



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

NÚCLEO DE GESTÃO

CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Lázaro Vinícius Pereira Soares

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS GASTOS PÚBLICOS EM
EDUCAÇÃO SUPERIOR NO NORDESTE DE 2009 A 2017**

Caruaru

2021

Lázaro Vinícius Pereira Soares

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS GASTOS PÚBLICOS EM
EDUCAÇÃO SUPERIOR NO NORDESTE DE 2009 A 2017**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título Bacharel em Ciências Econômicas.

Área de concentração: Análise de eficiência

Orientador: Prof. Dr. José Valdecy Guimarães Júnior

Caruaru

2021

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S676a Soares, Lázaro Vinícius Pereira.
Análise da eficiência dos gastos públicos em educação superior no Nordeste de 2009 a 2017. / Lázaro Vinícius Pereira Soares. – 2021.
55 f. ; il. : 30 cm.

Orientador: José Valdecy Guimarães Júnior.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Economia, 2021.
Inclui Referências.

1. Análise envoltória de dados. 2. Produtividade. 3. Eficiência econômica. 4. Universidades e faculdades – Brasil, Nordeste. 5. Eficiência. I. Guimarães Júnior, José Valdecy (Orientador). II. Título.

CDD 330 (23. ed.)

UFPE (CAA 2021-102)

LÁZARO VINÍCIUS PEREIRA SOARES

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS GASTOS PÚBLICOS EM
EDUCAÇÃO SUPERIOR NO NORDESTE DE 2009 A 2017**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em: 30/04/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Valdecy Guimarães Júnior – UFPE (Orientador)

Prof^a. Dr^a Ana Paula Sobreira Bezerra – UFPE (Examinadora Interna)

Prof. Dr. Márcio Miceli Maciel de Sousa – UFPE (Examinador Interno)

À minha mãe, que não está presente, mas que sempre levarei no meu coração.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é de analisar a eficiência das Universidades Federais do Nordeste no período de 2009 a 2017 utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA). A DEA permite a avaliação das Unidades Tomadoras de Decisão (DMU) através de índices de eficiência, que indicam quão próximas essas DMUs estão de uma fronteira de possibilidade de produção fictícia, podendo essas DMUs possuírem múltiplos insumos e múltiplos produtos. Será utilizada a análise em janela, de modo a captar as mudanças tecnológicas ocorridas dentro das universidades. A técnica fornece também referências para as unidades pouco eficientes, a fim dessas melhorarem sua eficiência. Das 16 universidades analisadas, 6 apresentaram a eficiência média ao longo dos anos acima dos 90%, dessas, 4 são do Nordeste (UFBA, UFC, UFCG e UFERSA), as outras duas são a UFRJ e UFRGS, indicando que essas primeiras estão em um nível de eficiência próximo às melhores do país. Metade das universidades analisadas ficaram entre 80 % e 90 % de eficiência, incluindo a UFSC, que foi incluída para fins comparativos e apenas a UFS e UNIVASF ficaram abaixo dos 80%, sendo necessário a revisão da alocação de recursos.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados. DEA. Eficiência. Produtividade. Universidade. Nordeste.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the efficiency of the Federal Universities of the Northeast in the period from 2009 to 2017 using the Data Envelopment Analysis (DEA). The DEA allows the evaluation of the Decision Making Units (DMU) through efficiency indexes, which indicate how close these DMUs are to a fictitious production frontier, and these DMUs can have multiple inputs and multiple products. Window analysis will be used in order to capture technological changes within universities. The technique also provides references for inefficient units in order to improve their efficiency. Of the 16 universities analyzed, 6 showed average efficiency over the years above 90%, of these, 4 are from the Northeast (UFBA, UFC, UFCG and UFERSA), the other two are UFRJ and UFRGS, indicating that these first are in a level of efficiency close to the best in the country. Half of the universities analyzed were between 80% and 90% efficient, including UFSC, which was included for comparative purposes and only UFS and UNIVASF were below 80%, requiring a review of resource allocation.

Keywords: Data Envelopment Analysis. DEA. Efficiency. Productivity. University. Northeast.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índices de eficiência da DEA-BCC.....	39
Tabela 2 – Eficiência média e variação da eficiência das universidades analisadas.....	40
Tabela 3 – Retorno das DMUs por janela.....	41
Tabela 4 – Percentual de DMUs com folgas por janela.....	42
Tabela 5 – DMUs benchmarks de cada janela.....	43
Tabela 6 – Base de dados utilizada	50
Tabela 7 – Índices de eficiência da 1ª janela (2009 – 2012)	53
Tabela 8 – Índices de eficiência da 2ª janela (2010 – 2013)	54
Tabela 9 – Índices de eficiência da 3ª janela (2011 – 2014)	55
Tabela 10 – Índices de eficiência da 4ª janela (2012 – 2015)	55
Tabela 11 – Índices de eficiência da 5ª janela (2013 – 2016)	55
Tabela 12 – Índices de eficiência da 6ª janela (2014 – 2017)	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DEA	Análise Envoltória de Dados
DMU	Unidades Tomadoras de Decisão
IES	Instituições de Ensino Superior
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
IGC	Índice Geral de Cursos
IPCA	Índice de Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IQDC	Índice de Qualificação do Corpo Docente
PL	Programação Linear
TSG	Taxa de Sucesso da Graduação
UF	Universidade Federal
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
UFERSA	Universidade Federal do Semiárido
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPI	Universidade Federal do Piauí
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
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	A EDUCAÇÃO SUPERIOR.....	14
3	AValiação DE DESEMPENHO.....	17
4	METODOLOGIA.....	23
4.1	MODELO CCR.....	23
4.2	MODELO BCC.....	27
4.3	VARIÁVEIS.....	33
4.3.1	Custo Corrente	33
4.3.2	Aluno Equivalente... ..	34
4.3.3	Professor Equivalente.....	35
4.3.4	Funcionário Equivalente.....	35
4.3.5	Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQDC).....	35
4.3.6	Taxa de Sucesso da Graduação (TSG).....	36
4.3.7	Conceito Capes/MEC para Programas de Pós-Graduação.....	36
4.4	UNIVERSIDADES ANALISADAS.....	36
4.5	ANÁLISE EM JANELA.....	38
4.6	PROGRAMA UTILIZADO.....	38
5	RESULTADOS.....	39
	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS.....	45

APÊNDICE A – DADOS UTILIZADOS.....	49
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste em sua formação tem sua economia essencialmente voltada ao mercado externo, primeiro com o açúcar e depois com algodão, ou ainda, pela formação de setores complementares às importações, ressaltando-se a pecuária extensiva e a agricultura de subsistência. Segundo Furtado (1964) o processo de declínio do açúcar atrelado ao avanço da pecuária de subsistência dão forma a população nordestina. Com o início do ciclo cafeeiro, o Sudeste avança à industrialização, enquanto que o Nordeste se industrializa apenas no setor açucareiro. Então a esse resta apenas o fornecimento de matérias-primas para o Sudeste, que as transforma em bens finais. Cria-se internamente, o que Furtado denomina de relação centro-periferia.

O contraste de economia centrais/desenvolvidas com economias periféricas/subdesenvolvidas foi levantado pelo Estruturalismo, que, tem como principal defensor Celso Furtado. Segundo Bielschowsky (Bielschowsky apud Mendes e Teixeira, 2004), os aspectos que estão presentes nas periferias são: Baixa integração horizontal e vertical; Infraestrutura escassa; Especialização agrícola; heterogeneidade tecnológica; grande oferta de mão de obra desqualificada; e estrutura incompatível com a acumulação de capital.

A dificuldade do Nordeste em reformular sua economia que foi fundamentalmente agrícola, mantém-lo complementar à economia nacional, especialmente ao Sudeste. Uma possibilidade para redução dessas desigualdades é o investimento em educação.

Hirschmann (1961) defende que uma o crescimento desigual entre regiões se dá pelo diferencial de investimentos, principalmente no setor educacional, caracterizando a noção de capital humano.

De acordo com Paiva (2001) a educação ganha importância como mecanismo gerador de desenvolvimento no pós-guerra, especialmente com Schultz em 1962, que buscou mostrar que países que rapidamente se reconstruíram o fizeram graças ao investimento em capital humano.

Sabendo que a educação possui papel primordial no desenvolvimento social e que está entre as principais despesas públicas, a necessidade de avaliar sua eficiência torna-se fundamental. Segundo Pindyck e Rubinfeld (2006) a eficiência seria a utilização de recursos da melhor forma possível. A questão que dirige esse trabalho é: As Universidades Federais do Nordeste são tão eficientes quanto as Universidades Federais de outras regiões?

O objetivo geral desse trabalho é de analisar a eficiência do gasto público com ensino superior no Nordeste de 2009 a 2017, analisando comparativamente as Universidades Federais da região com Universidades Federais de outras regiões. Os objetivos específicos são: Coletar dados das despesas de algumas Universidades Federais (UFs), identificar a Taxa de Sucesso na Graduação (TSG) dessas UFs, identificar o conceito CAPES/MEC para a pós-graduação dessas UFs e estimar o modelo proposto para análise da eficiência. Espera-se encontrar bons níveis de eficiência para as Universidades Federais do Nordeste.

Dado que os recursos são escassos, é necessária uma melhor utilização dos mesmos, a fim de maximizar o bem-estar social. O presente trabalho trará uma comparação de universidades de diversas regiões, podendo encontrar ou não a existência de diferenças nos níveis de eficiência das mesmas.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: Nessa primeira seção encontra-se a introdução; A segunda seção apresenta o referencial teórico, que discorre sobre a educação de nível superior; A terceira seção elucida os conceitos utilizados e mostra os principais estudos utilizados como referência; A quarta seção trata da metodologia utilizada e sua motivação; A quinta seção apresenta os resultados obtidos com a aplicação do método; A sexta seção apresenta a conclusão; A sétima seção contém as referências utilizadas; A oitava e última seção é o apêndice com os dados utilizados no trabalho.

2 A EDUCAÇÃO SUPERIOR

Na concepção dos clássicos, os fatores que determinam o crescimento econômico é o capital, ou, bens construídos, e o trabalho, em 1956, com Solow, é acrescido o fator tecnologia mas mesmo assim, há uma lacuna, já que esse último fator não é explicado internamente.

Theodore Schultz (1964) defende que a qualificação da população, proveniente quase que exclusivamente do investimento em educação, elevaria a produtividade do trabalhador e alavancaria o crescimento econômico, devendo então, ser um fator considerado na análise do crescimento. Ele constata que as nações que rapidamente se reconstruíram no pós-guerra assim fizeram devido ao aumento do investimento em capital humano.

Para Becker (1993), o capital humano é um condensado de conhecimentos e capacidades que podem ser utilizados para geração de riqueza. O autor defende que o nível de capital humano de uma sociedade influencia o aumento da produtividade e dos lucros, como também pelo a capacidade de resolver problemas e superar dificuldades, levando-a a outro patamar.

Schultz (1987) afirma que o contínuo investimento em educação promove saltos no conhecimento técnico, o que leva conseqüentemente ao aumento da produtividade global, assim, o investimento em capital humano está relacionado diretamente com as perspectivas da humanidade.

A educação torna-se a melhor forma de se investir em capital humano, tem como característica a tentativa de extrair o potencial das pessoas e através de um conhecimento sistemático transformar o indivíduo para aplicar isso em alguma profissão.

Com a percepção trazida por Schultz dos retornos da educação, há um crescente número de estudos enfatizando seus benefícios. Castro (1971) acredita que há um diferencial de produtividade associado ao diferencial da educação, mas que há um viés nesse diferencial, já que indivíduos com atributos ligados à maior produtividade (motivação, energia, inteligência) são os que procuram obter maior educação.

Langoni (1973) conclui que o aumento da desigualdade no Brasil nas décadas de 60 e 70 ocorreu pelo excesso de demanda de mão-de-obra qualificada, aumentando então as

diferenças já existentes. Além disso, o autor encontrou que o coeficiente da educação é o de maior magnitude e de maior significância entre as variáveis observadas.

Com relação ao excesso de demanda de mão-de-obra qualificada e a incapacidade do Estado em suprir essa demanda, há um aumento significativo do sistema privado de educação superior na época, mas, talvez pela falta de compromisso com a tríade ensino, pesquisa e extensão, há um crescente descontentamento da sociedade com a qualidade da educação ofertada pelas instituições privadas, o que leva o governo há adoção de medidas para conter a criação de cursos nessas instituições (DALLA VECCHIA, 2014).

Em relação aos retornos financeiros da educação, Chaves (2002) utiliza dados da Pesquisa de Emprego e Desemprego na Região Metropolitana de Porto Alegre para o ano de 2000 e constata que um ano a mais de educação aumenta o salário dos indivíduos em 13,88 %.

Em estudo semelhante, Salvato e Silva (2008) viram, através dos dados da PNAD de 2005 para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, que um ano a mais de educação nessa região aumenta o salário dos trabalhadores em 16,15 %.

Filho e Pessôa (2008) utilizam instrumentos comumente vistos na análise dos investimentos em capital fixo para analisar o investimento em educação e constata que a taxa interna de retorno da educação é bem elevada no Brasil.

Os mesmos autores, em estudo de 2010, constata que o investimento em educação oferece retornos privados, ou seja, maiores salários, e retornos sociais, que seria maior aproximação das pessoas, redução da criminalidade e maior conscientização em aspectos políticos, sexuais, sociais e econômicos (FILHO; PESSÔA, 2010)

Schaefer e Shikida (2000) entrevistaram 21 réus de Toledo, no Paraná, e constataram que 20 tinham o primeiro grau incompleto, enquanto apenas 1 tinha o ensino médio completo, sugerindo que indivíduos com maiores níveis educacionais são menos propensos ao crime.

Com relação ao acesso à educação superior, Pinto (2004) evidencia o exponencial aumento de matrículas no ensino superior público brasileiro, que era de 52.000 matrículas em 1960 e passa para aproximadamente 1 milhão em 2002.

Já Tachibana, Menezes Filho e Komatsu (2015) mostram que a taxa bruta de matrícula no ensino superior no Brasil (a proporção do total de matrículas no ensino superior

pela população na faixa etária adequada, que seria a população com idade entre 18 e 24 anos) é de apenas 28,68 % em 2012, bem abaixo da média dos países da América Latina, que seria de 42,80%.

De acordo com o Censo de Educação Superior de 2019, há 2.608 Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil em 2019, sendo apenas 190 (7,6%) universidades. Em relação às matrículas, houve 8,6 milhões de matrículas para graduação, sendo que 4,5 milhões (52,2%) são em universidades. Comparativamente, as faculdades são 2.076 (79,60%) das IES, mas possuem apenas 1,6 milhão (19%) das matrículas de graduação (BRASIL, 2019).

Sabendo que aproximadamente 57 % das universidades são públicas, então estima-se que 2,5 milhões de estudantes são das universidades públicas, tornando necessária a alocação eficiente de recursos não apenas em um aspecto puramente econômico, mas também social.

3 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

A avaliação do desempenho das instituições tornou-se essencial para definir a qualidade da alocação dos recursos. Neely (1995) define que o desempenho de uma organização deriva da ação, sendo a análise de desempenho uma maneira de quantificá-la.

Para Kennerley *et al.* (2003) um sistema que mede o desempenho é composto de três elementos: análise de ações específicas, conjunto de medidas que avaliam o desempenho da organização como um todo e uma infraestrutura que permita a obtenção, coleta e classificação dos dados para o uso gerencial.

Para Machado, Machado e Toledo (2007) a avaliação de desempenho objetiva promover uma melhor gestão fiscal, mas para tal, depende de alguns fatores, como a escolha das variáveis, critérios, conceitos e etc.

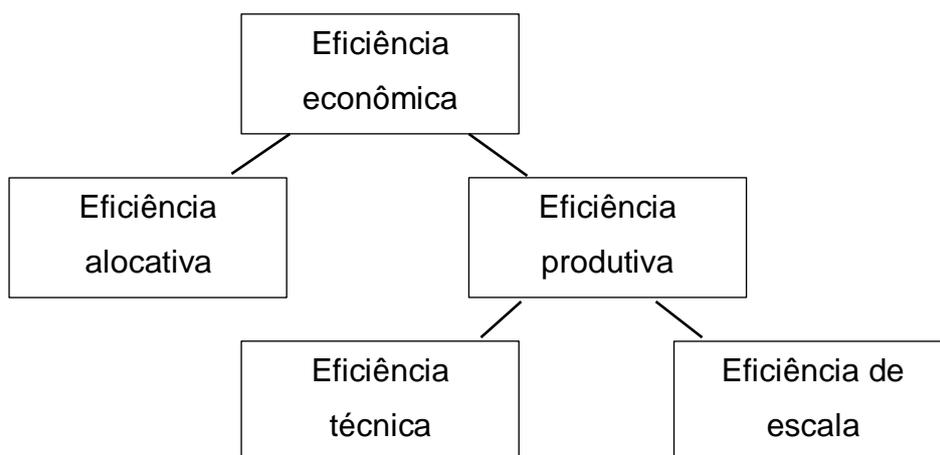
O critério comumente utilizado para avaliação institucional é a eficiência. No entanto, para sua compreensão é necessário diferenciá-la de produtividade. A produtividade pode ser entendida como a razão entre os produtos e insumos de uma unidade produtiva, podendo variar conforme o ambiente e as diferenças nas tecnologias de produção (TUPY; YAMAGUCHI, 1998).

Já a eficiência é para Pindyck e Rubinfeld (2006) a capacidade de maximizar a utilização de recursos de modo a satisfazer as necessidades individuais e coletivas. Um conceito que também pode causar confusão com a eficiência é a eficácia, para Kassi (2002) a eficácia está relacionada com a consecução de objetivos traçados, ou, similarmente, a obtenção do resultado almejado. Simplifica-se a eficiência como foco no processo e a eficácia como foco no resultado.

Para Mariano (2007) a eficiência é dividida em eficiência absoluta e relativa, sendo a eficiência absoluta uma razão entre a produtividade da unidade produtiva analisada e a máxima produtividade alcançável (que não necessariamente tenha sido alcançada). A eficiência relativa é uma razão entre a produtividade da unidade produtiva analisada e a maior produtividade alcançada por uma unidade produtiva observada.

Segundo Mariano (2007) a eficiência econômica pode ser dividida em eficiência alocativa e produtiva, sendo esta última subdividida em eficiência técnica e eficiência de escala.

Figura 1 – Tipos de eficiência



Fonte: Mariano (2007)

A eficiência alocativa é para Belloni (2000), “[...] habilidade de combinar recursos e resultados em proporções ótimas dados os preços vigentes. ” (Belloni, 2000, p.18), não havendo essa relação de preços, torna-se impraticável analisar a eficiência alocativa das universidades federais brasileiras.

Para Mariano (2007), a eficiência produtiva é a razão entre outputs (saídas) e inputs (entradas), diferentemente da produtividade, a eficiência só pode atingir um valor entre 0 e 1.

A eficiência técnica é definida por Peña (2008) como a capacidade de produzir o máximo possível com dado nível de insumos, ou, utilizar a menor quantidade de insumos possíveis para dado nível de produção.

Para compreensão da eficiência de escala, é importante conhecer o conceito de função de produção. Segundo Peña (2008), a função de produção expressa a relação das quantidades dos insumos com a quantidade de bens produzidos, sendo representada como:

$f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = Q$, onde $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ são os insumos e Q é a produção.

As funções de produção possuem retornos de escala, podendo ser crescentes, constantes ou decrescentes. Retornos crescentes de escala acontecem quando:

$$f(\alpha K, \alpha L) > \alpha f(K, L), (\alpha > 1)$$

Ou seja, quando os insumos são aumentados por um fator α , a produção é aumentada por um fator maior que α . Os retornos crescentes de escala ocorrem em geral quando a produção está em um nível baixo, onde um pequeno acréscimo dos insumos gera um alto retorno em produtos.

Os retornos constantes de escala,

$$f(\alpha K, \alpha L) = \alpha f(K, L), (\alpha > 0)$$

O aumento dos insumos por um fator α terá um aumento da produção no mesmo fator, α .

Para retornos decrescentes de escala

$$f(\alpha K, \alpha L) < \alpha f(K, L), (\alpha > 1)$$

O aumento dos insumos por um fator α terá um aumento da produção por um fator menor que α , geralmente, os retornos decrescentes de escala acontecem quando a produção já está em um nível elevado. De acordo com Mariano (2007) a eficiência de escala seria então a parcela da eficiência produtiva derivada da atuação da unidade produtora em escala ótima.

Segundo Souza e Wilhelm (2009) é possível encontrar três abordagens para análise da produtividade e eficiência técnica: a construção de índices de produtividade total dos fatores, a abordagem econométrica e abordagem utilizando a Programação Linear (PL), a abordagem utilizada no presente trabalho será a última, pelo fato do modelo teorizado possuir múltiplas entradas e múltiplas saídas.

De acordo com Marins (2011) a PL tem como objetivo encontrar a melhor solução para problemas que possam ser expressados por modelos lineares, podendo se maximizar ou

minimizar as funções objetivo, respeitando um sistema de igualdades e desigualdades, conhecidas como as restrições do modelo.

Para se resolver um problema de PL são necessários alguns requisitos: O problema tem que ser modelizado, ou seja, deve-se definir as variáveis de decisão, que são os fatores em que o tomador de decisão pode escolher um valor numérico; deve ser possível especificar as unidades de medida de cada variável. Em seguida, define-se a função objetivo e por fim elaboram-se as restrições.

Charnes, Cooper e Rhodes (1978), baseados nos trabalhos de Farrel (1957), foram os primeiros a utilizarem um método para análise de eficiência contendo múltiplas entradas e saídas, ou, inputs e outputs, dando origem a Análise Envoltória de Dados (DEA). Essa técnica compara as unidades tomadoras de decisão (DMU) que são homogêneas, entre si, de modo que torna possível a construção de uma fronteira de produção.

Toda DMU é caracterizada por um escore de eficiência, que varia de 0 a 1, esse valor definirá quão eficiente é a DMU analisada com relação a todas as DMUs que fazem parte da amostra, o escore igual a 1 significa que a DMU analisada é 100 % eficiente, a construção desse escore torna possível analisar a eficiência relativa das DMUs.

A principal vantagem da DEA é que não há a necessidade de se arbitrar pesos para as variáveis, o próprio modelo gera esses pesos, além disso, não é necessário quantificar economicamente as variáveis. As DMUs são chamadas assim pois supõe-se que elas têm autonomia para definir a sua produção.

Charnes, Cooper e Rhodes (1978) argumentam ainda que o grande interesse nesse método também se deve ao fato que para uma DMU ineficiente (escore menor que 1) são feitas projeções de melhorias baseadas em DMUs eficientes observadas, sendo essas consideradas benchmarks. Frisa-se que os escores encontrados em cada análise servirão apenas para aquele conjunto de dados, de modo que não há como generalizar as constatações observadas na amostra à uma população.

Os pioneiros utilizaram a DEA para comparar a eficiência das instituições de pesquisa do ensino superior dos Estados Unidos, seus resultados mostraram que as universidades

públicas tinham maior eficiência frente às universidades privadas. (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978)

Façanha e Marinho (2001) observaram que no período de 1995 a 1998 houve um aumento da eficiência das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras, mas recomendaram aumento no número de vagas e aumento no número de professores doutores.

Ainda analisando o mesmo período, Corbucci (2000) corrobora com o resultado anterior e ainda constatou que as IFES com maior nível de gasto com pessoal não necessariamente terão maior nível de titulação de seu quadro docente.

Costa *et al.* (2012) analisaram as IFES no período de 2004 até 2008, dividindo-as em grupos A e B. No grupo A, que possuía 28 instituições, eles encontram que em média, 62 % das IFES analisadas estavam operando eficientemente contra 38 % de ineficientes. No grupo B, composto por 21 instituições, em média, 69 % das instituições foram eficientes, contra 31 % ineficientes.

Soliman *et al.* (2014) analisaram 9 unidades universitárias da UF de Santa Maria, dessas, 5 apresentaram escore de eficiência menores do que 85%, sendo consideradas ineficientes pelos autores.

Dalla Vecchia (2014) analisa a eficiência técnica de 31 Universidades Federais e Estaduais do Nordeste no período de 2008 até 2012, constando que apenas 6 dessas foram tecnicamente eficientes em todo o período analisado. Na média para os anos abordados, 48 % das universidades observadas foram eficientes contra 52 % de ineficientes.

Furtado e Campos (2015) verificaram através da DEA a eficiência dos Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia de 2012 e 2013 e encontraram que dos 19 institutos analisados, apenas 6 foram eficientes, além disso, os institutos mais eficientes apresentaram melhores resultados e menores gastos, levando a crer que o resultado dos alunos não é definido pelo nível de gastos.

Silva (2015) analisou a Universidade de Brasília, Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade Federal de Minas Gerais no período de 2009 a 2013. Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que as universidades analisadas não foram eficientes no

período, mesmo tendo relevante aumento de nas despesas correntes, números de professores e número de funcionários.

Villela (2017) analisou 55 IFES no período de 2012 a 2015 com a metodologia DEA, dividindo as instituições em subconjuntos, de acordo com seu porte. No subconjunto das instituições de pequeno porte (instituições que tinham até 15.000 alunos), 19 % estavam ineficientes ou com baixa eficiência. No subconjunto das IFES de médio porte (entre 15.000 e 35.000 alunos), 20 % estavam operando ineficientemente ou com baixa eficiência, já nas IFES de grande porte (acima de 35.000 alunos) esse número cai para 2 %, sugerindo uma correlação da eficiência das universidades com seu porte

4 METODOLOGIA

4.1 MODELO CCR

A DEA possui modelos, formas e orientações. A forma de mensuração da eficiência do modelo proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) é definida por:

$$E_0 = \frac{\sum_{j=1}^M p_j y_{0j}}{\sum_{i=1}^N q_i x_{0i}}$$

Onde:

E_0 = Eficiência da DMU₀;

p_j = Peso do output j;

q_i = Peso do input i;

y_{0j} = Output j da DMU₀;

x_{0i} = Input i da DMU₀;

Após estabelecido o cálculo da eficiência, elabora-se um problema de programação matemática para encontrar os pesos que maximizem a eficiência. Segundo Belloni (2000), os pesos ótimos são reflexos da forma como as DMUs veem a associação entre recursos e resultados.

O problema de maximização para encontrar os pesos se dá por:

$$\max \frac{\sum_{j=1}^M p_j y_{0j}}{\sum_{i=1}^N q_i x_{0i}}$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{j=1}^M p_j y_{kj}}{\sum_{i=1}^N q_i x_{ki}} \leq 1 \quad \forall k = 1, 2, \dots, K; \quad (1)$$

$$p_j > 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, M; \quad (2)$$

$$q_i > 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

Onde:

p_j = Peso do output j;

q_i = Peso do input i;

y_{0j} = Output j da DMU₀;

x_{0i} = Input i da DMU₀;

y_{kj} = Output j da DMU_k;

x_{ki} = Input i da DMU_k;

A restrição (1) indica que a eficiência encontrada de todas as DMUs analisadas será menor ou igual a 1, como eficiência é uma medida relativa, pelo menos uma DMU terá o valor igual a 1 (100% eficiente). Então, o valor ótimo de E_0 é a medida de eficiência da DMU₀ considerando a alocação de insumos e os produtos de todas as outras DMUs analisadas.

As restrições (2) e (3) indicam que os pesos de todos os inputs e outputs devem ser maiores 0. Esse primeiro modelo é conhecido como um modelo de programação fracional convexo, havendo então infinitas soluções, mas, com os alguns ajustes, especificamente com a transformação em dois problemas (duas orientações) de programação linear, tem-se:

CCR orientado ao input

$$\max \sum_{j=1}^M p_j y_{0j}$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^N q_i x_{0i} = 1 \quad (1)$$

$$E_k = \sum_{j=1}^M p_j y_{kj} - \sum_{i=1}^N q_i x_{ki} \leq 0 \quad \forall k = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

$$p_j > \varepsilon \quad \forall j = 1, 2, \dots, M; \quad (3)$$

$$q_i > \varepsilon \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

CCR orientado ao output

$$E_0 = \min \sum_{i=1}^N q_i x_{0i}$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^M p_j y_{0j} = 1 \quad (1)$$

$$E_k = \sum_{i=1}^N q_i x_{ki} - \sum_{j=1}^M p_j y_{kj} \geq 0 \quad \forall k = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

$$p_j > \varepsilon \quad \forall j = 1, 2, \dots, M; \quad (3)$$

$$q_i > \varepsilon \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

Onde:

E_0 = Eficiência da DMU₀;

p_j = Peso do output j;

q_i = Peso do input i;

y_{0j} = Output j da DMU₀;

x_{0i} = Input i da DMU₀;

y_{kj} = Output j da DMU_k;

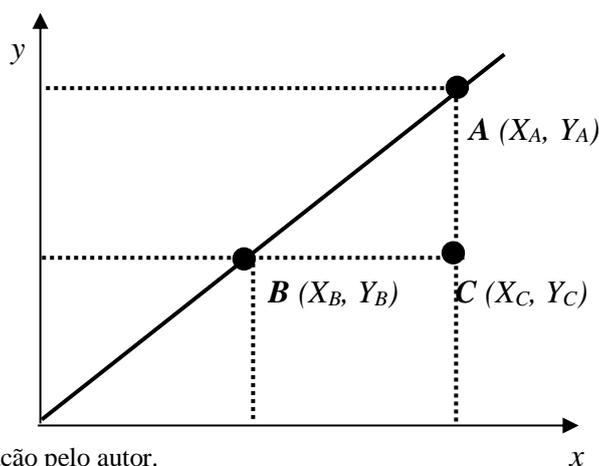
x_{ki} = Input i da DMU_k;

ε = Número não-arquimediano

No modelo orientado ao input, procura-se maximizar os outputs, de modo que a combinação linear dos inputs seja constante (1), a combinação linear dos outputs menos a combinação linear dos inputs seja menor ou igual a zero (2) e que os pesos sejam maiores que um número não-arquemediano, ou seja, que sejam pelo menos infimamente maiores que zero. Já na orientação ao output, a diferença para o modelo anterior é apenas na função objetivo e nas duas primeiras restrições, agora, procura-se minimizar os inputs de modo que a combinação linear dos outputs seja constante. O modelo CCR, que tem seu nome graças às iniciais dos seus autores (Charnes, Cooper e Rhodes), tem como pressuposto norteador que todo plano de produção não observado que seja combinação linear de algum plano observado também pertence ao conjunto de possibilidade de produção. O modelo CCR pode ser orientado ao input ou output, a orientação pode ser definida como a meta que as DMUs ineficientes deverão alcançar.

A orientação aos inputs é quando as DMUs analisadas tentarão maximizar os outputs mantendo os inputs constantes. Já na orientação aos outputs, as DMUs pretenderão minimizar os inputs mantendo os outputs constantes. De outra forma, as DMUs movimentar-se-ão vertical e horizontalmente, respectivamente, na fronteira de produção. Ambas atendem ao conceito de eficiência de Pareto-Koopmans. Há também orientações mistas, objetivando redução de custos e aumento de produção.

Figura 2 – Modelo CCR



Fonte: Elaboração pelo autor.

A figura 2 apresenta o formato da curva do modelo CCR, no eixo horizontal tem-se os inputs, no eixo vertical os outputs. A declividade da curva nessa situação é igual a

produtividade da DMU mais eficiente, de modo que todas as outras DMUs serão analisadas em relação à primeira. Considere as DMUs fictícias A , B e C , os pontos que estão sobre a curva (A e B) são eficientes em suas produções, já o ponto C é caracterizado como ineficiente, pois, poderia produzir Y_A outputs mantendo o mesmo nível de input, já que $X_A = X_C$ (orientação aos inputs), ou, poderia continuar produzindo Y_C de outputs, mas utilizando X_B de inputs, já que $Y_B = Y_C$ (orientação aos outputs).

4.2 MODELO BCC

O modelo BCC, baseado também nas iniciais dos seus autores, Barnes, Charnes e Cooper, admite diferenças tecnológicas, ou, que os conjuntos de produção apresentem retornos variáveis de escala, tendo como pressuposto que todo plano de produção não observado que seja uma combinação linear convexa de um plano já observado também pertence ao conjunto de possibilidades.

BCC orientado ao input

$$\max \sum_{j=1}^M p_j y_{0j} + w$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^N q_i x_{0i} = 1 \quad (1)$$

$$E_k = \sum_{j=1}^M p_j y_{kj} - \sum_{i=1}^N q_i x_{ki} + w \leq 0 \quad \forall k = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

$$p_j > \varepsilon \quad \forall j = 1, 2, \dots, M; \quad (3)$$

$$q_i > \varepsilon \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

BCC orientado ao output

$$\min \sum_{i=1}^N q_i x_{0i} - w$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^M p_j y_{0j} = 1 \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^N q_i x_{ki} - \sum_{j=1}^M p_j y_{kj} + w \geq 0 \quad \forall k = 1, 2, \dots, K \quad (2)$$

$$p_j > \varepsilon \quad \forall j = 1, 2, \dots, M; \quad (3)$$

$$q_i > \varepsilon \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

Onde:

p_j = Peso do output j;

q_i = Peso do input i;

y_{0j} = Output j da DMU₀;

x_{0i} = Input i da DMU₀;

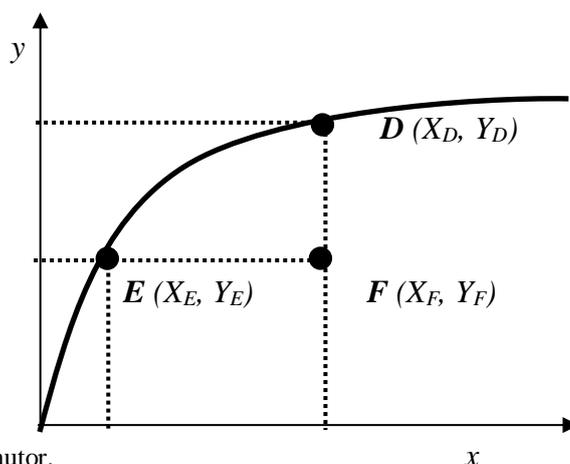
y_{kj} = Output j da DMU_k;

x_{ki} = Input i da DMU_k;

w = variável que representa os retornos de escala.

A diferença em relação ao CCR é que o BCC admite retornos variáveis de escala, através da variável w , que aparece tanto na função objetivo quanto em uma das restrições, não tendo restrição de sinal. Se $w > 0$ a DMU está atuando em uma escala de retornos crescentes de escala, se $w = 0$ a DMU a escala que é e se $w < 0$ a DMU a escala é decrescente.

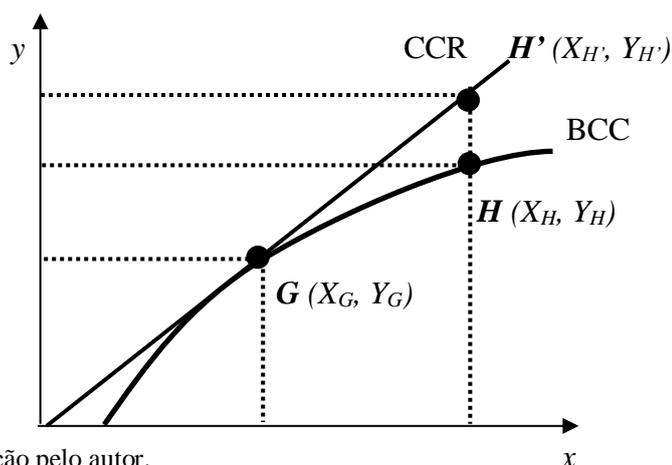
Figura 3 – Modelo BCC



Fonte: Elaboração pelo autor.

A figura 3 apresenta o modelo BCC, que possui retornos variáveis de escala. Considere as DMUs fictícias D , E e F , os pontos D e E são eficientes, mas estão atuando em escalas diferentes, sabe-se que quanto maior a inclinação maior o retorno marginal, logo, o produto marginal que a DMU E teria é proporcionalmente maior ao produto marginal da DMU D . A DMU F é ineficiente, para se tornar eficiente ela poderia se orientar aos inputs, ou seja, produzir Y_D outputs mantendo o mesmo nível de input, já que $X_D = X_F$, ou, orientar-se aos outputs, onde poderia continuar produzindo Y_F de outputs, mas utilizando X_E de inputs, já que $Y_E = Y_F$.

Figura 4 – Modelos CCR e BCC



Fonte: Elaboração pelo autor.

Através da figura 4 constata-se que a classificação de eficiência e ineficiência depende do modelo utilizado, a DMU H é eficiente no modelo BCC mas não no CCR, pois, nem toda DMU eficiente no modelo BCC será no modelo CCR, mas a recíproca é verdadeira.

Isso se deve, pois, o modelo BCC admite retornos variáveis de escala, então uma DMU de grande porte provavelmente estaria atuando nas escalas em que o retorno marginal é decrescente, não havendo a diferenciação da escala, a eficiência no modelo CCR seria maior. Para a DMU H ser eficiente no modelo CCR, ela deveria, com o mesmo nível de inputs, produzir Y_H de outputs.

Não sendo exclusivamente um aspecto da DEA, todo o problema de programação linear possui um outro problema de programação linear em que o resultado da função objetivo é o mesmo, conhecidos então como abordagem primal/dual (THANASSOULIS apud MARIANO, 2006, p. 7).

A abordagem primal é comumente conhecida como problemas dos multiplicadores porque os pesos expressam as taxas de substituição entre os inputs e outputs. O modelo dual ou também conhecido como modelo da forma do envelope, possui o mesmo resultado da função objetivo do modelo primal, mas, possui diferentes variáveis e restrições, especificamente, as variáveis do modelo dos multiplicadores são as restrições do modelo do envelope e as restrições do modelo dos multiplicadores são as variáveis do modelo do envelope. O modelo primal fornece quais os pesos de cada variável, enquanto que o modelo dual fornece os benchmarks, ou, as referências, para cada DMU ineficiente.

Os modelos na forma de envelope fazem projeções equiproporcionais na fronteira, ou seja, mantendo a mesma proporção de inputs e outputs. Segundo Belloni (2000), esses modelos têm a vantagem de não depender das unidades de medidas, conseqüentemente, das relações entre os preços. A diferença desses modelos para os multiplicadores é introdução das variáveis de folgas, que abrangem os casos em que as expansões equiproporcionais acabam gerando excesso de insumos ou folgas na produção, de outra forma, a introdução de variáveis de folga serve para atenuar as distorções na fronteira de eficiência, já que em teoria ela é curva mas a DEA a constrói sendo linear em partes.

BCC orientado ao input (forma do envelope)

$$\min \theta - \beta (\sum_{j=1}^M s_j^+ + \sum_{i=1}^N s_i^-)$$

Sujeito a:

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k x_{ki} + s_j^- = \theta x_{0i}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k y_{kj} - s_j^+ = y_{0j}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M \quad (2)$$

$$\theta \in \mathbb{R}; \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1 \quad (4)$$

$$\lambda_k \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K; \quad (5)$$

$$s_i^- \geq 0, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N; \quad s_j^+ \geq 0, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M \quad (6)$$

y_{0j} = Output j da DMU₀;

x_{0i} = Input i da DMU₀;

y_{kj} = Output j da DMU_k;

x_{ki} = Input i da DMU_k;

θ = Eficiência

s_i^- = Excesso nos insumos;

s_j^+ = Folga na produção;

O modelo BCC orientado ao input na forma envelope terá como função objetivo a minimização da eficiência menos as folgas dos inputs e outputs, possuindo uma restrição para cada input e para cada output. A restrição (1) diz que qualquer combinação linear dos

inputs de todas as DMUs mais as possíveis folgas é igual à projeção na fronteira da DMU₀. A restrição (2) é semelhante a primeira, mas pela ótica do output, diferentemente da anterior, nessa restrição não há projeção na fronteira, já que o modelo é orientado aos inputs. A restrição (3) limita a eficiência aos números reais. A restrição (4) restringe as combinações lineares de modo que os planos de produção não possam ser expandidos ou contraídos indefinidamente, caracterizando os retornos variáveis. A variável λ indica a participação da DMU_k na meta da DMU da análise, caso a DMU₀ seja verdadeiramente eficiente, o valor de λ para todas as outras k DMUs será 0, ou, a DMU₀ será sua própria referência. A restrição (6) é para limitar as folgas e excessos à números não-negativos.

O θ representará a eficiência, de forma que $\theta = 1$ representa que a DMU é 100 % eficiente, se $\theta \leq 1$ então a DMU₀ pode reduzir seus inputs para $x_0\theta$ mantendo o mesmo nível de outputs.

BCC orientado ao output (forma do envelope)

$$\max \eta + \varepsilon (\sum_{j=1}^M s_j^+ + \sum_{i=1}^N s_i^-)$$

Sujeito a:

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k y_{kj} + s_j^+ = \eta y_{0j}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k x_{ki} + s_i^- = x_{0i} \quad \forall i = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

$$\eta \in \mathbb{R}; \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1 \quad (4)$$

$$\lambda_k \geq 0, \quad \forall k = 1, 2, \dots, K; \quad (5)$$

$$s_i^- \geq 0, \quad \forall i = 1, 2, \dots, N; \quad s_j^+ \geq 0, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M \quad (6)$$

Onde:

y_{0j} = Output j da DMU₀;

x_{0i} = Input i da DMU₀;

y_{kj} = Output j da DMU_k;

x_{ki} = Input i da DMU_k;

η = Inverso da eficiência

S_i^- = Excesso nos insumos;

S_j^+ = Folga na produção;

O modelo BCC na forma envelope orientado aos outputs tem como função objetivo a maximização do inverso da eficiência menos uma ponderação das folgas na produção. A diferença nas restrições é que, para o modelo orientado ao output, a projeção na fronteira é feita pelos outputs.

Para o presente trabalho, serão utilizados os resultados de ambas as formas (multiplicadores e envelope) dado que são complementares. O modelo escolhido é o BCC pois os resultados ineficientes desse modelo serão de caráter exclusivamente técnico. A orientação será aos outputs, já que faz mais sentido educacional maximizar os resultados dos recursos disponíveis.

4.3 VARIÁVEIS

As variáveis foram definidas de acordo com a metodologia utilizada por Costa *et al.* (2012), sendo 4 inputs e 2 outputs. Para a definição das variáveis é necessário conhecer alguns indicadores:

4.3.1 Custo Corrente

Nesse indicador são contabilizados os seguintes gastos: Despesa corrente da universidade com todas as suas Unidades Gestoras, excetuando-se hospital universitário, se houver; Aposentadorias e reformas; Pensões; Sentenças judiciais; Despesa com pessoal

cedido (docente e técnicos); Despesa com afastamento dentro do país ou no exterior (docentes e técnicos)

4.3.2 Aluno Equivalente

$$AE = AE_G + AE_{PTI} + AE_{RTI}$$

Onde:

AE = Aluno Equivalente

AE_G = Aluno Equivalente de Graduação

AE_{PTI} = Aluno em tempo Integral da Pós-Graduação

AE_R = Aluno em tempo Integral da Residência

Sendo:

$$AE_G = \sum_{\text{todos os cursos}} \left\{ (N_{DI} * D_{PC})(1 + F_R) + \left(\frac{N_I - N_{DI}}{4} \right) * D_{PC} * P_E \right\}$$

Onde:

N_{DI} = Número alunos aptos a colar grau no ano letivo em cada curso

N_I = Número de alunos que ingressaram, no ano letivo em cada curso

D_{PC} = Duração padrão do curso

P_E = Peso do grupo que o curso está inserido

F_R = Fator de retenção do curso

D_{PC} , P_E e F_R são calculados pela Secretaria de Educação Superior (SESu)

$$AE_{PTI} = 2 * A_{PG}$$

Onde:

A_{PG} = Número de alunos de mestrado e doutorado.

$$AE_{RTI} = 2 * A_R$$

A_R = Número de alunos de residência.

4.3.3 Professor Equivalente

A referência para esse indicador é o docente que trabalha 40 horas semanais no ensino superior, sendo atribuído peso 1 e os docentes que trabalham 20 horas semanais terão peso 0.5.

Para a contagem dos professores considera-se os professores em exercício efetivo, ocupantes de funções gratificadas, cargos comissionados, substitutos e visitantes. Exclui-se os professores afastados para capacitação ou cedidos para outros órgãos e/ou entidades da Administração Pública no ano em questão.

4.3.4 Funcionário Equivalente

O funcionário que trabalha 40 horas semanais tem peso 1, os funcionários que trabalham 20 e 30 horas semanais têm pesos proporcionais (0,5 e 0,75, respectivamente).

Para a contagem dos funcionários considera-se os técnicos administrativos e os contratados para prestação de serviço temporário. Exclui-se da contagem os funcionários afastados para capacitação ou cedidos para outros órgãos/entidades da Administração Pública no ano em questão.

4.3.5 Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQDC)

O IQDC é uma ponderação aplicada ao número de professores, que não leva em conta o regime de trabalho, sua fórmula é dada por:

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

Onde:

D = Número de professores doutores

M = Número de professores mestres

E = Número de professores especialistas

G = Número de professores graduados

4.3.6 Taxa de Sucesso da Graduação (TSG)

A TSG é a razão entre o número de alunos diplomados e o número total de alunos ingressantes.

4.3.7 Conceito CAPES/MEC para programas de Pós-Graduação

O conceito CAPES/MEC para a pós-graduação é a média aritmética dos conceitos CAPES *stricto sensu* da instituição.

Enfim, os inputs serão:

1. Custo Corrente / Aluno Equivalente
2. Professor Equivalente
3. Funcionário Equivalente
4. IQCD

Os outputs serão:

1. TSG
2. Conceito CAPES/MEC para a pós-graduação

A variável “Custo Corrente/Aluno Equivalente” por ser medida em valores correntes, tende a aumentar ao longo do tempo apenas para correção da inflação, por isso, todos os valores foram colocados à preços de 2017 pelo índice oficial de preços do Brasil, Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), que de 2009 até 2017 acumulou 63,03 %.

4.4 UNIVERSIDADES ANALISADAS

Existem 20 IFES no Nordeste em 2021, dessas, serão excluídas da análise: A Universidade Federal do Agreste Pernambucano, Universidade Federal do Delta da Paraíba e Universidade Federal do Sul da Bahia por não possuírem a TSG para os anos analisados; Universidade Federal da Lusofonia Afro-Brasileira, Universidade Federal do Cariri,

Universidade Federal do Oeste da Bahia e Universidade Federal do Recôncavo da Bahia por não ter disponibilizado os indicadores conforme especificado pelo Tribunal de Contas da União.

Dado que a eficiência é uma medida relativa, é necessário adicionar outras universidades federais para viabilizar o comparativo, assim, serão analisadas também a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que foram respectivamente, a 1ª, 4ª e 5ª colocadas no Índice Geral de Curso (IGC) do MEC em 2018 (BRASIL, 2018). Então, tem-se finalmente 16 universidades como foco da análise desse trabalho:

Quadro 1 – Universidades Federais analisadas

Nome	Sigla
Universidade Federal de Alagoas	UFAL
Universidade Federal da Bahia	UFBA
Universidade Federal do Ceará	UFC
Universidade Federal de Campina Grande	UFCG
Universidade Federal do Semiárido	UFERSA
Universidade Federal do Maranhão	UFMA
Universidade Federal da Paraíba	UFPB
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE
Universidade Federal do Piauí	UFPI
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN
Universidade Federal Rural de Pernambuco	UFRPE
Universidade Federal de Sergipe	UFS
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC
Universidade Federal do Vale do São Francisco	UNIVASF

Fonte: Elaboração pelo autor.

Todos os dados utilizados foram obtidos nos Relatórios de Gestão das universidades, facilmente encontrados nos *sites* institucionais das mesmas.

4.5 ANÁLISE EM JANELA

Para verificar a mudança da eficiência ao longo dos anos selecionados, será utilizada a análise em janela. De acordo com Kisielewska *et al.*(2007), a análise em janela além de permitir comparar uma DMU com outra, permite compara-la com ela mesma, já que cada DMU em cada ano é tratada como uma DMU diferente. Com isso, pode-se descobrir a evolução da eficiência ao longo do tempo.

De acordo com Charnes *et al.* (1994 apud WANG *et al.*, 2011) a abrangência ideal de cada janela é 3 ou 4 períodos, mas não há explicação teórica para tal. Para o presente trabalho, as janelas serão de 4 anos. Então, a primeira janela abordará todas as DMUs nos anos de 2009 até 2012. A segunda janela irá de 2010 até 2013, a terceira de 2011 até 2014 e assim sucessivamente, totalizando 6 janelas com 64 índices (16 DMUs por 4 anos) de eficiência em cada. Os índices de eficiência finais para cada universidade em cada ano são obtidos através da média móvel. Então, para obter o índice de eficiência de determinada DMU em 2012, por exemplo, realiza-se a média aritmética dos índices de 2012 encontrados da 1ª janela (2009-2012) até a 4ª (2012-2015).

4.6 PROGRAMA UTILIZADO

O programa utilizado por este trabalho será o R (disponível em <http://www.r-project.org/>) que é um *software* livre, *open source* e amplamente difundido entre a comunidade acadêmica. De acordo com Pessanha *et. al* (2013) utilizar o R para DEA livra o analista de algumas limitações que são bastante comuns em *softwares* dedicados.

Os *packages* utilizados para a análise foi o “*readxl*” – necessário para a leitura da planilha onde estavam os dados – e o “*deaR*” responsável pela DEA propriamente dita.

5 RESULTADOS

Frisa-se os valores de um modelo orientado aos outputs serão, necessariamente, maiores ou iguais a 1, sendo assim, para a interpretação correta da eficiência, eleva-se os valores resultantes do modelo ao expoente -1. Feita a transformação, tem-se

Tabela 1 – índices de eficiência da DEA-BCC

UF	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
UFAL	100,00%	97,40%	86,02%	77,50%	80,88%	81,16%	100,00%	94,05%	78,89%
UFBA	100,00%	98,65%	92,97%	88,38%	89,14%	90,47%	85,31%	87,47%	92,05%
UFC	92,45%	89,08%	87,50%	89,21%	86,70%	91,37%	91,04%	90,29%	93,92%
UFCG	100,00%	97,83%	100,00%	100,00%	90,17%	92,22%	90,83%	94,13%	92,95%
UFERSA	98,34%	89,87%	100,00%	87,40%	87,23%	90,88%	93,00%	89,86%	100,00%
UFMA	86,69%	86,19%	82,73%	83,69%	98,11%	86,28%	82,20%	84,71%	94,63%
UFPB	83,86%	78,52%	82,80%	83,94%	78,47%	82,49%	81,17%	84,02%	81,75%
UFPE	90,41%	88,87%	91,37%	82,73%	84,35%	84,40%	86,12%	86,91%	85,77%
UFPI	83,16%	78,38%	85,67%	83,41%	88,83%	92,83%	95,10%	89,56%	90,09%
UFRGS	98,55%	99,06%	96,53%	94,64%	95,59%	96,88%	99,40%	98,79%	99,47%
UFRJ	91,65%	100,00%	96,14%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,34%
UFRN	89,72%	88,11%	84,57%	90,78%	83,46%	84,93%	85,58%	90,18%	78,63%
UFRPE	84,88%	89,33%	81,95%	80,88%	82,49%	86,09%	89,58%	92,69%	94,65%
UFS	92,66%	79,06%	76,03%	77,95%	74,31%	78,67%	72,88%	88,21%	76,97%
UFSC	83,17%	85,62%	87,74%	85,12%	91,38%	91,98%	93,33%	91,69%	94,83%
UNIVASF	90,62%	75,45%	80,16%	76,36%	73,05%	76,88%	76,41%	78,20%	89,58%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observa-se na tabela 1 os 10 % dos resultados mais eficientes em verdes e os 10 % menos eficientes em vermelho. A UFRJ teve destaque, obtendo índices consistentemente eficientes. Cabe destaque também para os resultados obtidos pela UFAL, UFBA, UFCG, UFERSA e UFBA, que em alguns anos específicos também obtiveram a máxima eficiência possível. Dentre as piores UFs analisadas, estão a UFS e UNIVASF, que obtiveram por diversos anos os piores índices de eficiência da amostra.

Ao analisar os melhores resultados, tem-se que dos 14 (10%) mais eficientes, 8 foram em universidades do Nordeste, contra os 6 especificamente da UFRJ. Dos piores desempenhos, todos foram encontrados em universidades do Nordeste.

Tabela 2 – Eficiência média e variação da eficiência das universidades analisadas

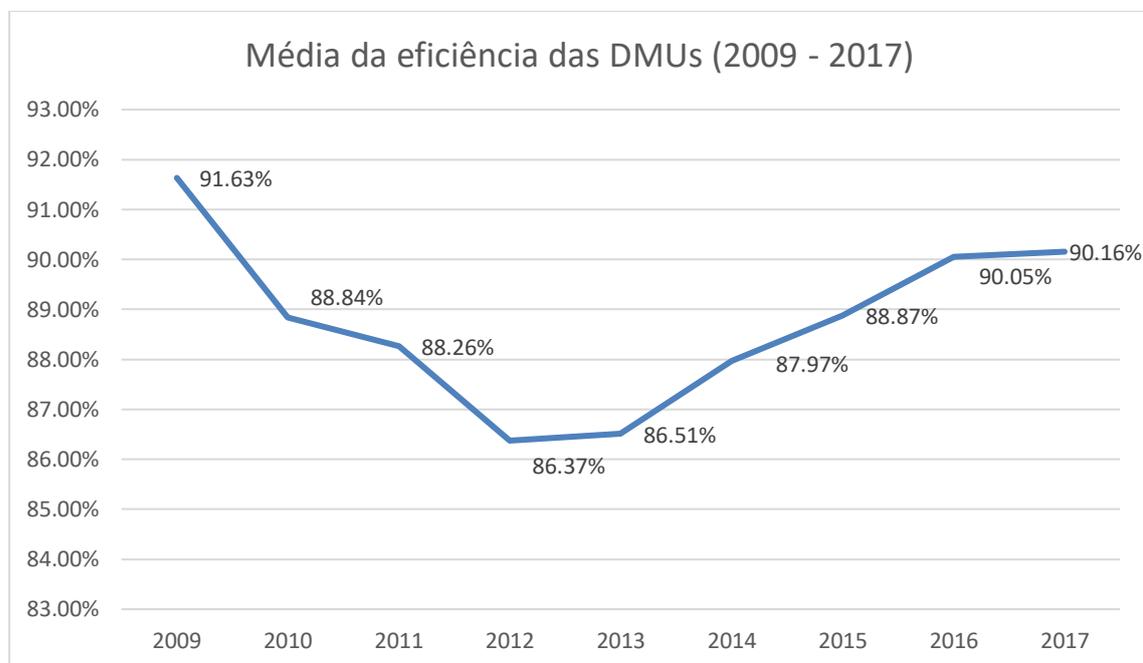
UF	Média	Var. (p.p) 2009-2017
UFAL	88,43%	-21,11%
UFBA	91,60%	-7,95%
UFC	90,17%	1,47%
UFCG	95,35%	-7,05%
UFERSA	92,95%	1,66%
UFMA	87,25%	7,94%
UFPB	81,89%	-2,12%
UFPE	86,77%	-4,64%
UFPI	87,45%	6,93%
UFRGS	97,66%	0,93%
UFRJ	98,46%	6,69%
UFRN	86,22%	-11,09%
UFRPE	86,95%	9,77%
UFS	79,64%	-15,69%
UFSC	89,43%	11,66%
UNIVASF	79,63%	-1,03%

Fonte: Elaboração própria

Na tabela 2 é possível observar a eficiência média de todas as UFs no período analisado, considerando os níveis de eficiência abaixo dos 80 % como baixa eficiência, tem-se apenas a UFS e a UNIVASF. Nos níveis de média eficiência, entre 80% e 90%, estão 8 universidades, dentre elas a UFSC, que eram esperados altos níveis de eficiência. Por fim, no grupo de alta eficiência – média acima de 90 % - estão 6 universidades, cabendo destaque para a UFRGS e UFRJ, com eficiência média acima dos 97 %.

Ainda na tabela 2 estão presentes as variações percentuais das universidades ao longo do tempo, dentre as que obtiveram maiores variações positivas está a UFSC (11,66%), UFRPE (9,77%) e UFMA (7,94%), indicando um possível aumento de eficiência dessas universidades. As UFs destaques pelas maiores variações negativas no índice de eficiência foi a UFAL (-21,11%), UFS (-15,69%) e UFRN (-11,09%).

Gráfico 1 – Eficiência das DMUs ao longo do tempo



Fonte: Elaboração própria

Percebe-se que a eficiência média das DMUs analisadas possui uma tendência de queda, começando em 2009 com 91,63% de eficiência, caindo até 2012, onde passa a ter uma trajetória ascendente até o último ano analisado.

Tabela 3 – Retorno das DMUs por janela

Janela	Crescentes	Constantes	Decrescentes
1ª janela (2009-2012)	40,62%	12,50%	46,88%
2ª janela (2010-2013)	60,94%	10,94%	28,12%
3ª janela (2011-2014)	56,25%	9,38%	34,37%
4ª janela (2012-2015)	29,69%	10,94%	59,37%
5ª janela (2013-2016)	75,00%	10,94%	14,06%
6ª janela (2014-2017)	59,37%	12,50%	28,13%

Fonte: Elaboração própria

Na tabela 3 é possível observar que há um padrão no retorno das DMUs, excetuando a 1ª e 4ª janelas, a maior parte das DMUs estão obtendo retornos crescentes de escala, ou seja, estão operando abaixo da escala ótima. Todas as DMUs que obtiveram o índice de eficiência igual a 1, necessariamente têm os retornos de escala constante, a recíproca não é necessariamente verdadeira, já que uma DMU pode atuar em escala ótima mas ainda possuir ineficiência técnica, mas nesse caso específico, todas as DMUs que possuíram os retornos constantes de escala foram eficientes. As DMUs com retornos decrescentes estão atuando acima da escala ótima, sendo necessário reduzir a escala para otimizar a alocação dos insumos.

Tabela 4 – Percentual de DMUs com folgas por janela

Janela	Custo cor. / Aluno	Aluno / Professor	Aluno / Funcionário	IQDC	TSG	MEC
1ª janela	45,31%	34,38%	65,63%	25%	25%	0%
2ª janela	37,50%	56,25%	85,94%	25%	25%	0%
3ª janela	29,69%	67,19%	90,63%	0%	48,44%	0%
4ª janela	32,81%	71,88%	87,50%	21,88%	35,94%	1,56%
5ª janela	12,50%	40,63%	84,38%	48,44%	56,25%	1,56%
6ª janela	15,63%	37,50%	73,44%	29,69%	46,88%	3,13%

Fonte: Elaboração própria

A tabela 4 fornece o percentual de DMUs que obtiveram folgas para cada input e output por janela. Observa-se que na primeira janela a maior parte das DMUs tiveram folgas no input “Aluno / Funcionário”, sugerindo uma diminuição desse. Excetuando-se no input “Custo corrente / aluno”, o percentual de DMUs com folgas em todos os outros inputs e até nos outputs aumentou da 1ª para a última janela, o que sugere uma diminuição da eficiência das universidades como um todo, ou, as que foram tidas como eficientes são extremamente eficientes, conhecidas por supereficientes.

Um dos critérios comumente utilizados para verificar quais DMUs são mais eficientes dentre as eficientes é ver quais dessas são os benchmarks, ou seja, quais são referências para outras DMUs que foram tidas como ineficientes. Cada DMU pode possuir um peso representado por λ , que varia de 0 a 1, para todas as outras DMUs, esse valor indica quanto uma DMU_x precisa se espelhar na alocação de recursos da DMU_y para se tornar eficiente. Com base nisso, elabora-se a tabela seguinte, com as DMUs que foram os benchmarks para o maior número de DMUs.

Tabela 5 – DMUs benchmarks de cada janela

Janela	Benchmarks
1ª janela (2009-2012)	UFCEG (2012), UFBA (2009) e UFRJ (2012)
2ª janela (2010-2013)	UFCEG (2012), UFRJ (2012) e UFRJ (2010)
3ª janela (2011-2014)	UFCEG (2012), UFRJ (2012) e UFRJ (2014)
4ª janela (2012-2015)	UFCEG (2012), UFRJ (2012) e UFAL (2015)
5ª janela (2013-2016)	UFRGS (2015), UFRJ (2014) e UFRJ (2015)
6ª janela (2014-2017)	UFRGS (2015), UFRJ (2014) e UFRSA (2017)

Fonte: Elaboração própria

A tabela 5 mostra as DMUs com os maiores somatórios dos λ para cada janela. Percebe-se a prevalência da UFRJ, aparecendo em todas as janelas, a UFCEG também tem destaque, especificamente pelo desempenho obtido em 2012. A UFRGS possui resultado excepcional em 2015. UFAL, UFBA e UFRSA também aparecem em algumas janelas como as mais eficientes.

Ainda na tabela anterior, apenas 7 dos 18 benchmarks foram de UFs do Nordeste, o que pode indicar ainda um certo atraso nas universidades da região.

Ressalta-se que esses resultados são únicos, estando restritos às DMUs analisadas e aos anos, ao adicionar ou remover alguma DMU, os índices de eficiência de muitas seriam provavelmente diferentes.

6 CONCLUSÃO

Obteve-se resultado semelhante, ao comparar com o trabalho de Dalla Vecchia (2014), que analisou a eficiência das Instituições de Educação Superior do Nordeste no período 2008-2012 (mas sem comparar com UFs de outras regiões), encontrando que as mais eficientes foram as UFBA, UFPB, UFPE, UFC, UFRN e o Instituto Federal do Rio Grande do Norte.

Os resultados obtidos mostram que a UFBA, UFC, UFCG, UFERSA possuem altos níveis de eficiência, podendo ser comparados com os resultados da UFRJ e UFRGS. Outras universidades do Nordeste obtiveram níveis médios de eficiências acima dos 85 %, como a UFAL, UFMA, UFPI, UFRN e UFRPE. Sabendo que na análise foram levadas em contas algumas das universidades com os melhores desempenhos no IGC, conclui-se que as UFs do Nordeste obtiveram ótimos resultados, mas que ainda assim é possível perceber um diferencial quando comparadas à outras boas universidades do país.

Supondo que os resultados da última janela são os mais condizentes com o cenário atual e sabendo que nessa janela 73% das DMUs estiveram com folgas no input “Aluno/Professor”, sugere-se então uma redução da quantidade de ingressantes compensada pelo aumento do “custo corrente por aluno” - input com menos folgas - que poderia vir por meio de uma melhoria da infraestrutura tecnológica das universidades.

Frisa-se que, mesmo a DEA levando em conta as especificidades das DMUs (através dos pesos), os resultados e conclusões obtidas estão levando em conta apenas o aspecto quantitativo, então para sugestão de trabalhos futuros, os autores podem levar em conta o aspecto subjetivo dessas universidades.

Além disso, sugere-se para trabalhos futuros a utilização do Índice de Malmquist, que determina se o aumento da produtividade de uma DMU é causado por aumento na eficiência técnica ou mudança tecnológica (DALLA VECCHIA; 2014).

REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A. **Retorno da educação no Brasil**. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, v. 38, n. 1, p. 97-125, abr. 2008. Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3667>. Acesso 09 set. 2019.

BARBOSA FILHO, F.; PESSÔA, S. A. **Educação e crescimento: o que a evidência empírica e teórica mostra?** Economia, Brasília, v. 11, n. 2, p. 265-303, maio/ago. 2010. Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/6291809.pdf>. Acesso 25 out. 2019.

BECKER, G. S. **Human capital a theoretical and empirical analysis with special reference to education**. 3 ed. New York, 1993. Disponível em <http://www.nber.org/books/beck94-1>. Acesso 03 maio 2021.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2000. Disponível em <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/7845>. Acesso 03 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior**. 2019. Disponível em https://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2020/Notas_E_statisticas_Censo_da_Educacao_Superior_2019.pdf. Acesso 25 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Índice Geral de Cursos**. 2018. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior/indice-geral-de-cursos-igc>. Acesso 21 jun. 2020.

CASTRO, C. M. **Investimento em educação no Brasil: comparação de três estudos**. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 1971. Disponível em <http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/viewFile/198/133>. Acesso 09 set. 2019.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. **European Journal Of Operational Research**, 2, 429-444. 1978. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377221778901388>. Acesso 24 set. 2019.

CHAVES, A. L. L. Determinação dos rendimentos na região metropolitana de Porto Alegre: uma verificação empírica da Teoria do Capital Humano. **Encontro de Economia Gaúcha**, 1, 2002, Porto Alegre - RS, Anais [...], Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 2002. Disponível em <https://scholar.google.com.br>. Acesso 28 out. 2019.

CORBUCCI, P.R. **As universidades federais: gastos, desempenho, eficiência e produtividade**. Brasília, Distrito Federal. IPEA, 2000. Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2309>. Acesso 24 set. 2019.

COSTA, E. M. *et al.* Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 415-440, set.- dez. 2012. Disponível em http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/13987/1/2012_art_emcosta.pdf. Acesso 03 set. 2019.

DALLA VECCHIA, D. **Análise da eficiência das instituições de educação superior públicas da Região Nordeste do Brasil – 2008 a 2012**. Dissertação (mestrado em economia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16483>. Acesso 30 jul. 2020.

FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. **Instituições de ensino superior governamentais e particulares: avaliação comparativa de eficiência**. Texto para discussão, n. 813. Rio de Janeiro: Ipea, 2001. Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1986>. Acesso 24 set. 2019.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of Royal Statistical Society**, Series A, 120, Part 3, p.253/290, 1957. Disponível em <https://rss.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2307/2343100>. Acesso 30 maio 2020.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. 34. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1964.

FURTADO, L.; CAMPOS, G. M. **Eficiência técnica dos institutos federais de educação, ciência e tecnologia**. In: Congresso USP Controladoria e Contabilidade, 15., 2015, São Paulo. **Anais...**São Paulo: USP, 2015. p. 1–15. Disponível em <https://congressosp.fipecafi.org/anais/artigos152015/101.pdf>. Acesso 06 ago. 2020.

HIRSCHMAN, Albert O. **Estratégia do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961. 322 p. (Biblioteca fundo universal de cultura). Acesso 02 maio 2021.

KASSI, S. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. Tese (doutorado em economia) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12136/tde-11122002-092458/publico/TeseCompleta.pdf>. Acesso 15 jul. 2020.

KENNERLEY, M; NEELY, A. **Measuring performance in a changing business environment**. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23 No. 2, pp. 213-229. 2003. Disponível em <https://doi.org/10.1108/01443570310458465>. Acesso 10 set. 2019.

KISIELEWSKA, Magdalena *et al.* Polish banking industry efficiency: A DEA window analysis approach. **Cranfield University Scholl of Magement**. 2007. Disponível em <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/3945>. Acesso 25 set. 2020.

LANGONI, C. G. **Distribuição da renda: resumo da evidência**. Dados, Rio de Janeiro, n. 11, 1973. Disponível em https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/761/17_000024212.pdf. Acesso 09 set. 2019.

MACHADO, M. R.; MACHADO, M. A. V.; HOLANDA, F. M. de A. **Indicadores de desempenho utilizados pelo setor hoteleiro da cidade de João Pessoa/PB: um estudo sob a ótica do Balanced Scorecard**. Revista Turismo – Visão e Ação, v.9, n.3, p.393-406, 2007. Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/2610/261056105008.pdf>. Acesso 25 set. 2019.

MARIANO, E. B.; ALMEIDA, M. R.; REBELATTO, D.A.N. **Princípios básicos para uma proposta de ensino sobre análise envoltória de dados**. In: COBENGE, 34., **Anais...** Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. Acesso 05 jul. 2020.

MARIANO, E. B. Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**, 14., Bauru, **Anais...**Bauru. 2007. Acesso 21 jun. 2020.

MARINS, F. A. S. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica - Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em https://www.cairu.br/biblioteca/arquivos/Ciencia/Introducao_pesquisa_operacional.pdf. Acesso 22 out. 2019.

MENDES, C. C; TEIXEIRA, J. R. **Desenvolvimento econômico brasileiro: uma releitura das contribuições de Celso Furtado**. Brasília: IPEA, 2004. (Texto para Discussão n. 1051). Disponível em <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1913>. Acesso 24 out. 2019

NEELY, A. *et al.* **Performance measurement system design**. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 15 No. 4, pp. 80-116. 1995. Disponível em <https://doi.org/10.1108/01443579510083622>. Acesso 12 set. 2019

PAIVA, Vanilda. **Sobre o conceito de "capital humano"**. 2001. Cadernos de Pesquisa. 113. págs 185-191. Disponível em <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/607/623>. Acesso 09 set. 2019

PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação de eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, n. 1, p. 83-106, 2008. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65522008000100005>. Acesso 24 set. 2019

PESSANHA, José Francisco Moreira *et al.* Implementando modelos DEA no R. In: **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SeGeT**, 10., p. 11, 2013. Disponível em <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/44218525.pdf>. Acesso 30 maio 2020.

PINTO, J.M.R. **O acesso à educação superior no Brasil**. Educação & Sociedade, Campinas, v. 25, n. 88, p. 727-756, out. 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/%0D/es/v25n88/a05v2588.pdf>. Acesso 01 dez. 2019.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

SALVATO, M. A.; SILVA, D. G. **O impacto da educação nos rendimentos do trabalhador: uma análise para a região metropolitana de Belo Horizonte**. SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 13. 2008, Diamantina. Anais [...] Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 2008. Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/6519621.pdf>. Acesso 28 out. 2019.

SCHAEFER, G. J.; SHIKIDA, P. F. A. **Economia do crime: elementos teóricos e evidências empíricas**. *Análise Econômica*, Porto Alegre, ano 19, n.36, p.195-217, setembro, 2001. Disponível em <https://doi.org/10.22456/2176-5456.10682>. Acesso 28 out. 2019.

SILVA, A. R. G. da. **Gestão das universidades federais brasileiras: um estudo sobre a eficiência do ensino superior no Brasil**. 2015. 60 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em <http://repositorio.unb.br/handle/10482/20806>. Acesso 29 out. 2019.

SOLIMAN, M *et al.* Modelagem para a avaliação da eficiência técnica de unidades universitárias. **Gepros**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 69-83, 2014. Disponível em <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1143>. Acesso 27 out. 2020

SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. **Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica**. *TUIUTI: Ciência e Cultura*, Curitiba, n. 42, p. 121-139, 2009. Disponível em http://universidadetuiuti.utp.br/Tuiuticienciaecultura/ciclo_4/tcc_42_FACET/pdf/s/art_10.pdf. Acesso 03 set. 2019.

SCHULTZ, T. W. **O capital humano: Investimento em educação e pesquisa**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973. Acesso 05 maio 2021.

SCHULTZ, T. W. **Investindo no povo: O segredo econômico da qualidade da população**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1987. Acesso 05 maio 2021.

TACHIBANA, T. Y.; MENEZES FILHO, N. A.; KOMATSU, B. K. **Ensino superior no Brasil**. São Paulo: Insper, 2015. Disponível em <https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/Ensino-superior-no-Brasil.pdf>. Acesso 03 dez. 2019.

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C. T. Eficiência e produtividade: conceitos e medição. In: **Agricultura em São Paulo**, v.45, n. 2, p. 39-151, 1998. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/ie/1998/ASPII98-3.pdf>. Acesso 21 jun. 2020.

VILLELA, J. A. **Eficiência Universitária: Uma Avaliação Por Meio De Análise Envoltória de Dados**. 2017. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de Brasília, 2017. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/181084>. Acesso 03 set. 2019.

WANG, K.; YU, S.; ZHANG, W. China's regional energy and environmental efficiency: A DEA window analysis based dynamics evaluation. **Mathematical and Computer Modelling**, Pittsburgh v. 58, n. 5, p. 1117-1127, set. 2013. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895717711007527>. Acesso em 25 set. 2020.

APÊNDICE A – DADOS UTILIZADOS

Tabela 6 – Base de dados utilizada (contínua)

UF	Ano	Custo cor./ Aluno (preços de 2017)	Aluno / Prof.	Aluno / Func.	IQDC	TSG	CAPES/MEC
UFAL	2009	9829,32	15,82	10,72	3,54	38,00%	3,68
UFBA	2009	17389,26	12,34	8,81	3,38	68,00%	4,14
UFC	2009	23845,67	12,16	11,20	3,73	66,86%	4,11
UFCE	2009	25973,80	8,00	5,61	3,60	51,58%	4,10
UFERSA	2009	14006,91	10,08	7,56	4,27	60,00%	3,57
UFMA	2009	27507,96	9,70	7,68	3,57	60,65%	3,29
UFPE	2009	20657,01	13,53	6,85	3,78	55,00%	3,77
UFPI	2009	20399,06	13,14	9,32	3,82	67,23%	4,19
UFRR	2009	16103,40	13,77	12,33	3,52	59,02%	3,32
UFRRJ	2009	20501,81	14,96	8,82	4,23	59,74%	5,00
UFRRJ	2009	22227,45	13,63	9,70	4,50	72,80%	4,89
UFRRJ	2009	19542,99	13,76	9,25	3,60	65,00%	3,94
UFRRJ	2009	19028,06	10,06	6,87	4,07	58,49%	3,82
UFS	2009	15125,43	8,90	10,30	3,74	52,00%	3,46
UFSC	2009	22486,20	15,73	11,96	4,27	65,46%	4,35
UNIVASF	2009	20820,16	6,11	4,06	3,31	9,97%	3,00
UFAL	2010	10278,63	14,40	11,57	3,55	28,00%	3,41
UFBA	2010	17222,57	12,96	9,23	3,57	71,00%	4,06
UFC	2010	23764,27	12,56	11,93	4,03	68,45%	4,22
UFCE	2010	22469,17	8,00	5,71	3,73	44,62%	4,19
UFERSA	2010	18183,39	8,38	6,78	4,00	48,00%	3,71
UFMA	2010	31876,89	8,75	7,43	3,61	51,07%	3,47
UFPE	2010	20659,51	12,51	6,69	3,98	47,00%	3,78
UFPE	2010	19767,60	14,16	9,94	4,02	71,00%	4,17
UFPI	2010	17959,39	11,00	6,08	3,56	51,65%	3,21
UFRRJ	2010	21239,87	15,44	8,22	4,38	63,12%	5,18
UFRRJ	2010	23158,59	14,11	9,91	4,31	90,30%	4,99
UFRRJ	2010	26682,39	14,28	9,54	3,82	68,00%	3,97
UFRRJ	2010	17971,92	10,49	7,50	4,16	57,73%	3,97
UFS	2010	19385,17	10,52	11,01	3,93	56,00%	3,47
UFSC	2010	23688,49	16,09	13,89	4,51	72,42%	4,63
UNIVASF	2010	16239,60	8,26	5,85	3,37	16,96%	3,00
UFAL	2011	17320,46	12,67	10,12	3,58	34,00%	3,67
UFBA	2011	17934,49	12,52	9,42	3,73	65,00%	4,02
UFC	2011	21396,67	13,52	12,99	4,13	69,06%	4,22
UFCE	2011	27070,02	8,00	5,41	3,68	42,38%	4,34
UFERSA	2011	14773,85	10,30	8,54	3,90	89,00%	3,55
UFMA	2011	28719,51	9,59	7,94	3,52	50,39%	3,37
UFPE	2011	18616,07	11,84	6,74	4,01	39,00%	3,89

Tabela 6 – Base de dados utilizada (contínua)

UF	Ano	Custo cor./ Aluno (preços de 2017)	Aluno / Prof.	Aluno / Func.	IQDC	TSG	CAPES/MEC
UFPI	2011	14461,14	11,70	7,77	3,61	56,02%	3,31
UFRGS	2011	21361,46	16,01	8,42	4,57	62,59%	5,18
UFRJ	2011	24963,02	12,74	9,34	4,38	74,80%	4,96
UFRN	2011	20780,75	14,67	8,75	4,09	69,00%	3,95
UFRPE	2011	19482,05	10,46	6,54	4,12	51,40%	3,90
UFS	2011	16965,26	11,24	10,11	3,80	47,00%	3,31
UFSC	2011	21405,75	15,85	13,73	4,50	72,35%	4,59
UNIVASF	2011	14838,87	8,73	6,29	3,51	20,76%	3,00
UFAL	2012	17729,90	13,39	7,95	3,75	41,00%	3,43
UFBA	2012	18657,07	12,66	8,63	3,80	51,30%	4,00
UFC	2012	17973,49	13,77	13,23	4,15	66,63%	4,20
UFCG	2012	19218,19	8,52	4,96	3,75	48,39%	4,57
UFERSA	2012	14137,07	11,42	8,10	4,12	36,00%	3,46
UFMA	2012	26176,21	9,76	7,55	3,62	52,95%	3,35
UFPB	2012	18070,99	13,12	6,66	4,01	50,00%	3,89
UFPE	2012	19478,56	14,74	9,82	4,30	68,27%	4,04
UFPI	2012	15675,31	12,01	8,56	3,44	56,65%	3,19
UFRGS	2012	21282,22	16,46	8,43	4,63	62,86%	5,11
UFRJ	2012	18605,83	14,35	6,58	4,39	83,80%	4,93
UFRN	2012	15888,50	12,86	12,63	4,04	52,00%	3,94
UFRPE	2012	21684,42	10,23	6,42	4,16	50,11%	3,93
UFS	2012	16086,87	11,56	10,29	3,79	50,00%	3,29
UFSC	2012	24763,83	14,53	11,71	4,50	62,74%	4,59
UNIVASF	2012	16084,61	8,00	10,14	3,75	13,92%	3,00
UFAL	2013	18813,70	13,58	8,96	3,94	40,00%	3,73
UFBA	2013	20307,46	12,74	8,51	3,77	49,41%	4,00
UFC	2013	22000,67	13,58	12,93	4,24	56,51%	4,34
UFCG	2013	23084,44	10,56	5,69	3,79	43,08%	4,08
UFERSA	2013	15276,19	11,49	7,46	4,02	40,00%	3,57
UFMA	2013	21990,39	13,01	10,36	3,76	81,61%	3,38
UFPB	2013	22979,88	11,53	6,71	4,23	40,00%	3,90
UFPE	2013	20777,92	19,11	12,61	4,28	56,46%	4,20
UFPI	2013	15853,58	13,39	8,25	3,54	61,45%	3,17
UFRGS	2013	22123,80	16,78	8,28	4,69	62,50%	5,22
UFRJ	2013	25764,58	14,05	5,13	4,51	78,90%	5,03
UFRN	2013	26084,34	13,22	13,39	4,04	48,00%	4,05
UFRPE	2013	20991,90	10,02	6,32	4,25	43,11%	3,91
UFS	2013	18219,11	10,99	8,39	4,03	46,00%	3,26
UFSC	2013	25165,71	14,32	9,69	4,43	56,37%	4,85
UNIVASF	2013	16953,79	9,79	12,30	3,86	32,55%	3,00
UFAL	2014	21585,82	11,87	11,02	3,77	46,00%	3,62
UFBA	2014	20866,42	13,16	7,80	3,90	42,72%	4,18
UFC	2014	18104,40	16,14	13,38	4,34	59,62%	4,34

Tabela 6 – Base de dados utilizada (contínua)

UF	Ano	Custo cor./ Aluno (preços de 2017)	Aluno / Prof.	Aluno / Func.	IQDC	TSG	CAPES/MEC
UFERSA	2014	17176,07	11,33	7,22	3,97	30,00%	3,85
UFMA	2014	25859,28	8,68	7,36	3,82	40,33%	3,39
UFPB	2014	21312,31	12,52	7,25	4,25	41,00%	4,01
UFPE	2014	21650,73	14,70	10,30	4,35	51,56%	4,29
UFPI	2014	14427,60	12,24	9,08	3,65	56,42%	3,44
UFRGS	2014	22289,71	16,03	8,14	4,73	56,58%	5,29
UFRJ	2014	26716,40	13,14	5,49	4,30	80,40%	5,07
UFRN	2014	26283,97	12,52	8,39	4,04	60,00%	4,06
UFRPE	2014	24214,91	9,90	6,47	4,29	33,33%	4,00
UFS	2014	15981,10	14,69	9,14	4,05	30,00%	3,46
UFSC	2014	25032,37	13,03	9,75	4,52	51,45%	4,83
UNIVASF	2014	18053,75	10,05	4,45	3,92	29,69%	3,00
UFAL	2015	8243,51	12,85	8,44	3,85	48,20%	3,65
UFBA	2015	18075,77	15,80	9,54	4,22	45,22%	4,04
UFC	2015	17420,29	14,74	12,87	4,38	56,12%	4,32
UFCG	2015	22257,96	12,92	8,52	3,79	47,54%	4,07
UFERSA	2015	15937,78	11,08	7,73	4,10	28,00%	3,79
UFMA	2015	21930,71	9,61	6,64	3,91	37,35%	3,44
UFPB	2015	21407,14	13,18	7,67	4,35	42,00%	3,99
UFPE	2015	20517,29	14,31	9,67	4,28	53,79%	4,22
UFPI	2015	14790,97	11,23	8,17	3,87	55,67%	3,45
UFRGS	2015	20075,58	15,84	8,82	4,73	55,58%	5,29
UFRJ	2015	27489,62	12,55	5,12	4,32	64,50%	5,07
UFRN	2015	21814,01	14,12	9,14	4,09	53,00%	4,08
UFRPE	2015	23930,98	9,84	6,83	4,48	33,92%	4,00
UFS	2015	17101,12	12,62	9,43	4,17	32,00%	3,24
UFSC	2015	20232,80	14,43	11,78	4,62	52,49%	4,75
UNIVASF	2015	16256,66	10,31	6,60	3,96	30,23%	3,00
UFAL	2016	11481,49	20,13	29,49	4,08	52,85%	3,63
UFBA	2016	17248,58	15,36	10,37	4,23	48,24%	4,03
UFC	2016	19413,45	13,68	11,78	4,44	48,88%	4,28
UFCG	2016	21978,36	12,12	8,68	3,67	48,63%	4,05
UFERSA	2016	13911,43	12,89	9,62	4,09	42,00%	3,71
UFMA	2016	20047,15	10,02	6,68	3,99	33,77%	3,33
UFPB	2016	19322,03	13,76	7,89	4,41	43,00%	3,99
UFPE	2016	18329,02	14,92	10,18	4,40	56,90%	4,10
UFPI	2016	17365,42	11,26	9,97	3,84	50,90%	3,55
UFRGS	2016	20717,79	15,63	9,01	4,77	49,52%	5,23
UFRJ	2016	32042,62	11,36	5,23	4,34	39,85%	5,07
UFRN	2016	20319,11	15,98	10,82	4,27	66,00%	3,76
UFRPE	2016	23494,61	10,42	7,04	4,58	32,77%	3,96

Tabela 6 – Base de dados utilizada (conclusão)

UF	Ano	Custo cor./ Aluno (preços de 2017)	Aluno / Prof.	Aluno / Func.	IQDC	TSG	CAPES/MEC
UFAL	2017	19064,54	12,83	20,21	4,06	50,60%	3,51
UFBA	2017	15441,59	14,92	12,14	4,33	51,60%	4,19
UFC	2017	18978,20	14,58	12,71	4,47	53,79%	4,60
UFCE	2017	23250,68	12,16	7,78	3,64	49,61%	3,99
UFERSA	2017	15480,47	10,73	9,49	4,13	38,00%	3,88
UFMA	2017	21245,54	8,89	7,38	4,07	35,36%	3,52
UFPB	2017	20943,83	13,43	7,75	4,45	41,00%	3,94
UFPE	2017	20176,26	15,17	10,04	4,47	57,24%	4,21
UFPI	2017	16798,72	12,01	9,30	3,90	54,60%	3,64
UFRGS	2017	20219,80	16,71	10,06	4,79	50,90%	5,32
UFRJ	2017	31417,67	12,10	6,65	4,37	45,51%	5,04
UFRN	2017	23490,93	14,69	10,22	4,42	58,00%	3,95
UFRPE	2017	23778,49	10,70	6,27	4,65	31,50%	4,14
UFS	2017	15960,01	14,04	13,83	4,39	36,00%	3,52
UFSC	2017	22288,17	14,30	10,74	4,71	48,78%	4,87
UNIVASF	2017	16565,80	10,74	7,15	4,19	39,42%	3,47

Fonte: Elaboração própria com dados extraídos dos Relatórios de Gestão de cada universidade.

Tabela 7 – Índices de eficiência da 1ª janela (2009 – 2012)

UF	2009	2010	2011	2012
UFAL	100,00%	94,80%	85,42%	76,85%
UFBA	100,00%	97,61%	91,17%	87,35%
UFC	92,45%	88,78%	85,99%	88,88%
UFCE	100,00%	97,78%	100,00%	100,00%
UFERSA	98,34%	89,75%	100,00%	87,26%
UFMA	86,69%	86,19%	82,64%	81,95%
UFPB	83,86%	78,07%	82,08%	83,48%
UFPE	90,41%	87,44%	89,33%	81,50%
UFPI	83,16%	78,38%	85,05%	81,85%
UFRGS	98,55%	98,64%	95,82%	93,94%
UFRJ	91,65%	100,00%	95,78%	100,00%
UFRN	89,72%	86,95%	83,22%	89,91%
UFRPE	84,88%	89,33%	81,95%	80,08%
UFS	92,66%	79,06%	75,82%	78,04%
UFSC	83,17%	83,84%	85,96%	83,40%
UNIVASF	90,62%	75,26%	79,34%	76,41%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8 – Índices de eficiência da 2ª janela (2010 – 2013)

UF	2010	2011	2012	2013
UFAL	100,00%	86,32%	77,80%	80,18%
UFBA	99,68%	93,54%	88,62%	88,16%
UFC	89,38%	87,70%	89,35%	85,50%
UFMG	97,87%	100,00%	100,00%	88,34%
UFERSA	89,99%	100,00%	89,67%	87,57%
UFMA	86,19%	82,64%	81,95%	95,96%
UFPB	78,96%	83,17%	84,23%	75,66%
UFPE	90,30%	91,12%	82,80%	83,19%
UFPI	78,39%	85,60%	82,83%	83,55%
UFRGS	99,48%	96,89%	95,03%	94,76%
UFRJ	100,00%	96,01%	100,00%	100,00%
UFRN	89,26%	83,90%	91,45%	83,00%
UFRPE	89,33%	81,95%	80,08%	77,35%
UFS	79,06%	76,06%	78,30%	71,40%
UFSC	87,39%	88,39%	85,54%	90,50%
UNIVASF	75,64%	80,21%	76,73%	70,64%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 9 – Índices de eficiência da 3ª janela (2011 – 2014)

UF	2011	2012	2013	2014
UFAL	86,32%	77,80%	80,18%	79,85%
UFBA	94,19%	88,77%	88,22%	87,95%
UFC	88,83%	89,35%	86,03%	90,45%
UFMG	100,00%	100,00%	88,34%	88,40%
UFERSA	100,00%	92,35%	88,71%	87,64%
UFMA	82,90%	82,16%	96,49%	76,47%
UFPB	83,17%	84,23%	75,66%	78,19%
UFPE	93,66%	83,28%	83,37%	82,38%
UFPI	86,37%	84,18%	85,01%	89,97%
UFRGS	96,89%	95,03%	94,76%	95,26%
UFRJ	96,62%	100,00%	100,00%	100,00%
UFRN	86,58%	93,57%	82,92%	84,65%
UFRPE	81,95%	80,12%	77,41%	76,51%
UFS	76,21%	78,46%	71,40%	81,69%
UFSC	88,87%	85,77%	90,43%	87,72%
UNIVASF	80,91%	76,99%	71,09%	72,43%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 10 – Índices de eficiência da 4ª janela (2012 – 2015)

UF	2012	2013	2014	2015
UFAL	77,54%	79,76%	79,85%	100,00%
UFBA	88,77%	88,22%	87,95%	83,81%
UFC	89,27%	86,03%	88,85%	88,82%
UFCG	100,00%	88,34%	88,39%	88,73%
UFERSA	80,31%	80,84%	84,60%	83,71%
UFMA	88,69%	100,00%	79,86%	72,32%
UFPB	83,81%	75,66%	78,06%	76,42%
UFPE	83,33%	83,37%	82,38%	83,34%
UFPI	84,79%	89,16%	85,74%	87,13%
UFRGS	94,58%	94,44%	94,68%	98,21%
UFRJ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
UFRN	88,18%	82,92%	84,65%	83,58%
UFRPE	83,25%	76,86%	76,51%	75,79%
UFS	77,02%	72,17%	76,85%	69,02%
UFSC	85,77%	90,43%	87,72%	89,32%
UNIVASF	75,30%	67,45%	72,43%	67,63%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11 – Índices de eficiência da 5ª janela (2013 – 2016)

UF	2013	2014	2015	2016
UFAL	83,42%	82,48%	100,00%	92,94%
UFBA	91,96%	92,99%	86,06%	87,47%
UFC	89,23%	93,09%	92,15%	90,63%
UFCG	95,68%	96,22%	91,88%	94,13%
UFERSA	91,82%	96,30%	98,59%	90,25%
UFMA	100,00%	94,40%	87,24%	85,28%
UFPB	86,92%	87,27%	83,84%	84,20%
UFPE	87,45%	86,43%	87,51%	86,91%
UFPI	97,60%	95,63%	98,16%	89,74%
UFRGS	98,37%	98,78%	100,00%	98,89%
UFRJ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
UFRN	85,01%	85,22%	86,59%	87,32%
UFRPE	98,32%	95,90%	96,70%	93,04%
UFS	82,27%	78,07%	75,37%	87,08%
UFSC	94,15%	96,62%	95,66%	92,13%
UNIVASF	83,00%	80,96%	81,40%	78,93%

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 12 – Índices de eficiência da 6ª janela (2014 – 2017)

UF	2014	2015	2016	2017
UFAL	82,48%	100,00%	95,17%	78,89%
UFBA	92,99%	86,06%	87,47%	92,05%
UFC	93,09%	92,15%	89,95%	93,92%
UFCG	95,87%	91,88%	94,13%	92,95%
UFERSA	94,99%	96,70%	89,48%	100,00%
UFMA	94,40%	87,04%	84,15%	94,63%
UFPB	86,43%	83,25%	83,83%	81,75%
UFPE	86,43%	87,51%	86,91%	85,77%
UFPI	100,00%	100,00%	89,38%	90,09%
UFRGS	98,79%	100,00%	98,69%	99,47%
UFRJ	100,00%	100,00%	100,00%	98,34%
UFRN	85,22%	86,59%	93,04%	78,63%
UFRPE	95,44%	96,24%	92,33%	94,65%
UFS	78,07%	74,27%	89,33%	76,97%
UFSC	95,88%	95,01%	91,25%	94,83%
UNIVASF	81,73%	80,19%	77,47%	89,58%

Fonte: Elaboração própria.