. Quando comparado com o modelo BCC, Pantepucci (2003, p. 96) conclui que “fica evidente que a influência da escala é mínima na produção combinada de resultados”.

Benício e Mello (2012) avaliaram a eficiência dos departamentos de graduação de uma Faculdade em Niterói, Rio de Janeiro. A amostra de DMUs correspondeu às turmas semestrais dos departamentos de graduação, com dezoito turmas de quatro departamentos. Foi definido o recorte temporal de quatro anos, que seria o tempo necessário para a conclusão do curso pelos alunos, e foram selecionados apenas os alunos que concluíram o curso dentro do período. Foram usados com *inputs*: número de salas utilizadas por semestre durante a formação; e alunos ingressantes. Os *outputs* usados foram: concluintes bolsistas (um *input* para cada nível de bolsa, quatro no total); e concluintes pagantes. Tendo em vista que em um primeiro momento a seleção das variáveis resultou em um número elevado de produtos, os autores optaram pelo uso do “método multicritério de análise, *Macbeth*, que proporcionou a ponderação da importância de subcritérios, permitindo, desta forma, a aglutinação dos mesmos em um único critério, que representaria um *output*” (BENICIO; MELLO, 2012, p.833). Foi executado o modelo BCC orientado a produtos. Das dezoito DMUs, cinco foram consideradas eficientes.

Alencastro (2006) focou sua análise DEA em cursos de graduação de uma universidade privada, utilizando como recorte temporal o período de cinco anos entre 2000 e 2004. Para cada ano foi realizado um modelo DEA diferente. Foram usados cinco *inputs*: hora-doutor, hora-mestre, hora-outros, evasão e vagas oferecidas. Os *outputs* foram três: número de formandos, número de matriculados e receita. O modelo executado foi o CCR orientado a insumos. Das 35 DMUs da análise, onze mantiveram a eficiência máxima ao longo de todo o período, enquanto sete não alcançaram a eficiência em nenhum dos exercícios. O trabalho ainda executou o modelo supereficiente para *ranquear* as DMUs eficientes.

Cavalcanti e Andriola (2012) avaliaram a eficiência dos cursos de graduação na Universidade Federal do Ceará. A amostra foi composta por trinta cursos de graduação. Para a seleção da amostra, foi definido que os cursos deveriam estar localizados em Fortaleza, para que a heterogeneidade não comprometesse a análise, ter alunos concluintes no período entre 2006 e 2009 e dispor das informações necessárias. Os *inputs* utilizados foram dois: número de alunos ingressantes; e esforço da capacidade de docentes, que corresponde a um valor calculado com base na carga horária de professores efetivos, substitutos ou visitantes, vinculados ao curso, considerando as titulações de doutor, mestre, especialista e graduado. Foram usados seis *outputs*: número de concluintes; quantidade de alunos em monitoria; quantidade de alunos em programa de bolsas de iniciação científica; quantidade de projetos em programa de iniciação científica; quantidade de alunos em extensão; e quantidade de docentes em extensão. Foi executado o modelo BCC orientado a produtos. Nove das trinta DMUs permaneceram com eficiência máxima ao longo do período. Os autores analisaram os *benchmarks* indicados pela DEA, demonstrando que cursos com mesmos patamares de insumos atingem resultados significativamente diferentes, o que indica a necessidade da identificação de boas práticas para a melhoria da eficiência dos cursos de pior desempenho.

Rocha *et al.* (2012) usaram a DEA para avaliar a eficiência de onze programas de pós-graduação a nível de mestrado de uma universidade privada localizada no Sul do Brasil, a partir de dados da avaliação da Capes no triênio 2007 a 2009. As variáveis de *output* foram: número de alunos titulados pelo programa no triênio, o tempo médio de titulação discente no programa, o número de discentes autores e o desempenho do programa em pesquisa. Quanto à variável do tempo médio de titulação discente, os autores entenderam que ela deveria ser “ajustada para atender aos requisitos do modelo, uma vez que a lógica do DEA envolve o uso de variáveis de resultados do tipo quanto maior melhor. Em termos reais, a eficiência dessa variável possui a lógica de quanto menor melhor e, por essa razão, o ajuste foi necessário” (Rocha *et al.*, 2012, p. 141). Foi utilizada, então, diferença entre 100 e o tempo real de titulação discente como *proxy* para a variável. As variáveis de *input* foram: o número total de docentes, o número de docentes permanentes no programa, o número de linhas de pesquisa e de projetos de pesquisa no programa e o número de disciplinas ofertadas. A partir dos resultados, Rocha *et al.* (2012, p. 148) concluíram:

programas enquadrados pela avaliação Capes sob os mesmos conceitos ou notas podem apresentar níveis de eficiência diferenciados e que a avaliação levada sob tais parâmetros pode prejudicar programas na obtenção de recursos e favorecendo ineficientes por incorporar dentre os parâmetros e padrões

observados recursos e produtos e por não avaliar o emprego dos recursos, apenas sua existência.

Soliman *et al.* (2014) avaliaram a eficiência técnica de unidades da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram usadas duas variáveis de *input*: razão entre o número de alunos matriculados no semestre e o número de professores equivalentes; e a razão entre o número de servidores técnico-administrativos e o número de professores equivalentes. Também foram usados dois *outputs*: número total de projetos; e média do CPC dos cursos da unidade. A amostra de DMUs foi composta por nove unidades universitárias. Foi utilizado o modelo CCR orientado a produtos, tendo sido aplicados ainda os modelos de fronteira invertida, fronteira composta e composta normalizada com o objetivo de identificar falso-eficientes. Quatro unidades foram consideradas eficientes pelo modelo padrão, mas nenhuma apresentou a eficiência máxima nos modelos de fronteira invertida e eficiência composta.

3.1.3 Comparação entre cursos de uma mesma área

O terceiro grupo de trabalhos teve como objeto de análise uma determinada área de conhecimento. As DMUs utilizadas foram os cursos dessa área em diferentes instituições de ensino, ou até mesmo professores ligados a uma determinada área.

Vasconcelos, Hora e Erthal Júnior (2016), avaliaram a eficiência dos programas de pós-graduação da área Engenharias III, com dados do triênio 2010 a 2012. Foram usados cinco *inputs*: quantidade de professores, número de egressos no mestrado e no doutorado, assim como a maturidade de cada programa, avaliada como tempo de funcionamento em anos. As variáveis de *output* utilizadas foram sete: o número de dissertações e teses, publicações de artigos, trabalhos completos, texto integral, capítulos de livros, coletâneas e verbetes do triênio 2010-2011-2012. A amostra consistiu em 52 instituições. Foram identificados programas com alto conceito atribuído pela Capes que apresentam baixa eficiência.

Meza *et al.* (2018) aplicaram o modelo DEA em Rede com o objetivo de avaliar a capacidade do corpo docente dos programas de pós-graduação da área de Engenharia III da Capes de levar seus alunos a obter seus diplomas de mestrado ou doutorado e, portanto, publicar suas pesquisas. O trabalho procurou propor a DEA como uma alternativa a avaliação da Capes, criticada por possuir uma definição de pesos muito rígida e não refletir a qualidade e a produtividade dos programas. A DEA teria como vantagens a flexibilidade na fixação dos pesos, de acordo com as peculiaridades de cada programa. O modelo de DEA em Rede, ou “*Network DEA*”, define cada DMU como uma rede de processos, em outras palavras, leva em

consideração a estrutura dos sistemas internos, dividindo os insumos e produtos em diferentes estágios. No modelo proposto por Meza *et al.* (2018, p. 84), o número de docentes é usado como um *input* inicial, o número de dissertações e teses como um *output* intermediário e a produção científica como um *output* final. Para a produção científica, foi estabelecida como restrição aos pesos que as publicações em periódicos com classificação *Qualis* superior obtivessem pesos maiores do que os dos periódicos com classificação *Qualis* inferior. Dessa forma, o modelo avaliou a eficiência em relação aos aspectos tanto da produtividade quanto da qualidade. No primeiro estágio, apenas o programa da UFRJ foi considerado eficiente, pois produz uma quantidade elevada de dissertações e teses em relação ao número baixo de professores registrados. Porém, a universidade não manteve a eficiência no segundo estágio, uma vez que o número de publicações científicas não foi tão alto quanto nos demais programas. Nesse segundo estágio apenas o programa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná foi considerado eficiente.

Foram executados tanto o modelo CCR quanto o BCC, ambos orientados a produtos. Verificou-se um aumento de 30% para 60% a proporção de DMUs eficientes entre os dois modelos, respectivamente. Os autores entenderam que:

como o objetivo da avaliação é o discriminação das DMUs e identificação de suas ineficiências, a abordagem CRS é mais adequada. Ademais, os retornos constantes de variáveis são preferíveis quando há presunção de heterogeneidade das alternativas avaliadas, e a intenção é produzir os melhores resultados mediante as restrições impostas pelos recursos (VASCONCELOS; HORA; ERTHAL JÚNIOR, 2016, p. 16).

Os *scores* de eficiência apresentaram baixa correlação com o conceito do programa, o que, na opinião dos autores, fragilizaria a assertiva que um programa bem avaliado é um programa com alta produção científica.

Moreira *et al.* (2011) analisaram os fatores determinantes da eficiência dos programas de pós-graduação em administração, contabilidade e turismo, utilizando a DEA em conjunto com modelo de regressão censurada (*Tobit*) com dados em painel. Foi utilizada uma amostra de 42 programas e executado o modelo CCR orientado a produtos. As variáveis de *input* foram: número de docentes permanentes e número total de alunos ingressantes. Os *outputs* utilizados foram: número total de alunos de mestrado e doutorado titulados e soma ponderada das produções científicas com autoria de docentes permanentes. Os fatores usados na regressão *Tobit* foram: dedicação dos docentes às atividades da pós-graduação; dedicação dos docentes às atividades da graduação; envolvimento dos docentes com atividades de pesquisa; participação de membros externos ao programa; número de alunos matriculados; número de

anos de existência do programa. Verificou-se que os fatores que influenciam a eficiência são: envolvimento dos docentes com pesquisa; participação de membros externos; e número de discentes. Este último fator demonstraria que a escala é um fator importante para a eficiência.

Lins, Almeida e Bartholo Júnior (2004) analisaram o desempenho dos cursos de pós-graduação em engenharia de produção. Foram utilizados dados de 2001 e 2002 e o modelo utilizado foi o CCR orientado a insumos. Os *inputs* usados foram: número de docentes; número de docentes doutores; tempo de titulação do mestrado e do doutorado; abandonos no mestrado e no doutorado; desligamentos no mestrado e no doutorado. Os *outputs* usados foram: publicação internacional; publicação nacional; titulados mestrado; titulados doutorado; matriculados início mestrado; matriculados início doutorado. Inicialmente, foi executado o modelo clássico da DEA, mas os autores entenderam que ele apresentou “resultados incoerentes (valores de pesos concentrados em poucas variáveis)” (LINS; ALMEIDA; BARTHOLO JÚNIOR, 2004, p. 54). Por conseguinte, optaram por atribuir restrições aos pesos de algumas variáveis: a publicação internacional deveria ter um peso igual ou superior a cinco publicações nacionais e igual ou maior do que o peso de uma tese de doutorado; a publicação nacional deveria ter um peso igual ou maior ao de uma dissertação de mestrado; a relação entre o peso de uma tese de mestrado defendida e o do número de matriculados no mestrado foi estabelecida como na faixa de 10 a 20; a relação entre o peso do tempo de titulação ao mestrado e o número de professores doutores foi estabelecido entre 1 e 10. Apenas uma universidade, a UFRJ, apresentou eficiência máxima.

Soliman *et al.* (2017) avaliaram a eficiência dos cursos de administração no país, com uma amostra de 1.229 cursos de instituições privadas e públicas. Foram usadas oito variáveis, todas componentes do CPC. Foram cinco *inputs*: nota de professores doutores; nota de professores mestres; nota de professores com regime de dedicação integral ou parcial; nota de infraestrutura; nota de organização didático-pedagógica. Do lado dos *outputs*, foram usados: nota dos concluintes do Enade, nota dos ingressantes no Enade, IDD. Verifica-se que a nota dos ingressantes no Enade foi usada como *output*, enquanto Tavares e Meza usaram o indicador como *input*. Entende-se que o uso da variável como *input* seja o mais correto, pois a nota dos alunos ingressantes reflete principalmente o conhecimento que os estudantes trouxeram do período anterior, mais do que uma possível qualidade da instituição de ensino superior em si. Foi utilizado o modelo DEA CCR orientado a produtos. O modelo apresentou quinze cursos com eficiência máxima e a média do *score* de eficiência foi de 0,40. Ao comparar os resultados da DEA com os do CPC, Soliman *et al.* (2017, p. 197) verificaram que os cursos de administração apresentam baixo desempenho nas duas técnicas.

Moita (2002) não comparou a eficiência de cursos, mas de professores de uma mesma área, a de engenharias. Foi usado o banco de dados de pesquisadores do CNPq, que fornecia à época dados relativos à produção dos professores quanto ao número de trabalhos publicados em revistas científicas; de trabalhos publicados em congressos; de livros ou capítulos de livros publicados; e formação de mestres e doutores. Esses produtos foram usados como os *outputs* do modelo DEA. Como *input* foi usado o tempo de dedicação do professor, identificado pelo regime de trabalho de dedicação exclusiva. A amostra consistiu em 199 professores e o modelo usado foi o CCR orientado a produtos. Oito professores foram classificados como eficientes. A partir da análise dos grupos de professores ineficientes em relação aos seus *benchmarks*, Moita (2002, p. 83) pôde dividi-los em quatro facetas:

- a) Faceta 1: ênfase ao ensino, pois apresenta o maior valor observado na variável formação de mestres e doutores;
- b) Faceta 2: ênfase à pesquisa, pela alta relação das variáveis publicações pelo tempo de dedicação do professor;
- c) Faceta 3: ênfase à publicação de livros e publicações em revistas.
- d) Faceta 4: ênfase à publicação em revistas e a participação em congressos.

3.1.4 Outros trabalhos

Alguns trabalhos não se enquadraram em nenhum dos três grupos anteriores, por terem aplicado a DEA de formas diferenciadas dos demais.

Rodrigues Júnior, Silva e Lavarda (2013) utilizaram a DEA para avaliar a eficiência de uma única universidade, utilizando como DMUs os exercícios entre 1999 e 2008, ou seja, cada ano consistiu em uma DMU no modelo. Foram usados como *inputs*: despesas com atividades e número de professores empregados. Os *outputs* foram: atendimento em extensão, bolsas de pesquisa e alunos atendidos. O trabalho não apresenta qual o modelo utilizado quanto à orientação e aos retornos de escala. A partir dos resultados, dos dez exercícios analisados em cinco a universidade apresentou eficiência máxima, sendo que eles ocorreram principalmente nos anos iniciais do modelo (1999, 2000, 2003, 2004 e 2006), enquanto os menores *scores* foram obtidos nos anos finais, o que levou os autores a concluir que a universidade apresentou queda na eficiência.

Milioni, Ferrari e Scarpel (2011) não usaram a DEA para avaliar a eficiência das universidades, mas para analisar o *ranking* das instituições elaborado a partir do IGC. Segundo

os autores, o *ranking* gerado pelo indicador apresenta um paradoxo, pois, mesmo que uma universidade apresente resultados piores nos três componentes do IGC – graduação, mestrado e doutorado – ela ainda pode aparecer em uma posição melhor no *ranking*, uma vez que o indicador é calculado a partir de ponderações individualizadas da avaliação dos três componentes. Tendo em vista que a DEA também utiliza a ponderação individualizada de fatores para estabelecer um *ranking*, a técnica foi usada para fins de comparação com o IGC. Não foram usadas variáveis de *input*, foi definido o valor de 1,00 para todas as DMUs, pois o objetivo era avaliar a ponderação dos *outputs*, que no caso eram os três componentes do IGC. Foram executados dois modelos DEA CCR orientados a produtos: um com restrições aos pesos virtuais e outro com fronteira invertida. A restrição imposta no primeiro modelo foi que o peso virtual do *output* da graduação fosse no mínimo igual ao dobro dos pesos virtuais dos *outputs* mestrado e doutorado, isso porque havia apenas uma variável relativa à graduação e duas à pós-graduação. A partir dos resultados, o trabalho demonstrou que não há uma diferença tão significativa na posição das universidades entre o *ranking* do IGC e os *rankings* da DEA, mas que os casos do paradoxo não se repetiram nesta última técnica matemática, por isso ela seria uma alternativa ao indicador do Inep.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa pode ser classificada como descritiva, pois procura identificar a “existência de associações entre variáveis” (GIL, 2002, p. 42) e elaborar um índice de eficiência das universidades federais; e exploratória, uma vez que busca verificar de que forma técnicas quantitativas podem ser usadas para identificar possíveis *benchmarks* e boas práticas no ensino superior público federal. Constitui uma pesquisa documental, por utilizar como fonte de dados bases primárias, e quantitativa, por utilizar métodos matemáticos.

Para Golany e Roll (1989, p. 238), a aplicação de DEA deve ocorrer em três fases:

- a) Primeira fase: são definidas as DMUs a entrarem na análise;
- b) Segunda fase: são selecionadas as variáveis (insumos e produtos) relevantes e apropriadas para estabelecer a eficiência relativa das DMUs;
- c) Terceira fase: é executado o modelo DEA em programas de computador.

Segundo Cook, Tone e Zhu (2014, p. 1, tradução nossa), o uso da metodologia DEA levanta algumas questões importantes antes de se executar o modelo em si:

Qual é o objetivo da medição e análise de desempenho?

Quais são as unidades de decisão (DMUs) e as saídas e insumos a serem usados para caracterizar o desempenho dessas DMUs?

Qual é um número apropriado de DMUs, dado o número de entradas e saídas escolhidas?

Qual é a orientação apropriada do modelo (entrada, saída, aditivo)?

A análise envolve o uso de razão e dados brutos no mesmo modelo, e isso é apropriado?³⁰

Neste capítulo, estão explicitadas as escolhas metodológicas que definiram os modelos de DEA utilizados na pesquisa. São descritas a amostra de DMUs, a orientação dos modelos, a definição quanto aos retornos de escala, as variáveis de entrada e saída selecionadas, o período da análise, a fonte dos dados utilizados e o detalhamento de seu cálculo, o programa computacional utilizado para executar a técnica matemática e os métodos de análise dos dados.

³⁰ No original: *What is the purpose of the performance measurement and analysis? - What are the decision-making units (DMUs) and the outputs and inputs to be used to characterize the performance of those DMUs? - What is an appropriate number of DMUs, given the number of inputs and outputs chosen? - What is the appropriate model orientation (input, output, additive)? - Does the analysis involve the use of ratio and raw data in the same model, and is this appropriate?*

4.1 AMOSTRA DE DMUS

A escolha das DMUs deve ser cuidadosa, pois a DEA é sensível a valores extremos (FARIA; JANNUZI; SILVA, 2008). Por um lado, isso é positivo porque ela leva em consideração as boas práticas; no entanto, por outro lado, se os dados forem imprecisos, no caso de uma DMU não ser confiável, pode levar a desvios nas análises. Segundo Peña (2008, p. 97):

as unidades selecionadas devem ser homogêneas, isto é, produzir os mesmos bens e serviços, utilizando insumos iguais. Quanto ao número de unidades, não existem normas definidas. Porém, quanto maior a quantidade de unidades analisadas, maior será a capacidade discriminatória do Modelo.

Ainda na seleção das DMUs, a DEA pressupõe a existência de homogeneidade entre elas, em termos da natureza das operações que realizam e das condições sobre as quais atuam, ou seja, o quanto são diferentes umas das outras e se são influenciadas por fatores ambientais que impactam significativamente sua eficiência. Por exemplo, escolas municipais localizadas em áreas mais pobres de um determinado município estão sujeitas a fatores que dificultam o aprendizado das crianças. Ou escolas mais novas no município podem possuir uma infraestrutura melhor do que aquelas implantadas há mais tempo. Caso a infraestrutura não seja considerada nos insumos, o resultado da DEA pode não refletir a eficiência em si na utilização dos recursos, mas o fato de a DMU dispor de mais recursos que as outras.

De um lado, alguns autores apontam como uma vantagem da DEA que ela permite a inclusão de variáveis ambientais no modelo, fatores que não são controláveis pelo gestor. Segundo Avkiran (2011), a inclusão de variáveis exógenas pode ocorrer como variáveis insumo ou produto do próprio modelo, ou em análises de dois estágios que utilizam modelos de regressão para identificar fatores determinantes do índice de eficiência calculado pela DEA. De outro lado, defende-se a separação das DMUs heterogêneas antes da realização da DEA. Por exemplo, Athanassapoulos e Shale (1997) agruparam as instituições de ensino superior inglesas em três grupos, de acordo com proporção dos alunos em cursos relacionados a ciências. Os três grupos foram: orientação à ciência (mais do que 55% dos alunos em cursos de departamentos científicos); orientação balanceada (entre 45% e 55% dos alunos em cursos científicos); orientação não científica (menos de 45% dos alunos em departamentos de ciências). Então, os autores realizaram a DEA em três estágios. No primeiro, apenas as IES do grupo de orientação científica foram incluídas; no segundo estágio, além das do grupo 1, incorporou-se as IES balanceadas; e no estágio três, foi complementada com as IES com orientação não-científica, realizando-se a DEA com todas as IES. O *score* das IES científicas foi o obtido no estágio 1 (ou seja, quando apenas elas constavam da DEA); o *score* das IES balanceadas foi retirado do

estágio 2 (quando elas estavam junto com as científicas); e o score das não científicas foi o observado no estágio 3 (quando constavam todas as IES).

Segundo os autores, essa metodologia previne as IES científicas de serem penalizadas pelas não científicas, ao mesmo tempo em que dá oportunidade para algumas IES científicas de excelência de serem usadas como *benchmarks* de todas as IES (ATHANASSAPOULOS; SHALE, 1997, p. 8). Assim, a divisão em três estágios procurou diferenciar as IES principalmente em função dos custos a que cada grupo está sujeito, uma vez que as IES científicas teriam custos maiores.

Porém, na presente pesquisa, não se vislumbrou a necessidade desse agrupamento, pois se entende que as diferenças em termos de custos devido aos tipos de cursos ofertados estarão consideradas na inclusão da variável aluno-equivalente, tanto entre os insumos quanto entre os produtos, como será analisado adiante na seção acerca da seleção das variáveis. Tal variável aplica pesos diferenciados para os alunos dos cursos, em função de critérios como: custos incorridos (cursos com custos mais altos possuem um peso maior); cursos fora de sede (cursos no interior possuem um peso maior que os da capital); horário dos cursos (os noturnos possuem peso maior que os diurnos). Aquelas universidades que atuem com uma proporção maior em áreas cujos custos sejam naturalmente mais altos não serão penalizadas ao serem incluídas na DEA juntamente com as demais, pois um aluno formado em medicina, por exemplo, equivalerá a 4,5 alunos formados em direito. Dessa forma, as diferenças de foco em determinadas áreas e tamanho das universidades não devem prejudicar a sua eficiência nos modelos DEA executados.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é a heterogeneidade do ambiente a que estão sujeitas as DMUs. Existem duas opções para o analista: separar as DMUs em grupos em virtude das características ou incluir variáveis que considerem estas especificidades. Neste trabalho, optou-se pela segunda linha, inserindo-se variáveis de qualidade nos insumos das universidades. Assim, foi acrescentado um indicador da qualificação do corpo docente e a nota média dos cursos na dimensão condições oferecidas do CPC, conforme analisado adiante na subseção relativa à escolha das variáveis. No caso dos alunos matriculados, a qualificação está dentro da variável de produto IDD, que calcula o quanto a universidade agregou de conhecimento ao subtrair do Conceito Enade a nota do aluno no Enem.

A única exclusão da amostra foi das instituições que possuem uma grande proporção de alunos ingressantes em cursos novos, considerados aqueles que possuem data de criação inferior a dez anos. O prazo de dez anos foi definido a partir do anexo da Portaria MEC nº 651/2013, que institucionaliza, no âmbito do Ministério da Educação, a Matriz de Orçamento

de Outros Custeios e Capital (Matriz OCC), como instrumento de distribuição anual dos recursos destinados às universidades federais. Segundo o anexo da Portaria, são estabelecidas fórmulas diferenciadas para o cálculo do valor a ser transferido por aluno-equivalente para os cursos consolidados e os cursos novos, sendo considerado curso novo aquele criado há menos de dez anos. No caso dos cursos de mestrado, são cursos novos aqueles criados há menos de quatro anos; e há menos de oito anos para os cursos de doutorado.

Entende-se que o curso que foi criado há menos tempo terá um valor maior de custos voltados para sua implantação do que os cursos consolidados, o que poderia distorcer os resultados da DEA. Outrossim, os cursos novos apresentam uma proporção menor de alunos formados, devido ao tempo necessário para a sua conclusão. Segundo a matriz orçamentária do MEC referente ao Projeto de Lei Orçamentária de 2018, o número de alunos ingressantes em 2016 em cursos novos foi de 128.613, enquanto o número de ingressantes em cursos consolidados foi de 137.868; o número de alunos concluintes nos cursos novos foi de 43.480 e nos cursos consolidados de 79.924. Portanto, a proporção entre alunos concluintes e ingressantes nos cursos novos é de 33,8% e nos consolidados de 62,1%.

Entre as universidades, há uma grande variação na proporção de alunos ingressantes nos cursos novos e nos cursos consolidados. Sete universidades possuem 100% dos alunos ingressantes em cursos novos: UFABC, Unipampa, UFFS, UFOB, Ufesba, Unila e Unilab. As universidades com menor proporção de alunos ingressantes em cursos novos são a UFRGS com 15%, a UFRJ com 22% e a UFAC com 24%.

Diante da grande diferenciação entre a quantidade de alunos formados nos cursos novos e nos consolidados, e no suposto acréscimo de custos dos cursos novos, decidiu-se por excluí-los da análise. Além disso, decidiu-se por selecionar as universidades que tenham ao menos dez cursos consolidados. Dessa forma, foram excluídas da amostra as universidades listadas na Tabela 3. A amostra utilizada está listada na Tabela 4. A amostra final ficou composta por 45 universidades.

Tabela 3 - Universidades excluídas da análise

(Continua)

Universidade	Nº de Cursos Consolidados
Fundação Universidade Federal do ABC	0
Fundação Universidade Federal do Pampa	0
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira	0
Universidade Federal da Fronteira Sul	0
Universidade Federal da Integração Latino-Americana	0

(Conclusão)

Universidade	Nº de Cursos Consolidados
Universidade Federal do Oeste Da Bahia	0
Universidade Federal do Sul da Bahia	0
Universidade Federal do Cariri	1
Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	3
Universidade Federal do Triângulo Mineiro	3
Universidade Federal de São Paulo	4
Universidade Federal Rural do Semiárido	4
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	5
Universidade Federal Rural da Amazônia	6
Universidade Federal de Alfenas	7
Universidade Federal do Oeste do Pará	8
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	8

Fonte: O autor (2018) adaptado de Matriz OCC do PLOA (2018).

Tabela 4 - Universidades utilizadas na análise

(Continua)

Universidade	Nº de Cursos Consolidados
Universidade Federal do Pará	208
Universidade Federal do Rio de Janeiro	161
Universidade Federal do Paraná	108
Universidade de Brasília	100
Universidade Federal de Goiás	97
Universidade Federal da Bahia	96
Universidade Federal de Minas Gerais	96
Universidade Federal Fluminense	93
Universidade Federal de Pernambuco	89
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	89
Universidade Federal do Amazonas	88
Universidade Federal de Santa Catarina	81
Universidade Federal de Uberlândia	77
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	76
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	71
Universidade Federal da Paraíba	69
Universidade Federal de Alagoas	67
Universidade Federal de Mato Grosso	67
Universidade Federal de Viçosa	62
Universidade Federal do Ceará	60
Universidade Federal de Santa Maria	59
Universidade Federal do Espírito Santo	59
Universidade Federal do Piauí	58
Universidade Federal de Juiz de Fora	57
Universidade Federal do Maranhão	56

(Conclusão)

Universidade	Nº de Cursos Consolidados
Universidade Federal de Sergipe	52
Universidade Federal de Pelotas	47
Fundação Universidade Federal de Rondônia	44
Universidade Federal de Campina Grande	44
Universidade Federal do Amapá	42
Universidade Federal de Ouro Preto	41
Universidade Federal rural de Pernambuco	41
Fundação Universidade Federal do Tocantins	39
Universidade Federal de São Carlos	35
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	35
Universidade Federal do Acre	34
Universidade Federal do Rio Grande	34
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	31
Universidade Federal de Roraima	29
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	25
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	23
Universidade Federal de São João Del Rei	22
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados	17
Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco	11
Universidade Federal de Itajubá	11
Universidade Federal de Lavras	10

Fonte: O autor (2018) adaptado de Matriz OCC do PLOA (2018).

4.2 ORIENTAÇÃO DA DEA

Quando uma DMU é identificada como ineficiente, há diferentes formas de se buscar que ela alcance a fronteira de eficiência. Na DEA, opta-se entre a orientação a insumos ou a orientação a produtos. No primeiro caso, deseja-se a redução dos insumos e os produtos são fixados nos níveis atuais; no segundo, são fixados os insumos e espera-se uma ampliação da quantidade de produtos.

Normalmente, as análises com DEA optam por uma das orientações. No setor público brasileiro, onde o acesso à educação superior ainda é um problema que demanda um aumento na oferta de vagas, acredita-se que a orientação a produtos seria a melhor opção.

Entretanto, Athanassapoulos e Shale (1997, p. 7) afirmam que a eficiência de custos e de produtos são complementares. Os autores realizaram análises nos dois sentidos, tanto orientada a insumos quanto a produtos. Na primeira o objetivo era investigar se as universidades individualmente justificavam seus custos e as receitas de pesquisa para as saídas geradas. “De

igual importância, porém, é a segunda dimensão do desempenho, que se concentra na extensão com que as universidades conseguem gerar produtos suficientes, dados seus recursos e habilidades dos estudantes”³¹ (ATHANASSAPOULOS; SHALE, 1997, p. 7, tradução nossa).

Para cada uma das orientações adotadas, os autores selecionaram insumos diferentes, mantendo os produtos inalterados. Os produtos selecionados foram: número de alunos concluintes; número de graus superiores concedidos; e avaliação da pesquisa ponderada. Na DEA orientada a insumos, os *inputs* foram: gasto geral acadêmico e receitas de pesquisa. Na DEA orientada a produtos: número de alunos-equivalentes de graduação; número de alunos-equivalentes de pós-graduação; número de profissionais acadêmicos-equivalentes; média da nota no ensino médio dos ingressantes; receita de pesquisa; e gastos em biblioteca e serviços de informática (ATHANASSAPOULOS, SHALE, 1997, p. 12).

Nesta pesquisa, optou-se por seguir a metodologia de Athanassapoulos e Shale (1997), realizando-se duas análises DEA, uma orientada a insumos e outra a produtos. Diante da crise financeira pela qual passam as universidades federais brasileiras, entende-se que é importante para o país visualizar em que medida elas justificam seus custos diante dos resultados apresentados. Porém, também é preciso identificar as boas práticas e quais universidades conseguem apresentar mais resultados diante dos insumos disponíveis.

4.3 DEFINIÇÃO DO MODELO QUANTO AOS RETORNOS DE ESCALA

Quanto a opção entre o modelo de retornos constantes de escala (CCR) ou retornos variáveis (BCC) decidiu-se pela aplicação dos dois modelos, com o objetivo de verificar em que medida as diferenças de escala entre as universidades impactam ou não em seu desempenho. Segundo Suescún, Cubillos e García (2017), de 59 trabalhos analisados que usaram a DEA para avaliação do ensino superior, a preferência é pelo emprego conjunto dos modelos CCR e BCC, com 24 trabalhos tendo empregado os dois ao mesmo tempo, enquanto 16 utilizaram o modelo CCR, 15 o modelo BCC e quatro empregaram outros modelos.

Para Cooper, Seiford e Tone (2007, p. 152), é importante investigar as fontes de ineficiência das DMUs, se são causadas pela operação ineficiente da própria DMU ou se pelas condições desvantajosas nas quais ele está operando. Dessa forma, é importante a comparação

³¹ No original: *The cost efficiency we seek to investigate is whether or not individual universities justify their running costs and research income for their generated output. Of equal importance is, however, the second performance dimension, which concentrates on the extent to which universities generate suficiente outcome, given their resources and students' abilities.*

dos *scores* entre os modelos CCR e BCC. O primeiro modelo fornece a chamada eficiência técnica global, enquanto o modelo BCC apresenta a chamada de eficiência técnica pura local. Segundo os autores (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007, p. 152):

Se uma DMU for totalmente eficiente (100%) tanto na pontuação CCR quanto na pontuação BCC, ela estará operando no tamanho da escala mais produtiva. Se uma DMU tem eficiência total de BCC, mas uma baixa pontuação CCR, então ela está operando de maneira localmente eficiente, mas não globalmente eficiente, devido ao tamanho da escala da DMU. Assim, é razoável caracterizar a eficiência da escala de uma DMU pela razão das duas pontuações³².

Cooper, Seiford e Tone (2007, p.153) definem a eficiência de escala pela razão entre os *scores* de uma DMU nos modelos CCR e BCC, sendo o primeiro o numerador e o segundo o denominador. Essa razão não será maior do que 1,00, isto porque o *score* no modelo CCR é menor ou igual ao *score* no modelo BCC.

4.4 ESCOLHA DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA

Segundo Avkiran (2006, p. 115, tradução nossa), “a escolha e o número de *inputs* e *outputs* e de DMUs determinam quão boa será a discriminação existente entre as unidades eficientes e ineficientes”³³. É preciso evitar que a inclusão de muitas variáveis de insumo e produto no modelo faça com que a DEA atribua *score* 1,00 a muitas DMUs, levando a uma redução em seu poder avaliativo. Avkiran (2006, p. 115) então cita algumas “regras de ouro” para a definição do número de *inputs* e *outputs* e sua relação com o número de DMUs.

Segundo Avkiran (2006, p. 115), existem autores que defendem que o número de DMUs deve ser o dobro do número de entradas e saídas incluídas no modelo: para três insumos e quatro produtos, o número de DMUs seria catorze. Outros autores entendem que deve ser o triplo, ou seja, 21. Um terceiro grupo acredita que o limite mínimo para o número de DMUs deve ser o produto entre o número de entradas e o número de saídas. Assim, caso tenham sido escolhidos três insumos e quatro produtos, o número mínimo de DMUs seria doze.

Suescún, Cubillos e García (2017) fizeram um levantamento do estado da arte do uso da DEA na avaliação da eficiência de instituições de educação superior, descrevendo os

³² No original: *If a DMU is fully efficient (100%) in both the CCR and BCC scores, it is operating in the most productive scale size. If a DMU has full BCC efficiency but a low CCR score, then it is operating locally efficiently but not globally efficiently due to the scale size of the DMU. Thus, it is reasonable to characterize the scale efficiency of a DMU by the ratio of the two scores.*

³³ No original: *Typically, the choice and the number of inputs and outputs, and the DMUs determine how good of a discrimination exists between efficient and inefficient units.*

pontos básicos de análises realizadas em diversos trabalhos acadêmicos. Os autores identificaram 254 variáveis usadas como *inputs*. A maior parte dos artigos utilizaram três ou quatro entradas. Suescún, Cubillos e García (2017, p. 166) as agruparam em quatro grupos:

- a) Recursos físicos: evidenciam as disposições tangíveis das instituições para a prestação do serviço, como metro quadrado de construções (usado em 16 trabalhos), recursos educativos como livros e computadores (usados em 9).
- b) Recursos financeiros: valores monetários usados em seu funcionamento, como gastos operacionais (29 trabalhos), gastos com pessoal (12 trabalhos), ingressos totais (6 trabalhos).
- c) Recursos humanos: variáveis como quantidade de docentes (44 trabalhos), quantidade de alunos (40 trabalhos), pessoal não docente (16 trabalhos).
- d) Recursos de condição: recursos não tangíveis que afetam os resultados dos estudantes, tais como condições socioeconômicas do aluno (10 trabalhos), capacidade educativa em horas (7 trabalhos), nota média em exames prévios (5 trabalhos), qualificação dos docentes (5 trabalhos).

Em relação às saídas, Suescún, Cubillos e García (2017, p. 168) identificaram 230 variáveis usadas e as agruparam em três categorias: recursos físicos, financeiros e humanos. Entre os recursos físicos, as saídas mais usadas foram publicações científicas (30 trabalhos), resultados em provas do Estado (27 trabalhos), participação acadêmica em termos de créditos e horas (13 trabalhos), número de teses (7 trabalhos) e índices de conhecimento e formação (7 trabalhos).

Entre os resultados financeiros, as variáveis mais usadas foram: ingressos de projetos de pesquisa (13 trabalhos), ingressos totais (3 trabalhos), ingressos por matrículas (3 trabalhos) e ingressos por atividades financiadas (3 trabalhos).

Nos resultados humanos, o indicador mais usado foi o número de alunos titulados (40 trabalhos), seguido pelo número de alunos matriculados (18 trabalhos) e pelo número de estudantes com resultados altos em provas do Estado (15 trabalhos).

Tendo em vista que neste trabalho se optou por realizar análises DEA orientadas tanto a insumos quanto a produtos, a escolha das variáveis foi baseada nos objetivos definidos para cada uma das orientações, seguindo a metodologia adotada por Athanassapoulos e Shale (1997). Na DEA orientada a insumos, o objetivo é investigar se as universidades individualmente justificam suas despesas a partir das saídas geradas. Assim, selecionou-se

como insumo as despesas totais das universidades. Já na DEA orientada a produtos, o objetivo foi identificar aquelas universidades que conseguem gerar uma maior quantidade de produtos a partir dos insumos disponíveis. Nesse caso, a escolha dos *inputs* segue como critério sua importância para a geração dos *outputs*. A seguir, são apresentadas as variáveis usadas como insumos e produtos. Inicialmente, são explicitadas as variáveis de saída, que serão as mesmas nas duas orientações da DEA; em seguida as variáveis de entrada na orientação a insumos e na orientação a produtos.

4.4.1 Variáveis de Saída

A partir de Suescún, Cubillos e García (2017), verificou-se que a variável *output* mais utilizada nos trabalhos que utilizaram a DEA na avaliação da eficiência do ensino superior foi a quantidade de estudantes que concluíram os estudos, ou seja, que receberam seu diploma ou título de graduado, tecnólogo, bacharel, mestre ou doutor. Algumas pesquisas consideram não só a quantidade de formados, mas também a qualidade de sua formação, utilizando indicadores que avaliam o desempenho dos estudantes em provas do Estado.

Acredita-se que essa seja a melhor linha a ser seguida, que apenas a quantidade de concluintes não represente adequadamente o desempenho das universidades na formação dos estudantes. Conforme analisado anteriormente, a CF88 estabelece em seu art. 205 que os objetivos da educação são o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. Além disso, um dos princípios constitucionais é o da garantia de um padrão de qualidade. Portanto, mais do que entregar diplomas, compete às universidades formarem indivíduos de forma integral e qualificados para o trabalho.

Para a identificação do número de alunos concluintes, foi utilizado o conceito de aluno equivalente, critério de distribuição dos recursos orçamentários do MEC para as universidades públicas federais, por meio da Matriz OCC, regulada pelo Decreto nº 7.233/2010 e pela Portaria MEC nº 651/2013. O conceito de aluno equivalente, porém, não consta dessas normas. No âmbito do MEC, há conceituação apenas para a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, formada principalmente pelos Institutos Federais. Segundo a Portaria MEC nº 1.162/2018 (BRASIL, 2018b):

Art. 1º Fica definido o conceito de aluno-equivalente ou matrícula equivalente como o aluno matriculado em um determinado curso, ponderado pelo fator de equiparação de carga horária e pelo fator de esforço de curso.

§ 1º O fator de equiparação de carga horária nivela a contagem das matrículas dos cursos de qualificação profissional ou cursos de formação inicial e

continuada às matrículas dos cursos de regime anual, sendo determinado pela divisão da carga horária mínima regulamentada do curso por oitocentas horas.

§ 2º O fator de esforço de curso ajusta a contagem de matrículas-equivalentes para cursos que demandem, para o desenvolvimento de suas atividades, uma menor Relação Matrícula por Professor.

Na Portaria MEC 651/2013, a fórmula para o cálculo do número total de alunos equivalentes em cada curso é a seguinte (BRASIL, 2013):

$$TAEG_i = [(NACG_i)(1 + R_i) + (N_i - NACG_i)/4](PG_i)(DG_i)(BT_i)(BFS_i)$$

Em que:

$TAEG_i$ = total de alunos equivalentes do curso de graduação i

$NACG_i$ = total de alunos diplomados no curso de graduação i

N_i = total de alunos ingressantes no curso de graduação i

R_i = retenção padrão do curso de graduação i

PG_i = peso do grupo do curso de graduação i

DG_i = duração padrão do curso de graduação i

BT_i = bônus por turno noturno do curso de graduação i

BFS_i = bônus por curso de graduação i fora de sede.

Nesta fórmula, o objetivo é identificar o total de aluno equivalentes da universidade, sejam concluintes ou matriculados. Porém, na presente pesquisa, o objetivo é identificar apenas o número de alunos equivalentes concluintes, por isso foi retirado da fórmula o componente: $(N_i - NACG_i)/4$. Assim, a fórmula usada para o cálculo do número de alunos equivalentes de cada curso foi:

$$TAEG_i \text{ outputs} = (NACG_i)(1 + R_i)(PG_i)(DG_i)(BT_i)(BFS_i)$$

No caso das universidades federais, há um documento de 2005 (BRASIL, 2005) que apresenta a tabela com os pesos a serem usados no cálculo dos alunos equivalentes dos cursos, além do fator de retenção padrão e a duração média, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Pesos utilizados para o cálculo dos alunos equivalentes dos cursos

Grupo	Peso por Grupo	Área	Descrição da Área	Fator de Retenção	Duração Média
A1	4,5	CS1	Medicina	0,0650	6
		CS2	Veterinária, Odontologia, Zootecnia	0,0650	5
A2	2	CET	Ciências Exatas e da Terra	0,1325	4
		CB	Ciências Biológicas	0,1250	4
		ENG	Engenharias	0,0820	5
		TEC	Tecnólogos	0,0820	3
		CS3	Nutrição, Farmácia	0,0660	5
		CA	Ciências Agrárias	0,0500	5
A3	1,5	CE2	Ciências Exatas – Computação	0,1325	4
		CE1	Ciências Exatas – Matemática e Estatística	0,1325	4
		CSC	Aquitetura/Urbanismo	0,1200	4
		A	Artes	0,1150	4
		M	Música	0,1150	4
		CS4	Enfermagem, Fisioterapia, Fonoaudiologia Educação Física	0,0660	5
A4	1	CSA	Ciências Sociais Aplicadas	0,1200	4
		CSB	Direito	0,1200	5
		LL	Linguista e Letras	0,1150	4
		CH	Ciências Humanas	0,1000	4
		CH1	Psicologia	0,1000	5
		CH2	Formação de Professor	0,1000	4

Fonte: Brasil (2005, p. 5).

Além do peso dos cursos, a Matriz OCC confere também bônus para os cursos em turno noturno e para os cursos fora da sede, ou seja, em outros municípios. É um princípio constitucional que as universidades ofereçam cursos noturnos, por isso entende-se que estes devem receber um peso maior, inclusive em função do maior custo que geram para as universidades. No caso dos cursos fora da sede, a interiorização das universidades também é uma medida importante no sentido de levar o acesso ao ensino superior público gratuito para outras localidades. Por conseguinte, para identificar a variável relativa ao número de alunos concluintes, este será multiplicado pelo peso do grupo do curso, pelo bônus por turno noturno, que na Matriz OCC corresponde a 15%, e pelo bônus por curso fora da sede, que na Matriz OCC é de 10%.

No caso dos estudantes de mestrado e doutorado, a Matriz OCC prevê as seguintes fórmulas para o cálculo do valor aluno-equivalente:

$$TAEM_i \text{ outputs} = (NACM_i)(DM_i)(PM_i)$$

$$TAED_i \text{ outputs} = (NACD_i)(DD_i)(PD_i)$$

Em que:

$TAEM_i$ e $TAED_i$ = total de alunos equivalentes do curso de mestrado e doutorado i
 $NACM_i$ e $NACD_i$ = total de alunos concluintes no curso de mestrado e doutorado i
 DM_i e DD_i = duração padrão do curso de mestrado e doutorado i
 PM_i e PD_i = peso do grupo do curso de mestrado e doutorado i

Os pesos dos grupos para os cursos de mestrado e doutorado são os mesmos do Quadro 2.

Para o cálculo do total de alunos-equivalentes de graduação e pós-graduação foram considerados apenas os cursos consolidados. Os cursos novos não fizeram parte da análise da eficiência, como analisado na seção acerca da amostra de DMUs.

Para a identificação da qualidade dos graduandos, o país dispõe de indicadores que avaliam o desempenho dos estudantes ao concluírem o ensino superior, a partir do Enade. O IDD é o indicador mais adequado para avaliar a contribuição efetiva das universidades na formação dos alunos, pois ele mede o valor agregado por elas, considerando o quanto foi acrescentado em relação ao momento que o aluno ingressou na instituição.

No caso da pós-graduação, o indicador mais utilizado nas análises DEA no ensino superior também é o número de estudantes concluintes. Porém, não há no país uma avaliação do desempenho desses estudantes em prova nacional, como ocorre no Enade. Assim, para incluir a dimensão da qualidade na análise DEA, deve-se utilizar indicadores que avaliam o desempenho não dos alunos em si, mas dos cursos de pós-graduação.

Na seção acerca do desempenho das instituições de ensino superior, no referencial teórico, foi apresentado que a Capes realiza a avaliação dos programas de pós-graduação, conferindo um conceito que vai de 1 a 7. Nos quesitos da avaliação, verificou-se que eles abrangem tanto questões relacionadas com os *inputs*, como infraestrutura e qualificação do corpo docente, quanto questões relacionadas com os *outputs*, como quantidade e qualidade das dissertações e teses defendidas, número de publicações, inserção social, entre outros. Tendo em vista que 90% do peso do Conceito Capes refere-se a dimensões de *output*, optou-se por utilizar o indicador como uma variável de saída.

O segundo indicador de *output* mais usado nas análises DEA no ensino superior, conforme Suescún, Cubillos e García (2017), é a quantidade de publicações científicas das

instituições. Neste trabalho, utilizou-se a produção intelectual dos programas de pós-graduação, disponibilizada pela Capes³⁴ (CAPES, 2018).

Em relação à extensão, o país não dispõe de indicadores que permitam avaliar o desempenho das universidades federais. Existe uma grande variedade de ações que podem ser consideradas como extensão, desde cursos de pós-graduação *lato sensu*, cursos de línguas, palestras, até visitas a espaços na universidade. Portanto, a extensão não fez parte da presente análise da eficiência das universidades federais, sendo uma limitação do modelo.

4.4.2 Variáveis de entrada na orientação a insumos

Na análise orientada a insumos, o objetivo é investigar se as universidades individualmente justificam suas despesas a partir das saídas geradas. Assim como Athanassapoulos e Shale (1997), foi utilizada neste modelo variável relacionada com os recursos gastos pelas universidades para alcançar os resultados.

Na análise de Suescún, Cubillos e García (2017), alguns trabalhos optam por utilizar variáveis mais agregadas, como ingressos totais e despesas gerais, enquanto outros diferenciam entre despesas operacionais e de pessoal. Nesta pesquisa, optou-se por realizar análises DEA orientadas a insumos e a produtos. Na orientação a insumos, o objetivo é visualizar em que medida elas justificam seus custos diante dos resultados apresentados. Por conseguinte, entende-se que a utilização de um único insumo com as despesas gerais das universidades atende melhor a este objetivo, pois se busca avaliar as universidades que entregam os melhores resultados frente a todo o orçamento utilizado.

Athanassapoulos e Shale (1997) citam a controvérsia existente na definição da receita de pesquisa como insumo ou produto. A capacidade de arrecadação de recursos para pesquisa por parte de uma universidade poderia ser vista como algo positivo em seu desempenho, por isso o valor arrecadado também poderia ser classificado como produto. Os autores seguem a linha de considerar a receita com pesquisa como insumo. Tendo em vista que no Brasil a quantidade maior de recursos para pesquisa provém de instituições públicas, como a Capes, o CNPQ ou fundações estaduais, entendeu-se mais correto classificá-los como insumos. Porém, não será incluída uma variável separada para as receitas com pesquisa, pois na legislação brasileira as universidades federais devem recolher estes recursos para a conta

³⁴ CAPES. **Produção intelectual de programas de pós-graduação stricto sensu no Brasil 2013 a 2016.**

Disponível em: <https://dadosabertos.capes.gov.br/dataset/producao-intelectual-de-programas-de-pos-graduacao-2013-a-2016>. Acesso em: 16 set. 2018.

única do Tesouro Nacional, utilizando estes valores juntamente com os seus recursos orçamentários.

Uma vez que se decidiu por excluir os cursos novos da análise de eficiência, como analisado na seção acerca da AMOSTRA DE DMUS, o valor a ser usado na DEA para as despesas foi calculado a partir da proporção entre alunos-equivalentes em cursos consolidados e novos. Assim, a partir dos dados da Matriz OCC, foi verificado qual o percentual do TAEG, do TAEM e do TAED da instituição que se referem aos cursos consolidados, e este percentual foi aplicado às despesas.

4.4.3 Variáveis de entrada na orientação a produtos

Na DEA orientada a produtos, o objetivo é identificar as instituições que conseguem gerar os melhores resultados a partir dos insumos disponíveis. Nesse caso, a escolha das variáveis de *input* leva em consideração a contribuição das entradas para a geração das saídas.

Segundo Suescún, Cubillos e García (2017), as variáveis mais utilizadas pelos trabalhos que avaliaram o ensino superior com DEA foram: número de docentes em atividade, número de estudantes e número de profissionais não acadêmicos em atividade. Além dessas variáveis, algumas outras escolhidas representavam recursos disponíveis para as instituições, como espaço, livros, computadores. Alguns trabalhos procuraram usar não só indicadores de quantidade, como também de qualidade, como qualificação do corpo docente ou a pontuação média dos estudantes em exames prévios ao seu ingresso na universidade.

Importante destacar que a quantidade de alunos é um indicador utilizado nos trabalhos acadêmicos tanto como uma variável de *input* quanto de *output*. Em quarenta trabalhos ele foi utilizado entre as entradas e em quinze entre as saídas (SUESCÚN; CUBILLOS; GARCÍA, 2017). Tendo em vista que o acesso às universidades públicas é algo a ser ampliado, a quantidade de alunos e matrículas até poderia ser vista como um produto das universidades. Porém, entende-se que a quantidade de alunos se enquadra melhor como um insumo, pois busca-se verificar em que medida as universidades conseguem formar estes estudantes, evitando a evasão e a retenção. Assim, um dos indicadores de *input* que serão utilizados é a quantidade de alunos-equivalentes matriculados nas universidades. Para o cálculo do total de alunos-equivalentes, será usado o número de matrículas de cada curso. Assim, a fórmula usada foi a seguinte:

$$TAEG_i \text{ inputs} = (MAT_i)(1 + R_i)(PG_i)(DG_i)(BT_i)(BFS_i)$$

$$TAEM_i \text{ inputs} = (MAT_i)(DM_i)(PM_i)$$

$$TAED_i \text{ inputs} = (MAT_i)(DD_i)(PD_i)$$

Em que:

$TAEG_i$ = Número de alunos-equivalentes da graduação do curso i ;

$TAEM_i$ = Número de alunos-equivalentes do curso de mestrado i ;

$TAED_i$ = Número de alunos-equivalentes do curso de doutorado i ;

MAT_i = Número de matrículas no curso de graduação, mestrado ou doutorado i ;

R_i = retenção padrão do curso de graduação i

PG_i = peso do grupo do curso de graduação i

DG_i = duração padrão do curso de graduação i

BT_i = bônus por turno noturno do curso de graduação i

BFS_i = bônus por curso de graduação i fora de sede.

DM_i e DD_i = duração padrão do curso de mestrado e doutorado i

PM_i e PD_i = peso do grupo do curso de mestrado e doutorado i

Outro recurso humano que será considerado é a quantidade de docentes das universidades. Optou-se por não se utilizar a quantidade de pessoal não docente, pois as universidades federais brasileiras enfrentam situações diferentes no que se refere ao seu quadro administrativo. Em alguns casos, muitos dos cargos existentes foram extintos e substituídos pela terceirização da mão-de-obra mediante contratos administrativos. Assim, aquelas universidades que ainda mantêm essa mão-de-obra contratada poderiam ser penalizadas.

Além da quantidade dos recursos humanos (alunos e docentes) é importante também considerar a qualidade desses *inputs*. No caso dos professores, a sua qualificação em termos de titulação é o indicador mais usado. Para os estudantes, uma vez que se optou por utilizar o IDD como variável de saída, entende-se que a qualidade dos alunos ingressantes está considerada no modelo, pois a nota do Enem é utilizada para o cálculo do IDD.

Em relação aos recursos físicos, o Inep realiza a avaliação dos cursos de graduação. Foi analisado anteriormente que o CPC é calculado a partir de quatro dimensões, entre as quais as condições oferecidas para o desenvolvimento do processo formativo. As notas dos cursos nesta dimensão serão usadas como variável de *input* na presente pesquisa para representar as condições de infraestrutura e material dos cursos.

4.4.4 Variáveis selecionadas

As variáveis de entrada e saída selecionadas estão descritas no Quadro 3:

Quadro 3 - Variáveis de entrada e saída selecionadas

Variáveis de <i>output</i>	Variáveis de <i>input</i> na orientação a insumos	Variáveis de <i>input</i> na orientação a produtos
1) Número de aluno-equivalentes de graduação, mestrado e doutorado concluintes; 2) Média do IDD dos cursos das universidades; 3) Média do Conceito Capes dos programas de pós-graduação; 4) Produção intelectual dos programas de Pós-Graduação	1) Despesas empenhadas	1) Número de alunos-equivalentes matriculados nos cursos de graduação, mestrado e doutorado; 2) Número de docentes ponderados pelo Índice de Qualificação do Corpo Docente; 3) Média da nota dos cursos de graduação na dimensão condições oferecidas do CPC.

Fonte: Autor (2018).

4.5 PERÍODO DA ANÁLISE

As variáveis utilizadas como *inputs* e *outputs* possuem periodicidade diferente na disponibilização dos dados. No caso do IDD, ele segue a divulgação do Conceito Enade, cuja periodicidade em cada área é trienal. Segundo o Inep³⁵, as áreas que foram objeto de avaliação no Enade nos últimos três exercícios foram as seguintes:

Em 2015: Cursos que conferem diploma de bacharel em Administração, Administração Pública, Ciências Contábeis, Ciências Econômicas, Comunicação Social – Jornalismo, Comunicação Social – Publicidade e Propaganda, Design, Direito, Psicologia, Relações Internacionais, Secretariado Executivo, Teologia e Turismo.

Cursos que conferem diploma de tecnólogo em Comércio Exterior, Design de Interiores, Design de Moda, Design Gráfico, Gastronomia, Gestão Comercial, Gestão da Qualidade, Gestão de Recursos Humanos, Gestão Financeira, Gestão Pública, Logística, Marketing e Processos Gerenciais.

Em 2016: Cursos que conferem diploma de bacharel nas áreas de: Agronomia, Biomedicina, Educação Física, Enfermagem, Farmácia, Fisioterapia,

³⁵ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Perguntas frequentes. **Enade**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/perguntas-frequentes4>. Acesso em: 04 maio 2018.

Fonoaudiologia, Medicina, Medicina Veterinária, Nutrição, Odontologia, Serviço Social, Zootecnia.

Cursos que conferem diploma de tecnólogo nas áreas de Agronegócio, Estética e Cosmética, Gestão Ambiental, Gestão Hospitalar e Radiologia.

Em 2017: Cursos que conferem diploma de bacharel nas áreas de: Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia de Alimentos, Engenharia de Computação, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia Florestal, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia e Sistema de Informação.

Cursos que conferem diploma de bacharel ou licenciatura nas áreas de: Ciência da Computação, Ciências Biológicas, Ciências Sociais, Filosofia, Física, Geografia, História, Letras – Português, Matemática e Química.

Cursos que conferem diploma de licenciatura nas áreas de: Artes Visuais, Educação Física, Letras - Português e Espanhol, Letras - Português e Inglês, Letras – Inglês, Música e Pedagogia.

Cursos que conferem diploma de tecnólogo nas áreas de: Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Gestão da Produção Industrial, Redes de Computadores e Gestão da Tecnologia da Informação.

Já a divulgação do Conceito Capes segue a avaliação quadrienal, sendo que a última foi divulgada em 2017.

As demais variáveis seguem a periodicidade anual, como os dados orçamentários relativos às despesas, os alunos concluintes, a produção intelectual dos cursos de pós-graduação, número de docentes.

De forma a contemplar todas as áreas dos cursos avaliados no Conceito Enade, optou-se por considerar o período trienal, de 2015 a 2017. Esse mesmo período foi considerado para a definição de outras variáveis, conforme descrito a seguir:

- a) Média do número de aluno-equivalentes de graduação, mestrado e doutorado concluintes nos anos de 2015, 2016 e 2017;
- b) Média do IDD dos cursos das universidades nos anos de 2015, 2016 e 2017;
- c) Média do Conceito Capes dos programas de pós-graduação na avaliação quadrienal de 2017;
- d) Média da produção intelectual dos programas de Pós-Graduação nos anos de 2015, 2016 e 2017;
- e) Média das despesas empenhadas nos exercícios de 2015, 2016 e 2017;
- f) Média do número de alunos-equivalentes matriculados nos cursos de graduação, mestrado e doutorado nos exercícios de 2015, 2016 e 2017;

- g) Média do número de docentes, ponderado pelo peso do Índice de Qualificação do Corpo Docente nos anos de 2015, 2016 e 2017;
- h) Média da nota dos cursos de graduação na dimensão condições oferecidas do CPC nos anos de 2015, 2016 e 2017.

4.6 FONTE DOS DADOS E DETALHAMENTO DO CÁLCULO DAS VARIÁVEIS

Os dados usados para cálculo do número de alunos-equivalentes relativos aos anos de graduação de 2016 e 2017 foram obtidos nas Matrizes OCC relativas aos PLOA 2018 e 2019. A Matriz OCC do PLOA 2018 foi elaborada em 2017 com dados do Censo da Educação Superior de 2016, enquanto a Matriz OCC do PLOA 2019 foi elaborada em 2018 com dados do Censo de 2017. No caso da Matriz OCC relativa ao PLOA 2017, que deveria ter sido elaborada com os dados do Censo de 2015, não foi esse o procedimento adotado, foram replicados os mesmos parâmetros da Matriz OCC do PLOA 2016, ou seja, os dados usados na sua elaboração ainda eram de 2014. Dessa forma, para o cálculo do número de alunos-equivalentes de 2015, foram usados os dados do Censo do Ensino Superior de 2015.

Para o cálculo do número de alunos-equivalentes dos cursos de pós-graduação, a Matriz OCC do PLOA 2018 continha os dados tanto de 2016 quanto de 2015, e a Matriz OCC do PLOA 2019 continha os dados de 2017. O Conceito Capes de cada curso de mestrado e doutorado também foram obtidos junto às Matrizes OCC, já que estas dispunham de uma coluna com o conceito de cada curso.

O IDD só possui divulgação no site do Inep³⁶ a partir de 2016. Porém, os dados relativos ao indicador estão disponíveis nas planilhas de divulgação do CPC³⁷, que utiliza o IDD em seu cálculo, estando disponíveis os dados também para 2015.

O número de professores de cada instituição foi obtido nos dados do Censo, disponibilizados pelo Portal do InepData³⁸, realizando-se a consulta do número de funções docentes por grau de formação e categoria administrativa. O Censo não informa o curso em que

³⁶ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Indicador de diferença entre os desempenhos observados e esperado**. Disponível em: <https://bit.ly/2KdS5yy>. Acesso em: 09 abr. 2018.

³⁷ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Conceito Preliminar de Curso (CPC)**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/conceito-preliminar-de-curso-cpc->. Acesso em: 10 abr. 2018.

³⁸ INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Inep Data**. Disponível em: <http://inep.gov.br/inep-data>. Acesso em: 12 abr. 2018.

o professor atua, assim como os dados dos cursos também não informam o número de professores. Foi adotada então a proporção entre o número de alunos nos cursos novos e nos consolidados para considerar o número de professores da universidade.

O número de professores foi ponderado pelos pesos do Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD). O cálculo da qualificação baseou-se na Decisão Normativa TCU nº 408/2002, que determinou ao MEC a inclusão, em seu Relatório de Gestão, de uma série de indicadores de desempenho das universidades federais, entre os quais o IQCD. O cálculo do indicador é dado pela fórmula (BRASIL. Tribunal de Contas da União, 2004):

$$\text{IQCD} = \frac{(5D+3M+2E+G)}{(D+M+E+G)}$$

Em que:

D = docentes doutores;

M = docentes mestres;

E = docentes com especialização

G = docentes graduados

Dessa forma, aplica-se uma ponderação para cada nível de titularidade, com peso cinco para os docentes doutores, peso três para os mestres, peso dois para os especialistas e peso um para os graduados. Esses mesmos pesos foram utilizados para o cálculo do número de professores ponderado pela qualificação, ou seja, o número de professores doutores foi multiplicado por cinco, o de mestres por 3, o de especialistas por 2 e o de graduados por 1.

A fonte dos dados relativos às despesas foi o Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Utilizou-se na análise as despesas empenhadas. Segundo o Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público (BRASIL, 2017), as etapas da despesa orçamentária são o planejamento e a execução. A execução da despesa se dá em três estágios: empenho, liquidação e pagamento. Considera-se despesa orçamentária executada a despesa que já passou pelo estágio do empenho. Segundo a Lei 4.320/1964 (BRASIL, 1964), que estatui normas gerais de direito financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal, “o empenho de despesa é o ato emanado de autoridade competente que cria para o Estado obrigação de pagamento pendente ou não de implemento de condição” (art. 58). Portanto, uma vez que o empenho é o estágio em

que se gera a obrigação de pagamento, será utilizado o valor da despesa empenhada pelas universidades como o valor executado.

Os dados relativos aos *inputs* das despesas e do número de docentes foram calculados pela proporção entre cursos consolidados e cursos novos, utilizando-se o TAEG, TAEM e TAED dos alunos matriculados em cada universidade. Por exemplo, em uma instituição cuja soma do TAEG, TAEM e TAED dos cursos consolidados represente 60% da soma total desses mesmos três valores, seriam utilizados 60% do número de docentes e 60% das despesas empenhadas.

4.7 PROGRAMA PARA EXECUTAR A DEA

Existem diversos programas computacionais que permitem a realização da DEA, entre *softwares* comerciais e livres. Porém, segundo Pessanha *et al.* (2013, p.2):

Embora os programas comerciais e livres sejam práticos e contem com diversos modelos e recursos para a aplicação da Análise Envoltória de Dados, a possibilidade de programar modelos DEA, em uma planilha eletrônica ou em qualquer outra linguagem computacional, é interessante, pois oferece ao analista uma grande flexibilidade na implementação computacional dos modelos, inclusive na investigação de inovações.

Linguagens de programação permitem que o pesquisador adapte o modelo de DEA aos seus interesses. A Linguagem R é uma linguagem de programação e um ambiente de *software* livre para computação estatística e gráficos, desenvolvida por Ross Ihaka e Robert Gentleman, da Universidade de Auckland, e administrada hoje pela Fundação R para Computação Estatística³⁹. Existem pacotes no R que permitem a realização da DEA. Foram identificados os seguintes pacotes na época da realização da pesquisa:

- a) *Conventional and Fuzzy Data Envelopment Analysis* (deaR)⁴⁰;
- b) *Robust Data Envelopment Analysis for R* (rDEA)⁴¹;

³⁹ THE COMPREHENSIVE R ARCHIVE NETWORK. Disponível em: <https://cran.r-project.org/index.html>. Acesso em: 16 nov. 2018.

⁴⁰THE COMPREHENSIVE R ARCHIVE NETWORK. **Conventional and fuzzy data envelopment Analysis**. Disponível em <https://cran.r-project.org/web/packages/deaR>. Acesso em: 19 nov. 2018.

⁴¹ THE COMPREHENSIVE R ARCHIVE NETWORK. **Robust Data Envelopment Analysis (DEA) for R**. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/rDEA>. Acesso em: 19 nov. 2018.

c) *Benchmark and Frontier Analysis Using DEA and SFA (Benchmarking)*⁴²;

Dos três pacotes, optou-se pela utilização do *deaR*, pois ele se mostrou mais simples de utilizar e porque apresenta resultados mais completos, com os *scores*, os pesos dos pares, os *slacks*, os *targets*, entre outros. O pacote *deaR* foi desenvolvido por Vicente Coll-Serrano, Vicente Bolós e Rafael Benitez, da Universidade de Valência, tendo sido lançado em dezembro de 2018. Os autores disponibilizam um tutorial do pacote (COLL-SERRANO; BOLÓS; BENITEZ, 2018), o que facilita sua utilização.

Os dados utilizados nos modelos DEA estão no Apêndice A desta dissertação, enquanto o *scripts* na linguagem R estão no Apêndice B, com vistas a permitir a reprodutibilidade da pesquisa.

4.8 MODELOS DEA EXECUTADOS

A partir das escolhas metodológicas descritas acima, foram definidos oito modelos DEA para a análise da eficiência das universidades. Os modelos foram diferenciados inicialmente pela orientação da análise: a insumos e a produtos. Em cada orientação, foram executados modelos de retornos constantes de escala (CCR) e retornos variáveis de escala (BCC). Também foram executados modelos supereficientes, com o objetivo de diferenciar os *scores* das DMUs consideradas eficientes. Os oito modelos executados foram os seguintes:

- a) DEA orientada a insumos com retornos constantes de escala (DEA OI CCR);
- b) DEA orientada a insumos com retornos variáveis de escala (DEA OI BCC);
- c) DEA supereficiente orientada a insumos com retornos constantes de escala (DEA OI CCR Super);
- d) DEA supereficiente orientada a insumos com retornos variáveis de escala (DEA OI BCC Super);
- e) DEA orientada a produtos com retornos constantes de escala (DEA OP CCR);
- f) DEA orientada a produtos com retornos variáveis de escala (DEA OP BCC);
- g) DEA supereficiente orientada a produtos com retornos constantes de escala (DEA OP CCR Super);

⁴² THE COMPREHENSIVE R ARCHIVE NETWORK. **Benchmarking**: Benchmark and Frontier Analysis Using DEA and SFA. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/Benchmarking/>. Acesso em: 19 nov. 2018.

- h) DEA supereficiente orientada a produtos com retornos variáveis de escala (DEA OP BCC Super).

4.9 MÉTODO PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na análise dos resultados dos *scores* de eficiência, foi calculada sua correlação com algumas variáveis. Para o cálculo da correlação, optou-se pela utilização do coeficiente de correlação de postos de *Spearman*. O método mais tradicional, de *Pearson*, pressupõe a distribuição normal das variáveis, enquanto o de *Spearman* é um método não-paramétrico, isto é, não faz suposições sobre a distribuição de frequências das variáveis. O método de *Spearman* foca as posições das unidades dentro do *ranking* das variáveis analisadas. A correlação entre duas variáveis será alta quando observações tiverem uma classificação semelhante entre as duas variáveis, isto é, a posição relativa das observações no interior de uma variável (1º, 2º, 3º, etc.) for próxima posição no ranking da outra variável, e baixa quando observações tiverem uma classificação diferente. A correlação de *Spearman*, representada pela letra grega ρ (rô), varia entre 1,00, quando os *rankings* são idênticos nas duas variáveis, e -1,00, quando os *rankings* são completamente opostos.

Para a interpretação dos coeficientes de correlação, foi utilizada a classificação de intensidade proposta por Rowntree (1981, p. 170), descrita na Tabela 5. Os coeficientes de correlação foram calculados na linguagem de programação estatística R, por meio da função *cor.test()*, do pacote *stats*⁴³, utilizando-se o método de *Spearman*.

Tabela 5 - Classificação da intensidade da correlação

Coefficiente + ou -	Intensidade
Entre 0,00 e 0,20	Muito fraca, desprezível
Entre 0,20 e 0,40	Fraca
Entre 0,40 e 0,70	Moderada
Entre 0,70 e 0,90	Forte
Entre 0,90 e 1,00	Muito forte

Fonte: Rowntree (1981, p. 170).

⁴³ THE R STATS PACKAGE. Disponível em: <https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/00Index.html>. Acesso em: 29 nov. 2018.

Com o objetivo de avaliar em que medida a DEA aponta pares semelhantes para as DMUs ineficientes, foi realizada a análise de agrupamentos (*clusters*) das universidades, utilizando-se as variáveis de entrada e saída dos modelos orientados a insumos e produtos. A análise de agrupamentos é um “grupo de técnicas multivariadas cuja finalidade principal é agregar objetos com base nas características que eles possuem” (HAIR JUNIOR *et al.*, 2009, p. 431).

Segundo Hair Junior *et al.* (2009, p. 432), para realizar a análise de agrupamentos, é preciso tratar de três questões básicas:

- a) Como medir a similaridade? É necessário um método de comparação simultânea das observações, como a correlação entre os objetos ou sua proximidade em um espaço bidimensional;
- b) Como formar os agrupamentos? Uma vez medida a similaridade, é preciso agrupar as observações que são mais similares;
- c) Quantos grupos formar? Selecionar um conjunto de agrupamentos como a solução final. Tal escolha deve levar em consideração o fato de um menor número de agrupamentos resultar em menor homogeneidade dentro dos grupos, ou um maior número de grupos e maior homogeneidade interna. O ideal é uma estrutura mais básica, mas que mantenha a homogeneidade.

Existem dois métodos básicos de agrupamentos: por otimização e hierárquico. O método de otimização agrupa as observações otimizando uma função objetivo específica e iterativamente aperfeiçoando a qualidade das partições movendo as observações de um grupo para o outro até encontrar o conjunto de grupos que apresente o melhor resultado. Este “melhor resultado” é dado por algum critério numérico que expresse a qualidade dos grupos formados. Segundo Everitt *et al.* (2011, p. 111, tradução nossa), “uma variedade desses critérios de agrupamento foi sugerida. Alguns operam com base nas dissimilaridades interindividuais; outros empregam a matriz de dados original”⁴⁴.

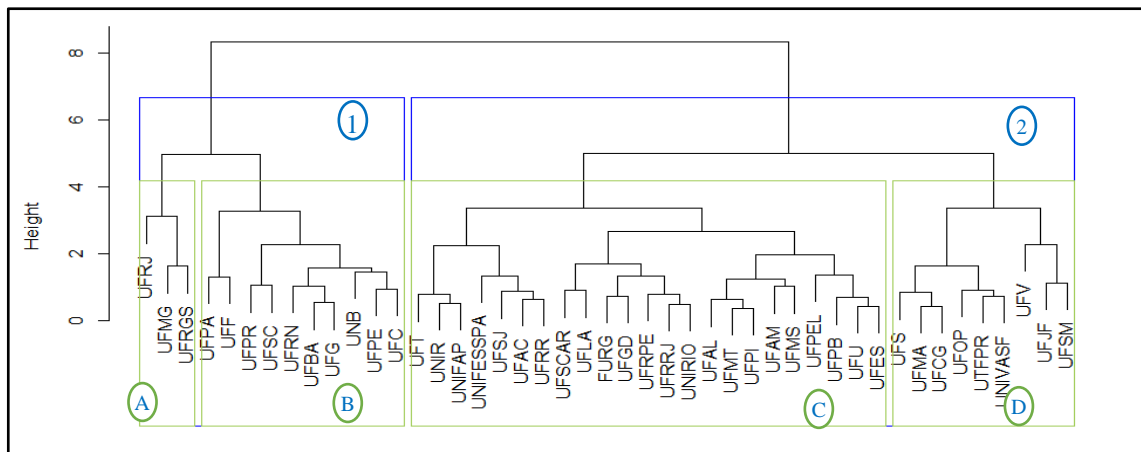
Segundo Everitt *et al.* (2011, p. 71), em uma classificação hierárquica, os dados não são particionados em um determinado número de classes ou *clusters* em uma única etapa. Em vez disso, a classificação consiste em uma série de partições, que podem ser executadas a partir

⁴⁴ No original: *A variety of such clustering criteria have been suggested. Some operate on the basis of the inter-individual dissimilarities; others employ the original data matrix.*

de um único *cluster* contendo todos os indivíduos, até n *clusters*, cada um contendo um único indivíduo. As técnicas de agrupamento hierárquico podem ser subdivididas em métodos aglomerativos, que se processam por uma série de fusões sucessivas dos n indivíduos em grupos; e métodos divisivos, que separam os n indivíduos sucessivamente em agrupamentos menores. Ambos os tipos de agrupamento hierárquico podem ser vistos como tentativas de encontrar o passo ótimo em cada estágio da subdivisão ou síntese progressiva dos dados.

Foi utilizada a linguagem de programação estatística R para os cálculos necessários para o agrupamento. Aplicando-se o método de clusterização hierárquica, calculou-se as distâncias pela função *dist()* e realizou-se o agrupamento pela função *hclust()*, ambas do pacote *stats*. A Figura 10 traz o dendograma⁴⁵, que representa a clusterização hierárquica utilizando-se as variáveis de insumo e produto do modelo DEA orientado a insumos: despesa total, alunos-equivalentes formados, IDD e Conceito Capes, gerado pela função *plot()*.

Figura 10 - Dendograma dos grupos formados com as variáveis da DEA OI



Fonte: Autor (2019).

Verifica-se que a primeira separação ocorre em dois grupos bastante distintos (quadrados azuis). O agrupamento diferencia as universidades maiores (Grupo 1) das menores (Grupo 2). A Tabela 6 apresenta as médias das variáveis para os dois grupos:

⁴⁵ Um dendrograma é um diagrama representando uma árvore, em agrupamento hierárquico, ilustra a organização dos *clusters* produzidos pelas análises correspondentes.

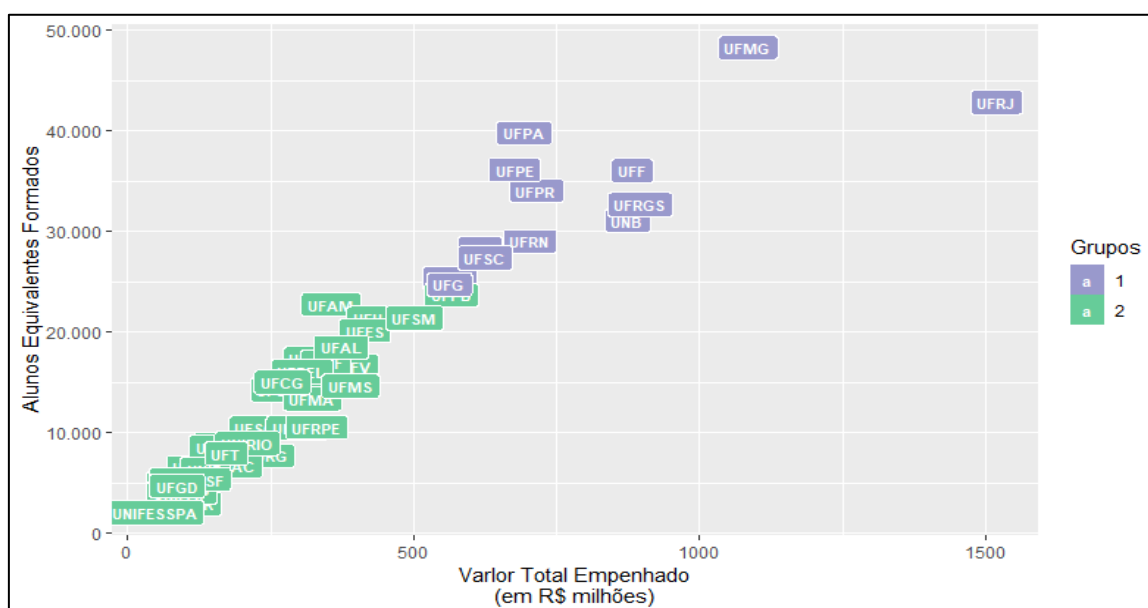
Tabela 6 - Médias das variáveis de entrada e saída da DEA OI nos Grupos 1 e 2 gerados pela análise de agrupamentos

Grupo	Despesa Total	Alunos Equivalentes Formados	IDD	Conceito Capes	Produção Intelectual
1	R\$ 800.568.328,00	33.490	2,43	4,56	56.346
2	R\$ 261.833.188,00	12.044	2,45	3,81	16.348

Fonte: Autor (2019).

O Gráfico 2 apresenta as universidades divididas nos dois grupos considerando o valor total empenhado e o número de alunos equivalentes formados. Observa-se a separação de acordo com o tamanho das universidades, uma vez que as instituições do Grupo 1 possuem valores maiores para a despesa empenhada e o número de alunos formados.

Gráfico 2 - Distribuição das universidades nos Grupos 1 e 2 da orientação a insumos a partir do valor total empenhado e do número de alunos equivalentes formados



Fonte: Autor (2019).

Já a segunda separação divide as universidades em quatro grupos (quadrados verdes), dois grupos dentro do grupo das universidades maiores e dois grupos dentro do grupo das universidades menores. A Tabela 7 apresenta as médias das variáveis para os quatro grupos.

Tabela 7 - Médias das variáveis de entrada e saída da DEA OI nos Grupos A, B, C e D gerados pela análise de agrupamentos

Grupo	Despesa Total	Alunos Equivalentes Formados	IDD	Conceito Capes	Produção Intelectual
A	R\$ 1.166.466.712,00	41.232	2,39	5,23	82.824
B	R\$ 690.798.813,00	31.167	2,43	4,36	48.403
C	R\$ 256.212.199,00	11.606	2,34	3,78	15.875
D	R\$ 276.197.936,00	13.164	2,73	3,91	17.559

Fonte: Autor (2019).

Observa-se que os Grupos A e B, que foram subdivididos do Grupo 1, das universidades maiores, apresentam uma distinção também principalmente quanto ao tamanho. Já os Grupos C e D, subdivididos do Grupo 2, são semelhantes em tamanho, se diferenciando mais em relação ao IDD. Porém, os dois grupos ainda mantêm uma semelhança grande entre si. Dessa forma, optou-se pela separação em dois grupos, que apresentam a maior diferenciação entre si. Os grupos estão descritos no Quadro 4:

Quadro 4 - Grupos formados pela análise de agrupamentos com as variáveis do modelo DEA OI

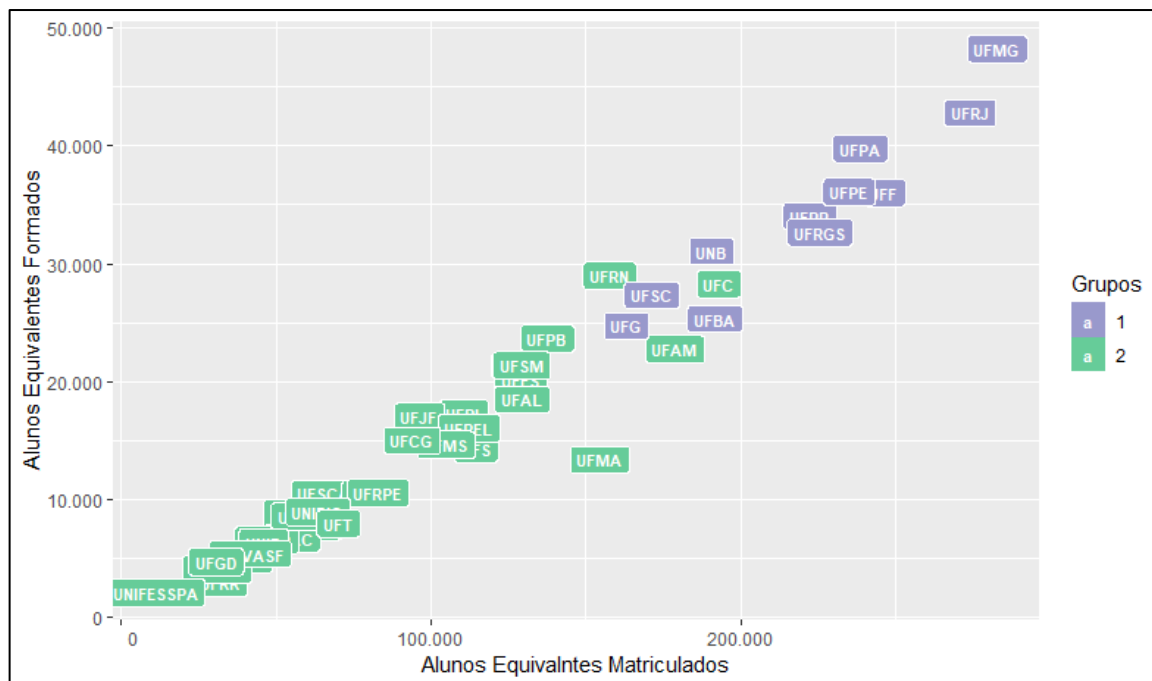
Grupo 1		Grupo 2			
UFBA	UFPR	Furg	UFLA	UFRPE	UFU
UFC	UFRGS	UFAC	UFMA	UFRR	UFV
UFF	UFRJ	UFAL	UFMS	UFRRJ	Unifap
UFG	UFRN	UFAM	UFMT	UFS	Unifesspa
UFMG	UFSC	UFCG	UFOP	UFSCAR	Unir
UFPA	UNB	UFES	UFPB	UFSJ	Unirio
UFPE		UFGD	UFPEL	UFSM	Univasf
		UFJF	UFPI	UFT	UTFPR

Fonte: Autor (2019).

A Figura 11 traz o dendograma que representa a clusterização hierárquica utilizando-se as variáveis de insumo e produto do modelo DEA orientado a produtos: alunos-equivalentes matriculados, número de professores ponderados pelo peso da qualificação, nota na dimensão condições oferecidas do CPC, alunos equivalentes formados, IDD e Conceito Capes. O dendograma foi gerado pela função *plot()*.

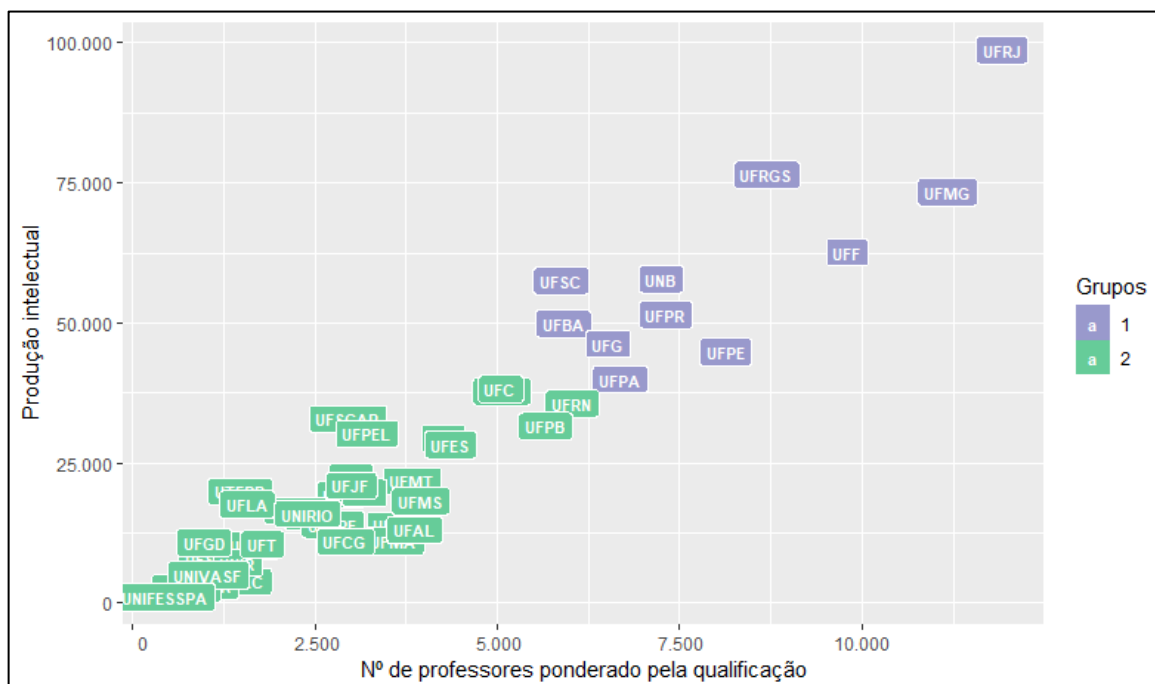
maiores no número de alunos matriculados e formados. O Gráfico 4 traz a distribuição a partir do número de professores ponderado pela qualificação e a produção intelectual.

Gráfico 3 - Distribuição das universidades nos Grupos 1 e 2 da orientação a produtos a partir do número de alunos equivalentes matriculados e formados



Fonte: Autor (2019).

Gráfico 4 - Distribuição das universidades nos Grupos 1 e 2 da orientação a produtos a partir do número de professores ponderado pela qualificação e a produção intelectual



Fonte: Autor (2019).

A Tabela 9 apresenta as médias das variáveis de entrada e saída do modelo orientado a produtos para os quatro grupos gerados pela análise de agrupamentos.

Tabela 9 - Médias das variáveis de entrada e saída da DEA OP nos Grupos A, B, C e D gerados pela análise de agrupamentos

Grupo	Alunos Equivalentes Matriculados	Professores Ponderados	CPC Condições	Alunos Equivalentes Formados	IDD	Conceito Capes	Produção Intelectual
A	260.884	10.593	2,03	41.232	2,39	5,23	82.824
B	207.407	7.184	1,89	31.799	2,45	4,38	51.281
C	106.917	3.630	2,66	17.104	2,49	4,36	26.166
D	82.578	2.444	2,04	11.319	2,43	3,63	13.970

Fonte: Autor (2019).

Há uma diferenciação maior entre os grupos, principalmente entre o C e o D, em comparação com os grupos do modelo orientado a insumos, o que pode ser atribuído ao maior número de variáveis usadas. Todavia, ainda se entende que a divisão em dois grupos é mais adequada, pois mantém a simplicidade e a maior diferenciação entre os grupos. Os dois grupos formados pela análise de agrupamentos com as variáveis do modelo orientado a produtos estão descritos no Quadro 5.

Quadro 5 - Grupos formados pela análise de agrupamentos com as variáveis do modelo DEA OP

Grupo 1		Grupo 2			
UFBA	UFPR	Furg	UFLA	UFRPE	UFU
UFF	UFRGS	UFAC	UFMA	UFRR	UFV
UFG	UFRJ	UFAL	UFMS	UFRRJ	Unifap
UFMG	UFSC	UFAM	UFMT	UFS	Unifesspa
UFPA	UNB	UFC	UFOP	UFSCAR	Unir
UFPE		UFCG	UFPB	UFSJ	Unirio
		UFES	UFPEL	UFSM	Univasf
		UFGD	UFPI	UFT	UTFPR
		UFJF	UFRN		

Fonte: Autor (2019).

Com o objetivo de permitir uma melhor comparação entre os modelos DEA orientados a insumos e a produtos, optou-se por utilizar o mesmo agrupamento nos dois casos. Tendo em vista que o agrupamento relacionado ao modelo orientado a produtos foi realizado a partir de um número maior de variáveis, o que resultaria num agrupamento mais detalhado, decidiu-se por utilizar este agrupamento também nos modelos DEA OI.

5 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados dos modelos DEA executados e a análise da eficiência das universidades federais. Buscou-se verificar a capacidade de a DEA indicar pares que possam ser usados como *benchmarks* das universidades ineficientes, com vistas a permitir o aperfeiçoamento da gestão por meio da comparação de desempenho e adoção de boas práticas. Primeiro são apresentados os resultados dos modelos DEA orientados a insumos e em seguida os modelos da orientação a produtos.

5.1 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS ORIENTADA A INSUMOS

Na orientação a insumos foram executados quatro diferentes modelos de DEA:

- a) DEA com retornos constantes de escala (OI CCR);
- b) DEA com retornos variáveis de escala (OI BCC);
- c) DEA supereficiente com retornos constantes de escala (OI CCR Super);
- d) DEA supereficiente com retornos variáveis de escala (OI BCC Super).

A Tabela 10 apresenta os scores de eficiência nos quatro modelos:

Tabela 10 - *Scores* de eficiência nos modelos DEA orientados a insumos

(Continua)

Universidade Federal	OI CCR	OI BCC	OI CCR Super	OI BCC Super
Unifesspa	1,00	1,00	1,67	1,67
UTFPR	1,00	1,00	1,24	2,03
UFSJ	1,00	1,00	1,14	1,15
UFGD	1,00	1,00	1,09	1,40
UFAM	1,00	1,00	1,00	1,12
UFLA	0,92	1,00	0,92	1,92
UFPA	0,90	1,00	0,90	1,15
UFS	0,89	1,00	0,89	1,03
UFMG	0,87	0,95	0,87	0,95
UFPI	0,87	0,92	0,87	0,92
UFPEL	0,86	1,00	0,86	1,05
UFOP	0,85	1,00	0,85	1,25
UFPE	0,83	1,00	0,83	1,01
UFSCAR	0,83	1,00	0,83	1,29

(Conclusão)

Universidade Federal	OI CCR	OI BCC	OI CCR Super	OI BCC Super
Univasf	0,80	1,00	0,80	1,66
UFU	0,79	0,91	0,79	0,91
UFAL	0,77	0,78	0,77	0,78
UFJF	0,77	1,00	0,77	NA
UFES	0,76	0,87	0,76	0,87
UFPR	0,74	1,00	0,74	NA
UFBA	0,74	0,98	0,74	0,98
Unir	0,74	0,74	0,74	0,74
UFSC	0,73	1,00	0,73	1,10
UFT	0,72	0,74	0,72	0,74
UFC	0,72	0,88	0,72	0,88
UFG	0,71	0,93	0,71	0,93
Unifap	0,71	0,72	0,71	0,72
UFMG	0,70	1,00	0,70	NA
Unirio	0,69	0,73	0,69	0,73
UFSM	0,68	1,00	0,68	NA
UFMT	0,68	0,74	0,68	0,74
UFPB	0,65	0,75	0,65	0,75
UFF	0,65	0,91	0,65	0,91
UFV	0,65	1,00	0,65	1,59
UFMA	0,65	0,68	0,65	0,68
UFRN	0,64	0,74	0,64	0,74
UFRGS	0,63	1,00	0,63	NA
UFMS	0,59	0,63	0,59	0,63
UNB	0,58	0,79	0,58	0,79
UFAC	0,57	0,61	0,57	0,61
UFRRJ	0,55	0,60	0,55	0,60
Furg	0,53	0,57	0,53	0,57
UFRPE	0,50	0,54	0,50	0,54
UFRR	0,49	0,56	0,49	0,56
UFRJ	0,48	1,00	0,48	NA

Fonte: Autor (2019).

Com vistas a analisar qual variável de produto estaria mais correlacionada com o *score* de eficiência no modelo DEA CCR Super orientado a insumos, dividiu-se o valor total de despesas empenhadas pelas universidades por cada uma das quatro variáveis de produto (alunos-equivalentes formados, produção intelectual, IDD e Conceito Capes), obtendo-se assim o valor gasto para a produção de cada unidade dessas variáveis. A correlação entre os *scores* de eficiência e o valor gasto por unidade das variáveis de produto foram:

- a) Despesas empenhadas e alunos-equivalentes formados: **-0,93**, valor-p $2,2 \times 10^{-16}$;

- b) Despesas empenhadas e IDD: **-0,38**, valor-p 0,00993;
- c) Despesas empenhadas e Conceito Capes: **-0,36**, valor-p 0,01488;
- d) Despesas empenhadas e produção intelectual: **-0,33**, valor-p 0,02943.

Verifica-se que a correlação é negativa em todos os casos, ou seja, quanto maior o valor gasto com uma unidade de produto, menor o *score* de eficiência. Esclarecendo de outra forma, as universidades que gastam mais recursos e usam mais insumos proporcionalmente para cada unidade de produto foram consideradas menos eficientes pela DEA. O valor gasto por aluno-equivalente formado apresentou uma correlação negativa muito forte com os *scores* de eficiência, concluindo-se que esta foi a relação insumo-produto que mais contribuiu para a formação do *ranking*. A razão entre o valor gasto e os demais *inputs* apresentou correlação fraca com o *ranking* de eficiência, mas com significância estatística, dado que o valor-p em todas as correlações foi inferior a 0,05. Diante disso, pode-se concluir que o *ranking* de eficiência gerado pela DEA é robusto, uma vez que ele está significativamente correlacionado com a relação entre insumos e produtos, e que o produto mais importante é justamente a quantidade de alunos formados, apesar de que a qualidade não deixou de ter uma importância para o *ranking*.

Quanto aos modelos supereficientes, verifica-se que eles possuem a grande vantagem de diferenciar as universidades consideradas eficientes. Porém, há a desvantagem de que nem todas as universidades apresentam plausibilidade no modelo supereficiente BCC, com seis universidades não apresentando *score*.

Algo que primeiro chama a atenção nos resultados da tabela é o aumento significativo nos *scores* de eficiência entre os modelos CCR e BCC. No modelo CCR, apenas cinco universidades mostram-se eficientes. Já no modelo BCC, 21 universidades apresentam eficiência máxima. A média dos *scores* de eficiência nos dois modelos sobe de 0,74 para 0,87.

Neste trabalho, não se teve como escopo avaliar as causas de uma suposta ineficiência de escala nas universidades federais. Porém, entende-se que seja um tema de extrema relevância, sugerindo-se que outros trabalhos possam investigar em que medida a escala das universidades federais impacta em sua eficiência.

O modelo CCR tem como vantagem indicar um *ranking* de eficiência a partir do orçamento global das universidades, ou seja, indicando quais dariam um maior retorno para o valor total gasto, inclusive considerando a ineficiência de escala das universidades. Segundo Cooper, Seiford e Tone (2007, p.152), o modelo CCR fornece um *score* da “eficiência técnica

global”⁴⁶. Porém, a ineficiência de escala não é uma variável que esteja no controle do gestor, e o modelo BCC tem como vantagem restringir a análise à “eficiência técnica pura”⁴⁷, conforme Cooper, Seiford e Tone (2007, p.152). Por conseguinte, entende-se que o modelo BCC é mais adequado para apontar o desempenho das universidades federais, uma vez que a escala das instituições não é um atributo controlável totalmente pelos gestores.

A Tabela 11 apresenta o valor gasto pelas universidades (considerando o valor médio das despesas totais empenhadas nos exercícios de 2015, 2016 e 2017, na proporção de alunos-equivalentes em cursos consolidados), o valor alvo apontado pela DEA, a diferença entre os dois e o percentual que esta diferença representa em relação ao valor total gasto.

Tabela 11 - Comparação entre o valor total empenhado pelas universidades e o valor alvo no modelo DEA OI BCC

Universidade	Despesas totais	Valor Alvo	Diferença	Percentual
UNB	873.869.030,37	687.110.972,71	186.758.057,66	21%
UFRN	703.027.146,05	521.180.120,58	181.847.025,48	26%
UFRPE	330.465.632,93	177.408.284,10	153.057.348,83	46%
UFMS	389.512.787,43	244.695.219,99	144.817.567,44	37%
UFPB	566.066.013,88	421.973.651,55	144.092.362,34	25%
UFRRJ	296.277.593,00	177.734.984,69	118.542.608,31	40%
Furg	243.004.040,16	138.869.996,67	104.134.043,49	43%
UFMA	322.805.412,21	219.640.714,53	103.164.697,67	32%
UFMT	364.543.653,45	271.384.299,14	93.159.354,31	26%
UFAL	373.007.171,27	289.740.287,90	83.266.883,37	22%
UFF	881.887.369,69	804.437.939,39	77.449.430,29	9%
UFAC	185.823.045,33	112.710.328,42	73.112.716,91	39%
UFC	615.599.495,93	543.369.561,12	72.229.934,81	12%
UFES	414.452.263,22	358.734.130,81	55.718.132,40	13%
Unirio	208.999.002,68	153.577.681,40	55.421.321,28	27%
UFRR	116.934.684,93	64.925.143,72	52.009.541,21	44%
UFT	172.201.167,16	127.110.011,01	45.091.156,15	26%
UFG	562.346.852,79	521.148.808,72	41.198.044,06	7%
UFU	420.471.622,04	382.035.879,23	38.435.742,81	9%
Unir	134.645.042,38	99.598.105,89	35.046.936,49	26%
Unifap	94.535.188,30	67.974.251,67	26.560.936,63	28%
UFPI	313.321.565,03	288.149.718,00	25.171.847,03	8%
UFMG	270.449.299,07	256.621.108,49	13.828.190,57	5%
UFBA	563.471.335,27	550.619.830,48	12.851.504,79	2%
Total	9.417.716.414,57	7.480.751.030,21	1.936.965.384,33	21%

Fonte: Autor (2019).

⁴⁶ No original: *global technical efficiency*.

⁴⁷ No original: *local pure technical efficiency*.

Observa-se que a meta de redução no valor gasto chega a 46% na UFRPE e que haveria uma redução de R\$ 1,9 bilhão caso todas as universidades operassem no nível máximo de eficiência, o que representa 21% em relação ao total de R\$ 9,4 bilhões gastos pelas universidades ineficientes.

É preciso salientar que quando se afirma que o alvo significaria uma redução de 21% no valor gasto, isto não significa que poderia ser reduzido o orçamento das universidades no mesmo montante. Existem despesas fixas, como os salários dos servidores, que não podem ser reduzidas. A orientação a *inputs*, no presente trabalho, tem como objetivo verificar quais universidades justificam seus custos diante dos resultados alcançados. Assim, o alvo serve como uma medida de quanto a unviersidade pode melhorar seu desempenho comparado com o das demais instituições.

As universidades federais que foram usadas como par para o maior número de DMUs ineficientes foram a UFAM, a UFLA, a UTFPR e a UFPA. Algumas universidades eficientes não participaram como pares das ineficientes: UFPR, UFSM, UFRJ, UFRGS, UFSCAR e UFV.

A Tabela 12 apresenta os pesos das DMUs eficientes utilizados para construção dos alvos das DMUs ineficientes pares no Modelo DEA OI BCC. Em verde, quando ambas as DMUs são do Grupo 1; em azul quando ambas as DMUs são do Grupo 2; em vermelho, quando as duas DMUs são de grupos diferentes.

É possível verificar que a grande maioria dos pares foi formada dentro dos grupos. São 24 DMUs ineficientes, o que significa que a soma total dos pesos será 24,00, pois o peso total para cada DMU ineficiente é 1,00 (ou 100%). Desse total, 20,65 (ou 86%) decorre de pares dentro do mesmo grupo. Isso demonstra que a DEA efetivamente aponta como pares DMUs eficientes que são semelhantes às ineficientes, considerando as variáveis de insumo e produto utilizadas. As duas exceções principais no caso são a UFPA, do Grupo 1, e a UFPEL, do Grupo 2, que foram utilizadas como pares para DMUs ineficientes em uma proporção relevante em ambos os grupos.

Tabela 12 - Pesos das DMUs eficientes pares utilizados para construções dos alvos das DMUs ineficientes no Modelo DEA OI BCC

DMUs	Eficientes	Ineficientes														
		UFPA	UFSC	UFMG	UFPE	UFAM	UFLA	UTFPR	UFSJ	UFPEL	UFOP	UFGD	Unifesspa	UFS	UFJF	Univasf
Grupos		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
UFBA	1	0,06	0,70	-	-	-	-	-	-	0,24	-	-	-	-	-	-
UFF	1	0,05	0,56	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UFG	1	0,02	0,52	-	0,11	-	-	-	-	0,35	-	-	-	-	-	-
UNB	1	0,09	0,78	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furg	2	-	-	-	-	0,03	0,49	0,16	-	-	0,08	0,25	-	-	-	-
UFAC	2	-	-	-	-	0,06	-	0,30	0,58	-	0,06	-	-	-	-	-
UFAL	2	-	-	-	-	0,75	0,00	0,05	0,19	-	-	-	-	-	-	-
UFC	2	0,40	0,10	0,14	-	-	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UFCE	2	-	-	-	-	0,37	0,16	-	-	-	0,34	-	-	-	0,13	-
UFES	2	0,35	-	-	-	-	0,16	0,32	-	0,16	-	-	-	-	-	-
UFMA	2	-	-	-	-	0,42	0,00	-	-	-	0,28	0,30	-	-	-	-
UFMS	2	0,05	-	-	-	0,35	0,29	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
UFMT	2	0,17	-	-	-	0,21	0,10	0,52	-	-	-	-	-	-	-	-
UFPB	2	0,43	-	-	-	-	0,01	0,26	-	0,30	-	-	-	-	-	-
UFPI	2	0,11	-	-	-	0,44	0,06	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-
UFRN	2	0,42	-	-	0,26	-	-	0,21	-	0,09	-	-	-	0,02	-	-
UFRPE	2	-	-	-	-	0,19	0,62	-	0,19	-	-	-	-	-	-	-
UFRR	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	0,61	-	-	0,12
UFRRJ	2	-	-	-	-	0,21	0,38	0,31	0,11	-	-	-	-	-	-	-
UFT	2	-	-	-	-	0,16	-	0,14	0,71	-	-	-	-	-	-	-
UFU	2	0,34	-	-	-	-	0,26	0,08	-	0,33	-	-	-	-	-	-
Unifap	2	-	-	-	-	-	-	-	0,69	-	-	-	0,31	-	-	-
Unir	2	-	-	-	-	0,08	-	-	0,92	-	-	-	-	-	-	-
Unirio	2	-	-	-	-	0,13	0,34	0,33	0,20	-	-	-	-	-	-	-
Número de pares		12	5	3	2	14	14	13	8	6	4	3	2	1	1	1
Soma dos pesos		2,49	2,67	0,64	0,37	3,38	3,23	3,39	3,59	1,47	0,74	0,82	0,92	0,02	0,13	0,12

Fonte: Autor (2019).

A partir da tabela, verifica-se que as universidades UFPA, UFSC e UFMG são os principais *benchmarks* no Grupo 1, tendo sido pares de todas as quatro DMUs ineficientes do grupo e responsáveis por um peso de 2,79 na construção dos alvos das DMUs ineficientes do grupo, que somam um peso total de 4,00, ou seja, contribuíram com 70% do peso.

Já no Grupo 2, os principais *benchmarks* são as universidades UFAM, UFLA, UTFPR e UFSJ, uma vez que cada uma delas foi par de pelo menos oito universidades ineficientes e contribuíram com um peso de 13,59 para a construção dos alvos dentro do grupo, 68% dos 20,00 pontos totais do grupo.

5.2 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS ORIENTADA A PRODUTOS

Na orientação a produtos também foram executados quatro modelos de DEA:

- a) DEA com retornos constantes de escala (OP CCR);
- b) DEA com retornos variáveis de escala (OP BCC);
- c) DEA supereficiente com retornos constantes de escala (OP CCR Super);
- d) DEA supereficiente com retornos variáveis de escala (OP BCC Super).

A Tabela 13 apresenta os *scores* de eficiência nos quatro modelos:

Tabela 13 - *Scores* de eficiência nos modelos DEA orientados a produtos

(Continua)

Universidade Federal	OP CCR	OP BCC	OP CCR Super	OP BCC Super
Unifesspa	1,00	1,00	2,61	NA
UFRJ	1,00	1,00	1,95	2,03
UFPA	1,00	1,00	1,46	1,84
UFSCAR	1,00	1,00	1,25	1,25
UTFPR	1,00	1,00	1,21	1,22
UFGD	1,00	1,00	1,09	1,13
UFSC	1,00	1,00	1,07	1,11
UFLA	1,00	1,00	1,07	1,13
UFPEL	1,00	1,00	1,06	1,06
UFRN	1,00	1,00	1,06	1,06
UFJF	1,00	1,00	1,05	1,08
UFAM	1,00	1,00	1,04	1,05
UFPI	1,00	1,00	1,03	1,04
Unifap	1,00	1,00	1,03	1,04
UFRRJ	1,00	1,00	1,03	1,05
UFMG	1,00	1,00	1,02	1,14
UFPB	1,00	1,00	1,00	1,00
UNB	1,00	1,00	1,00	1,00
UFC	1,00	1,00	1,00	1,01
UFBA	0,99	1,00	0,99	1,01
Unirio	0,98	1,00	0,98	1,05
UFRGS	0,98	1,00	0,98	1,05
UFV	0,97	1,00	0,97	1,09
UFSM	0,97	1,00	0,97	1,03
UFOP	0,97	1,00	0,97	1,01
UFU	0,96	0,97	0,96	0,97

(Conclusão)

Universidade Federal	OP CCR	OP BCC	OP CCR Super	OP BCC Super
Univasf	0,96	1,00	0,96	1,09
UFSJ	0,95	0,96	0,95	0,96
UFPR	0,94	1,00	0,94	1,09
UFMG	0,91	0,95	0,91	0,95
UFES	0,91	0,92	0,91	0,92
UFG	0,91	0,93	0,91	0,93
UFS	0,90	0,98	0,90	0,98
UFPE	0,90	0,94	0,90	0,94
UFF	0,89	0,90	0,89	0,90
UFAL	0,84	0,90	0,84	0,90
UFMT	0,83	0,86	0,83	0,86
Unir	0,82	0,90	0,82	0,90
UFT	0,79	0,83	0,79	0,83
UFMS	0,78	0,89	0,78	0,89
UFAC	0,78	0,93	0,78	0,93
Furg	0,74	0,96	0,74	0,96
UFRPE	0,73	0,89	0,73	0,89
UFMA	0,66	0,95	0,66	0,95
UFRR	0,57	0,94	0,57	0,94

Fonte: Autor (2019).

A seguir são descritas as correlações de *Spearman* para as razões entre as variáveis de insumo e de produto na orientação a produtos com o *ranking* supereficiente CCR OP:

- a) Alunos-equivalentes matriculados e formados: **-0,55**, valor-p 0,0001;
- b) Professores ponderados e produção intelectual: **-0,51**, valor-p 0,0004;
- c) Alunos-equivalentes matriculados e produção intelectual: **-0,46**, valor-p 0,002;
- d) Professores ponderados e alunos-equivalentes formados: **-0,39**, valor-p 0,008;
- e) Condições oferecidas e produção intelectual: **-0,26**, valor-p 0,0846;
- f) Condições oferecidas e alunos-equivalentes formados: **-0,15**, valor-p 0,3262;
- g) Condições oferecidas e Conceito Capes: **-0,21**, valor-p 0,1737;
- h) Condições oferecidas e IDD: **-0,10**, valor-p 0,5279;
- i) Alunos-equivalentes matriculados e IDD: **0,06**, valor-p 0,6853;
- j) Professores ponderados e IDD: **0,05**, valor-p 0,7121;
- k) Professores ponderados e Conceito Capes: **0,03**, valor-p 0,8593;
- l) Alunos-equivalentes matriculados e Conceito Capes: **0,02**, valor-p 0,9083;

As correlações são em sua quase totalidade negativas, no sentido de que quanto maior o uso de um *input* para a produção de uma unidade de *output*, menor o *score* de eficiência da DMU. As quatro primeiras relações insumo-produto foram as que apresentaram significância estatística, em que se pode afastar a hipótese nula de correlação inexistente, pois o valor-p foi inferior a 0,05. Nesses casos, a correlação pôde ser classificada como moderada.

A razão entre o número de alunos-equivalentes matriculados e formados foi a que mais teria contribuído para a formação do *ranking*, seguida pela razão entre o número de professores ponderado pela qualificação e a produção intelectual; pela razão entre alunos matriculados e produção e intelectual; e pela razão entre número de professores e alunos formados. Desta feita, segundo o modelo DEA executado, as variáveis insumo mais importantes são alunos matriculados e professores; e as variáveis produto mais importantes são os alunos formados e a produção intelectual. Apresentam uma posição melhor no *ranking* de eficiência as universidades que conseguem formar uma proporção maior de seus alunos matriculados, que apresentam maior taxa de sucesso na graduação, com menor retenção e abandono, e que conseguem gerar uma maior produção intelectual a partir dos professores e alunos matriculados.

Um número maior de universidades foi considerado eficiente na orientação a produtos, comparada com a orientação a insumos. Enquanto no modelo OI CCR cinco DMUs obtiveram o *score* máximo e a média dos *scores* foi de 0,74; no modelo OP CCR foram dezenove DMUs eficientes e a média dos *scores* foi de 0,92. O mesmo ocorre em relação aos modelos BCC, com 21 DMUs eficientes na orientação a insumos e 27 DMUs na orientação a produtos, com a média dos *scores* subindo de 0,87 para 0,97. Supõe-se que tal aumento na eficiência se dê ao maior número de variáveis na orientação a produtos.

Quando se comparam os modelos CCR e BCC da orientação a produtos, também se verifica um aumento dos *scores* de eficiência: dezenove para 27 DMUs eficientes, e 0,92 para 0,97 a média dos *scores*. Novamente se percebe a influência da escala nos resultados.

A correlação de *Spearman* entre os *scores* de eficiência nos modelos supereficientes CCR nas orientações a insumos e a produtos é moderada, de 0,41, com valor-p de 0,0053. Já entre os modelos BCC, a correlação de *Spearman* também é moderada, de 0,62, com valor-p de 0,00004258. Isso significa que há semelhança entre os *rankings* de eficiência nas duas orientações, e que esta semelhança é maior entre os modelos BCC.

A Tabela 14 apresenta os alvos para os produtos das universidades ineficientes.

Tabela 14 - Comparação entre o produzido pelas universidades inefficientes e o valor alvo no modelo DEA OI BCC

(Continua)

SIGLA	Variável de Produto	Realizado	Alvo	Diferença	Percentual
Furg	Alunos formados	7.726	10.341	2.615	34%
	IDD	2,47	2,57	0,10	4%
	Conceito Capes	4,18	4,34	0,16	4%
	Prod. Intelectual	15.602	16.202	600	4%
UFAC	Alunos formados	6.723	7.852	1.129	17%
	IDD	2,49	2,67	0,18	7%
	Conceito Capes	3,54	3,79	0,25	7%
	Prod. Intelectual	3.814	8.915	5.101	134%
UFAL	Alunos formados	18.489	20.583	2.094	11%
	IDD	2,30	2,56	0,26	11%
	Conceito Capes	3,44	3,88	0,43	13%
	Prod. Intelectual	13.065	25.027	11.962	92%
UFCEG	Alunos formados	15.014	15.829	815	5%
	IDD	2,61	2,76	0,14	5%
	Conceito Capes	3,83	4,04	0,21	5%
	Prod. Intelectual	10.958	20.935	9.977	91%
UFES	Alunos formados	20.162	21.954	1.792	9%
	IDD	2,36	2,57	0,21	9%
	Conceito Capes	4,01	4,37	0,36	9%
	Prod. Intelectual	28.264	30.776	2.512	9%
UFF	Alunos formados	36.028	40.091	4.063	11%
	IDD	2,13	2,36	0,24	11%
	Conceito Capes	4,20	4,81	0,61	15%
	Prod. Intelectual	62.625	69.688	7.063	11%
UFG	Alunos formados	24.723	26.609	1.885	8%
	IDD	2,54	2,74	0,19	8%
	Conceito Capes	4,00	4,54	0,54	14%
	Prod. Intelectual	46.232	49.758	3.526	8%
UFMA	Alunos formados	13.388	17.816	4.429	33%
	IDD	2,56	2,69	0,13	5%
	Conceito Capes	3,69	3,94	0,25	7%
	Prod. Intelectual	11.048	24.551	13.503	122%
UFMS	Alunos formados	14.642	17.386	2.744	19%
	IDD	2,48	2,78	0,30	12%
	Conceito Capes	3,81	4,28	0,46	12%
	Prod. Intelectual	18.206	24.159	5.953	33%
UFMT	Alunos formados	15.787	18.291	2.505	16%
	IDD	2,28	2,65	0,36	16%
	Conceito Capes	3,69	4,27	0,58	16%
	Prod. Intelectual	21.770	25.224	3.454	16%
UFPE	Alunos formados	36.106	38.296	2.189	6%
	IDD	2,42	2,57	0,15	6%

(Conclusão)

SIGLA	Variável de Produto	Realizado	Alvo	Diferença	Percentual
	Conceito Capes	4,38	4,75	0,37	9%
	Prod. Intelectual	44.801	54.323	9.522	21%
UFRPE	Alunos formados	10.552	14.206	3.654	35%
	IDD	2,31	2,60	0,28	12%
	Conceito Capes	4,19	4,70	0,51	12%
	Prod. Intelectual	14.021	17.467	3.446	25%
UFRR	Alunos formados	2.950	4.563	1.613	55%
	IDD	2,44	2,60	0,16	7%
	Conceito Capes	3,30	3,52	0,22	7%
	Prod. Intelectual	3.121	6.411	3.290	105%
UFS	Alunos formados	14.289	15.917	1.628	11%
	IDD	2,68	2,73	0,05	2%
	Conceito Capes	3,60	4,05	0,45	13%
	Prod. Intelectual	22.531	22.944	413	2%
UFSJ	Alunos formados	4.963	5.156	193	4%
	IDD	2,34	2,43	0,09	4%
	Conceito Capes	3,56	3,70	0,14	4%
	Prod. Intelectual	7.904	8.211	307	4%
UFT	Alunos formados	7.953	9.607	1.654	21%
	IDD	2,04	2,47	0,43	21%
	Conceito Capes	3,40	4,11	0,71	21%
	Prod. Intelectual	10.489	13.687	3.198	30%
UFU	Alunos formados	21.366	21.991	625	3%
	IDD	2,37	2,68	0,31	13%
	Conceito Capes	4,25	4,37	0,12	3%
	Prod. Intelectual	29.393	30.253	860	3%
Unir	Alunos formados	6.372	7.374	1.002	16%
	IDD	2,20	2,45	0,25	11%
	Conceito Capes	3,38	3,76	0,38	11%
	Prod. Intelectual	7.219	8.319	1.100	15%
Total	Alunos formados (soma)	277.232	313.862	36.630	13%
	IDD (média)	2,39	2,60	0,21	9%
	Conceito Capes (média)	3,80	4,18	0,38	10%
	Prod. Intelectual (soma)	371.063	456.850	85.787	23%

Fonte: Autor (2019).

Somando-se a diferença entre o número de alunos-equivalentes formados e o alvo para a mesma variável em todas as universidades ineficientes, são mais de 36 mil alunos-equivalentes que poderiam ser formados a mais caso estas universidades atuassem de forma eficiente, o que representa um aumento de 13% em relação ao número de alunos-equivalentes formados.

O IDD alvo das universidades inefficientes é em média 9% maior do que o realizado, e o Conceito Capes 10% maior. A produção intelectual é a variável em que houve o maior aumento entre o realizado e o alvo, de 23%

As universidades federais que foram usadas como par para o maior número de DMUs inefficientes foram a UFJF, a Unifesspa, a UFV, a UFGD e a UFPA. Algumas universidades eficientes não participaram como pares das inefficientes: UFAM, UFBA, UFC, UFPB, UFPI, UFRGS, UFRRJ, UNB, Unifap, Unirio e UFSCAR.

A Tabela 15 apresenta os pesos das DMUs eficientes utilizados para construção dos alvos das DMUs inefficientes pares no Modelo DEA OI BCC. Em verde, quando ambas as DMUs são do Grupo 1; em azul quando ambas as DMUs são do Grupo 2; em vermelho, quando as duas DMUs são de grupos diferentes.

Tabela 15 - Pesos das DMUs eficientes pares utilizados para construção dos alvos das DMUs inefficientes no Modelo DEA OP BCC

DMUs	Eficientes	Ineficientes															
		UFPR	UFPA	UFMG	UFRJ	UFJF	Unifesspa	UFV	UFGD	Univast	UFPEL	UFLA	UFSC	UFRN	UFMS	UTFPR	UFOP
Grupos		1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
UFF	1	0,07	0,20	0,23	0,40	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UFG	1	0,03	-	0,04	0,20	0,13	-	-	-	-	-	-	-	0,60	-	-	-
UFPE	1	0,43	0,17	0,33	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furg	2	-	-	-	-	-	-	0,45	0,41	-	-	-	-	-	-	0,14	-
UFAC	2	-	-	-	-	-	0,09	0,25	0,10	0,56	-	-	-	-	-	-	-
UFAL	2	0,21	0,21	-	-	0,26	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UFCG	2	0,05	0,01	-	-	0,61	0,14	0,06	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-
UFES	2	-	0,10	0,08	-	0,20	0,15	0,24	-	-	-	0,16	0,07	-	-	-	-
UFMA	2	0,33	-	-	-	0,36	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UFMS	2	0,04	-	-	-	0,59	-	0,13	-	-	0,24	-	-	-	-	-	-
UFMT	2	0,20	0,01	-	0,03	0,26	0,21	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UFRPE	2	-	-	-	-	-	-	0,76	0,13	-	-	-	-	-	-	-	0,11
UFRR	2	-	-	-	-	0,00	0,18	-	0,36	0,45	-	-	-	-	-	-	-
UFS	2	0,05	-	-	-	0,54	0,12	-	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-
UFSJ	2	-	-	-	-	-	0,41	-	0,05	0,18	-	0,36	-	-	-	-	-
UFT	2	-	0,01	-	-	0,15	0,30	0,18	-	-	-	0,36	-	-	-	-	-
UFU	2	-	0,04	-	-	0,41	-	0,19	-	-	-	-	0,16	0,20	-	-	-
Unir	2	-	-	-	-	-	0,56	0,35	0,08	0,01	-	-	-	-	-	-	-
Soma dos pesos		1,40	0,74	0,68	0,63	3,69	2,80	2,89	1,13	1,20	0,66	0,72	0,32	0,27	0,60	0,14	0,11
Nº de pares		9	8	4	3	13	11	10	6	4	3	2	2	2	1	1	1

Fonte: Autor (2019).

Assim como no modelo orientado a insumos, constata-se que uma elevada proporção dos pesos para formação dos alvos das DMUs ineficientes originou-se dentro do mesmo grupo. Do peso total de 18,00 dos alvos das DMUs ineficientes, 15,71 correspondem a DMUs pares do mesmo grupo, ou 87% do total, proporção praticamente igual à observada no modelo orientado a insumos. Isso demonstra a capacidade da DEA em indicar como *benchmarks* DMUs semelhantes.

Pode-se destacar como os principais *benchmarks* na orientação a produtos no Grupo 1 a UFPR, a UFPA, a UFMG e a UFRJ, uma vez que os pesos do grupo ficaram distribuídos de forma equilibrada entre estas universidades. No Grupo 2, as principais referências são a UFJF, a Unifesspa e a UFV. A UFPR, a UFPA e a UFJF foram as principais universidades que constituíram pares de DMUs de ambos os grupos.

A UFPA e a UFMG foram as universidades que se destacaram como *benchmarks* em ambos os modelos, na DEA orientada a insumos e na orientada a produtos.

Analisa-se agora alguns pares de universidades ineficientes e seus principais *benchmarks* com vistas a avaliar em que medida tal correspondência mostra-se adequada.

No modelo DEA OP BCC, a UFJF foi definida como *benchmark* de 13 universidades ineficientes, sendo que para três delas o peso na formação dos alvos foi superior a 50%: UFCG, UFMS e UFS. A Tabela 16 apresenta os valores para as variáveis do modelo nas quatro universidades:

Tabela 16 - Comparação entre a UFJF e as principais universidades ineficientes para as quais foi definida como *benchmark* no modelo DEA OP BCC

Ifes	Score	Matrículas (a)	Professores (b)	Concluintes (c)	Produção Intelectual (d)	(c) / (a)	(d) / (b)	(d) / (a)	(c) / (b)
UFJF	1,00	96.306	3.001	17.033	20.959	0,18	6,98	0,21	5,67
UFS	0,98	114.655	2.997	14.289	22.531	0,12	7,51	0,19	4,77
UFCG	0,95	93.919	2.924	15.014	10.958	0,16	3,74	0,11	5,13
UFMS	0,89	104.887	3.952	14.642	18.206	0,14	4,60	0,17	3,70

Fonte: Autor (2019).

Verifica-se que as universidades apresentam tamanhos semelhantes, com o número de alunos-equivalentes matriculados variando entre 93 mil e 114 mil. A UFJF apresentou a melhor relação insumo-produto no que se refere ao número de concluintes frente ao número de matrículas, a produção intelectual em relação ao número de matrículas e o número de concluintes em relação ao número de professores. Somente na relação entre a produção

intelectual e o número de professores que a UFJF ficou atrás da UFS. Esta, apresenta a pior relação entre concluintes e matriculados. Já a UFCG gerou baixa produção intelectual em relação ao número de professores e matrículas, e a UFMS teve uma produção intelectual ruim quanto ao número de concluintes.

No modelo DEA OI BCC, a UFSC foi estabelecida como *benchmark* de cinco universidades ineficientes, sendo quatro delas do Grupo 1, em todas com peso superior a 50%. A comparação entre a UFSC e essas quatro universidades está na Tabela 17.

Tabela 17 - Comparação entre a UFSC e as principais universidades ineficientes para as quais foi definida como *benchmark* no modelo DEA OI BCC

Ifes	Score	Despesas (a)	Concluintes (b)	Produção Intelectual (c)	(a) / (b)	(a) / (c)
UFSC	1,00	624.360.609,00	27.346	57.514	22.831,55	10.855,80
UFBA	0,98	563.471.335,00	25.321	49.882	22.252,73	11.296,09
UFG	0,93	562.346.853,00	24.723	46.232	22.745,60	12.163,58
UNB	0,79	873.869.030,00	31.059	57.824	28.135,58	15.112,57
UFF	0,65	881.887.370,00	36.028	62.625	24.477,79	14.082,03

Fonte: Autor (2019).

Percebe-se que as universidades também possuem tamanhos semelhantes, com o número de alunos equivalentes matriculados entre 560 e 880 mil. A UFSC foi a que apresentou a melhor relação entre a despesa total e a produção intelectual, tendo gastado menos para cada produto gerado; já no caso da relação entre despesa e alunos equivalentes concluintes, ficou atrás da UFBA e da UFG, mas com um valor bastante próximo.

Comparando-se os resultados da presente pesquisa com outros cinco trabalhos que avaliaram a eficiência das universidades federais (BELLONI, 2000; COSTA *et al.*, 2012; DUENHAS, 2013; NUINTIN, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014), verifica-se relativa convergência. Em todos os estudos, entre as universidades que se mostraram eficientes estavam a UFRJ, a UFMG e a UFRGS, as três maiores universidades federais. Neste estudo, elas alcançaram a eficiência máxima apenas nos modelos de retornos variáveis de escala, demonstrando que há um impacto da escala na eficiência. Outras universidades que se destacaram no conjunto de trabalhos foram a UFSCAR, a UFSC e a UFPA. Belloni (2000), Nuintin (2014) e Oliverira *et al.* (2014) usaram modelos orientados a produtos com retornos variáveis de escala. Já Duenhas (2013) e Costa *et al.* (2012) usaram modelos DEA-SBM. Belloni (2000) entendeu que o modelo de retornos constantes de escala não se aplica às

universidades federais. Segundo o autor “as diferenças de porte entre as instituições, que se constituem no maior fator de explicação das diferenças entre elas, foram respeitadas com a adoção da hipótese de retornos variáveis à escala.” (BELLONI, 2000, p. 187).

A quantidade de universidades eficientes variou bastante entre os trabalhos. Nesta pesquisa, nos modelos de retornos constantes foram cinco e dezenove universidades eficientes em 45, nas orientações a insumos e a produtos, respectivamente, e nos modelos de retornos variáveis foram 21 e 26 de 45. Em Belloni (2000), foram cinco universidades eficientes em 33. Em Nuintin (2014) foram onze de 52 no modelo qualitativo e quatro de 52 no modelo quantitativo, considerando o período de quatro anos. Em cada exercício isolado, em média quinze das universidades 52 universidades foram consideradas eficientes. Em Oliverira et al. (2014) foi analisado o período pré e pós Reuni, antes do programa dezesseis universidades alcançaram a eficiência máxima, após apenas duas. Em Duenhas (2013), que avaliou não apenas as universidades federais, das dezoito universidades de grande porte doze foram consideradas eficientes, das 24 de pequeno porte, onze obtiveram índice 1,00. Em Costa (2012), que avaliou a eficiência em cinco exercícios, em média dezoito das 28 universidades foram eficientes em cada um dos anos analisados.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência das universidades federais e identificar aquelas que possam ser usadas como *benchmarks* para as instituições de pior desempenho. Dessa forma, busca-se aperfeiçoar a gestão nesse conjunto de instituições públicas que são de extrema relevância para o desenvolvimento econômico e social do país, mas que enfrentam um momento de severas restrições orçamentárias.

A atuação das organizações públicas é balizada por regras e princípios, com o fim último de que os interesses da sociedade sejam alcançados. Entre tais princípios, a *accountability* preconiza que os agentes públicos cumpram com deveres de informar e justificar suas ações, sendo responsabilizados por elas e pelos resultados alcançados. A avaliação de políticas públicas é essencial para o cumprimento desse princípio, uma vez que possui o condão de julgar o valor da ação pública.

Entre as metodologias de avaliação, a Análise Envoltória de Dados apresenta diversas vantagens que recomendam sua aplicação no ensino superior, tais como: a capacidade de agregar na avaliação variáveis não monetárias e considerar diferentes dimensões do desempenho; a flexibilidade na definição dos pesos das variáveis que permitem que cada instituição seja avaliada de forma individualizada, considerando suas peculiaridades; cria um *ranking* de eficiência relativa entre as universidades, permitindo que se tenha uma visão mais concreta acerca de seu desempenho; e indica *benchmarks* entre as instituições eficientes que possam ser usadas como difusoras de boas práticas entre as ineficientes.

O problema de pesquisa questionou de que forma é possível identificar as universidades federais eficientes e que possam ser usadas como *benchmarks* das demais, considerando suas especificidades. Neste trabalho, verificou-se que a DEA permite responder a este problema, uma vez que é uma técnica de *benchmarking* que analisa as instituições individualmente e considera suas especificidades, criando *rankings* de eficiência robustos.

Foram definidos três objetivos específicos para a pesquisa:

- 1) Identificar que variáveis devem ser consideradas como entradas e saídas na atividade das universidades federais.
- 2) Calcular a fronteira de eficiência das universidades federais e o *ranking* da eficiência relativa entre as instituições.
- 3) Avaliar se as universidades apontadas como eficientes podem ser usadas como *benchmarks* das universidades identificadas como ineficientes.

Quanto ao primeiro objetivo específico, verificou-se que o ensino superior apresenta uma disponibilidade relevante de dados, com indicadores que permitem a avaliação a quantidade e da qualidade tanto de insumos quanto de produtos. Porém, inexistem indicadores que permitam a identificação das ações de extensão executadas, esta que constitui uma das dimensões do tripé da missão das universidades, juntamente com o ensino e a pesquisa.

Para o alcance do segundo objetivo específico, foram executados oito modelos DEA, tanto na orientação a insumos quanto na orientação a produtos, buscando visualizar em que medida as universidades federais justificam seus custos diante dos resultados apresentados e identificar as boas práticas e quais universidades conseguem apresentar melhores resultados diante dos insumos disponíveis.

Verificou-se neste trabalho que os *rankings* de eficiência elaborados a partir da DEA são bastante robustos, pois têm como fatores mais decisivos na sua formação as relações entre insumos e produtos que são as mais importantes na sua atuação. No modelo orientado a insumos, a relação *input-output* que mais contribuiu para a formação do *ranking* foi a relação entre despesas empenhadas e alunos-equivalentes formados. No modelo orientado a produtos, as relações *input-output* que mais contribuíram para o *ranking* foram aquelas que abrangeram entre os insumos os alunos matriculados e os professores; e entre os produtos os alunos formados e a produção intelectual. A qualidade dos produtos das universidades é importante, mas sua contribuição para a formação do *ranking* de eficiência é menor.

Na comparação entre os modelos de retornos constantes e variáveis de escala, observou-se que a ineficiência de escala é um fator importante no ensino superior público federal, observada no aumento significativo dos *scores* de eficiência do modelo de retornos constantes para o de retornos variáveis. Neste trabalho, não se teve como escopo avaliar as causas de uma suposta ineficiência de escala nas universidades federais. Porém, entende-se que seja um tema de extrema relevância, sugerindo-se que outros trabalhos possam investigar em que medida a escala das universidades federais impacta em sua eficiência.

Futuras pesquisas também podem analisar em que medida a ampliação do ensino superior público federal a partir de 2008, a partir de programas como o Reuni e a interiorização com a criação de novos *campi* impactaram na eficiência das universidades. Tal ampliação não foi considerada nos modelos DEA executados, pois foram utilizados apenas cursos consolidados, ou seja, que tenham sido criados há mais de dez anos, o que exclui os cursos criados a partir de 2008.

Quanto ao terceiro objetivo específico, para a identificação de *benchmarks*, verificou-se que a DEA indica como pares instituições semelhantes em tamanho, uma vez que 86% do peso usado para construção dos alvos veio de instituições do mesmo grupo. Trabalhos adicionais seriam importantes para identificar que fatores levam as universidades eficientes a apresentarem um melhor desempenho e que ações podem ser consideradas como boas práticas para serem replicadas nas instituições ineficientes.

A partir dos alvos construídos pela DEA para as universidades ineficientes, é possível identificar que há um amplo espaço para melhora dos resultados nas Ifes. No modelo orientado a insumos, em que a meta foca na redução das despesas totais, verifica-se uma possibilidade de redução do valor gasto em quase R\$ 2 bilhões, o que representa 21% das despesas das universidades ineficientes. No modelo orientado a produtos, em que se busca o aperfeiçoamento dos resultados, haveria uma margem de aumento de 13% no número de alunos formados, 23% na produção intelectual, e 9% e 10% nos indicadores de qualidade, IDD e Conceito Capes, respectivamente.

Tal redução de 21% no valor gasto não implica que pode ser promovido um corte no orçamento das universidades no mesmo montante, tendo em vista que este é composto por despesas fixas, como os salários dos servidores, que não podem ser reduzidas. A orientação a *inputs*, em que é identificada uma meta de redução nos insumos, tem como objetivo verificar quais universidades justificam seus custos diante dos resultados alcançados. Portanto, o alvo serve como uma medida de quanto a unviersidade pode melhorar seu desempenho comparado com o das demais instituições, e não quanto há de espaço para que seus recursos sejam reduzidos.

Entende-se que os gastos com as universidades federais representam, na realidade, investimentos que darão retornos essenciais para que o país se desenvolva econômica e socialmente. Porém, até mesmo por essa alta relevância para a sociedade, ressalta-se que as universidades federais devem sempre buscar aperfeiçoar sua gestão e os resultados que entregam para o país, por isso a avaliação de sua eficiência e identificação de boas práticas e possíveis pontos de melhoria são imprescindíveis para a devida *accountability*.

REFERÊNCIAS

- ALENCASTRO, L. D. **Eficiência na gestão de recursos em instituições privadas de ensino superior**: estudo de caso. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/3895>>. Acesso em: 23 out. 2018.
- ANDERSEN, P.; PETERSEN, N. C. A procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, Catonsville-US, n. 39, p.1261-1264. 1993. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2632964>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- ANDERSON, C. W. The Place of Principles in Policy Analysis. **The American Political Science Review**, Cambridge, v. 73, n. 3, p. 711-723, Sep. 1979. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/1955399>>. Acesso em: 21 jun. 2018.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DIRIGENTES DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR (ANDIFES). **IV Pesquisa do perfil socioeconômico e cultural dos estudantes de graduação das instituições federais de ensino superior brasileiras - 2014**. Uberlândia: Andifes, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2JeZIQV>>. Acesso em: 15 mar. 2018.
- ATHANASSAPOULOS, A. D.; SHALE, E. Assessing the comparative efficiency of higher education institutions in the UK by the means of Data Envelopment Analysis. **Education Economics**, London-UK, v. 5, p. 117-134, Aug. 1997.
- AVKIRAN, N. K. Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis. 3.ed. **Brisbane: SSRN Electronic Journal**, 2006. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2627576>>. Acesso em: 15 out. 2017.
- AVKIRAN, N. K. Applications of Data Envelopment Analysis in the service sector. In: COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J. (Orgs.). **Handbook on Data Envelopment Analysis**. 2. ed. New York: Springer, 2011. (International Series in Operations Research & Management Science).
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, Sep. 1984. Disponível em: <<https://bit.ly/2ZegWpv>>. Acesso em: 20 out. 2017.
- BANKER, R. D.; MOREY, R. C. Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. **Operations Research**, Catonsville-US, v. 34, n. 4, p. 513-521, 1986. Disponível em: <<https://bit.ly/2WOU8vL>>. Acesso em: 23 abr. 2018.
- BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras**. 2000. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<https://bit.ly/30L2irw>>. Acesso em: 20 out. 2018.

BENÍCIO, J.; MELLO, J. C. C. B. S. de. Análise da eficiência DEA em departamentos de graduação universitária. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 44, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sobrapo, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2w7Ya6G>>. Acesso em: 18 out. 2018.

BOGETOFT, P.; OTTO, L. **Benchmarking with DEA, SFA, and R**. Nova York: Springer, 2011. (International Series in Operations Research & Management Science).

BRASIL. Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 4 maio. 1964. Disponível em: <<https://bit.ly/2PWSULT>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 out. 1988. Disponível em: <<https://bit.ly/1bJYIGL>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 dez. 1996. Disponível em: <<https://bit.ly/1d40CY4>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

BRASIL. Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – Sinaes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 jul. 2004. Disponível em: <<https://bit.ly/2IFT5M6>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

BRASIL, Lei 11.096, de 13 de janeiro de 2005. Institui o Programa Universidade para Todos - Prouni, regula a atuação de entidades beneficentes de assistência social no ensino superior; altera a Lei nº 10.891, de 9 de julho de 2004, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 jan. 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/2W42IJU>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

BRASIL. Decreto nº 7.233, de 19 de julho de 2010. Dispõe sobre procedimentos orçamentários e financeiros relacionados à autonomia universitária, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 jul. 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2WlwWEa>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 ago. 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/1n0FDPs>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 jun. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/1LbcL4B>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016. Altera o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o Novo Regime Fiscal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 dez. 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2IGL90C>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

BRASIL. Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017. Dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação das instituições de educação superior e dos cursos superiores de graduação e de pós-graduação no sistema federal de ensino. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 dez. 2017a. Disponível em: <<https://bit.ly/2KsQFMo>>. Acesso: em 15 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. **Cálculo do aluno equivalente para fins de análise de custos de manutenção das IFES**. Brasília. 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/317v9X0>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Normativa nº 4, de 5 de agosto de 2008. Regulamenta a aplicação do conceito preliminar de cursos superiores, para fins dos processos de renovação de reconhecimento respectivos, no âmbito do ciclo avaliativo do Sinaes instaurado pela Portaria Normativa nº 1, de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 ago. 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/2M6xIFA>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 651, de 24 de julho de 2013. Institucionaliza, no âmbito do Ministério da Educação, a Matriz de Orçamento de Outros Custeios e Capital - Matriz OCC. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jul. 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2M6xIFA>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Normativa nº 321, de 4 de abril de 2018. Dispõe sobre a avaliação da pós-graduação *stricto sensu*. **Diário Oficial da União**, Brasília, 6 abr. 2018a. Disponível em: <<https://bit.ly/2HsOt9h>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Normativa nº 1.162, de 9 de novembro de 2018. Regulamenta o conceito de Aluno-Equivalente e de Relação Aluno por Professor, no âmbito da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 nov. 2018b. Disponível em: <<https://bit.ly/2X2JwN1>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria do Tesouro Nacional. **Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público – Exercício 2019**. 8. ed. Portaria Conjunta STN/SOF nº 6, de 18 de dezembro de 2018. Brasília, 2018b. Disponível em: <<https://bit.ly/2YCUZjE>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). **Orientações para o cálculo dos indicadores de gestão**: Decisão TCU nº 408/2002-Plenário. Brasília: TCU, 2004. Disponível em: <<https://bit.ly/30wkmVY>>. Acesso em: 18 set. 2018.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). **Manual de auditoria operacional**. Brasília: TCU, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2wck20F>>. Acesso em: 22 jul. 2018.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). Normas de Auditoria do Tribunal de Contas da União. **Boletim do Tribunal de Contas da União**, v. 44, n. 12, 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2KtzSwf>>. Acesso em 21 jul. 2018.

CAMPOS, A.M. *Accountability*: quando poderemos traduzi-la para o português? **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, 1990. Disponível em: <<https://bit.ly/2VN0vmK>>. Acesso em: 5 mai. 2018.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). Portaria 59, de 21 de março de 2017. Dispõe sobre o regulamento da Avaliação Quadrienal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 mar. 2017a. Disponível em: <<https://bit.ly/2YAIAN6>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). Portaria 389, de 23 de março de 2017. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissional no âmbito da pós-graduação *stricto sensu*. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 mar. 2017b. Disponível em: <<https://bit.ly/2HDBY3o>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Sucupira**: coleta de dados, produção intelectual de programas de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil 2013 a 2016. Brasília: Capes, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2HB1OLK>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

CAVALCANTI, S. M.; ANDRIOLA, W. Avaliação da eficiência dos cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC) através da Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa**, Madrid, v. 5, n. 3, p. 291-314, maio. 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2VzuY2U>>. Acesso em: 13 out. 2018.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO (CGU). **Relatório de Auditoria Anual de Contas - Exercício 2014 - Universidade Federal da Integração Latino-Americana**. Curitiba: CGU, 2015. Disponível em: <<https://auditoria.cgu.gov.br/download/7447.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2019.

CHEN, Y.; DU, J. Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis. In: ZHU, J. (Org.). **Data Envelopment Analysis: a handbook of models and methods**. Springer: New York, 2015. (International Series in Operations Research & Management Science).

CHARNES, A. *et al.* Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v. 30, n. 1-2, p. 91-107, 1985. Disponível em: <<https://bit.ly/2JQ7012>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

CHARNES, A. *et al.* **Data Envelopment Analysis: theory, methodology and application**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1994.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of Decision Making Units. **European Journal of Operational Research**, Leeds-UK, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. Disponível em: <<https://bit.ly/2ux7mTw>>. Acesso em: 20 out. 2017.

COELLI, T. J.; RAO, D. P.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2. ed. New York: Springer, 2005.

COHEN, E.; FRANCO, R. **Avaliação de projetos sociais**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1993.

COHEN, M. D.; MARCH, J. G.; OLSEN, J. P. A garbage can model of organizational choice. **Administrative Science**, Thousand Oaks-US, v. 17, n. 1, p. 1-25, mar. 1972. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2392088>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

COLL-SERRANO, V.; BENÍTEZ, R.; BOLÓS, V.J. **Data Envelopment Analysis with deaR**. Publicação eletrônica. 2018. Disponível em: <<https://www.uv.es/vcoll/deaR.html>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

COOK, W. D.; TONE, K.; ZHU, J. Data Envelopment Analysis: prior to choosing a model. **Omega International Journal of Management Science**, Amsterdã, v. 44, p. 1-4, Apr. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2WeM3U4>>. Acesso em: 25 out. 2018.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software**. 2. ed. New York: Springer, 2007.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Data Envelopment Analysis: history, models and interpretations. In: COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. (Orgs.) **Handbook on Data Envelopment Analysis**. New York: Springer, 2011. (International Series in Operations Research & Management Science).

COSTA, E. M. *et al.* Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das Ifes brasileiras. **Revista Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 415-440, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2WPYjr8>>. Acesso em: 21 out. 2018.

DUENHAS, R. A. **O compartilhamento do financiamento das instituições públicas de ensino superior: análise empírica utilizando os microdados do Inep**. 2013. 156 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2YEp8Pz>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

DUENHAS, R. A.; DANTAS, D.; FRANÇA, M. T. A. Eficiência das universidades públicas brasileiras no provimento de educação e atividades de extensão: uma abordagem empírica usando Análise de Envoltória de Dados e Índice de *Malmquist*. In: Encontro de Economia Catarinense, 6, 2012, Joinville. **Anais...** Criciúma: APEC, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2JWcVln>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

DYE, T. **Understanding public policy**. 11 ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008.

EVERITT, B. S. *et al.* **Cluster Analysis**. 5. ed. Chichester: Wiley, 2011.

FÄRE, R.; LOVELL, C. A. K. Measuring the technical efficiency of production, **Journal of Economic Theory**, Amsterdã, v. 19, n. 1, p. 150-162. 1978. Disponível em: <<https://bit.ly/2VChnHO>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

FARIA, F. P.; JANNUZI, P. D. M.; SILVA, S. J. D. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 155-177, 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/2YDkRfi>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

FARRELL, J. M. The Measurement of Technical Efficiency. **Journal of the Royal Statistics Society**, London-UK, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957. Disponível em: <www.jstor.org/stable/2343100>. Acesso em: 10 maio 2018.

FÁVERO, M. L. A. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. **Educar**, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/2CSWaop>>. Acesso em: 15 set. 2018.

FRANÇA, J. M. F. de. Gestão produtiva em universidades públicas e privadas brasileiras: um estudo comparativo sobre eficiência técnica. Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul, 4, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2004. Disponível em: <<https://bit.ly/2HM4Dtm>>. Acesso em: 24 out. 2018.

FREY, K. Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas – PPP**, Brasília, n. 21, p. 212-259, 2000. Disponível em: <<https://bit.ly/30sPzcR>>. Acesso em: 6 out. 2017.

FUKUYAMA, H. Radial Efficiency Measures in Data Envelopment Analysis. In: WANG, J (Org.). **Encyclopedia of Business Analytics and Optimization**. Business Science Reference: Hershey, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for DEA. **OMEGA International Journal of Management Science**, Amsterdã, v. 17, p. 237-250, 1989. Disponível em: <<https://bit.ly/2WVqKDY>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

HAIR JUNIOR, J. F. *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HEIDEMANN, F. G. Do sonho do progresso às políticas de desenvolvimento. In: HEIDEMANN, F. G.; SALM, J. F. (Orgs.). **Políticas Públicas e Desenvolvimento: bases epistemológicas e modelos de análise**. Brasília: Editora UnB, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Nota Técnica nº 38/2017/CGCQES/DAES**. Cálculo do CPC. Brasília. 2017a. Disponível em: <<https://bit.ly/30zUUPm>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Nota Técnica nº 39/2017/CGCQES/DAES**. Cálculo do IGC. Brasília. 2017b. Disponível em: <<https://bit.ly/2EfeWAD>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Relatório do 2º Ciclo de Monitoramento das Metas do Plano Nacional de Educação – 2018**. Brasília: INEP, 2018a. Disponível em: <<https://bit.ly/2t6OxUU>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Sinopse Estatística da Educação Superior 2017**. Brasília: Inep, 2018b. Disponível em: <<https://bit.ly/2gmr8v1>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Portaria Inep nº 515, de 14 de junho de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 jun. 2018c. Disponível em: <<https://bit.ly/2wcb7wd>>. Acesso: em 20 jun. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Nota Técnica nº 16/2018/CGCQES/DAES**. Cálculo do Conceito Enade. Brasília: INEP, 2018d. Disponível em: <<https://bit.ly/2HFwNq5>>. Acesso em 20 jun. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Nota Técnica nº 17/2018/CGCQES/DAES**. Cálculo do IDD. Brasília. 2018e. Disponível em: <<https://bit.ly/2VRyytW>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

KOOPMANS, T. **Activity analysis of production and allocation**. Nova York: John Wiley & Sons, 1951.

KRIESER, A. *et al.* Eficiência técnica dos Institutos Federais por meio da análise envoltória de dados (DEA). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 145-166, jan./mar. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2EfFaaX>>. Acesso em: 21 out. 2018.

LINS, M. P. E.; ALMEIDA, B. F.; BARTHOLO JUNIOR, R. Avaliação de desempenho na pós-graduação utilizando a Análise Envoltória de Dados: o caso da Engenharia de Produção. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, n.1, p. 41-56, jul. 2004. Disponível em: <<https://bit.ly/2JuBGp5>>. Acesso em 22 out. 2018.

MACHADO, E. Z. **Análise Envoltória de Dados sobre as universidades brasileiras – uma análise sobre eficiência**. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/2Emnavp>>. Acesso em: 22 out. 2018.

MARTINS, H. F.; MARINI, C. **Um guia de governança para resultados na administração pública**. Brasília: Publix Editora, 2010.

MEZA, L. A. *et al.* Evaluation of post-graduate programs using a network data envelopment analysis model. **Revista DYNA**, v. 85, n. 204, p. 83-90, jan./mar. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2JZAqd4>>. Acesso em: 28 out. 2018.

MILIONI, A. Z.; FERRARI, D. B. T. P, SCARPEL, R. A. Uma análise dos resultados do IGC usando DEA. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 43, 2011, Ubatuba-SP. **Anais...** Rio de Janeiro: Sobrapo, 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2YxjU8i>>. Acesso em: 18 out. 2018.

MOITA, M. H. V. **Um modelo para avaliação da eficiência técnica de professores universitários utilizando Análise de Envoltória de Dados: o caso dos professores da área de engenharias**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://bit.ly/2JxOuv7>>. Acesso em: 24 out. 2018.

MOREIRA, N. P. *et al.* Fatores determinantes da eficiência dos programas de pós-graduação acadêmicos em administração, contabilidade e turismo. **Avaliação**, Campinas-SP, v. 16, n. 1, p. 201-230, mar. 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2JXTPeF>>. Acesso em: 19 out. 2018.

NUINTIN, A. A. *et al.* Eficiência da Aplicação de Recursos Públicos nas Universidades Federais. Congresso Brasileiro de Custos, 21, 2014, Natal-RN. **Anais...** São Leopoldo-RS:

Associação Brasileira de Custos, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2WU1TAE>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

OLIVEIRA, A. J. *et al.* Programa Reuni nas Instituições de Ensino Superior Federal (Ifes) brasileiras: um estudo da eficiência operacional por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) no período de 2006 a 2012. **Race**, Joaçaba, v. 13, n. 3, p. 1179-1210, set./dez. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2WTd4JX>>. Acesso em: 22 out. 2018.

PANEPUCCI, G. T. M. **Avaliação de desempenho dos departamentos acadêmicos da UFSCar utilizando Análise de Envoltória de Dados-AED**. 2003. 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2Qa1SWw>>. Acesso em: 22 out. 2018.

PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/2Ht48FO>>. Acesso em: 9 maio 2018.

PEÑA, C. R. Eficiência e impacto do contexto na gestão através do DEA: o caso da UEG. **Produção**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, p. 778-787, set./dez. 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2Jv21nc>>. Acesso em: 23 out. 2018.

PESSANHA, J. F. M. *et al.* Implementando modelos DEA no R. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 10, 2013, Resende-RJ. **Anais...** Resende-RJ: AEDB, 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2Qe2n27>>. Acesso em: 3 jul. 2018.

ROCHA, D. T. *et al.* Avaliação da eficiência de programas de pós-graduação de uma universidade do Sul do Brasil por meio do método DEA. **Revista Unifamma**, Maringá, v.11, n.1, p. 133-153, nov. 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2WjBGhE>>. Acesso em 22 out. 2018.

RODRIGUES JÚNIOR, M. M.; SILVA, T.P.; LAVARDA, C.E.F. Análise dos gastos orçamentários de uma universidade. **Práticas em Contabilidade e Gestão**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 88-116, dez. 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2YJL4Jj>>. Acesso em: 21 out. 2018.

ROWNTREE, D. **Statistics without tears: a primer for non-mathematicians**. Londres: Penguin, 1981.

RUA, M. G. Análise de políticas públicas: conceitos básicos. In: RUA, M.G.; CARVALHO, M.I.V (Orgs.). **O estudo da política**: tópicos selecionados. Brasília: Paralelo 15, 1998.

SABATIER, P. A. The need for better theories. In: SABATIER, P.A (Org.). **Theories of the policy process**. 2. ed. Boulder, CO: Westview Press, 2007.

SARAVIA, E. Introdução à teoria da política pública. In: SARAVIA, E; FERRAREZI, Elisabete. **Políticas públicas**: coletânea. v.1. Brasília: ENAP, 2006.

SCRIVEN, M. The logic of evaluation. OSSA Conference, 7, 2007, Windsor-CA. **Conference Archives**. Windsor-CA: OSSA, 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/30wiHzI>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

SECCHI, L. **Políticas Públicas**: conceitos, esquemas de análise, casos práticos. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SEIFORD, L. M., ZHU, J. Infeasibility of super-efficiency data Envelopment analysis models. **INFOR**, v. 37, n. 2, p. 174–187, May 1999.

SHERMAN, D. ZHU, J. Analyzing performance in service organizations. **MIT Sloan Management Review**, Cambridge-US, v. 54, n. 4, 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2WafMh3>>. Acesso em: 9 out. 2016.

SOLIMAN, M. *et al.* Modelagem para avaliação da eficiência técnica de unidades universitárias. **GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 69-83, jan./mar. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2w947jN>>. Acesso em: 22 out. 2018.

SOLIMAN, M. *et al.* Avaliação da eficiência técnica dos cursos de administração no brasil. **Revista de Administração UFSM**, Santa Maria, v.10, n.2, p. 188-203, abr./jun. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2YxQSVY>>. Acesso em: 23 out. 2018.

SOUZA, C. Políticas públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, Porto Alegre-RS, n. 16, p. 20-45, jul./dez. 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/30ut4nX>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

SUESCÚN, O. Y. B.; CUBILLOS, A. A. E.; GARCÍA, L. M. Análisis Envolverte de Datos para la medición de la eficiencia en instituciones de educación superior: una revisión del estado del arte. **Educación**, Bogotá, v. 15, n. 19, p. 147-173, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2WfG69t>>. Acesso em: 18 out. 2017.

TAVARES, R. S.; MEZA, L. A. Uso da análise envoltória de dados para a avaliação da eficiência em cursos de graduação: um estudo de caso em uma Instituição de Ensino Superior brasileira. **Espacios**, Caracas-VZ, v. 38, n. 20, 2017, p. 17-32. Disponível em: <<https://bit.ly/2EkVIhD>>. Acesso em: 23 out. 2018.

TONE, K. A slacks-based measure of efficiency in Data Envelopment Analysis. **European Journal of Operational Research**, Leeds-UK, v. 130, n. 3, p. 498–509, May 2001. Disponível em: <<https://bit.ly/2JSH6JW>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

United Nations Evaluation Group (UNEG). **Norms and standards for evaluation**. New York: UNEG, 2017. Disponível em: <<http://www.uneval.org/document/detail/1914>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: princípios básicos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

VASCONCELOS, M. E. S. S.; HORA, H. R. M.; ERTHAL JÚNIOR, M. Produção científica dos programas de pós-graduação: avaliação da eficiência da área Engenharias III. **Revista Produção e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 11-25, mai./ago. 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2VG2WCZ>>. Acesso em: 22 out. 2018.

WEISS, C. H. **Evaluation**. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1998.

WITTE, K.; LÓPEZ-TORRES, L. Efficiency in education: a review of the literature and a way forward. **Journal of the Operational Research Society**, Amsterdã, v. 68, n. 4, p 339–363, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2Hr3NDj>>. Acesso em: 15 mar. 2018

WORTHEN, B; SANDERS, J. R; FITZPATRICK, J. L. **Avaliação de programas: concepções e práticas**. São Paulo: Gente, 2004.

ZHU, J. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets**. New York: Springer, 2009. (International Series in Operations Research & Management Science).

ZHU, J. **Data Envelopment Analysis: let the data speak for themselves**. Middletown: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014.

APÊNDICE A – DADOS UTILIZADOS

Tabela 18 - Dados de insumos e produtos utilizados na DEA

(Continua)

IFES	Alunos Equiv. Formados	Produção Intelectual	IDD	Conceito Capes	Despesas Empenhadas (em mi)	Alunos Equiv. Matriculas	Professores Ponderados Qualificação	Condições Oferecidas CPC
FURG	7.726	15.602	2,47	4,18	243,00	62.366	2.442	2,85
UFAC	6.723	3.814	2,49	3,54	185,82	55.178	1.521	2,29
UFAL	18.489	13.065	2,30	3,44	373,01	129.445	3.868	1,60
UFAM	22.754	13.835	2,47	3,41	355,04	178.919	3.621	2,27
UFBA	25.321	49.882	2,51	4,27	563,47	191.743	5.905	1,62
UFC	28.294	38.183	2,32	4,54	615,60	193.033	5.050	2,56
UFCG	15.014	10.958	2,61	3,83	270,45	93.919	2.924	2,10
UFES	20.162	28.264	2,36	4,01	414,45	128.991	4.361	2,14
UFF	36.028	62.625	2,13	4,20	881,89	246.450	9.800	1,75
UFG	24.723	46.232	2,54	4,00	562,35	163.183	6.523	2,26
UFGD	4.726	10.811	2,48	3,96	86,17	30.592	983	2,38
UFJF	17.033	20.959	2,93	4,09	345,34	96.306	3.001	2,45
UFLA	8.577	17.605	2,33	4,62	154,43	57.266	1.574	3,05
UFMA	13.388	11.048	2,56	3,69	322,81	154.588	3.593	1,79
UFMG	48.238	73.347	2,43	5,30	1.084,56	282.954	11.169	2,44
UFMS	14.642	18.206	2,48	3,81	389,51	104.887	3.952	2,24
UFMT	15.787	21.770	2,28	3,69	364,54	111.021	3.832	2,01
UFOP	8.811	10.206	2,78	3,82	162,47	54.815	1.620	2,75
UFPA	39.772	39.906	2,21	4,11	692,60	238.615	6.682	1,20
UFPB	23.670	31.563	2,36	4,00	566,07	137.709	5.658	1,64
UFPE	36.106	44.801	2,42	4,38	676,30	234.985	8.131	2,12
UFPEL	16.074	30.204	2,50	4,28	304,35	112.449	3.216	1,62
UFPI	17.356	19.321	2,33	3,58	313,32	110.662	2.850	2,43
UFPR	34.033	51.461	2,75	4,70	714,53	222.303	7.310	1,85
UFRGS	32.653	76.423	2,57	5,30	895,94	225.625	8.693	2,22
UFRJ	42.807	98.703	2,18	5,10	1.518,90	274.072	11.918	1,42
UFRN	28.989	35.598	2,42	4,05	703,03	157.788	6.027	2,76
UFRPE	10.552	14.021	2,31	4,19	330,47	82.922	2.746	2,76
UFRR	2.950	3.121	2,44	3,30	116,93	32.114	1.092	2,12
UFRRJ	10.480	16.481	2,31	3,90	296,28	81.333	2.234	1,27
UFS	14.289	22.531	2,68	3,60	251,67	114.655	2.997	2,00
UFSC	27.346	57.514	2,61	4,92	624,36	171.364	5.875	2,36
UFSCAR	10.504	32.874	2,29	4,38	244,22	67.445	2.957	2,41
UFSJ	4.963	7.904	2,34	3,56	77,63	40.414	989	2,92
UFSM	21.379	37.741	2,90	4,39	501,08	129.312	5.062	2,51
UFT	7.953	10.489	2,04	3,40	172,20	70.141	1.781	2,23
UFU	21.366	29.393	2,37	4,25	420,47	126.740	4.258	2,71
UFV	16.621	19.684	2,59	4,96	399,83	95.994	3.181	2,54

(Conclusão)

IFES	Alunos Equiv. Formados	Produção Intelectual	IDD	Conceito Capes	Despesas Empenhadas (em mi)	Alunos Equiv. Matriculas	Professores Ponderados Qualificação	Condições Oferecidas CPC
UNB	31.059	57.824	2,47	4,49	873,87	190.616	7.246	1,92
UNIFAP	4.065	2.608	2,13	3,25	94,54	30.921	740	2,02
UNIFESSPA	2.094	1.038	2,35	3,00	46,78	11.103	451	1,00
UNIR	6.372	7.219	2,20	3,38	134,65	46.002	1.446	1,66
UNIRIO	8.951	15.906	2,23	3,88	209,00	63.520	2.402	1,27
UNIVASF	5.379	4.985	2,80	3,36	108,84	41.615	1.041	2,37
UTFPR	6.567	19.921	2,75	3,47	123,30	46.879	1.474	2,80

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa.

APÊNDICE B – SCRIPT DA LINGUAGEM R COM AS ANÁLISES REALIZADAS

Este Apêndice apresenta o *script* utilizado nas análises executadas na Linguagem R. Os dados usados na análise (Apêndice A) foram carregados para o R na *data frame* de nome “dados_DEA”. A seguir, o código que faz a leitura do arquivo de dados e as primeiras seis linhas da *data frame*.

Quadro 6 - Leitura dos dados no R e *data frame* com as variáveis de insumo e produto

```
dados_DEA = read.csv("dados_DEA.csv", header = TRUE)
head(dados_DEA)
```

##	UF	Despesas_Empenhadas	Alunos_Matriculados	Professores_Qualificados
## 1	FURG	243004040	62366.43	2441.701
## 2	UFAC	185823045	55178.11	1521.475
## 3	UFAL	373007171	129445.21	3867.686
## 4	UFAM	355043625	178918.50	3621.030
## 5	UFBA	563471335	191742.68	5905.263
## 6	UFC	615599496	193033.38	5050.027

##	CPC_Condicoes	Alunos_Concluintes	IDD	Conceito_Capes
## 1	2.852096	7726.008	2.470465	4.179487
## 2	2.294344	6722.755	2.494652	3.538462
## 3	1.599452	18489.445	2.297582	3.444444
## 4	2.268460	22753.840	2.474955	3.408163
## 5	1.623999	25321.448	2.509598	4.272000
## 6	2.555859	28294.409	2.323343	4.542857

##	Producao_Intelectual
## 1	15602
## 2	3814
## 3	13065
## 4	13835
## 5	49882
## 6	38183

Fonte: O autor (2019).

Para a organização dos dados foi usado o pacote *dplyr* e os modelos DEA foram executados pelo pacote *deaR*. O código seguinte carrega os pacotes necessários:

Quadro 7 - Carregamento dos pacotes necessários no R

```
library(dplyr)
library(deaR)
```

Fonte: O autor (2019).

Antes de executar os modelos de DEA, é preciso identificar as variáveis que serão usadas em cada uma das orientações. O código a seguir realiza essa identificação. Uma vez que os dados foram carregados, o próximo passo é adaptá-los ao formato que o pacote *deaR* usa para lê-los. A função *read_data()* faz esse adaptação. Informa-se no argumento *dmus* em qual coluna estão as DMUs e nos argumentos *ni* e *no* o número de *inputs* e *outputs*.

Quadro 8 - Preparação dos dados para a execução dos modelos DEA

```

variaveis_OI = select(dados_DEA,
                      "IFES",
                      "Despesas_Empenhadas",
                      "Alunos_Concluintes",
                      "IDD",
                      "Conceito_Capes",
                      "Producao_Intelectual")

variaveis_OP = select(dados_DEA,
                      "IFES",
                      "Alunos_Matriculados",
                      "Professores_Qualificados",
                      "CPC_Condicoes",
                      "Alunos_Concluintes",
                      "IDD",
                      "Conceito_Capes",
                      "Producao_Intelectual")

data_OI = read_data(variaveis_OI, dmus=1, ni=1, no=4)
data_OP = read_data(variaveis_OP, dmus=1, ni=3, no=4)

```

Fonte: O autor (2019).

Modelo DEA orientado a insumos com retornos constantes de escala

Para a execução dos modelos básicos de DEA é usada a função *model_basic()*. Informa-se a *data frame* com os dados, “*data_OI*”, a orientação “*io*” (*input oriented*) e “*crs*” para os retornos constantes de escala. A seguir, os scores são separados na *data frame* “*resultado_OI_CCR*”, é atribuído o nome da coluna dos *scores* e inserida uma coluna com o nome das IFES. Após o código, apresenta-se as primeiras seis linhas da *data frame* com os *scores*.

Quadro 9 - Execução do modelo DEA OI CCR

```

modelo_OI_CCR = model_basic(data_OI, orientation = "io", rts = "crs")
resultado_OI_CCR = data.frame(eficiencias(modelo_OI_CCR))
names(resultado_OI_CCR) = "Score"
resultado_OI_CCR$IFES = row.names(resultado_OI_CCR)
row.names(resultado_OI_CCR) = NULL
head(resultado_OI_CCR)

##      Score IFES
## 1 0.52684 FURG
## 2 0.56553 UFAC
## 3 0.77365 UFAL
## 4 1.00000 UFAM
## 5 0.73982 UFBA
## 6 0.71852 UFC

```

Fonte: O autor (2019).

Modelo DEA orientado a insumos com retornos variáveis de escala

No modelo de retornos variáveis de escala, altera-se o argumento *rts* na função *model_basic()* para “*vrs*”, mantendo-se os demais argumentos.

Quadro 10 - Execução do modelo DEA OI BCC

```

modelo_OI_BCC = model_basic(data_OI, orientation = "io", rts = "vrs")
resultado_OI_BCC = data.frame(eficiencias(modelo_OI_BCC))
names(resultado_OI_BCC) = "Score"
resultado_OI_BCC$IFES = row.names(resultado_OI_BCC)
row.names(resultado_OI_BCC) = NULL
head(resultado_OI_BCC)

##      Score IFES
## 1 0.57147 FURG
## 2 0.60655 UFAC
## 3 0.77677 UFAL
## 4 1.00000 UFAM
## 5 0.97719 UFBA
## 6 0.88267 UFC

```

Fonte: O autor (2019).

Modelo DEA supereficiente orientado a insumos com retornos constantes de escala

Para os modelos supereficientes, utiliza-se a função *model_supereff()*.

Quadro 11 - Execução do modelo DEA OI CCR Super

```

modelo_OI_CCR_Super = model_supereff(data_OI, orientation = "io", rts = "crs")
resultado_OI_CCR_Super = as.data.frame(deaR::eficiencias(modelo_OI_CCR_Super))
names(resultado_OI_CCR_Super) = "Score"
resultado_OI_CCR_Super$IFES = row.names(resultado_OI_CCR_Super)
row.names(resultado_OI_CCR_Super) = NULL
head(resultado_OI_CCR_Super)

##      Score IFES
## 1 0.52684 FURG
## 2 0.56553 UFAC
## 3 0.77365 UFAL
## 4 1.00249 UFAM
## 5 0.73982 UFBA
## 6 0.71852 UFC

```

Fonte: O autor (2019).

Modelo DEA supereficiente orientado a insumos com retornos variáveis de escala

No modelo de retornos variáveis de escala, altera-se o argumento *rts* na função *model_supereff()* para “*vrs*”, mantendo-se os demais argumentos.

Quadro 12 - Execução do modelo DEA OI BCC Super

```

modelo_OI_BCC_Super = model_supereff(data_OI, orientation = "io", rts = "vrs")
resultado_OI_BCC_Super = as.data.frame(eficiencias(modelo_OI_BCC_Super))
names(resultado_OI_BCC_Super) = "Score"
resultado_OI_BCC_Super$IFES = row.names(resultado_OI_BCC_Super)
row.names(resultado_OI_BCC_Super) = NULL
head(resultado_OI_BCC_Super)

##      Score IFES
## 1 0.57147 FURG
## 2 0.60655 UFAC
## 3 0.77677 UFAL
## 4 1.11795 UFAM
## 5 0.97719 UFBA
## 6 0.88267 UFC

```

Fonte: O autor (2019).

Modelo DEA orientado a produtos com retornos constantes de escala

Para os modelos orientados a produtos, altera-se o argumento *orientation* da função *model_basic()* para “*oo*” (*output oriented*) e utiliza-se a data frame “*data_OP*”. Outra diferença é que os *scores* resultantes do modelo são iguais ou superiores a 1,00, com a eficiência máxima representada por 1,00. Para facilitar a comparação com os modelos orientados a insumos, divide-se 1,00 pelo *score*, resultando assim em *scores* entre 0 e 1,00.

Quadro 13 - Execução do modelo DEA OP CCR

```

modelo_OP_CCR = model_basic(data_OP, orientation = "oo", rts = "crs")
resultado_OP_CCR = data.frame(eficiencias(modelo_OP_CCR))
names(resultado_OP_CCR) = "Score"
resultado_OP_CCR$IFES = row.names(resultado_OP_CCR)
resultado_OP_CCR$Score = 1 / resultado_OP_CCR$Score
row.names(resultado_OP_CCR) = NULL
head(resultado_OP_CCR)

##      Score IFES
## 1 0.7393442 FURG
## 2 0.7794354 UFAC
## 3 0.8380754 UFAL
## 4 1.0000000 UFAM
## 5 0.9893545 UFBA
## 6 0.9953418 UFC

```

Fonte: O autor (2019).

Modelo DEA orientado a produtos com retornos variáveis de escala

No modelo com retornos variáveis de escala altera-se o argumento *rts* para “*vrs*”.

Quadro 14 - Execução do modelo DEA OP BCC

```

modelo_OP_BCC = model_basic(data_OP, orientation = "oo", rts = "vrs")
resultado_OP_BCC = data.frame(eficiencias(modelo_OP_BCC))
names(resultado_OP_BCC) = "Score"
resultado_OP_BCC$IFES = row.names(resultado_OP_BCC)
resultado_OP_BCC$Score = 1 / resultado_OP_BCC$Score
row.names(resultado_OP_BCC) = NULL
head(resultado_OP_BCC)

##      Score IFES
## 1 0.9629458 FURG
## 2 0.9331405 UFAC
## 3 0.8982870 UFAL
## 4 1.0000000 UFAM
## 5 1.0000000 UFBA
## 6 1.0000000 UFC

```

Fonte: O autor (2019).

Modelo DEA supereficiente orientado a produtos com retornos constantes de escala

Para os modelos supereficientes, ao invés da função *model_basic()*, utiliza-se a função *model_supereff()*.

Quadro 15 - Execução do modelo DEA OP CCR Super

```

modelo_OP_CCR_Super = model_supereff(data_OP, orientation = "oo", rts = "crs")
resultado_OP_CCR_Super = as.data.frame(eficiencias(modelo_OP_CCR_Super))
names(resultado_OP_CCR_Super) = "Score"
resultado_OP_CCR_Super$IFES = row.names(resultado_OP_CCR_Super)
resultado_OP_CCR_Super$Score = 1 / resultado_OP_CCR_Super$Score
row.names(resultado_OP_CCR_Super) = NULL
head(resultado_OP_CCR_Super)

##      Score IFES
## 1 0.7393442 FURG
## 2 0.7794354 UFAC
## 3 0.8380754 UFAL
## 4 1.0400632 UFAM
## 5 0.9893545 UFBA
## 6 0.9953418 UFC

```

Fonte: O autor (2019).

Modelo DEA supereficiente orientado a produtos com retornos variáveis de escala.

No modelo com retornos variáveis de escala altera-se o argumento *rts* para “*vrs*”.

Quadro 16 - Execução do modelo DEA OP BCC Super

```

modelo_OP_BCC_Super = model_supereff(data_OP, orientation = "oo", rts = "vrs")
resultado_OP_BCC_Super = as.data.frame(eficiencias(modelo_OP_BCC_Super))
names(resultado_OP_BCC_Super) = "Score"
resultado_OP_BCC_Super$IFES = row.names(resultado_OP_BCC_Super)
resultado_OP_BCC_Super$Score = 1 / resultado_OP_BCC_Super$Score
row.names(resultado_OP_BCC_Super) = NULL
head(resultado_OP_BCC_Super)

##      Score IFES
## 1 0.9629458 FURG
## 2 0.9331405 UFAC
## 3 0.8982870 UFAL
## 4 1.0462549 UFAM
## 5 1.0108770 UFBA
## 6 1.0145177 UFC

```

Fonte: O autor (2019).

Identificação dos alvos

No pacote *deaR*, os alvos são fornecidos pela função *targets()*. Abaixo o código que extrai os alvos dos modelos BCC nas orientações a insumos e a produtos.

Quadro 17 - Extração dos alvos nas orientações a insumos e a produtos

```

alvos_OI_BCC = as.data.frame(targets(modelo_OI_BCC)$target_input)
head(alvos_OI_BCC)

##      Despesas_Empenhadas
## FURG          138869997
## UFAC          112710328
## UFAL          289740288
## UFAM          355043625
## UFBA          550619830
## UFC           543369561

alvos_OP_BCC = as.data.frame(targets(modelo_OP_BCC)$target_output)
head(alvos_OP_BCC)

##      Alunos_Concluintes      IDD Conceito_Capes Producao_Intelectual
## FURG          10340.79  2.565521      4.340303          16202.323
## UFAC           7852.23  2.673395      3.791993           8915.393
## UFAL          20583.09  2.557747      3.876054          25027.164
## UFAM          22753.84  2.474955      3.408163          13835.000
## UFBA          25321.45  2.509598      4.272000          49882.000
## UFC           28294.41  2.323343      4.542857           38183.000

```

Fonte: O autor (2019).

Análise de Agrupamentos

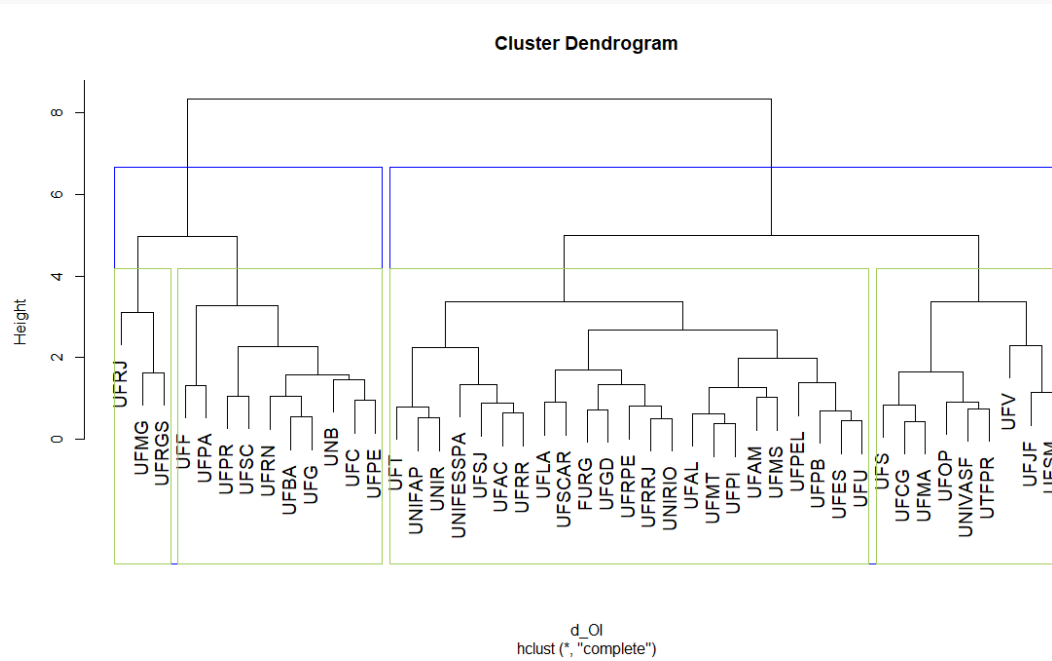
Os dados precisam ser padronizados para a realização da análise de agrupamentos, isso foi feito com a função *scale()* do pacote *scales*. As distâncias foram calculadas pela função *dist()*, e o modelo hierárquico foi executado pela função *hclust()*. A função *plot()* gera o dendograma, e os grupos são identificados pela função *rect.hclust()*. A seguir os códigos e os dendogramas para as duas orientações.

Quadro 18 - Execução da análise de agrupamentos na orientação a insumos

```

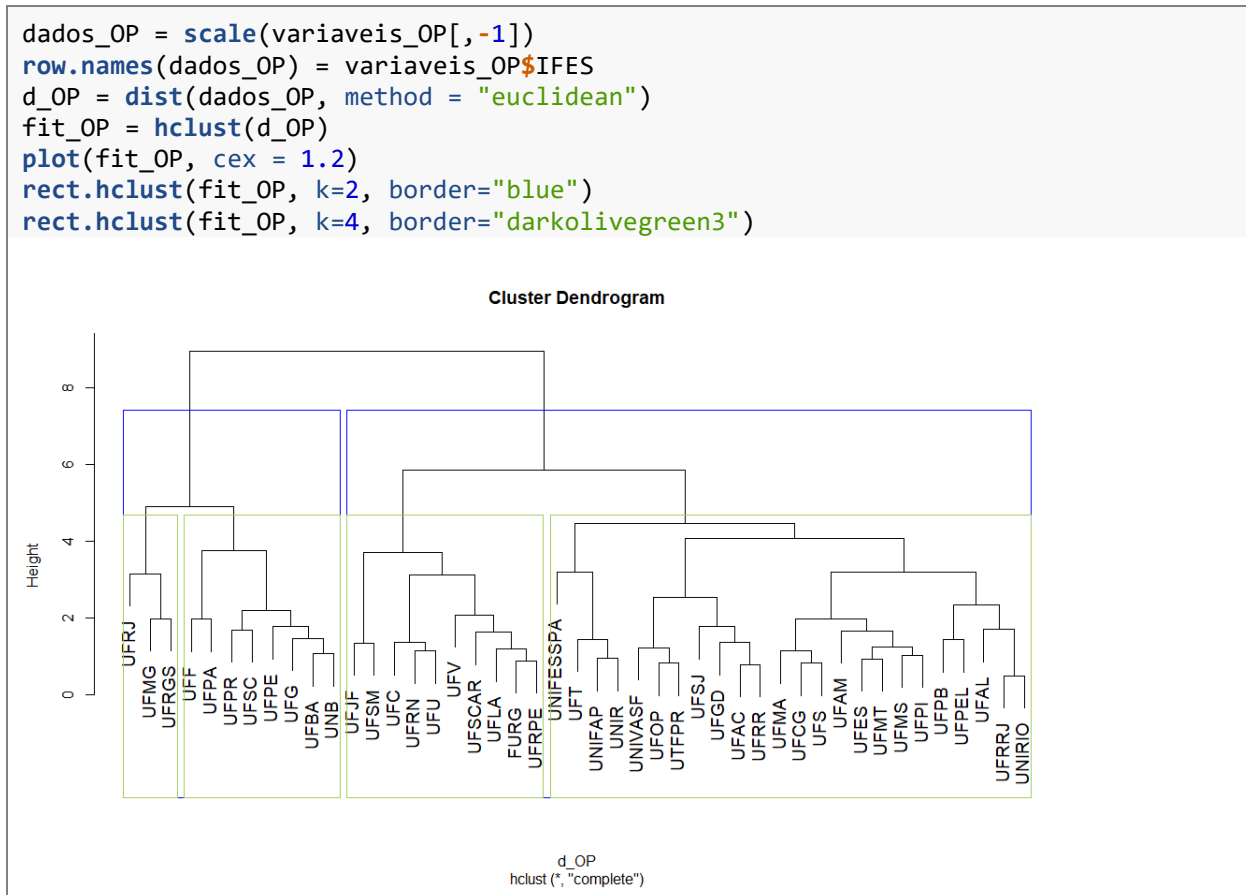
library(scales)
dados_OI = scale(variaveis_OI[, -1])
row.names(dados_OI) = variaveis_OI$IFES
d_OI = dist(dados_OI, method = "euclidean")
fit_OI = hclust(d_OI)
plot(fit_OI, cex = 1.2)
rect.hclust(fit_OI, k=2, border="blue")
rect.hclust(fit_OI, k=4, border="darkolivegreen3")

```



Fonte: O autor (2019).

Quadro 19 - Execução da análise de agrupamentos na orientação a produtos



Fonte: O autor (2019).

Análise de Correlação

Para preparar os dados para a análise de correlação, primeiro foram unidos em uma única *data frame* os *scores* de eficiência dos oito modelos DEA executados. Além disso, os dados dos resultados foram unidos com os dados das variáveis de insumo e produto.

Quadro 20 - Preparação dos dados para a análise de correlação

```

resultados_DEA = data.frame(dados_DEA$IFES,
                             resultado_OI_CCR[,1],
                             resultado_OI_BCC[,1],
                             resultado_OI_CCR_Super[,1],
                             resultado_OI_BCC_Super[,1],
                             resultado_OP_CCR[,1],
                             resultado_OP_BCC[,1],
                             resultado_OP_CCR_Super[,1],
                             resultado_OP_BCC_Super[,1])

names(resultados_DEA) = c("IFES",
                           "resultado_OI_CCR",
                           "resultado_OI_BCC",
                           "resultado_OI_CCR_Super",
                           "resultado_OI_BCC_Super",
                           "resultado_OP_CCR",
                           "resultado_OP_BCC",
                           "resultado_OP_CCR_Super",
                           "resultado_OP_BCC_Super")

dados_correlacao = merge(resultados_DEA, variaveis_OP, by = "IFES")
dados_correlacao = merge(dados_correlacao, variaveis_OI[,1:2], by = "IFES")

```

Fonte: O autor (2019).

Para o cálculo das correlações na orientação a insumos, primeiro foi calculada a razão entre a variável de insumo, despesas empenhadas, e as variáveis de produto.

Quadro 21 - Cálculo das razões entre as variáveis de insumo e produto na orientação a insumos

```

dados_correlacao$Concluintes_Despesas = dados_correlacao$Despesas_Empenhadas /
                                         dados_correlacao$Alunos_Concluintes

dados_correlacao$IDD_Despesas = dados_correlacao$Despesas_Empenhadas /
                                 dados_correlacao$IDD

dados_correlacao$Capes_Despesas = dados_correlacao$Despesas_Empenhadas /
                                   dados_correlacao$Conceito_Capes

dados_correlacao$Producao_Despesas = dados_correlacao$Despesas_Empenhadas /
                                      dados_correlacao$Producao_Intelectual

```

Fonte: O autor (2019).

Então, foram calculadas as correlações por meio da função *cor.test()*, do pacote *stats*, que faz parte do conjunto de pacotes básicos do R. Foi utilizado o método de Spearman.

Quadro 22 - Execução da análise de correlação na orientação a insumos

```

cor.test(dados_correlacao$resultado_OI_CCR_Super,
         dados_correlacao$Concluintes_Despesas,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OI_CCR_Super and dados_correlacao$Concluintes
_Despesas
## S = 29356, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.9338603

cor.test(dados_correlacao$resultado_OI_CCR_Super,
         dados_correlacao$IDD_Despesas,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OI_CCR_Super and dados_correlacao$IDD_Despesa
S
## S = 20986, p-value = 0.00993
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.3824769

cor.test(dados_correlacao$resultado_OI_CCR_Super,
         dados_correlacao$Capes_Despesas,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OI_CCR_Super and dados_correlacao$Capes_Despe
sas
## S = 20682, p-value = 0.01488
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.3624506

cor.test(dados_correlacao$resultado_OI_CCR_Super,
         dados_correlacao$Producao_Despesas,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OI_CCR_Super and dados_correlacao$Producao_De
spesas
## S = 20126, p-value = 0.02943
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.3258235

```

Fonte: O autor (2019).

Na orientação a produtos também foram calculadas primeiro as razões entre as variáveis de insumo e produto.

Quadro 23 - Cálculo das razões entre as variáveis de insumo e produto na orientação a produtos

```

dados_correlacao$Matriculados_Concluintes =
  dados_correlacao$Alunos_Matriculados /
  dados_correlacao$Alunos_Concluintes

dados_correlacao$Matriculados_IDD =
  dados_correlacao$Alunos_Matriculados /
  dados_correlacao$IDD

dados_correlacao$Matriculados_Capes =
  dados_correlacao$Alunos_Matriculados /
  dados_correlacao$Conceito_Capes

dados_correlacao$Matriculados_Producao =
  dados_correlacao$Alunos_Matriculados /
  dados_correlacao$Producao_Intelectual

dados_correlacao$Professores_Concluintes =
  dados_correlacao$Professores_Qualificados /
  dados_correlacao$Alunos_Concluintes

dados_correlacao$Professores_IDD =
  dados_correlacao$Professores_Qualificados /
  dados_correlacao$IDD

dados_correlacao$Professores_Capes =
  dados_correlacao$Professores_Qualificados /
  dados_correlacao$Conceito_Capes

dados_correlacao$Professores_Producao =
  dados_correlacao$Professores_Qualificados /
  dados_correlacao$Producao_Intelectual

dados_correlacao$CPC_Concluintes =
  dados_correlacao$CPC_Condicoes /
  dados_correlacao$Alunos_Concluintes

dados_correlacao$CPC_IDD =
  dados_correlacao$CPC_Condicoes /
  dados_correlacao$IDD

dados_correlacao$CPC_Capes =
  dados_correlacao$CPC_Condicoes /
  dados_correlacao$Conceito_Capes

dados_correlacao$CPC_Producao =
  dados_correlacao$CPC_Condicoes /
  dados_correlacao$Producao_Intelectual

```

Fonte: O autor (2019).

Em seguida foram calculadas as correlações pela função *cor.test()*.

Quadro 24 - Execução da análise de correlação na orientação a produtos

```

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$Matriculados_Concluintes,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$Matricul
ados_Concluintes
## S = 23590, p-value = 0.000103
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.5540184

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$Matriculados_IDD,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$Matricul
ados_IDD
## S = 14240, p-value = 0.6853
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## 0.06192358

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$Matriculados_Capes,
         method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$Matricul
ados_Capes
## S = 14912, p-value = 0.9083
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## 0.01765481

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$Matriculados_Producao,
         method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$Matricul
ados_Producao
## S = 22138, p-value = 0.001719
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:

```



```

##          rho
## -0.4583663

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$Professores_Concluintes,
         method = "spearman")

##
## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$Professo
res_Concluintes
## S = 21136, p-value = 0.008066
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##          rho
## -0.3923584

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$Professores_IDD,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$Professo
res_IDD
## S = 14324, p-value = 0.7121
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##          rho
## 0.05638999

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$Professores_Capes,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$Professo
res_Capes
## S = 14768, p-value = 0.8593
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##          rho
## 0.02714097

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$Professores_Producao,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$Professo
res_Producao
## S = 22956, p-value = 0.000387
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0

## sample estimates:
##          rho
## -0.512253

```

```

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$CPC_Concluintes,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$CPC_Concl
uintes
## S = 17448, p-value = 0.3262
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.1494071

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$CPC_IDD,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$CPC_IDD
## S = 16642, p-value = 0.5279
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.09631094

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$CPC_Capes,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$CPC_Capes
## S = 18310, p-value = 0.1737
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.2061924

cor.test(dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super,
         dados_correlacao$CPC_Producao,
         method = "spearman")

## Spearman's rank correlation rho
##
## data: dados_correlacao$resultado_OP_CCR_Super and dados_correlacao$CPC_Produ
cao
## S = 19128, p-value = 0.0846
## alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
## sample estimates:
##      rho
## -0.2600791

```

Fonte: O autor (2019).