

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

DÉBORA DE LIMA BRAGA PENHA

**AS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS: REFLEXÕES ACERCA DA
EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE NO PERÍODO DE 2013 A 2018**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2020

DÉBORA DE LIMA BRAGA PENHA

**AS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS: REFLEXÕES ACERCA DA
EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE NO PERÍODO DE 2013 A 2018**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Cristiana Tristão Rodrigues

Coorientadores: Rubicleis Gomes da Silva
Ana Carolina Campana Nascimento

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

P399u
2020 Penha, Débora de Lima Braga, 1991-
As universidades federais brasileiras : reflexões acerca da
eficiência e produtividade no período de 2013 a 2018 / Débora
de Lima Braga Penha. – Viçosa, MG, 2020.
86 f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Cristiana Tristão Rodrigues.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 69-78.

1. Produção (Teoria econômica). 2. Universidades e
faculdades públicas. 3. Produtividade. 4. Análise estocástica.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Economia.
Programa de Pós-Graduação em Economia. II. Título.

CDD 22. ed. 338.5

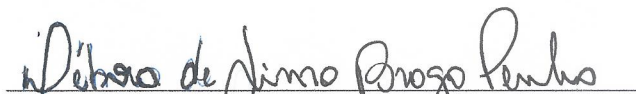
DÉBORA DE LIMA BRAGA PENHA

**AS UNIVERSIDADES FEDERAIS BRASILEIRAS: REFLEXÕES ACERCA DA
EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE NO PERÍODO DE 2013 A 2018**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de outubro de 2020.

Assentimento:


Débora de Lima Braga Penha
Autora


Cristiana Tristão Rodrigues
Orientadora

**À minha família,
minha fonte de força,
persistência e inspiração.**

AGRADECIMENTOS

À minha família, por todo amor, carinho, incentivo e apoio incondicional para que eu conseguisse realizar esta etapa da vida acadêmica. Pelos ensinamentos, que recebo desde pequena, sobre a importância da educação.

À minha orientadora, Dr. Cristiana Tristão Rodrigues, pelas orientações, e direções assertivas. Pelas conversas e ensinamentos, e por suas contribuições para essa etapa de minha vida acadêmica.

À minha coorientadora, Dr. Ana Carolina Campana Nascimento, pela disponibilidade e auxílio, sempre com muita maestria.

Ao meu coorientador, Dr. Rubicleis Gomes da Silva, pela atenção, auxílio e valiosas considerações sobre o trabalho. E pela alegria de poder trabalhar com meu orientador da graduação como coorientador na fase do mestrado. Quem me incentivou, torceu e me ajudou muito para que eu chegasse até essa fase da minha vida acadêmica.

Ao professor Marcos Aurélio de Alcântara, pelo seu apoio, torcida e auxílio imprescindível para que eu chegasse até aqui.

Aos meus amigos, pela torcida calorosa e apoio.

À Universidade Federal de Viçosa, e ao Departamento de Economia – DEE, pela oportunidade.

À CAPES, pelo apoio financeiro que permitiu a realização da presente pesquisa.

A todos os professores que passaram pela minha vida, que na nobreza do exercício da profissão, contribuíram para minha formação.

*“Efficiency is doing better what is already being done”
Peter Drucker*

RESUMO

PENHA, Débora de Lima Braga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2020. **As Universidades Federais Brasileiras: Reflexões acerca da Eficiência e Produtividade no Período de 2013 A 2018**. Orientadora: Cristiana Tristão Rodrigues. Coorientadores: Rubicleis Gomes da Silva e Ana Carolina Campana Nascimento.

Tendo como cenário a atual conjuntura política econômica do Brasil, observa-se a crescente importância das ferramentas de avaliação econômica como um instrumento para direcionamento de ações. Nesse sentido, a análise de eficiência é uma ferramenta essencial para a gestão pública da educação na contemporaneidade, em especial a gestão das universidades federais brasileiras, alvo de tantas críticas durante os últimos anos. Dessa forma, o objetivo da presente pesquisa foi analisar a eficiência das universidades federais brasileiras nos anos de 2013 a 2018, bem como explicar esta eficiência por meio de fatores socioeconômicos e ambientais. Para isso, inicialmente foi construído um Índice Intertemporal de Produtividade das Universidades Federais brasileiras (IPUFB) compilando os principais produtos produzidos no âmbito do ensino, pesquisa e extensão. Esse índice, por sua vez, foi utilizado na segunda parte da pesquisa como variável dependente nas estimações da eficiência realizada por meio da metodologia de Fronteira Estocástica de Produção. Os principais resultados mostraram que o comportamento da eficiência foi quase que constante ao longo do período analisado, com um leve decréscimo no período final. A média geral de eficiência indicou uma certa homogeneidade no tocante à eficiência técnica, sendo que a grande maioria das IES apresentou um comportamento mediano. Contudo, as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul representam a maioria das universidades com maiores escores de eficiência para todos os anos, evidenciando a hegemonia socioeconômica dessas regiões. Assim, as principais conclusões mostraram que, em termos de políticas públicas existe a necessidade: de regionalização dos programas institucionais das universidades de modo a promover o desenvolvimento regional como forma de diminuir as disparidades; do diálogo entre políticas educacionais para o ensino superior e políticas de desenvolvimento regional; e de uma melhor sistematização dos dados das universidades federais brasileiras; e, por fim, para que se alcance melhores patamares de produtividade e eficiência, é essencial aumentar a pesquisa dentro das universidades federais brasileiras.

Palavras-chave: Universidade Federal. Fronteira Estocástica. Índice de Produtividade.

ABSTRACT

PENHA, Débora de Lima Braga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2020. **Brazilian Federal Universities: Reflections on Efficiency and Productivity in the Period from 2013 to 2018.** Adviser: Cristiana Tristão Rodrigues. Co-advisers: Rubicleis Gomes da Silva and Ana Carolina Campana Nascimento.

Taking into account the current economic political situation in Brazil, there is a growing importance of economic assessment tools as an important tool for directing actions. In this sense, the efficiency analysis is an essential tool for the public management of education in contemporary times, especially the management of Brazilian federal universities, the target of so much criticism during the last years. Thus, the objective of the present research was to analyze the efficiency of Brazilian federal universities in the years 2013 to 2018, as well as to explain this efficiency through socioeconomic and environmental factors. For this purpose, an Intertemporal Productivity Index of the Brazilian Federal Universities (IPUFB) was initially compiled, compiling the main products produced in the scope of teaching, research and extension. This Index, in turn, was used in the second part of the research as a dependent variable in the estimates of efficiency carried out using the Stochastic Production Frontier methodology. The main results showed the efficiency behavior was almost constant throughout the analyzed period, with a slight decrease in the final period. The general efficiency average indicated a certain homogeneity with regard to technical efficiency, with the vast majority of HEIs showing a median behavior. However, the Midwest, Southeast and South regions are the majority of universities with the highest efficiency scores for all years, showing the socioeconomic hegemony of these regions. Thus, the main conclusions showed that in terms of public policies: there is a need for regionalization of university institutional programs in order to promote regional development; there is a need for a dialogue between educational policies for higher education and regional development policies; there is a need for better systematization of data from Brazilian federal universities; and finally, in order to achieve better levels of productivity and efficiency, it is essential to increase research within Brazilian federal universities.

Keywords: Federal University. Stochastic Frontier. Productivity Index.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1: Variáveis que explicam o modelo de análise fatorial	32
Quadro 2: Variáveis que explicam o modelo de fronteira estocástica	33
Gráfico 1: Média anual do custo corrente por aluno para o período analisado	45
Gráfico 2: Média anual dos produtos das IES no período de 2013 a 2018.....	46
Gráfico 3: Média geral do período para os produtos do ensino e pesquisa por região.....	46
Gráfico 4: Ranking dos 5 maiores e 5 menores IPUFB na média do período de 2013 a 2018.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas por ano.....	43
Tabela 2: Matriz de Correlações.....	48
Tabela 3: Estatísticas de adequação dos dados	48
Tabela 4: Variância Total Explicada	49
Tabela 5: Matriz fatorial com rotação Varimax	50
Tabela 6: Estatísticas descritivas do IPUFB para o período analisado.....	51
Tabela 7: Média do IPUFB por região e ano	52
Tabela 8: Teste de razão de verossimilhança generalizada (LR) de hipóteses nulas.....	54
Tabela 9: Resultados da estimação do modelo Batesse e Coelli 1995 para o período de 2013 a 2018.....	58
Tabela 10: Estatísticas descritivas da eficiência técnica para o período analisado	60
Tabela 11: Média da eficiência técnica por região e ano	61
Tabela 12: As 10 melhores universidades em eficiência técnica para o período analisado	63
Tabela 13: As 10 piores universidades em eficiência técnica para o período analisado	63
Tabela 14: Ranking das 10 universidades mais eficientes na média do período ..	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1	Aplicações de Fronteira Estocástica para avaliação de instituições de ensino superior.....	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
3.1	Tecnologia da Educação: a função de produção da educação.....	24
3.2	Arcabouço microeconômico: a função <i>Translog</i>	28
4	METODOLOGIA.....	31
4.1	Fonte e Tratamento dos dados.....	31
4.2	Modelo Analítico.....	34
4.2.1	Análise Fatorial: Método dos Componentes Principais	34
4.2.2	Fronteira Estocástica de Produção – Stochastic Frontier Analysis (SFA)	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
5.1	Análise das estatísticas descritivas	43
5.2	Análise Fatorial: Índice de Produtividades das Universidades Federais Brasileiras- IPUFB	47
5.3	Análise econométrica: Fronteira Estocástica Batters e Coelli (1995)	54
	CONCLUSÕES	66
	REFERÊNCIAS.....	70
	APÊNDICE I –	82
	APÊNDICE II –	86

1 INTRODUÇÃO

O ensino superior público brasileiro é considerado jovem quando comparado com o de outros países. É essencial para o desenvolvimento econômico e estratégico do país, além de desempenhar um importante papel social promotor de equidade e justiça sociais. Essa etapa de ensino tem passado por grandes transformações e, atualmente, deixou de ser um ambiente apenas da formação em graduação e pós-graduação para ser o principal ambiente de fomento e debate da pesquisa e inovação brasileiras (DAVIDOVICH *et al.*, 2018; MOREIRA, BENEDICTO e CARVALHO, 2019).

Mancebo (2017) observa que nos últimos 20 anos, as universidades federais passaram por momentos distintos em termos de expansão, retração, democratização e elitização. No período, que tem início em 2003 e vai até 2014, houve ampliação do acesso ao ensino superior público e privado, presencial e à distância, com ações como: FIES (Financiamento Estudantil da Educação Superior), PROUNI (Programa Universidade para todos), PRONATEC (Programa de Acesso ao Ensino Técnico e de Emprego), REUNI (Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Públicas). No tocante à democratização, foram instituídas políticas de cotas sociais e raciais, políticas de assistência estudantil e o Plano Nacional de Assistência Estudantil (PNAES) (MARQUES, 2018; MARQUES, XIMENES, UGINO, 2018).

No início de 2015, os impactos da crise econômica mundial de 2008 chegaram ao Brasil, e o país precisou se adaptar a essa conjuntura, o que ocasionou reflexos no campo político e institucional. Isso gerou impactos na política das universidades públicas federais de modo que o processo de expansão foi pausado; houve redução das linhas de financiamento de projetos para a pesquisa, ciência e tecnologia; e em algumas IES passou a haver um enxugamento de suas funções, priorizando o ensino em detrimento das demais atividades (MANCIBO, 2017). As despesas realizadas pelo Ministério da Educação, no período de 2014-2018, corrigidas pelo IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), mostram uma redução acumulada, no período de 2014-2018, de menos 15% no tocante à etapa do ensino superior, passando de R\$ 40,2 bilhões, em 2015, para R\$ 33,4 bilhão em 2018 (MEC, 2019).

Assim, as transformações pelas quais o ensino superior tem passado, mais precisamente as universidades públicas brasileiras, trazem à tona os desafios que essas devem enfrentar como: questões relativas à autonomia universitária; necessidade de regionalização de

seus programas institucionais, de modo a promover o desenvolvimento regional; redução da evasão e retenção de discentes ligada à necessidade de políticas de permanência, e principalmente, a questão da gestão universitária, considerada complexa, burocrática e muitas vezes ineficiente, quando a demanda da sociedade e do governo exige cada vez mais eficiência em processos e no emprego de recursos (DAVIDOVICH *et al.* 2018).

O recente contingenciamento de recursos para essa etapa de ensino no Brasil, que se inicia em 2015, mas tem seu efeito mais agudo em 2019 e 2020, mostra que, na sociedade moderna, são cada vez mais frequentes momentos de crise, o que pode comprometer o financiamento para educação e gerar a falta de regularidade de verbas para o setor, sendo esse um dos principais desafios que as universidades devem enfrentar.

Mudanças sociopolíticas e no papel do Estado (em que o próprio Estado passou a desempenhar um papel gerencial, no sentido de melhorar a gestão pública e estimular produtividade, eficiência e efetividade), têm exigido novos modelos de gestão das instituições para que essas possam responder aos novos desafios do cenário mundial. Com isso, houve o surgimento de novas estratégias institucionais, como por exemplo: novas formas de controle do orçamento público, demanda pela melhor qualidade dos serviços públicos, adoção de modelos de avaliação das instituições com foco na eficiência da aplicação de recursos (TENÓRIO e ANDRADE, 2009; SOUZA, 2009).

Dentro desse contexto, e partindo da concepção utilitarista da educação (que a partir de princípios gerenciais apoia a necessidade da avaliação da aplicação do recurso público com foco na produtividade), observa-se a necessidade e a importância da avaliação da eficiência dos serviços educacionais prestados pelas universidades federais, tendo como perspectiva de que essas são prestadoras de serviços à sociedade e que é possível analisar o ensino superior como um processo produtivo, que tem como produto final, resultados advindos das atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Assim, o presente trabalho tem como problema de pesquisa responder a seguinte questão: as universidades federais do Brasil são eficientes? Fatores socioeconômicos e ambientais podem influenciar e explicar a eficiência, determinando a qualidade do produto gerado pelas universidades federais? O estudo busca estudar qual o nível de eficiência técnica das universidades federais dentro do Brasil, que é justificado pela crescente demanda por estudos e avaliações de eficiência da universidade pública, essencial para correção de rumos na gestão pública, promovendo adaptações e redirecionamento de ações (SANO; MONTENEGRO, 2013).

Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa é analisar a eficiência das universidades federais brasileiras no período de 2013 a 2018, bem como explicá-la por meio de fatores socioeconômicos e ambientais. Tem como objetivos específicos: identificar as universidades federais eficientes e as ineficientes nos anos compreendidos entre 2013-2018; analisar a influência das variáveis socioeconômicas e ambientais sobre a eficiência e sobre a ineficiência; verificar se existe um padrão regional de eficiência nas universidades federais; mensurar o desempenho produtivo das universidades federais através de um índice com os principais produtos no âmbito do ensino, pesquisa e extensão.

A escolha dos anos da pesquisa recai justamente sobre um período crítico da economia. Após um período de crescimento, que vai de 2004-2013, em 2014, o país entrou em uma das piores recessões da sua história que vai até 2016. O período seguinte, de 2017-2019, é marcado pela estagnação econômica, com recuperação lenta, o que implica crescimento praticamente nulo do PIB per capita, e forte contração fiscal nos gastos correntes do governo (OREIRO e PAULA, 2019). Toda essa conjuntura econômica gerou impactos nas políticas do ensino superior e nas universidades federais, justificando a escolha do período analisado.

Sobre aspectos teóricos, o conceito de eficiência dentro da teoria econômica tem origem formal no trabalho de Koopmans (1951). Posteriormente, Debreu (1951) e Farrell (1957) desenvolveram o conceito de medida da eficiência técnica, que foi embasado na Teoria Econômica Neoclássica da Produção (FARE; GROSSKOPF; LOVELL, 1994). Define-se eficiência como um critério econômico e utilitário que evidencia a capacidade da organização de produzir o máximo de resultado com o mínimo de recursos. Assim, eficiência seria um indicador que relaciona insumos e produtos de modo a se atingir uma combinação ótima entre os dois no processo produtivo, gerando o máximo produto (BELLONI, 2000).

A eficiência pode ser decomposta em dois componentes: a eficiência alocativa (que leva em consideração a perspectiva econômica da organização); e a eficiência produtiva (que mostra as possibilidades físicas de produção e que tem como intuito utilizar o mínimo de recursos possíveis para se obter um dado produto). Por se tratar de instituições que não visam lucro e não possuem preços em seus produtos finais, não é possível aferir a eficiência alocativa, limitando o estudo à eficiência produtiva (BELLONI, 2000; FARE; GROSSKOPF; LOVELL, 1994; PEÑA, 2008; SCHWARTZMAN, 1994).

O conceito de eficiência é aplicado a uma universidade, por meio da Teoria Microeconômica, mas considerando suas especificidades. A eficiência, dentro da universidade, é vista como a capacidade de transformar os recursos universitários (como a infraestrutura

física, educacional, administrativa, corpo docente e técnico-administrativo, alunos ingressantes, e recursos financeiros) em resultados (como alunos formados, produção técnico-científica, atividades de extensão para a comunidade, patentes registradas, etc.) de forma a otimizar o processo. Relaciona-se a uma perspectiva técnico-operacional, em que se busca conhecer recursos, resultados e relações de produção (BELLONI, 2000).

Cabe salientar que buscar eficiência não é um sinônimo de administrar a universidade voltada para a simples economia de recursos. Pelo contrário, a busca da eficiência deve ter como intuito principal atender aos objetivos da educação superior, produzindo serviços de qualidade e contribuindo para que a universidade cumpra seu papel enquanto instituição perante a sociedade e o Estado. Além disso, a análise de eficiência é vista como uma forma de instrumentar a universidade para enfrentar desafios (BELLONI, 2000).

Marinho (1996); Coelli *et al.* (2005); Peña (2008), Button e Weiman-Johnes (1992) apontam que existem métodos não-paramétricos e paramétricos para a estimação da eficiência. Um dos métodos paramétrico existentes é conhecido como Fronteira Estocástica (Stochastic Frontier Analysis – SFA), sendo um método estocástico que consiste na estimação econométrica de uma função baseada na teoria microeconômica, podendo ser uma função de produção, de lucros ou de custos, especificada previamente, e que tem como princípio a otimização. Uma das principais diferenças desses métodos está no componente de erro estocástico, que na Fronteira Estocástica é decomposto em duas partes: uma parte aleatória não observável e uma medida de ineficiência.

Marinho (1996) aponta que quando se trata da avaliação da eficiência de IES (Instituições de Ensino Superior), o desafio se torna maior devido às características e especificidades inerentes a este tipo de instituição, sendo necessária uma série de cuidados metodológicos. As universidades possuem um complexo funcionamento, geram múltiplos produtos no âmbito do ensino, pesquisa e extensão, sendo que nem todos os produtos são observáveis, possuem múltiplos insumos e múltiplos atores no seu processo produtivo de forma a atender diversas demandas. Uma vez que seu objetivo principal não é o lucro e sim a maximização do bem-estar social, medidas como: taxa de retorno e lucratividade não podem ser usadas como medidas de eficiência.

Outra questão muito importante: quando se trata do processo produtivo na universidade, é a participação de variáveis dentro e fora do contexto dessas instituições que influenciam e explicam a eficiência, determinando a qualidade do “produto” gerado e que precisam ser levadas em consideração na avaliação de eficiência. Muitas vezes, essas variáveis

são de difícil mensuração e captação. Entre elas, podemos citar variáveis relativas à desigualdade na formação familiar de alunos, a heterogênea composição do quadro de professores, e variáveis relativas ao ambiente cultural no qual se insere a universidade (SCHWARTZMAN, 1994).

Além dessas, a literatura aponta outras variáveis ambientais que podem explicar a eficiência sendo relativas a fatores internos e externos à universidade. São elas: tamanho e idade da universidade, número de habitantes, densidade populacional e número de faculdades da cidade na qual a IES se insere, PIB *per capita* regional, porcentagem de mulheres sobre total acadêmico, o fato da IES ter curso de medicina, grau de especialização, sua localização regional, o fato de serem únicas em sua cidade, porcentagem de renda corrente sobre a renda total (SANTOS; CAMPILLO; FERNÁNDEZ, 2015), dentre outras.

Ademais, deve-se considerar a grande heterogeneidade das universidades públicas brasileiras, o que torna ainda mais complexa a avaliação de eficiência. Segundo Schwartzman (1994), as instituições funcionam sob diferentes condições e diferentes ambientes. Para Letti (2019), além dessas diferenças, podem existir padrões regionais que podem influir na oferta do ensino superior público e, como consequência, na eficiência e que devem ser levados em consideração na avaliação. Belloni (2000) aponta que disparidades regionais geram diferenças sociais, econômicas, e culturais, e que não são mensuradas diretamente no banco de dados, mas tais diferenças estão refletidas nas variáveis disponíveis e devem ser levadas em conta na análise dos resultados.

Ligado a isso, cabe ressaltar o papel que as universidades possuem justamente para reduzir essas diferenças regionais, uma vez que elas são propulsoras de desenvolvimento das regiões em que estão instaladas. Segundo Diniz e Vieira (2015), as IES geram efeitos sobre a renda e emprego locais; produzem transbordamentos através da geração de conhecimento científico tecnológico; qualificação de mão de obra; entre outros. Assim, ressaltam a importância da interação entre as funções básicas das universidades e a região na qual elas se encontram para que se tenha um desenvolvimento regional sustentado e dinâmico.

Assim, para responder aos objetivos gerais e específicos e levando em consideração os múltiplos produtos gerados pelas IES, em um primeiro momento, foi construído um índice intertemporal com os principais produtos das universidades no âmbito do ensino, pesquisa e extensão, chamado: Índice de Produtividade das Universidades Federais Brasileiras (IPUFB), a partir da metodologia de Análise Fatorial com método de Componentes Principais. Esse índice, por sua vez, foi usado como produto na estimação da Fronteira Estocástica (SFA),

levando em consideração suas vantagens, adequação ao problema de pesquisa e a escassez de trabalhos no Brasil que utilizam esse método para a abordagem da eficiência nas universidades públicas.

Cabe salientar que a construção do índice produtividade complementa a discussão feita sobre a eficiência das IES. Marinho (1996) aponta que é cada vez mais aceito, na literatura, a combinação de métodos de análise de eficiência com métodos de análise multivariada, uma vez que essa metodologia permite agrupar e reduzir o número de variáveis de interesse. Além disso, um índice é um indicador social. Como indicador social tem sua importância na gestão governamental, ao ter um papel fundamental no desenho, na avaliação e implementação de políticas públicas. Por meio dessa metodologia, é possível analisar a efetividade de ações dos governos. Assim, índices descrevem a realidade a partir de dados, sendo uma sistematização da mensuração do impacto de políticas na sociedade (FILHO *et al.* 2013).

No Brasil, os trabalhos que versam sobre eficiência no ensino superior usam, predominantemente, a ferramenta não paramétrica DEA (Análise Envoltória dos dados), que permite medir a eficiência produtiva de unidades. Um dos pioneiros a tratar do tema no país foi Marinho (1996), que mediu a eficiência dos departamentos da UFRJ. Posteriormente, Façanha e Marinho (2001) realizaram um estudo para os anos de 1995, 1996, 1997 e 1998. Agruparam as IES por região e dependência administrativa (federais, municipais e estaduais) e observaram que no período analisado houve um aumento expressivo da eficiência, porém com espaço e necessidade de ajustes. Em relação às regiões, as regiões Sudeste e Sul apresentaram as maiores médias de eficiência em todo o período analisado. Já a região Nordeste apresentou as menores médias, seguida da região Norte.

Belloni (2000) em sua tese, por meio da construção de indicadores de eficiência produtiva e da análise DEA, também avaliou o desempenho das IES brasileiras para o ano de 1994. Os resultados mostraram que a grande maioria das universidades foram ineficientes abrindo espaço para melhorias. Além disso, as possibilidades de melhorias no desempenho concentraram-se na direção de maior ênfase para as atividades de pesquisa. Esse resultado torna bem evidente a importância da pesquisa dentro das universidades, bem como a necessidade de estímulo a esse setor para que se alcance melhores patamares de eficiência.

Poucos trabalhos utilizaram o método de Fronteira Estocástica (SFA) para medir a eficiência do setor, sendo que ele é pouco explorado na literatura nacional para tratar do tema. Zogbi, Mattos e Rocha (2013) analisaram o desempenho das instituições de ensino superior no Brasil por meio da Fronteira Estocástica utilizando como indicador de qualidade a nota no

ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes). A Taxa de Professor por Aluno afetou negativamente a eficiência sendo um resultado contra-intuitivo e evidenciando que esse insumo não foi determinante decisivo do conhecimento agregado. As variáveis de Despesa por Aluno não foram significativas

Letti (2019) mensurou e comparou a eficiência das 56 universidades federais brasileiras no período de 2010 a 2016. Foram utilizados modelos DEA e SFA para estimar as eficiências, comparando os resultados para identificar suas similaridades e discrepâncias. Os resultados mostraram a existência de relativa ineficiência nas universidades federais em ambos os métodos. Os insumos - Custo Corrente por IES e Professor Equivalente - apresentaram sinal negativo contribuindo para diminuir a eficiência. A Taxa de Sucesso da Graduação e o Índice de Qualificação do Corpo Docente apresentaram sinais negativos contribuindo para diminuir a ineficiência. Para o método DEA, 53,6% das universidades foram ineficientes e por região as eficiências médias foram: Centro-Oeste (92,7%), Sudeste (87,3%), Nordeste (87,3%), Sul (85,9%) e Norte (84,1%).

Na literatura internacional, tanto a metodologia DEA, quanto a Fronteira Estocástica (SFA), são muito exploradas e utilizadas, sendo um tema muito debatido em diversos países como: Estados Unidos (AHN; CHARNES; COOPER, 1988), Canadá (MCMILLAN; DATTA, 1998), Austrália (ABBOTT; DOUCOULIAGOS, 2003; WORTHINGTON; LEE, 2008), China (JOHNES; YU, 2008), Reino Unido (ATHANASSOPOULOS; SHALE, 1997; IZADI *et. al*, 2002, JOHNES, 2006, 2014; STEVENS, 2005), Itália (GUCCIO; MARTORANA; MONACO, 2016).

Em relação à literatura sobre o Índice de Produtividade, Santos *et al.* (2017) aponta que na literatura internacional, vários trabalhos têm utilizado índices de avaliação para orientação dos processos de avaliação de eficiência nas universidades como: Biggeri e Bini, (2001); Dundar e Lewis, (1999); World Bank, (1994); Yonezawa, (2008); Bertolin, (2007). Contudo, na literatura nacional, nenhum trabalho foi encontrado que combinasse a construção de um Índice de Produtividade com a Fronteira Estocástica para aferição da eficiência das universidades. Diante dessa lacuna, a presente pesquisa buscou contribuir para literatura existente, diferenciando-se dos demais trabalhos ao empregar duas metodologias que se complementam e que produziram duas medidas diferentes para as universidades federais: a de produtividade e a de eficiência.

Como hipótese do trabalho, espera-se que grande parte das universidades federais sejam ineficientes, uma vez que esse é o resultado da maioria dos estudos (MARINHO,

RESENDE e FAÇANHA 1997; FAÇANHA e MARINHO, 2001; BELLONI, 2000; LETTI, VILA e BITTENCOURT, 2018). Além disso, espera-se que as universidades das regiões Centro-Sul do Brasil tenham melhores indicadores. Quanto ao desempenho das universidades, espera-se que as atividades do setor de pesquisa desempenhem um papel importante para se alcançar melhores patamares de eficiência. Quanto aos fatores explicativos da ineficiência, espera-se que o Índice de Qualificação dos Docentes e a Taxa de Sucesso da Graduação contribuam para aumentar a eficiência.

Diante de todo o contexto apresentado, o presente trabalho tem como intuito contribuir para as políticas públicas do ensino superior, através da avaliação feita no período de 2013 a 2018, que possa servir como fonte de informação para gestores, administradores das universidades, governo e sociedade. Além disso, a avaliação da eficiência institucional das universidades federais pode servir como base para futuras reformas.

A presente pesquisa é importante para a literatura existente ao trazer estimativas atualizadas da eficiência das IES no Brasil. Busca-se contribuir para a literatura de avaliação do ensino superior utilizando a metodologia de Fronteira Estocástica, além de trazer estimativas para as possíveis causas de ineficiência, o que ainda é pouco usual na pesquisa brasileira referente à eficiência das universidades federais. O trabalho tem como originalidade a construção de um Índice Intertemporal de Produtividade com os principais produtos advindos das universidades federais, bem como o uso nas estimações deste índice como variável produto, o que ainda não foi feito na literatura nacional que versa sobre o tema. Além disso, o trabalho traz uma discussão e análise regional da eficiência, o que também evidencia ser um gap na literatura.

A avaliação de eficiência é vista, nessa perspectiva, como uma ferramenta estratégica essencial para o enfrentamento da escassez de recursos, do contingenciamento e da crise fiscal, que limitam o financiamento das universidades brasileiras, além de ser um dos princípios básicos de melhoria de gestão que tem como intuito a racionalização de recursos e que busca orientar as tomadas de decisões (TENÓRIO; ANDRADE, 2009; SOUZA, 2009).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aplicações de Fronteira Estocástica e DEA para avaliação de instituições de ensino superior

Nesta seção, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre os principais estudos na literatura sobre aplicações do método de fronteira estocástica no ensino superior e que estimaram funções de produções e funções custo em diferentes países. Segundo Gralka (2018), o primeiro estudo desta aplicação ao ensino superior foi publicado por Johnes (1998) na Inglaterra.

Na Alemanha, Kempkes e Pohl (2010) analisaram a eficiência de 72 universidades públicas nos anos de 1998 a 2003, por meio da aplicação de DEA e Fronteira Estocástica (SFA), evidenciando a importância da qualidade do corpo docente, como um elemento essencial para explicar a eficiência no Ensino Superior. A variável de PIB regional per capita teve um pequeno impacto positivo na eficiência em ambos modelos. Para a estimação paramétrica, foi utilizada uma função custo translog, sendo essa, apontada pelos autores, como mais apropriada devido à sua flexibilidade e à grande heterogeneidade das universidades.

Fieger, Villana e Cooksey (2016), na Austrália, avaliaram a eficiência das instituições públicas, incluindo Institutos de Ensino Técnico (TAFE), no ano de 2011, totalizando 53 instituições. Foi feito um procedimento em duas etapas. Na primeira etapa, foi utilizada uma Fronteira Estocástica modelada, como uma função de produção Cobb-Douglas e foram utilizados como insumos: as despesas financeiras e administrativas, e como produto: horas de ensino. Na segunda etapa, foi estimada a relação entre eficiência e variáveis exógenas que pudessem explicar essa eficiência. Para tanto, foram utilizadas variáveis demográficas como: idade dos alunos, se possui inglês como segunda língua, taxa de aprovação e taxa de conclusão. Na China, Zhang, Bao e Sun (2016), ao observar a rápida expansão do número de instituições de ensino superior nos anos de 2000 a 2010, examinaram a relação entre os recursos (humano e de capital) e a produção de pesquisa para 72 universidades chinesas que são intensivas na pesquisa, a fim de observar seus principais determinantes. A principal variável de interesse foi produção de pesquisa mensurada pelo número de artigos publicados em jornais. Essa, por sua vez, foi dividida por campos de estudo (ciências e engenharia (SE), e não ciência e engenharia para publicações de outras áreas (não-SE) e por locais de publicação (periódicos

nacionais e internacionais). Como recursos de capital, foram considerados equipamentos de pesquisa, despesa e gastos instrucionais relativos aos salários dos professores. Os resultados sugeriram que existem padrões distintos de produção e pesquisa entre SE e não-SE, de modo que, para o campo de estudo da SE, equipamentos e despesas são elementos cruciais. Já para o campo de não-SE, há uma dependência maior de recursos humanos.

Sav (2012), nos Estados Unidos, realizou uma análise de gênero, em que empregou a análise de Fronteira Estocástica, por meio de uma função de produção Cobb-Douglas, em 199 universidades, para investigar os ganhos de eficiência do emprego de professoras na produção de taxas de graduação de estudantes universitários. Foi utilizado como output, a taxa de graduação dos estudantes, e como input, foram utilizados: tamanho da universidade, serviços de apoio, corpo docente e alocação de recursos dedicados à produção de educação não-universitária, pontuação no teste de admissão, bolsas para estudantes em vulnerabilidade, total de gastos alocados à pesquisa, salário do corpo docente. Os resultados mostraram que o aumento do emprego feminino, em cargos de titularidade, oferece ganhos de eficiência para melhorar as taxas de graduação. O fato de aluno possuir bolsa contribuiu para diminuir a eficiência. E em relação ao porte da universidade, o tamanho da universidade contribuiu negativamente para diminuir a eficiência das taxas de graduação. Nesse sentido o autor apontou que universidades maiores possuem mais matrículas e menores taxas de graduação. Assim universidades menores foram mais eficientes ao produzir melhores taxas de graduação.

Nas Filipinas, Castano e Cabanda (2017) utilizaram índice de Malmquist e Fronteira Estocástica para avaliar 30 instituições privadas de ensino superior que ganharam autonomia no período de 1999-2003. Os insumos utilizados foram: números de membros do corpo docente, equipamentos, despesas operacionais. Os produtos foram: matrículas de estudantes, graduados por ano e receita total. A ineficiência, por sua vez, foi explicada pelas variáveis: idade da instituição e status de autonomia. Além disso a variável idade tem efeitos positivos na ineficiência, dessa forma instituições mais antigas tendem a ser mais ineficientes do que as instituições mais novas.

Na Itália Barra, Lagravinese e Zotti (2018) utilizaram DEA e SFA para estimar a eficiência do ensino superior italiano de 2008 a 2011. Foram utilizados como insumos: o número de técnicos, número de total de estudantes, percentual de matrículas de alunos que frequentaram um liceu e percentual de matrículas com pontuação superior a 9/10 no ensino médio. Como produto foi utilizado bolsa de pesquisa e número de graduados ponderado pela classificação do grau. Os resultados mostraram que o nível de eficiência não variou muito em

relação às duas metodologias, porém elas produziram diferentes rankings. Em relação à ineficiência a idade contribuiu positivamente para aumentar a ineficiências nas universidades e a variável de gênero medida pelo percentual de estudantes mulheres apresentou sinal negativo significando que quanto maior o número de estudantes mulheres, maior a eficiência da universidade.

No Brasil, a literatura sobre a aplicação de fronteiras estocásticas no ensino superior ainda é bem recente e inexplorada. Foram observados apenas quatro estudos sobre o tema. O primeiro estudo a tratar do tema na literatura nacional, tem autoria de Miranda, Gramani e Andrade (2012) em que aplicaram as metodologias DEA e SFA para mensurar a eficiência da educação superior, oferecidos pelo setor privado com foco em cursos de administração de empresas, localizados em São Paulo. Para isso, foi estimada uma função de produção Cobb-Douglas. Foram utilizados como insumos: número de computadores, número de técnicos, número de livros na biblioteca, professor com especialização, mestres e doutores, número total de horas em cursos, montante de financiamento e bolsas. Como produto foi utilizado a variável: número de estudantes do curso de administração de empresas de cada IES. Os resultados das estimativas dos dois métodos foram semelhantes e complementares evidenciando robustez nos resultados. O insumo número de técnicos apresentou sinal positivo contribuindo para aumentar a eficiência. As variáveis que representam os professores titulados (mestres e doutores) não foram significativas não contribuindo para a eficiência. Já a variável de professores com nível de graduação ou especialização contribuíram para aumentar positivamente a eficiência. Em relação ao insumo bolsa, este contribuiu positivamente para aumentar a eficiência.

Posteriormente, Zogbhi, Rocha e Mattos (2013) avaliaram os determinantes do desempenho das instituições de ensino superior no Brasil, a partir da natureza das instituições, sendo essas públicas ou privadas, totalizando 164 universidades. Como insumos foram utilizadas variáveis como: total de professores por matriculados como medida do insumo trabalho; total computadores por aluno matriculado como medida do insumo capital, existência de plano de ensino completo como *proxy* para tecnologia; despesas realizadas com docentes por aluno e com capital por aluno. Além disso, foram utilizadas variáveis relativas ao *background* familiar (como escolaridade da mãe) e características inerentes aos alunos (como uma *dummy*, se o aluno trabalha mais do que vinte horas por semana e uma variável de raça). Como produto foi feita uma agregação da nota do ENADE por IES e feita a diferença entre a nota do concluinte e do ingressante, com o intuito de possibilitar a análise dos efeitos dos insumos sobre o quanto o conhecimento dos alunos mudou durante a graduação. Observou-se

que, o fato da universidade ser pública aumentou a média e a variância da eficiência e que as variáveis relativas às características socioeconômicas dos alunos não foram importantes para explicar o resultado. A taxa de professor por aluno afetou negativamente a eficiência sendo um resultado contra-intuitivo e evidenciando que esse insumo não foi determinante decisivo do conhecimento agregado. As variáveis de despesa por aluno não foram significativas.

Braga e Cespedes (2014) objetivaram estabelecer uma classificação de eficiência dos cursos de pós graduação, avaliados pela CAPES, na área de Matemática/Probabilidade e Estatística, utilizando modelos de Fronteira Estocástica com abordagem Bayesiana, para os anos de 2007 a 2009. Foram utilizados como insumos: número de docentes permanentes; número de teses e dissertações defendidas; artigos publicados Qualis A (A1 e A2); artigos publicados qualis B (B1, B2, B3, B4 e B5); trabalhos completos publicados em anais de eventos e capítulos de livros. O produto considerado foi a nota CAPES no triênio 2010. Foi utilizada uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, e os resultados mostraram que a eficiência das instituições depende do número de artigos publicados em periódicos indexados pelo Qualis, da quantidade de livros e capítulos de livros publicados, e de publicações em eventos científicos. A eficiência independe do número de docentes e do número de teses e dissertações defendidas.

O estudo mais recente no Brasil é de autoria de Letti (2019), no qual ele mensurou e comparou a eficiência das 56 universidades federais brasileiras, no período de 2010 a 2016, foram utilizados modelos DEA e SFA para estimar as eficiências, comparando os resultados para identificar suas similaridades e discrepâncias. Foram utilizados como insumo: custo corrente por universidade, professor equivalente e funcionários equivalentes. Para representar os três pilares das universidades (ensino, pesquisa e extensão) foram utilizados como produto: diplomas de graduação, diplomas de pós-graduação, índice nacional de qualidade da pós-graduação, e patentes registradas. Para explicar a ineficiência foram utilizadas as variáveis: região, se a IES foi recentemente federalizada, se possui hospital universitário, proporção de estudantes de pós-graduação em relação aos estudantes de graduação, a proporção de alunos de tempo integral, índice de qualificação do corpo docente e a proporção de sucesso nos cursos de graduação. Na Fronteira Estocástica, foi estimada uma função de produção translog. Os resultados mostraram a existência de relativa ineficiência nas universidades federais em ambos os métodos. Os insumos custo corrente por IES e professor equivalente apresentaram sinal negativo contribuindo para diminuir a eficiência. Já o insumo funcionário equivalente que indica o número de técnicos apresentou sinal positivo contribuindo de forma positiva para a eficiência.

Além disso, observou-se que a ineficiência não mudava ao longo do tempo e estava relacionadas com características da universidade e região onde se localizam. Para o método DEA, 53,6% das universidades foram ineficientes. Para o método SFA, observou-se que a região Sudeste apresentou relação positiva com a ineficiência, enquanto todas as outras regiões apresentaram relação negativa com a ineficiência. A Taxa de sucesso da graduação e o Índice de Qualificação do Corpo Docente apresentaram sinais negativos contribuindo para diminuir a ineficiência.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Tecnologia da Educação: a função de produção da educação

O campo da Economia da Educação tem sua origem no fim dos anos de 1950 e começo dos anos de 1960, com trabalhos sobre a estimativa da rentabilidade do investimento em educação (por exemplo, Becker 1962, 1975). Nos anos de 1980, há o surgimento de trabalhos que buscam compreender a relação da educação com o crescimento econômico, por meio dos modelos macroeconômicos de crescimento endógeno (por exemplo, LUCAS, 1988; ROMER, 1990). Na contemporaneidade, a pesquisa na área da economia da educação passou a desenvolver estudos com a finalidade de orientar decisões políticas e para a promoção de desenvolvimento econômico (PSACHAROPOULOS, 1996).

Pode-se dizer que, originalmente, os economistas negligenciaram o lado da oferta de educação dentro da teoria da economia da educação, e pouco tinham a dizer sobre o funcionamento dos sistemas educacionais. A importância estava centrada no lado da demanda individual educacional (VANDENBERGHE, 1998).

A exemplo disso, tem-se o advento da Teoria do capital humano (SCHULTZ (1963) e MINCER (1974)) que é uma das primeiras contribuições para explicar a demanda educacional individual na área de economia da educação. Nessa teoria, a educação é um investimento que gera uma forma particular de capital: o capital humano. Assim, as pessoas demandam, individualmente, educação como uma forma de ter retornos financeiros futuros desse investimento. Pessoas mais educadas ganharão melhores salários e prosperarão, dessa forma, o investimento público em educação pode reduzir desigualdade de renda e erradicar a pobreza (VANDENBERGHE, 1998). Porém, é preciso considerar que o sistema educacional e a produção de serviços educacionais são mais complexos do que isso, e estão expostos a vários problemas. Assim, para a análise econômica educacional ser completa é preciso considerar o lado da oferta da educação e também a sua interação com a demanda educacional (VANDENBERGHE, 1998).

As limitações da teoria do capital humano e a crescente preocupação com os retornos de investimento público em educação, num cenário de crise nas finanças públicas, fizeram os estudiosos questionar essa teoria. Tudo isso contribuiu para uma renovação na economia da educação e para a emergência das análises do lado da oferta de economia da educação. A oferta dentro da economia da educação surgiu, primeiramente, através da análise de função de

produção, aplicando os conceitos microeconômicos nas análises educacionais (VANDENBERGHE, 1998).

Essas análises partem da suposição de que a educação pode ser representada por uma tecnologia (a função de produção da educação) que deve ser identificada e utilizada com eficiência. Assim, as condições necessárias para uma organização educacional ser considerada boa, correspondem às condições que definem uma firma como eficiente (VANDENBERGHE, 1998).

A literatura da economia da educação mostra que a função de produção da educação é discutida inicialmente pelos autores Bowles (1970) e Hanushek (1979). Porém, tem como trabalho seminal o relatório Coleman (COLEMAN et al., 1966), em que buscou-se conhecer a estrutura da função através do relacionamento entre produtos e insumos escolares e o desempenho acadêmico dos estudantes. Coleman observou, nos resultados do relatório, que o desempenho escolar de uma criança estava correlacionado com sua origem socioeconômica. Variáveis relativas a recursos financeiros das escolas mostraram pouca significância estatística. A controvérsia desses resultados gerou uma ampla discussão e fomentou a realização de estudos na área.

Em 1986, Hanushek comentou mais de 147 artigos contendo resultados das funções de produção educacional nas últimas duas décadas. Hanushek reafirmou a idéia de determinismo socioeconômico, sendo que o contexto socioeconômico do estudante é um determinante para seu nível de escolaridade. Crianças, cujos pais possuem melhor escolaridade, tem tendência de obter melhores resultados acadêmicos. Ao contrário de Coleman, Hanushek não questionou a ideia de que a escola é importante. De fato, ele conclui que "algumas" escolas e professores são sistematicamente mais produtivos que os outros. No entanto, assim como Coleman, ele afirmou que a qualidade da educação não estava correlacionada com variáveis monetárias, como despesa por aluno.

Segundo Bowles (1970), a função de produção da educação representa a relação entre os insumos da escola e dos estudantes e uma medida do produto gerado pelas escolas no processo educacional. O autor aponta que essa teoria, que representa o processo de produção educacional, é importante, tanto para estudos que tratam sobre a formação de capital humano, quanto para investigações que buscam determinar a alocação ótima de recursos educacionais, caso deste trabalho.

Vignoles *et al.* (2000) define que o máximo nível de produto para um dado nível de insumos é chamada de função de produção da educação ou fronteira e representa a solução

tecnicamente eficiente. De acordo com Bowles (1970), inicialmente a função de produção da educação pode ser definida por:

$$A = f(X_1, \dots, X_m; X_n \dots X_v; X_w \dots X_z) \quad (1)$$

em que A representa o produto das escolas; X_1, \dots, X_m são variáveis que representam o ambiente escolar (infraestrutura da escola, qualificação e experiência dos professores, características das turmas, despesas administrativas e políticas educacionais, etc); $X_n \dots, X_v$ representa variáveis que mostram a influência no aprendizado adquirida fora da escola (variáveis relativas as condições socioeconômicas e ao *background* familiar, como escolaridade e renda dos pais, tamanho da família); e X_w, \dots, X_z representa variáveis de habilidades inatas ao estudante.

É comumente utilizado na literatura, como medida de produto escolar, as notas em testes padronizados, sendo essa considerada uma boa *proxy* para medir a qualidade da educação em questão. Porém, os autores, em geral, apontam que essa não é a única dimensão dos produtos advindos das escolas, universidades, etc. Uma característica primordial da educação é o fato dela produzir múltiplos produtos, sendo alguns mensuráveis e outros não (como valores, conhecimento e habilidades cognitivas). No caso da educação superior, Hare e Wyatt (1992) salienta que o principal produto é o conhecimento, que pode se dar de duas formas: através das informações em jornais e livros e através do conhecimento cognitivo adquirido pelos graduados.

Além disso, Hanushek (1979) observou que era preciso considerar o tempo nas análises, uma vez que o processo educacional é cumulativo, ou seja, o desempenho atual dos alunos pode ser explicado por insumos de períodos passados. Assim, observa-se que, na análise de função de produção, o objetivo é maximizar o lucro com um produto homogêneo em mercados competitivos. Já para a função de produção da educação, o objetivo principal não é a busca de lucro e sim a maximização do bem-estar social, o produto não é homogêneo.

Costa, Souza e Ramos (2015) destacam algumas características que devem ser levadas em conta ao se tratar do setor de produção educacional: a natureza intangível de alguns dos produtos (como por exemplo conhecimento e valores); a participação do cliente no processo produtivo, uma vez que o aluno não é mero demandante, mas atua no processo; a heterogeneidade dos serviços, pois as unidades produtivas diferenciam-se uma das outras, e a

incidência de fatores exógenos fora do contexto das instituições de ensino e fora do setor educacional, como por exemplo: localização e perfil dos ingressantes.

A função de produção da educação pode ser aplicada com diferentes métodos estatísticos, para diferentes cenários e diferentes níveis de agregação como: para estudantes, para escolas, municípios e estados. Zogbhi, Rocha e Mattos (2013) adaptaram a função de produção da educação para o ensino superior, tendo, como nível de agregação, as Universidades.

Vignoles et al (2000) salienta que existem dois métodos principais para estimação de funções de educação. O primeiro utiliza técnicas de regressão, é um tipo de método paramétrico usado para estimar o comportamento estatístico “médio”. Os resíduos não recebem um tratamento especial. O objetivo é a busca dos parâmetros da função e não há preocupação com os desvios individuais da função estimada, a preocupação é com média e não com a melhor prática (ZOGBHI; ROCHA; MATTOS, 2013).

O segundo método consiste na estimação de fronteira. Essa abordagem avalia o desempenho das unidades em relação à fronteira de produção. O objetivo é identificar as unidades que têm o melhor resultado possível, para um determinado nível de insumos e, portanto, que estão na fronteira do conjunto de produção educacional. Os métodos de fronteira permitem identificar as melhores práticas (ou seja, as unidades que estão na fronteira). Dessa forma, essas estimativas podem ser usadas para garantir que as unidades ofereçam um bom desempenho e uma boa relação custo / benefício (VIGNOLES *et al.*, 2000).

Em relação à forma funcional, Hanushek (1979) aponta que as funções de produção educacional podem assumir várias formas, embora as variantes lineares e logarítmicas sejam mais frequentes. De modo geral, há pouca orientação sobre formas funcionais, e as pesquisas têm se beneficiado de testes estatísticos mais rigorosos para definir a forma funcional a se utilizar.

Como aponta Vandenberghe (1998), o debate sobre as funções de produção educacional é particularmente complexo, uma vez que a educação é um produto conjunto (isto é, produzido por vários professores). Além disso, a aprendizagem dos alunos é um processo que ocorre ao longo do tempo numa estrutura multinível. Apesar de toda essa complexidade, a função de produção é uma ferramenta pedagógica que lança bases para descrever uma produção educacional eficiente.

Psacharopoulos (1996) observa que os coeficientes da função de produção educacional podem determinar quais insumos são mais importantes para explicar o produto educacional, em

uma perspectiva de produtividade ou de qualidade. Assim, as análises e resultados da função de produção educacional podem servir de base para a tomada de decisões educacionais. Essa área de estudo se diferencia de outras, porque os resultados das análises influem diretamente nos processos políticos. Isso é particularmente importante, principalmente em cenários em que há escassez de recursos.

3.2 Arcabouço microeconômico: a função *Translog*

Além da teoria da economia da educação, a presente pesquisa tem como referencial teórico o arcabouço da teoria da produção da microeconomia. A estimação econométrica de funções de produção pode tomar muitas formas funcionais como lineares, função *Cobb-Douglas*, função *C.E.S.* (*Constant elasticity of substitution*), formas quadráticas ou logarítmicas transcendentes (função *Translog*) (TITUS, VAMOSIU e MCCLURE 2016). A literatura referente à estimação de fronteiras estocásticas para o ensino superior mostra que a função *Translog* devido a suas particularidades é preferida a outros tipos de formas funcionais (LETTI, 2019, JOHNES, 2014, KEMPS E POHL, 2010, STEVENS, 2005). Nessa seção, serão apresentadas suas características e propriedades.

A função *Translog* (translogarítmica), definida por Christensen *et al.* (1973), surgiu a partir da necessidade de flexibilização das limitações da *Cobb-Douglas*, uma vez que os três estágios de produção não estavam bem representados. Assim, foram feitas modificações na *Cobb-Douglas* para permitir que fossem representados os três estágios de produção.

A *Translog* pode tratar de problemas de produção que utilizam mais de dois insumos. Tem como base o logaritmo natural sendo linear nos parâmetros. Diferentemente da *Cobb-Douglas*, a *Translog* possui elasticidade de substituição, que varia de um ponto para o outro, para cada região e para cada período. Enquanto que, na *Cobb-Douglas*, a elasticidade de substituição é constante e igual a um (KAMEL, 2015; DEBERTIN, 2012).

Segundo Boisvert (1982), a *Translog* pode ser vista de três formas diferentes: como uma função de produção; como uma aproximação de segunda ordem da série de Taylor de uma função arbitrária $Y = F(x)$; ou como uma aproximação de segunda ordem da função *C.E.S.* (*Constant Elasticity of Substitution*). Aplicando o logaritmo natural em ambos os lados, a função é dada por:

$$\ln Y = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln x_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln x_i \ln x_j \quad (2)$$

em que $\ln Y$ representa a produção total, x_i, x_j e n é o número de insumos, $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ para todos os ij . Se $\beta_{ij} = 0$, a função *Translog* será reduzida a uma função *Cobb-Douglas*. Aplicando o antilogarítmico para a equação (2), pode-se chegar a outra notação da translog dada pela equação (3):

$$Y = \alpha_0 x_i^{\alpha_i} x_j^{\alpha_j} e^{\frac{\beta}{2} (\ln x_1)(\ln x_2)} \quad (3)$$

em que, Y representa a produção total, x_i, x_j são quantidades de insumos, α_i, α_j e β são parâmetros.

A *Translog* não impõe as condições de separabilidade, aditividade e homogeneidade, e, ao mesmo tempo, pode-se impor restrições aos parâmetros, podendo ser usada para testar hipóteses como homogeneidade, separabilidade, mudanças tecnológicas e outras implicações da teoria da produção (ALBUQUERQUE, 1987).

Por homogeneidade, entende-se que uma função $f(x)$ será homogênea de grau n , se $f(tx) = t^n f(x)$. Por aditividade, entende-se que, quando dois planos de produção y e y' , que pertencem ao mesmo conjunto de possibilidades de produção Y , poderão ser executados independentemente um do outro de tal forma que $y + y'$ também faça parte de Y . A separabilidade mensura o quanto um conjunto de insumos são separáveis, de modo a definir se eles são complementares ou substitutos, permitindo o cálculo das elasticidades de substituição dos insumos. As condições de mudanças tecnológicas buscam testar o comportamento da produção no tempo com modernizações dos processos que resultam em aumento de produtividade (FALCÃO, 2019).

Uma outra característica da *Translog* é que ela não satisfaz as condições de monotonicidade e concavidade a nível global, de modo que não é bem comportada, portanto, não irá gerar isoquantas negativamente inclinadas e estritamente convexas em todas as regiões, relaxando o comportamento funcional em relação a *Cobb-Douglas*. No entanto, ela pode satisfazer as condições a nível local, conforme cada região de interesse. A forma de sua isoquanta em grande parte irá depender do parâmetro β (ALBUQUERQUE, 1987).

A flexibilidade da translog é descrita comparando sua elasticidade de produção e de substituição que são variáveis e dependem do nível de fatores de produção, com as elasticidades da *Cobb-Douglas*, que são constantes (KAMEL, 2015). Além disso, a *Translog* não assume premissas como substituição perfeita entre os fatores de produção, sendo esse ponto de suma importância, quando se trata dos insumos das universidades federais.

Lauretti, Secondi e Biggeri (2014) apontam que devido à estrutura de possibilidades de produção, uma forma funcional mais geral e flexível pode ser preferida para representar a estrutura de produção das universidades, levando em conta suas particularidades. Assim, devido às características da *Translog* como sua flexibilidade, a forma funcional *Translog* pode ser preferida à forma *Cobb-Douglas*, uma vez que essa última apresenta desvantagens como: as elasticidades restritivas de substituição e suas propriedades de escala (LAURETTI, SECONDI; BIGGERI, 2014, COELLI e PERELMAN, 2000). Porém, a *Cobb-Douglas* também apresenta vantagens, como por exemplo: o fato de ser menos suscetível a problemas de multicolinearidade e graus de liberdade que a *Translog* (BARRA; LAGRAVINESE; ZOTTI 2018; LAURETI; SECONDI; BIGGERI, 2014).

4 METODOLOGIA

4.1 Fonte e Tratamento de dados

A presente pesquisa utilizou, como fonte de dados, o Censo do Ensino Superior de 2013 a 2018, o banco de dados do ENADE, nos respectivos anos e os dados obtidos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), por meio dos Metadados da CAPES e GEOCAPES. Além disso, foram utilizados alguns dos indicadores de desempenho do TCU (Tribunal de Contas da União), criados em 2002, que foram coletados em cada relatório de gestão de cada IES, durante o período de seis anos.

Foram analisadas 62 universidades durante seis anos, totalizando 361 observações. Foram retiradas as universidades FURG, UNILAB e UFSB, por falta de dados para análise. Além disso, não entraram, no banco de dados, as universidades criadas em 2018 (UFAPE, UFDPAR, UFCAT, UFJ e UFR).

Na primeira etapa da pesquisa, para atender ao objetivo específico de mensurar o desempenho produtivo e para representar os múltiplos produtos gerados pelas universidades, foi construído um índice, por meio da análise fatorial, denominado Índice de Produtividade das Universidades Federais Brasileiras (IPUFB), que representa agregação dos produtos gerados dentro das universidades, indicando o desempenho de cada universidade federal em termos de produtividade. Esse índice foi constituído a partir dos produtos dos três pilares das universidades: ensino, pesquisa e extensão, considerando aspectos quantitativos e qualitativos, e foi usado como variável produto da estimação da fronteira estocástica.

Para representar o pilar da extensão, foi utilizada uma variável contendo as ações de extensão (projetos e eventos). Para representar o ensino, foi utilizada a variável números de graduados (indicador quantitativo do ensino). Para Johnes (2014), o número de graduados é uma mensuração de quantidade e qualidade do ensino.

São comumente utilizadas na literatura (HANUSHEK, 2002; COLEMAN, 1966, SAV, 2012), como medida de produto escolar, as notas em testes padronizados, sendo essas consideradas uma boa proxy para medir a qualidade da educação em questão. Seguindo essa literatura e adaptando para o ensino superior, assim como no trabalho de Zogbhi, Mattos e Rocha (2013), foram utilizadas as notas do ENADE (Exame Nacional de desempenho dos Estudantes), agregadas por IES, como proxy de desempenho acadêmico dos estudantes para medir a qualidade do ensino. O ENADE é realizado pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação

Superior (SINAES), tem periodicidade trienal para cada área de conhecimento e abrange todo território nacional.

Para representar o pilar de pesquisa das universidades, foram consideradas variáveis como: a nota CAPES para pós-graduação (indicador de qualidade da pesquisa), quantidade de teses e dissertações (indicador quantitativo da pesquisa), e uma variável chamada PESQUISA, contendo o somatório dos artigos publicados em jornal-revista-periódicos, livros e capítulos de livro, artigos publicados em periódicos por IES (indicador quantitativo da pesquisa). As variáveis utilizadas no modelo de análise fatorial, seu significado, os autores que já utilizaram e fonte constam no Quadro 1.

Quadro 1: Variáveis que explicam o modelo de análise fatorial.

Variáveis	Significado	Autores	Fonte
EXTENSÃO	Ações de extensão (projetos e eventos).	---	Relatório de Gestão por IES e ano.
CAPES	Nota da CAPES para a pós-graduação.	Marinho (1996); Façanha e Marinho (1996)	CENSO DO ENSINO SUPERIOR
ENADE	Nota ENADE agregada por IES.	Zoghbi, Mattos e Rocha (2013)	ENADE
TESE/DISSERT	Quantidade de teses e dissertações	Letti (2019); Olivares e Wetzel (2014)	METADADOS CAPES
PESQUISA	Somatório dos artigos publicados em jornal-revista-periódicos, livros e capítulos de livros.	Abbott e Doucouliagos (2009); Kulshreshtha e Nayak (2015)	METADADOS CAPES
GRADUADOS	Número de graduados.	Agasti, Barra e Zotti (2016); Johnes (2006,2014); Madden et al (1997); Worthington e Lee (2008)	CENSO DO ENSINO SUPERIOR

Fonte: Elaborado pela autora.

Na segunda etapa da pesquisa, para responder ao objetivo geral que é analisar a eficiência das universidades federais brasileiras, no período de 2013 a 2018, bem como explicar esta eficiência por meio de fatores socioeconômicos e ambientais, foram estimadas as eficiências pelo método de Fronteira Estocástica. Assim, foi utilizado como produto o IPUFB (Índice de Produtividade das Universidades Federais Brasileiras), construído na primeira etapa

da pesquisa. As variáveis utilizadas no modelo de eficiência, seu significado, os autores que já utilizaram e fonte constam no Quadro 2.

Quadro 2: Variáveis que explicam o modelo de Fronteira Estocástica (continua).

Variáveis	Significado	Insumo/Produto	Autores	Fonte
IPUFB	Índice de Produtividade das Universidades Federais Brasileiras	Produto (y)	-	-
TÉCNICOS	Número de Técnicos por IES	Insumos (x)	Fieger, Villana e Cooksey (2016)	CENSO DO ENSINO SUPERIOR
PROF/ALU	Relação professor/aluno calculada pelo n° de alunos em tempo integral dividida pelo n° de professores equivalentes		Zogbhi, Mattos e Rocha (2013)	TCU
CCP	Custo corrente por aluno		Letti (2019)	TCU
BOLSA	N° de Bolsas de pesquisa CAPES por IES		Marinho (1996)	GEOCAPES
TSG	Taxa de sucesso na graduação é calculada pela divisão do n° de alunos diplomados pelo n° de alunos ingressantes.	Variáveis socioeconômicas e ambientais que explicam a ineficiência	Sav (2012)	TCU
REGIÃO	Dummies que representam as regiões		Letti (2019); Santos, Campillo, Fernández (2015)	CENSO DO ENSINO SUPERIOR
GÊNERO	Dummy que representa porcentual de professores do sexo feminino		Barra, Lagravinese e Zotti (2017)	CENSO DO ENSINO SUPERIOR
IDADE	Idade da Universidade		Fieger, Villana e Cooksey (2016);	CENSO DO ENSINO SUPERIOR
IQCD	Índice de qualificação do corpo docente para graduação e pós que mede o grau de titulação da universidade.		Letti (2019); Façanha e Marinho (1996)	TCU

PORTE	Proxy para representar o tamanho da instituição medida pelo número de cursos.		Duque (2016)	CENSO DO ENSINO SUPERIOR
-------	---	--	--------------	--------------------------

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 Modelo Analítico

4. 2.1. Análise Fatorial: Método dos Componentes Principais

Ao analisar uma universidade como uma unidade produtiva, observa-se o grande número de produtos e serviços advindos dela, o que torna ainda mais complexo o processo de medição da eficiência, por meio de métodos paramétricos. Assim, para contornar a dificuldade dos múltiplos produtos gerados pelas universidades, Marinho (1996) aponta que é, cada vez mais aceito na literatura, a combinação de métodos de análise de eficiência com métodos de análise multivariada, uma vez que essa metodologia permite agrupar e reduzir o número de variáveis de interesse, sem comprometer a informação estatística e considerando a maior variabilidade possível. Para isso, na maioria dos casos, são construídos índices que resumem as informações dos dados em uma única variável, sendo considerados medidas de qualidade, desempenho e produtividade.

Além disso, um índice é um indicador social, sendo considerado um indicador síntese na medida em que agrupa várias dimensões uma única medida. Como indicador social, tem sua importância na gestão governamental, ao ter um papel fundamental no desenho, na avaliação e implementação de políticas públicas. Por meio dessa metodologia, é possível analisar a efetividade de ações dos governos, além de verificar a eficiência do gasto público. Assim, índices descrevem a realidade a partir de dados, sendo uma sistematização da mensuração do impacto de políticas na sociedade (FILHO *et al.* 2013).

Segundo Filho *et al.* 2013, para que isso aconteça, é importante que a metodologia e as ferramentas sejam empregadas de forma correta. Técnicas de análise multivariada fornecem estimativas eficazes e aprofundam a análise analítica das pesquisas. Existem várias técnicas de análise multivariada como: correlação canônica, análise de agrupamento, análise discriminante, análise fatorial, entre outros. O objetivo da maioria das técnicas é encontrar, por meio de combinações lineares, padrões de correlação entre as variáveis (LIMA, 2013).

Dessa forma, seguindo a metodologia de Bernardo (2019), Maia e Silva (2008), foi construído um índice que contemplasse os diversos produtos gerados pelas universidades no

âmbito do ensino, pesquisa e extensão nos anos de 2013 a 2018, por meio da técnica multivariada de Análise Fatorial, empregando o método de Componentes Principais. Esse índice foi utilizado como a variável de produto no modelo de Fronteira Estocástica. Foi composto pelas variáveis descritas no quadro 1. Além de compilar os produtos, o índice, buscou responder o objetivo específico de mensurar o desempenho produtivo das universidades federais, sendo um indicador da produtividade das universidades, complementando a discussão feita nesta pesquisa sobre a aferição da eficiência.

Cabe explicitar que a técnica de Análise Fatorial também tem como objetivo reduzir o número de variáveis originais para um número menor de variáveis chamados de “fatores”. Segundo Lima (2013, pg. 40): “os fatores são variáveis latentes que representam “dimensões” ou características típicas dos dados”. Essa técnica foi estimada pelo método de Componentes Principais, que tem, como característica, explicar as variações dos dados de maneira decrescente de forma que: o primeiro fator explique o maior percentual da variância total das variáveis, o segundo fator explique o segundo maior percentual e assim por diante. Cada fator é uma combinação linear das variáveis originais e são independentes e ortogonais entre si, sendo a correlação entre os fatores zero (SILVEIRA, SILVA E CARVALHO, 2008).

A análise de componentes principais se apoia na álgebra linear e funciona através da aplicação de uma matriz de correlação das variáveis. Assim, como primeiro passo, tem-se o cálculo dos dados de entrada através dessa matriz de correlação (HAIR *et al.* 2009).

Cabe salientar que as variáveis devem ser correlacionadas para garantir fatores representativos. Assim, para verificar a viabilidade da análise, é comumente aceito na literatura a realização do teste de esfericidade de *Bartlett* e do teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO). O teste de esfericidade de *Bartlett* tem como intuito definir se a análise pode ser realizada e determina a presença ou não de correlações entre as variáveis. Esse teste é feito através de um teste em que a hipótese nula é a de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. A rejeição da hipótese nula (que indica que as variáveis não são correlacionadas) implica na viabilidade da análise em questão. Já o teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) é uma medida da adequação da amostragem e assume valores de 0 a 1, sendo que valores abaixo de 0,5 indicam que as variáveis têm pouco em comum implicando na não viabilidade da análise (MAIA e SILVA, 2008).

Dada a confirmação da viabilidade da análise, o próximo passo consiste no cálculo dos fatores iniciais não-rotacionados para a identificação da estrutura latente das variáveis. Para isso, deve-se escolher um dos métodos de extração dos fatores, que no caso da presente

pesquisa, foi o método de Análise de Componentes Principais. Esse método é o mais utilizado e tem como objetivo resumir a informações estatística (ou seja, a variância das variáveis) a um número mínimo de fatores (HAIR *et al.* 2009).

Dessa forma, foi calculada a matriz fatorial inicial não rotacionada que contém as cargas fatoriais de cada variável sobre cada fator. Hair *et al.* 2009, p. 33 define que “cargas fatoriais são as correlações de cada variável com o fator e mostram o grau de correspondência entre o fator e a variável”. Segundo Kim e Mueller (1979) apud Maia e Silva (2008), a forma algébrica do modelo de análise fatorial é dada por:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + e_i \quad (4)$$

em que X_i é o escore da variável ($i = 1, 2, \dots, m$); F representa os fatores comuns não correlacionados, a_{ij} representam as cargas fatoriais, e e_i representa o termo de erro com a variação de X_i que não foi captada pelos fatores e cargas fatoriais.

A matriz inicial não rotacionada não oferece uma interpretação adequada, apesar de reduzir a massa de dados. Assim, é preciso empregar a rotação fatorial com o objetivo de simplificar a estrutura fatorial e, com isso, obter resultados mais significativos. A rotação fatorial consiste no processo de rotacionar os eixos dos fatores em volta da origem redistribuindo a variância dos fatores iniciais para os últimos, com a finalidade de alcançar um padrão fatorial mais simples e significativo. Foi utilizada a rotação ortogonal com critério Varimax (HAIR *et al.* 2009).

Além disso, Maia e Silva (2008) apontam que, depois desse processo, é preciso estimar os escores fatoriais para cada fator, para que o valor original seja substituído pelo novo valor calculado por uma técnica semelhante a uma regressão. Lima (2013) define que o escore fatorial F_j é representado matematicamente por:

$$F_j = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + \dots + W_{jm}X_m + e_i \quad (5)$$

em que W_{j1} representa pesos de ponderação de cada variável no fator F_j , $X_1 \dots X_m$ são os valores observados para as variáveis padronizadas.

Lemos (2000 *apud* SILVA E RIBEIRO, 2004) evidencia que os escores tiveram distribuição simétrica em torno de média zero de forma que metade apresentou sinais positivos

e outra metade sinais positivos. Assim, faz-se necessário realizar a padronização dos escores conforme a equação:

$$F_{ij}^* = \frac{(F_i - F_{min})}{(F_{máx} - F_{min})} \quad (6)$$

em que, $F_{máx}$ e F_{min} representam os valores mínimos e máximos alcançados. Depois de realizado esta padronização, os escores fatoriais ficaram situados entre os valores zero e um. Como consequência, o índice gerado também ficou entre zero e um. Sendo dado por:

$$IE = \frac{\lambda_{ij}}{\sum_{j=1}^n \lambda_j} \times F_{ij}^* \quad (7)$$

4.2.2. Fronteira Estocástica de Produção – *Stochastic Frontier Analysis* (SFA)

Para atender ao objetivo da pesquisa, que consiste na análise da eficiência das universidades federais brasileiras no período de 2013 a 2018, bem como explicar esta eficiência, por meio de fatores socioeconômicos e ambientais, optou-se por uma das formas de estimar a eficiência de unidades produtivas: a metodologia de Fronteira Estocástica (SFA). Ela se constitui em uma análise paramétrica que utiliza o arcabouço da econometria, (ver GREENE 2002, 2008; COELLI *et al.*, 2005; KUMBHAKAR; LOVELL, 2003; FRIED; LOVELL; SCHMIDT, 2008) e tem origem nos trabalhos seminais de Aigner *et al.* (1977) e Meeusen e Van den Broeck (1977).

A abordagem de modelos de fronteira de produção tem como objetivo estimar uma fronteira com base em uma função de produção (pré-especificada ou não), tendo, como intuito final, a medição da eficiência técnica das unidades produtivas. Por eficiência técnica, entende-se: como a distância entre uma unidade produtiva para uma fronteira em particular. Se a unidade produtiva estiver sobre a fronteira de produção, é considerada tecnicamente eficiente; se estiver abaixo da fronteira é considerada ineficiente (BENTO, 2014; BONACORSSI; DARIO, 2004).

Existem métodos paramétricos (fronteira determinística e fronteira estocástica- SFA) e não paramétricos (análise envoltória de dados – DEA) para a geração de fronteiras de eficiência. Neste estudo, para atender ao problema de pesquisa, optou-se por um método paramétrico, levando em consideração as vantagens que esse apresenta perante ao método não-paramétrico DEA, que utiliza programação linear.

Dentre as vantagens que a SFA apresenta, pode-se citar: os resultados são menos sensíveis a *outliers*, enquanto que para DEA os resultados são mais sensíveis; a SFA permite certos procedimentos de inferência estatística (como teste de hipóteses das especificações do termo de eficiência, modelo de ajuste e significância dos parâmetros), enquanto DEA demanda outras estratégias para realização da análise de sensibilidade (como *bootstrapping*); a SFA permite análise de causalidade, enquanto DEA está mais ligado a uma melhoria nos indicadores múltiplos de análise; por fim, a metodologia DEA possui uma natureza determinística e pressupõe que a variação residual esteja totalmente relacionada à ineficiência do processo, enquanto que a metodologia SFA tem natureza estocástica, portanto, os desvios da fronteira refletem não apenas ineficiência, mas ruído nos dados, erros de medida, fatores aleatórios, que não são controlados e causas não identificadas e os resultados podem ser enviesados quando existem erros de medida (LETTI, 2019; KEMPS; POHL, 2010; BENTO, 2014; BONACORSSI; DARIO, 2004).

A abordagem tradicional da fronteira estocástica consiste na estimação de uma função de produção para dados *cross-section*, que maximiza um único produto y , dado o vetor de insumos x , com base em uma tecnologia T representada pela função de produção, como segue $f(x) = \max\{y \mid (x, y) \in T\}$. Uma extensão do modelo tradicional foi feita por Pitt e Lee (1981) e Schmidt e Sickles (1984) para tratar de dados em painel. Esses autores consideraram a ineficiência invariante no tempo. Baltagi (2001) aponta que dados em painel permitem construir modelos mais complexos do que com dados *cross-section*, uma vez que, permite que o pesquisador analise questões econômicas, que não conseguiria com outro tipo de dado. Além disso, aponta que a eficiência técnica é mais bem estudada quando modelada com painéis.

Dentre as vantagens do uso de dados em painel, pode-se afirmar que: aumenta os graus de liberdade; controla a heterogeneidade individual; fornece dados mais informativos, com maior variabilidade, diminui colinearidade entre as variáveis explicativas, melhorando a eficiência das estimações econométricas uma vez que se pode produzir estimativas mais confiáveis (BALTAGI, 2001; HSIAO, 2003). Dessa forma o modelo de fronteira estocástica para dados em painel pode ser representado por:

$$Y_{it} = \exp(x_{it}; \beta) + \varepsilon_{it}, \quad (8)$$

em que Y_{it} é o *output* (produto) da produção da *iés-sima* universidade no tempo t ; $exp(.)$ representa a tecnologia de produção; x_{it} é a quantidade do *iés-simo* insumo utilizado pela *iés-sima* universidade no tempo t ; $exp(x_{it}; \beta)$ é a fronteira de produção e β é o vetor de parâmetros tecnológicos a ser estimado. O termo ε_{it} representa o erro estocástico, que é decomposto em $\varepsilon_{it} = v_{it} + u_{it}$ em que, v_{it} representa variações aleatórias em relação à fronteira que capam erros de medição, ruído estatístico e choques aleatórios fora do controle das universidades mas que influem na eficiência; e u_{it} representa o termo de ineficiência da *iés-sima* universidade no tempo. Os termos v_{it} e u_{it} são independentes e v_{it} possui distribuição simétrica e aleatória, i.i.d., com distribuição $N(0, \sigma_v^2)$; e o termo u_{it} possui distribuição assimétrica de probabilidade, sendo que as distribuições mais utilizadas pela literatura são a gamma e normal truncada (BENTO, 2014; NASCIMENTO *et al.*, 2012).

Battese e Coelli (1992) sofisticaram o modelo de dados em painel de Pitt e Lee (1981), fazendo com que a ineficiência técnica pudesse variar no tempo, com o pressuposto de que a ineficiência constante não é realista para períodos de tempo longos (PONTES, 2016). Posteriormente, Battese e Coelli (1995) desenvolveram uma extensão para dados em painel com efeitos aleatórios, de forma que a ineficiência técnica passa a ser independentemente distribuída, mas não identicamente; além disso, o termo de ineficiência passou a ser explicado por variáveis explanatórias conforme equação (9):

$$u_{it} = \delta z_{it} + w_{it}, \quad (9)$$

em que, u_{it} representa a ineficiência no tempo, δ representa os parâmetros a serem estimados, z_{it} é o vetor de variáveis ambientais que podem influir na eficiência no tempo t , e w_{it} é uma variável aleatória com distribuição truncada, média zero e variância σ_w^2 (BENTO, 2014). A eficiência técnica de produção para a *iés-sima* universidade no tempo t irá depender do valor de u_{it} estimado e será dada pela equação (10):

$$TE_i = \exp(-u_{it}) = \exp(-\delta z_{it} - w_{it}) \quad (10)$$

Assim se $TE_i = 1$, a unidade produtiva está sobre da fronteira, significando total eficiência técnica; se $0 < TE_i < 1$, a unidade produtiva está abaixo da fronteira indicando a existência de ineficiência técnica (NASCIMENTO, 2013).

De forma geral, a literatura mostra que houve uma rápida evolução na modelagem de fronteira estocástica, com o surgimento de uma ampla diversidade de modelos, sendo que cada um possui especificidades. Kumbhakar, Heshmati e Hjalmarsson (1997), classificaram os modelos de SFA para painéis em dois grandes grupos. O primeiro grupo, que surgiu na década de 80, assume que a ineficiência técnica não varia no tempo, ou seja, o termo u_{it} é constante ao longo do tempo (PITT E LEE (1981); SCHMIDT E SICKLES (1984)). O segundo grupo, que surgiu nos anos 90, assumem que a ineficiência técnica, representada por u_{it} , varia no tempo (KUMBHAKAR (1990); BATTESE E COELLI (1992, 1995)).

Além disso, Pontes (2016) expõe que os modelos ainda podem ser classificados em modelos de efeitos aleatórios e modelos de efeitos fixos. Bento (2014) define que, nos modelos de efeitos fixos, a heterogeneidade não observada das unidades é modelada no intercepto, e difere entre as unidades e no tempo sendo que cada unidade tem seu próprio intercepto. Nos modelos de efeitos aleatórios, a heterogeneidade não observada das unidades é modelada no termo de erro, e o intercepto é um parâmetro aleatório não observáveis.

Ainda em relação à heterogeneidade (diferenças existentes em cada observação *cross-section*), cabe salientar que a maioria dos primeiros modelos não consideraram a heterogeneidade individual, ou seja, as diferenças entre as unidades estão contidas no termo de ineficiência do erro. Como exemplo, o modelo de Battese e Coeli (1995) tem como limitação desconsiderar a heterogeneidade individual, desse modo, o intercepto é igual para todas as observações. Pontes (2016) afirma que a heterogeneidade nesse modelo é considerada através das variáveis exógenas inseridas para explicar o termo de erro.

A literatura evidencia que a heterogeneidade individual passa a ser considerada nos modelos a partir de Grenne (2005). Esse autor integra um termo adicional nos modelos de efeitos fixos e aleatórios para diferenciar a heterogeneidade não observada da ineficiência. Assim, surge o modelo que considera a ineficiência variante no tempo sendo modelado por efeitos fixos e efeitos aleatórios.

Dentre os modelos discutidos, o presente estudo trabalhou com o modelo clássico da literatura, o Battese e Coelli (1995), uma vez que através desse modelo é possível, não só mensurar a eficiência, como também explicar ineficiência através de variáveis explanatórias. Além disso, ele permite que a eficiência e ineficiência variem ao longo do tempo, atendendo aos objetivos da pesquisa. Dessa forma, tendo como base teórica a teoria da função de produção da educação e teoria microeconômica, e seguindo o trabalho de Zogbhi, Rocha e Mattos (2013), foi estimada uma função de produção estocástica da educação em painel balanceado e

ineficiência variável ao longo do tempo para cada unidade, uma vez que há preocupação com os elementos estocásticos que estão fora do controle das universidades, mas influem no resultado. A orientação das estimações é pelo produto seguindo a abordagem clássica da literatura.

Apesar da Fronteira Estocástica apresentar grandes vantagens em relação a DEA, ela possui também algumas desvantagens. Uma dessas limitações, refere-se ao fato de que, enquanto em DEA, considera-se múltiplos insumos e múltiplos produtos sem restrições, em SFA são utilizados múltiplos insumos para gerar apenas um único produto. Isso mostra ser um problema, principalmente para o caso do estudo, em que as universidades produzem múltiplos produtos no âmbito do ensino, pesquisa e extensão. Para contornar essa limitação, Aparício e Zofío (2017) aponta ser possível realizar um procedimento em dois estágios. No primeiro estágio, um conjunto de variáveis são agregadas e reduzidas em um número menor através dos procedimentos de análise de componentes principais e análise fatorial. No segundo estágio, a variável agregada é utilizada como produto na estimação da fronteira estocástica de produção. Assim, a presente pesquisa utilizou um procedimento de dois estágios para contornar essa limitação, sendo que no primeiro estágio foi construído um índice com os produtos das universidades, esse índice por sua vez será a variável dependente da estimação na estimação da fronteira estocástica.

Uma segunda limitação, refere-se ao fato de que, em DEA não existe a necessidade de escolha de uma forma funcional explícita; enquanto em SFA, faz-se necessária a imposição e especificação de uma forma funcional para a função de produção. Para contornar essa limitação, o presente trabalho estimou as duas formas funcionais mais utilizadas na literatura: a Cobb-Douglas e a Translog. Em seguida, foi realizado um teste de razão de verossimilhança para a especificação do modelo, chamado: Teste de Adequação Funcional, com o intuito de confrontar a forma funcional Cobb-Douglas com a Translogarítmica e ver qual melhor se adequa aos dados. A hipótese nula indica que a forma funcional mais apropriada é a mais restrita, ou seja, a Cobb-Douglas (BENTO, 2014). O teste foi dado pela equação 11, em que $L(H_0)$ e $L(H_1)$ são os logarítmicos dos valores de verossimilhança dos modelos restritos e não-restritos respectivamente. Assim:

$$LR = -2(L(H_0) - L(H_1)) \quad (11)$$

H_0 : indica que todos os coeficientes de 2ª ordem e produtos cruzados são = 0

H_1 : alguns coeficientes de segunda ordem e produtos cruzados são $\neq 0$

Um outro teste de razão de verossimilhança (LR) foi realizado com o intuito de verificar a presença de ineficiência técnica no modelo. A hipótese nula indica que não existe ineficiência no modelo e nesse caso o termo u_i deve ser removido (NASCIMENTO *et al.*, 2012). O teste de razão de verossimilhança, nesse caso, comparou um modelo estimado por MQO (que no caso foi considerado o modelo restrito) com o modelo estimado por SFA (que no caso representa o modelo irrestrito) (NASCIMENTO *et al.*, 2012). Assim:

$$H_0: \gamma = 0$$

$$H_1: \gamma \neq 0$$

Assim, seguindo as especificações de Letti (2020) Kempkes e Pohl (2010) e Johnes (2014), a função *Translog* (11) que foi estimada e a função que explica o termo de ineficiência (12) foram, respectivamente:

$$IPUFB_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln x_{ijt} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k \alpha_j (\ln x_{ijt} \ln x_{ijt}) + \varepsilon_{it} \quad j = 1, 2, 3 \dots i = 1, 2 \dots 63 \text{ e } t = 1, \dots 6 \quad (12)$$

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 PORTE + \delta_2 TSG + \delta_3 REGI\tilde{A}O + \delta_4 G\tilde{E}NERO + \delta_5 IDADE + \delta_6 IQCP, \quad (13)$$

Em que, it refere-se a i -és-sima universidade no tempo t , $IPUFB$ representa o valor do índice construído na primeira parte deste trabalho, representando a agregação dos produtos das universidades federais, x_j representa o logaritmo natural da variável de insumo j (PROF/ALU, CCP, BOLSA, TÉCNICOS), ε_{it} representa o erro estocástico ($\varepsilon_{it} = v_{it} + u_{it}$), α , β e δ são parâmetros a serem estimados, u_{it} é o termo de ineficiência a ser explicada pelas variáveis explicativas da equação (13).

Para a estimação da função de produção estocástica e do termo de ineficiência foram utilizados estimadores de máxima verossimilhança, uma vez que esse método é o mais utilizado e consolidado na literatura. Greene (2002, 2008) salienta que, apesar do termo de erro ε_i possuir uma distribuição assimétrica e “não normal”, os parâmetros da função podem ser estimados de forma consistente e eficiente por MQO. Porém, dado que a distribuição do erro é conhecida, os parâmetros são estimados com mais eficiência por máxima verossimilhança (ML), pois esses

estimadores não são lineares, enquanto os estimadores de MQO são lineares nos parâmetros. Zogbi; Mattos e Rocha (2013) apontam que o MQO não pode ser utilizado nesse caso, pois não permite a existência da ineficiência técnica atribuindo toda variação a choques aleatórios. Como faz parte do objetivo explicar a ineficiência, utilizou-se máxima verossimilhança para atender ao objetivo da pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise das estatísticas descritivas

Antes de iniciar a análise do índice intertemporal construído (IPUFB) e a análise econométrica da fronteira estocástica, foi realizado uma análise das estatísticas descritivas, a fim de caracterizar as universidades federais brasileiras no período do estudo. Dessa forma, na Tabela 1, apresentam-se as principais estatísticas descritivas de algumas das variáveis. Observa-se que existe uma grande amplitude dos dados em torno da média, evidenciado pelo desvio padrão ser alto para as variáveis TÉCNICOS, BOLSAS CAPES E TAXA PROFESSOR-ALUNO. Isso indica que existe uma grande heterogeneidade entre as IES. Resultado similar foi encontrado por Teixeira *et al.* (2018). Em relação à variável gênero, observa-se que as médias são quase que constantes ao longo do tempo, sendo que quase 50% do corpo docente das universidades federais é composto por mulheres. A amplitude aqui é menor para essa variável, o que evidencia não haver grande diferença entre as IES em relação à composição do corpo docente. Em relação ao índice utilizado (IPUFB) como produto da fronteira estocástica, observa-se que o desvio padrão é pequeno para essa variável, indicando que os dados se concentram em torno das médias anuais.

Tabela 1: Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas por ano.

	Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
2013	IPUFB	0,3538	0,2279	0,7254	0,0926
	Técnicos	1515	41	9022	1506
	Bolsas CAPES	837	0	3340	861
	Taxa Prof-Aluno	11,05	0,02	19,11	3,28
	Porte	81	8	217	49
	Gênero	44,29	31,9	61,1	5,07
2014	IPUFB	0,3485	0,1807	0,6642	0,0979
	Técnicos	1659	120	9022	1548
	Bolsas CAPES	1044	0	4131	1059

	Taxa Prof-Aluno	11,16	4,01	16,14	2,78
	Porte	84	14	197	48
	Gênero	44,45	25	63,6	5,41
2015	IPUFB	0,3536	0,2070	0,6630	0,0951
	Técnicos	1712	199	9205	1578
	Bolsas CAPES	1035	0	4131	1050
	Taxa Prof-Aluno	11,53	2,33	16,61	2,90
	Porte	85	15	199	47,05
	Gênero	44,81	24,8	64,8	5,64
2016	IPUFB	0,3463	0,2076	0,6534	0,0998
	Técnicos	1760	207	9445	1680
	Bolsas CAPES	926	0	3612	940
	Taxa Prof-Aluno	11,91	5,28	23,59	2,93
	Porte	83	14	240	49,57
	Gênero	44,91	24,8	64,8	5,73
2017	IPUFB	0,3613	0,1975	0,6827	0,1006
	Técnicos	1723	204	9350	1575
	Bolsas CAPES	927	0	3673	945
	Taxa Prof-Aluno	11,73	3,23	16,71	2,78
	Porte	82	17	191	44,57
	Gênero	45,41	25,8	65,2	5,50
2018	IPUFB	0,3755	0,1998	0,7585	0,1073
	Técnicos	1681	8	14581	2013
	Bolsas CAPES	927	0	3700	950
	Taxa Prof-Aluno	12,61	4,96	47,32	5,82
	Porte	83	17	192	43,26
	Gênero	45,74	25,9	66,3	5,54

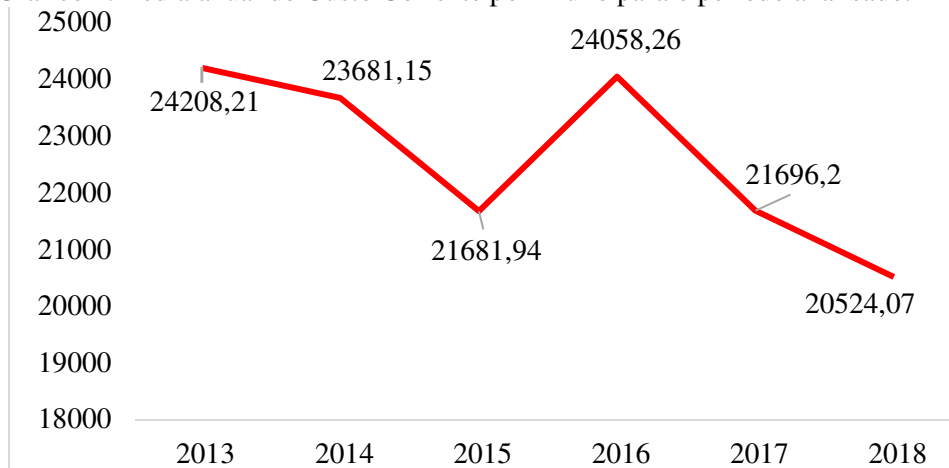
Fonte: elaborado pela autora.

No Gráfico 1, apresenta-se a média de custo corrente por aluno anual (corrigido o valor da inflação pelo IPCA para o ano de 2018). Observou-se que a média de custo corrente por aluno anual geral foi de R\$22641,64 por aluno do ensino superior, sendo esse um valor bem alto em comparação a outras etapas de ensino. Nesse sentido, Durham (1998) aponta que se o custo é alto, existe a necessidade de uma racionalização do sistema, tornando mais eficiente com aumento, principalmente, da produção acadêmica. Dito de outra forma se o gasto por aluno é alto existe a necessidade que esse custo seja traduzido em resultados.

Nos anos de 2013 e 2014, o custo corrente por aluno é relativamente mais alto refletindo o investimento e políticas feitas pelo governo para a ampliação do ensino superior nesse período. Em 2015, o ano em que os efeitos da crise de 2008 chegaram ao país, observou-se uma brusca queda nessa variável, uma vez que houve redução das linhas de financiamento de projetos para a pesquisa, ciência e tecnologia e o processo de expansão anterior foi pausado. Em 2016, evidencia-se, novamente, uma alta nessa variável, seguida de uma tendência à redução nos anos posteriores. Esse comportamento mostra ser um reflexo do recente contingenciamento de recursos para essa etapa de ensino no Brasil, que se inicia em 2015, mas

tem seu efeito mais agudo em 2019. Além disso, o gráfico ilustra que são, cada vez mais frequentes, momentos de crise, o que pode comprometer o financiamento para educação gerando a falta de regularidade de verbas para o setor sendo esse um dos principais desafios que as universidades devem enfrentar. Isso põe em evidência a necessidade de racionalização da alocação de recursos e a necessidade de uma busca por performances mais eficientes.

Gráfico 1: Média anual do Custo Corrente por Aluno para o período analisado.

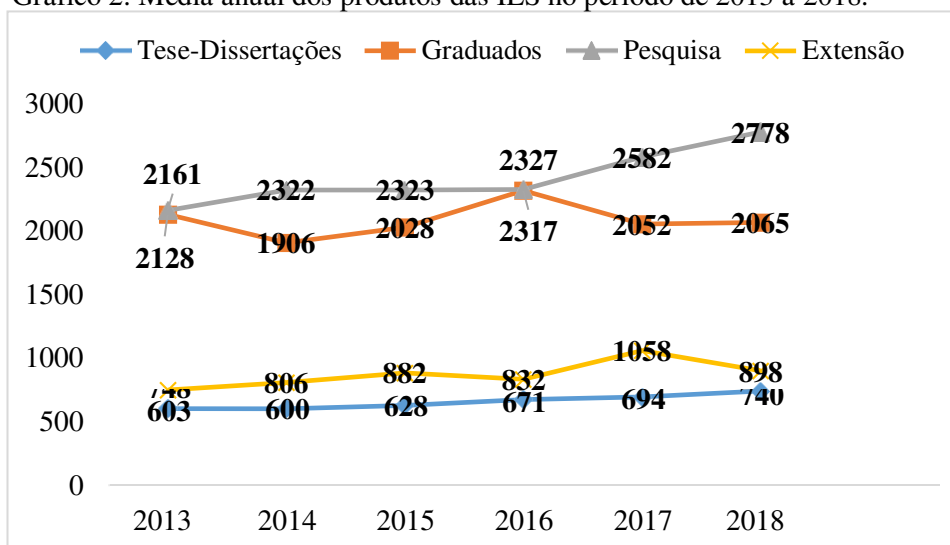


Fonte: elaborado pela autora.

Nota: valor deflacionado com base no Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), com base no ano de 2018.

Com Gráfico 2, ilustra-se o comportamento médio anual de alguns dos principais produtos advindos das universidades no âmbito do ensino, pesquisa e extensão. Observa-se um comportamento constante da extensão e do número de graduados (principal produto do ensino) ao longo dos anos. Contudo, observa-se um comportamento ascendente da pesquisa nas universidades brasileiras no referido período, evidenciado pelo número de teses e dissertações e pela variável PESQUISA (que indica o quantitativo de artigos em jornais e revistas, livros, periódicos e capítulos de livros publicados).

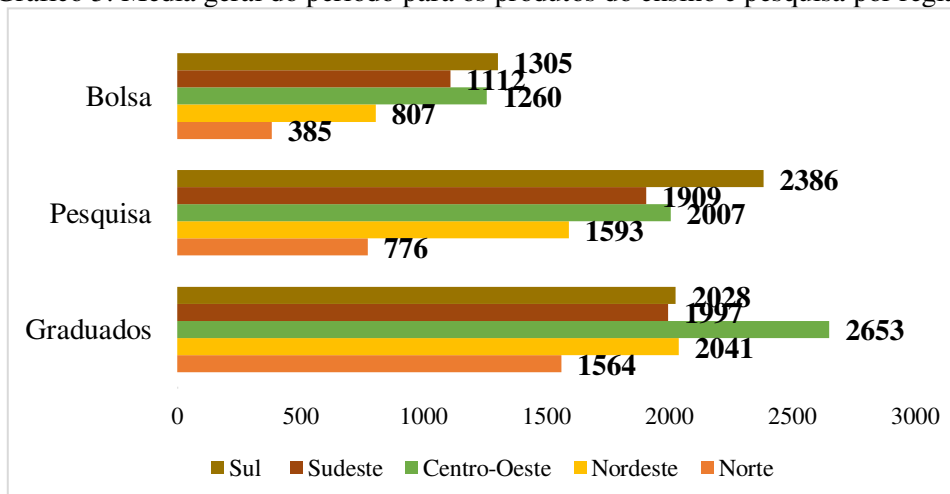
Gráfico 2: Média anual dos produtos das IES no período de 2013 a 2018.



Fonte: elaborado pela autora.

A fim de caracterizar as universidades por regiões, no Gráfico 3, mostram-se as médias gerais do referido período dos principais produtos do ensino e pesquisa nas universidades federais. Conforme esperado, essa produção reflete as diferenças socioeconômicas das regiões. Contudo o que chama atenção nos dados é que, no âmbito do ensino, pesquisa e extensão a grande diferença da produção acadêmica das regiões na média está na pesquisa (medida por publicações de artigos em jornais, revistas e periódicos, livros e capítulos de livros). Observou-se que a região Sudeste (que apresentou maior desempenho na variável pesquisa) produz três vezes mais em pesquisa do que a região Norte (que apresentou o menor desempenho). No tocante às bolsas de pesquisa da CAPES, a região Sudeste possui três vezes mais bolsas do que a região Norte.

Gráfico 3: Média geral do período para os produtos do ensino e pesquisa por região.



Fonte: elaborado pela autora.

A diferença da produção da pesquisa entre as regiões já é esperada e discutida pela literatura (BRITO e GUIMARÃES, 2017; VIEIRA, 2017; DINIZ e VIEIRA, 2015).

Universidades da região Norte possuem, em média, 30 anos de existência. E universidades da região Sudeste possuem, em média, 70 anos de existência. É esperado que a pesquisa seja mais desenvolvida nas IES que possuem mais tempo de existência, uma vez que a pesquisa leva tempo e investimento para poder amadurecer e se consolidar.

O que esses dados colocam em evidência é a importância da pesquisa brasileira dentro das universidades para que essas possam alcançar melhores performances. Esse é um dado interessante para gestores, uma vez que se pode concluir que existe a necessidade de políticas de investimento, estímulo e fomento à pesquisa e pós-graduação para as universidades da região Norte.

De forma geral as estatísticas descritivas evidenciaram a grande heterogeneidade entre as universidades, o alto custo corrente por aluno nessa etapa de ensino, o aumento da produção da pesquisa universitária nos últimos anos da pesquisa, e as assimetrias em termos do setor de pesquisa entre as regiões.

5.2 Análise Fatorial: Índice de Produtividades das Universidades Federais Brasileiras- IPUFB

Conforme descrito anteriormente, na primeira etapa desta pesquisa foi elaborado um índice para as IES, denominado de Índice de Produtividade das Universidade Federais Brasileiras (IPUFB), a partir da metodologia de análise fatorial, empregando o método de componentes principais. O índice foi formado pelas seis variáveis (descritas no quadro 1) que representam os aspectos do ensino, pesquisa e extensão, em termos quantitativos e qualitativos para o período de 2013 a 2018, objetivando a mensuração da produção acadêmica das universidades.

Segundo Filho *et al.* 2014, a primeira etapa é verificar a adequabilidade dos dados. Para isso, o primeiro passo consiste na análise da matriz de correlação dos dados uma vez que para que análise fatorial seja consistente, faz-se necessário que as variáveis sejam correlacionadas. Assim, os trabalhos mostram que a matriz de correlação deve ter a maioria dos coeficientes com valores acima de 0,3, sendo que quanto maior o coeficiente de correlação melhor para a análise (FILHO *et al.* 2014; HAIR *et al.* 2009). A partir da análise da Tabela 2, observa-se que a grande maioria das variáveis apresentaram coeficientes maiores que 0,3, comprovando a existência de correlação entre os dados.

Tabela 2: Matriz de correlações.

	EXTENSÃO	CAPE	TESEDISSERT	ENADE	GRADUADOS	PESQUISA
EXTENSÃO	1	0,339*	0,411*	0,184*	0,290*	0,368*
CAPE	0,339*	1	0,650*	0,412*	0,478*	0,622*
TESEDISSERT	0,411*	0,650*	1	0,358*	0,794*	0,934*
ENADE	0,184*	0,412*	0,358*	1	0,271*	0,341*
GRADUADOS	0,290*	0,478*	0,794*	0,271*	1	0,775*
PESQUISAS	0,368*	0,622*	0,934*	0,341*	0,775*	1

Fonte: elaborado pela autora.

Nota: significativo *1%, **5%, ***10%, NS não significativo.

A segunda etapa consiste nas estatísticas de adequação dos dados e verificação da viabilidade da análise através do teste de esfericidade de *Bartlett* e do teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO). A Tabela 3 mostra que o teste de KMO foi superior a 0,5 para todas as variáveis, apresentando um indicador geral de 0,8234. O BTS foi significativo (p -valor<0,000) implicando na rejeição da hipótese nula. Em resumo, ambas as estatísticas de adequação dos dados mostraram a viabilidade da análise fatorial.

Tabela 3: Estatísticas de adequação dos dados.

Variável	KMO
Extensão	0,9262
CAPE	0,9056
ENADE	0,8750
Pesquisa	0,7687
TeseDissertação	0,7412
Graduados	0,9264
Geral	0,8234
BTS (chi ²)	1440,415
P-valor	0,000

Fonte: elaborado pela autora.

Após os procedimentos de verificação de adequação da amostra, foi feita a extração pela técnica de análise de componentes principais. Na Tabela 4, apresenta-se o resultado da extração: as raízes características de cada fator utilizado, a porcentagem da variância explicada e a porcentagem da variância cumulativa. Segundo Maia e Silva (2008), apesar de existir alguns parâmetros para se determinar o número de fatores a serem extraídos (como o critério da raiz latente, em que apenas fatores que tem raízes latentes ou autovalores maiores que um serão utilizados), não existe um critério obrigatório e universal sendo que essa é uma escolha do pesquisador. Assim, na presente pesquisa, não se optou por utilizar o critério da raiz unitária, porque o primeiro fator explica apenas 60% da variância dos dados. Nesse sentido, foram

utilizados os 6 fatores, porque eles possuem uma porcentagem cumulativa de 100%, explicando toda a variância contida na base de dados.

Tabela 4: Variância Total Explicada.

Fator	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamento ao quadrado		
	Raiz Característica	% de variância explicada pelo fator.	% Cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	3,557	59,287	59,287	3,557	59,287	59,287	1,886	31,428	31,428
2	0,858	14,296	73,583	0,857	14,296	73,583	1,049	17,482	48,910
3	0,803	13,383	86,967	0,803	13,383	86,967	1,044	17,399	66,308
4	0,485	8,086	95,052	0,485	8,086	95,052	1,037	17,276	83,584
5	0,234	3,897	98,949	0,234	3,897	98,949	0,921	15,344	98,929
6	0,063	1,051	100,00	0,063	1,051	100,00	0,064	1,071	100,00

Fonte: elaborado pela autora.

Após a extração dos fatores pela técnica de componentes principais, foi realizada a rotação dos fatores pela rotação ortogonal Varimax com Normalização de Kaiser. A finalidade desse procedimento é melhorar a interpretação dos dados (MAIA E SILVA, 2008). Na Tabela 5 apresentam-se as cargas fatoriais. De acordo com Marques, Pereira e Alves (2010) as cargas fatoriais evidenciam as correlações de cada fator com cada variável. Assim a variável Extensão é explicada, principalmente pelo fator 2 (0,972). A variável “CAPES” é explicada, majoritariamente pelo fator 4 (0,899). Já a variável “TeseDissertações”, pelo fator 1 (0,833), e assim sucessivamente, conforme consta na Tabela 5. Para melhor visualização dos resultados, as cargas fatoriais que estão mais associadas com cada fator estão em negrito.

Observa-se que o fator 1 (que explica a maior porcentagem da variância dos dados) atribuiu maior peso para as variáveis ligadas aos produtos do setor de pesquisa das universidades (quantidade de teses e dissertações e o somatório dos artigos e livros publicados). O Fator 2 atribuiu maior peso a variável que representa as ações de extensão nas universidades. E os fatores 3 e 4, as variáveis ligadas a qualidade, sendo elas a nota ENADE e nota CAPES da pós-graduação, respectivamente. Através deste resultado fica evidente a importância e o peso que as variáveis ligadas à pesquisa possuem para aumentar e melhorar a produtividade das universidades federais.

Tabela 5: Matriz Fatorial com Rotação Varimax.

Variáveis/Fatores	1	2	3	4	5	6
Extensão	0,168	0,972	0,069	0,124	0,083	0,004
CAPES	0,327	0,150	0,203	0,899	0,147	0,005
TeseDissert	0,833	0,200	0,156	0,296	0,334	0,204
ENADE	0,141	0,069	0,971	0,164	0,077	0,003
Graduados	0,514	0,110	0,102	0,168	0,828	0,004
Pesquisa	0,879	0,157	0,144	0,265	0,299	-0,150
% da variância	59,28	14,29	13,38	8,08	3,89	1,05

Fonte: elaborado pela autora.

Finalmente, após todo o processo de construção do índice, na Tabela 6, constam as estatísticas descritivas para cada ano, com a média, mínimo e máximo. A média geral, para todo o período analisado, foi de 0,3565; com mínimo de 0,1807 (índice da UFS em 2014) e máximo de 0,7585 (índice da UFRJ em 2018). Observando-se que, ao longo do tempo, o IPUFB evidencia que a produtividade das universidades federais brasileiras foi quase que constante na média. As pequenas variações ocorridas no índice indicam que houve uma melhora na produtividade média das universidades federais ao final do período analisado. Contudo, sendo a variação do índice um intervalo entre 0 (mínima produtividade) e 1 (máxima produtividade), observa-se que suas médias foram baixas. Para justificar tal fato, faz-se necessário recorrer à literatura.

O índice construído apresenta uma série de dimensões das universidades dentro dos três pilares de ensino, pesquisa e extensão. Segundo Hare e Wyatt (1992), para a perspectiva de análise e implementação de políticas, uma das grandes questões a se considerar é se as universidades são consideradas iguais, homogêneas, exibindo um mesmo perfil em termos dos seus pilares de ensino, pesquisa e extensão; ou se as universidades são diferentes, heterogêneas e se especializam de alguma forma dentro desses pilares.

Para Hare e Wyatt (1992), as universidades se especializam nas atividades em que são melhores dentro do âmbito da pesquisa e do ensino. Assim, eles apresentam um modelo para explicar essa especialização, classificando as universidades de três formas: IES especializadas em pesquisa, IES especializadas em ensino, e IES que são fortes em pesquisa e em ensino. Para cada tipo de especialização haveria um ponto ótimo a se alcançar de forma a maximizar seu produto sujeito a restrições.

Através do estudo de Hare e Wyatt (1992), é possível explicar o baixo nível alcançado pelas IES na mensuração do Índice de Produtividade proposto. O índice é um valor representativo dos produtos gerados pelas universidades no âmbito do ensino, pesquisa e extensão. Assim, considerando que as universidades apresentam diferentes perfis e são

heterogêneas, de forma que existem universidades que são melhores em pesquisa, outras são melhores em ensino e outras melhores em extensão, muito dificilmente uma universidade será boa em todos os aspectos contemplados pelo índice. Dito de outra forma, as universidades se especializam nas atividades em que são mais fortes, assim produzem mais e geram mais resultados naquela atividade em que ela é mais forte. Tal fato explica o porquê de as médias de produtividade apresentadas do índice serem baixas, bem como o porquê do maior valor apresentado para o índice ser 0,7585, um pouco distante da máxima produtividade possível de 1.

Tabela 6: Estatísticas descritivas do IPUFB para o período analisado.

Índice	Média	Mínimo	Máximo
2013	0,3538	0,2279	0,7254
2014	0,3485	0,1807	0,6642
2015	0,3536	0,2070	0,6630
2016	0,3463	0,2076	0,6534
2017	0,3613	0,1975	0,6827
2018	0,3755	0,1998	0,7585
Geral	0,3565	0,1807	0,7585

Fonte: elaborado pela autora.

Na Tabela 7, apresentam-se as médias regionais de produtividade para cada ano do período analisado. Observa-se que, apesar de haver na média diferenças entre as regiões, elas não são muito discrepantes, e de forma geral em média todas as regiões estão em um nível baixo de qualidade. Contudo, cabe ressaltar que as regiões Norte e Nordeste apresentaram as menores médias. Resultado similar foi encontrado por Bernardo (2019) na aferição de um índice para a qualidade da educação básica dos municípios brasileiros, sendo que os menores índices foram encontrados em municípios da região Norte e Nordeste, pondo em evidência o contraste entre as regiões já conhecido e mostrando a existência de barreiras que dificultam o desenvolvimento educacional.

Segundo Brito e Guimarães (2017), a razão dos índices educacionais persistirem baixos nessas regiões se dá devido às formulações de políticas educacionais que desconsideram a diversidade das regiões brasileiras, além de desconsiderar o processo histórico de desenvolvimento socioeconômico dessas regiões, que ocorreu de forma desigual com o resto do país. As regiões Norte e Nordeste apresentam os piores níveis de renda e pobreza, de forma que essas desigualdades econômicas e sociais não foram corrigidas pelo Estado, culminando em desigualdades educacionais, que se manifestam ainda mais no ensino superior

(principalmente no tocante ao seu acesso). Assim, o Estado tem um papel preponderante para correção dessa situação através de políticas públicas que levem em conta as especificidades das regiões, valorizando a diversidade e promovendo o desenvolvimento regional, e como consequência, o desenvolvimento educacional.

Partindo dessa perspectiva de análise, Lobão e Silva (2018) também contribuíram para a análise de indicadores educacionais ao identificarem padrões espaciais de desenvolvimento educacional nos municípios da Amazônia Brasileira, observando a existência de um padrão espacial entre variáveis socioeconômicas e desenvolvimento da educação. Variáveis como: porcentagem de pobres, taxa de trabalho infantil e taxa de analfabetismo pioraram os índices e qualidade do desenvolvimento da educação em toda a Região Norte. Assim, segundo eles, a melhoria dos índices educacionais na região estaria ligada às melhorias nas taxas de pobreza, analfabetismo e trabalho infantil.

Observa-se que existe uma retroalimentação entre desenvolvimento econômico regional e desenvolvimento educacional. A promoção do desenvolvimento regional culmina em desenvolvimento educacional. Assim como, o estímulo ao desenvolvimento educacional proporciona o desenvolvimento regional. São dois pontos que devem ser levados em consideração na formulação de políticas educacionais e políticas sociais, principalmente para as regiões Norte e Nordeste.

Tabela 7: Média do IPUFB por Região e ano.

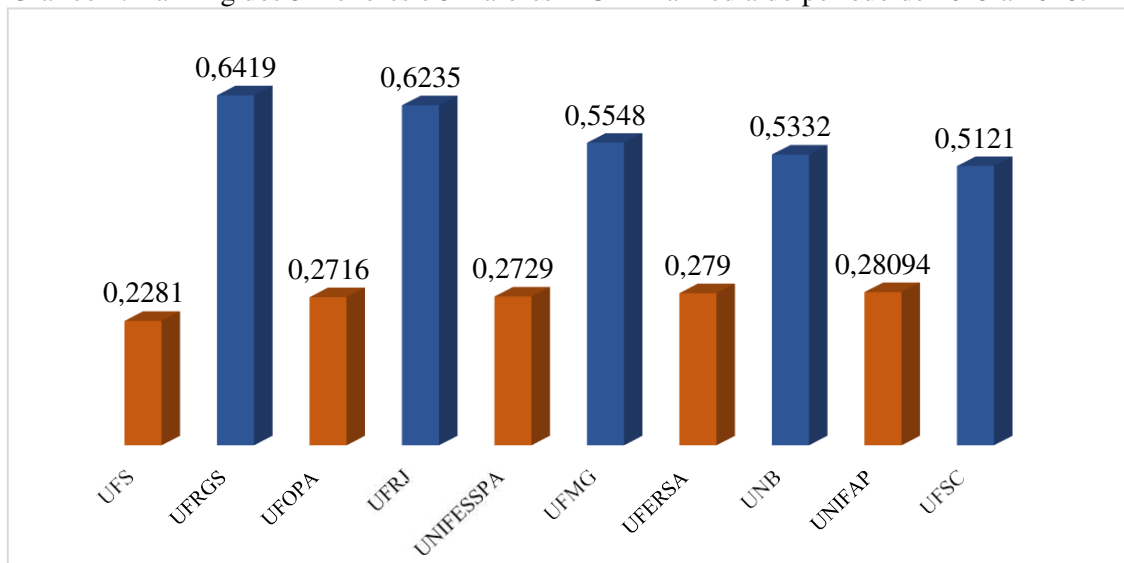
Ano/Região	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
2013	0,2931 (0,023)	0,3429 (0,083)	0,3718 (0,077)	0,3775 (0,116)	0,3778 (0,080)
2014	0,2891 (0,018)	0,3375 (0,094)	0,3678 (0,084)	0,3640 (0,106)	0,3866 (0,113)
2015	0,2919 (0,033)	0,3478 (0,074)	0,3814 (0,076)	0,3653 (0,108)	0,3881 (0,115)
2016	0,2780 (0,024)	0,3351 (0,091)	0,3818 (0,087)	0,3610 (0,103)	0,3868 (0,119)
2017	0,2913 (0,024)	0,3380 (0,088)	0,3941 (0,076)	0,3893 (0,108)	0,3988 (0,120)
2018	0,3139 (0,022)	0,3564 (0,096)	0,4133 (0,082)	0,3988 (0,117)	0,4044 (0,130)

Fonte: elaborado pela autora.

Nota: os valores entre parênteses representam os desvios padrões regionais.

No Gráfico 4, mostra-se o ranking dos 5 maiores e menores índices de produtividade na média do período de 2013 e 2018 por universidade.

Gráfico 4: Ranking dos 5 menores e 5 maiores IPUFB na média do período de 2013 a 2018.



Fonte: elaborado pela autora.

O gráfico 4 mostra que as universidades com maiores IPUFB são UFRGS, UFRJ, UFMG, UNB e UFSC. E as universidades com os menores IPUFB são UFS, UFOPA, UNIFESSPA, UFRSA e UNIFAP. Cabe ressaltar que os menores índices considerando todo o período são: UFS em 2014, 2017 e 2018 (0,1807; 0,1975; e 0,1998 respectivamente). Os maiores considerando todo o período são: UFRGS em 2018 (0,6981), UFRJ em 2013 e 2018 (com respectivamente 0,7254 e 0,7585).

5.3 Análise econométrica: Fronteira Estocástica Battersse e Coelli (1995)

A análise econométrica, realizada por meio da estimação de um painel balanceado nos anos de 2013 a 2018, usando a metodologia de fronteira estocástica, modelo de Battersse e Coelli (1995), permitiu não só o cálculo dos escores de eficiência, mas também a análise da contribuição de cada variável para explicar a eficiência das universidades federais brasileiras tendo como produto o Índice de Produtividade das Universidades Federais Brasileiras (IPUFB), e, posteriormente, em uma segunda etapa, a influência de variáveis socioeconômicas e ambientais sobre a ineficiência atendendo aos objetivos da pesquisa. A análise em painel torna-se interessante uma vez que é possível não só medir a eficiência das unidades, como também acompanhar sua mudança no tempo. Seguindo o trabalho de Johnes (2014), optou-se por um modelo estático e sem defasagens, uma vez que, segundo Emrouznejad e Thanassoulis (2005),

não existe um critério claro e adequado sobre o procedimento de defasagem para essa abordagem.

Num primeiro momento, foram realizados testes de razão de verossimilhança (LR), de forma a se verificar a viabilidade da análise. A partir de um teste de hipóteses, duas hipóteses nulas foram testadas. A primeira relativa à escolha funcional do modelo, em que foram comparadas duas formas funcionais: a *Cobb-Douglas* (mais restrita) e a *Translog* (mais flexível). Nesse teste, tem-se como hipótese nula que a função *Cobb-Douglas* é a mais apropriada para representar os dados. Observou-se que essa hipótese foi rejeitada, uma vez que o valor de LR foi maior que o valor crítico. Dessa forma, a função *Translog* é a mais adequada para representar os dados.

O segundo teste diz respeito à presença de ineficiência no modelo. A hipótese nula ($H_0: \gamma = 0$) é que não existe ineficiência nas universidades. Nesse teste, a hipótese nula também foi rejeitada, uma vez que o valor de LR foi maior que o valor crítico, indicando que existe ineficiência técnica nas universidades e portanto, é correto usar o modelo de Fronteira Estocástica.

Tabela 8: Testes de razão de verossimilhança generalizada (LR) de hipóteses nulas.

Hipóteses	LR value	Valor crítico	Decisão
$\beta_{ij} = 0,1,2,3$ (<i>Cobb Douglas function</i>)	217,8	12,59	Rejeitar H_0
$\gamma = 0$ no inefficiency effects	50,4	10,37	Rejeitar H_0

Fonte: elaborado pela autora.

Após a verificação da adequabilidade do modelo, foram realizadas as análises da contribuição de cada variável para explicar a eficiência das universidades federais brasileiras, tendo como produto, o Índice de Produtividade das Universidades Federais Brasileiras (IPUFB). Assim, na Tabela 9, apresentam-se os resultados da estimação.

As variáveis (ln) TÉCNICOS (que indica o logaritmo do número de técnicos por IES) e (ln) PROF/ALUNO (que indica o logaritmo da proporção de professor por aluno) são variáveis representativas do insumo capital humano e visam analisar os recursos humanos usados no processo produtivo das universidades, conforme indica a literatura (JOHNES, 2014; FIEGER, VILLANA E COOKSEY (2016); ZOGBHI, MATTOS E ROCHA (2013); BARRA, LAGRAVINESE E ZOTTI (2017)). Em especial, a variável (ln) TÉCNICOS foi incluída no modelo com intuito de analisar aspectos da administração das universidades que dão suporte às atividades acadêmicas. Assim, ela representa um insumo administrativo, seguindo os trabalhos

de Johnes (2014) e Barra, Lagravinese, e Zotti (2017). Os resultados mostraram que ambas as variáveis não foram significativas de forma que não influenciaram a eficiência no respectivo período. No entanto, isso não quer dizer que tais variáveis não são importantes no processo produtivo das universidades.

Segundo Waltenberg (2006), a teoria econômica da oferta de educação mostra que existe uma predominância de coeficientes não significativos para o insumo que indica a razão professor-aluno. Isso mostra que o resultado aferido neste estudo está de acordo com a teoria da economia da educação. O mesmo autor aponta que se este insumo não foi importante na determinação do resultado, então não seria proveitoso, por exemplo, reduzir a razão entre número de alunos e número de professores para alcançar melhores resultados, mas sim procurar por formas alternativas de melhorar e aumentar a eficiência das IES. Resultado similar foi encontrado por Zoghbi, Rocha e Mattos (2013), na qual o insumo professor por aluno afetou negativamente a eficiência das universidades, tendo como produto a nota ENADE.

As variáveis (\ln) CCP (que indica o logaritmo do custo corrente por aluno deflacionado com base no Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), para o ano de 2018) e (\ln) BOLSA (que indica o logaritmo do quantitativo de bolsas de pós de graduação CAPES para as IES) são representativas dos insumos financeiros destinados às universidades e tiveram impacto significativo na eficiência. O sinal positivo evidencia que ambas as variáveis contribuem para aumentar a eficiência das IES.

Cabe salientar que a variável BOLSA é interpretada como uma proxy para a pesquisa dentro das universidades. Seu impacto positivo na eficiência põe em evidência a importância da pesquisa para que se alcance patamares de maior eficiência. Resultados similares foram encontrados por Sav (2012), ao medir os efeitos de bolsas de mestrado sobre a eficiência.

A literatura mostra que o sinal da variável “CCP- CUSTO CORRENTE POR ALUNO” pode ser controverso. Para Hanushek (1979), não há uma relação direta entre gastos com educação e desempenho acadêmico dos alunos. Em seus estudos, o insumo “custo por aluno” foi estatisticamente não significativo. Contudo, não existe consenso na literatura sobre a relação entre insumos monetários e o produto do sistema educativo; assim, o sinal e significância dessa variável podem mudar em diferentes estudos (WALTENBERG, 2006). No presente trabalho, o sinal dessa variável foi positivo, tendo efeito positivo no índice de produtividade, sendo importante para explicar a eficiência das universidades federais.

Cabe salientar que há uma ausência de um sistema integrado de apuração dos custos nas universidades federais, dificultando obtenção de informações para gestão eficiente dos recursos

e também para fins de pesquisa. As duas principais metodologias de apuração de custos para as universidades são feitas pelo MEC e TCU. Além disso, existem os relatórios de desempenho, publicados anualmente, que apresentam diversos indicadores, entre eles o “CCP- CUSTO CORRENTE POR ALUNO”. Contudo, o custo-aluno, que é composto pelos custos de ensino, pesquisa e extensão pelo número de alunos da graduação e pós-graduação, é alvo de críticas, pois não considera particularidades das instituições de ensino, não incluem despesas de capital nas fórmulas e não separa as atividades de ensino, pesquisa e extensão (SANTOS e PEREIRA 2019).

Na segunda etapa desta análise, estão as variáveis socioeconômicas e ambientais, que podem influenciar sobre a ineficiência da produção nas universidades federais. Segundo Battese e Coelli (1995), nesta etapa, os valores negativos dos coeficientes representam diminuição da ineficiência técnica, logo aumentam a eficiência técnica.

A variável Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD), que mede o grau de titulação do corpo docente, foi significativa com efeito positivo sobre a ineficiência, parecendo ser um contrassenso. Contudo, a Teoria da economia da educação evidencia que, ao contrário do esperado, o nível de formação e titulação dos professores não é um insumo de impacto relevante sobre o desempenho acadêmico de estudantes. Hanushek (2002) evidenciou que, em 86% das estimações, os coeficientes não são significativos e, em apenas 5% das estimações, essa variável mostra-se significativa, mas com sinal negativo. Portanto, o resultado da presente pesquisa está em consonância com o que diz a teoria. Esse resultado não indica que a qualidade e titulação dos professores não são importantes na determinação do desempenho acadêmico. Porém, ainda existe uma lacuna na teoria da economia da educação sobre a investigação de quais atributos poderiam fazer um professor ser bom, o que é chamado de efeito-mestre. (HANUSHEK, 2002).

Resultado similar foi encontrado por Costa, Souza, Ramos e Silva (2012) em que o IQCD também contribuiu para a ineficiência nas universidades em uma estimação pelo modelo DEA. O autor observou que este insumo não estava sendo utilizado em sua totalidade, indicando que as universidades possuem muitos professores qualificados, que não são utilizados em sua plenitude acadêmica. Assim, a subutilização de professores titulados (principalmente doutores) nas atividades acadêmicas pode ser uma hipótese para explicar o porquê de o IQCD contribuir para aumentar a ineficiência.

A análise da variável IDADE também mostrou ser um contrassenso. Ela foi significativa a 1% e apresentou sinal positivo, indicando que universidades mais antigas tendem a ser mais

ineficientes que as universidades mais novas. Segundo Barra, Lagravinese e Zotti (2017), a idade da universidade pode ser uma proxy para tradição, dessa forma, IES com mais tradição possuem uma reputação melhor, o que poderia afetar positivamente a eficiência. Porém, em outra perspectiva, universidades mais novas não possuem tradição, mas possuem estruturas mais flexíveis e modernas podendo contribuir de forma positiva para a eficiência, explicando assim os resultados apresentados. Castano e Cabanda (2017) e Santos, Campillo e Fernández (2015) chegaram a resultados similares em que universidades mais antigas tendem a ser menos eficientes que as novas.

Ligado à IDADE, a variável PORTE (uma proxy utilizada para representar o tamanho da IES, levando em conta o número de cursos de graduação ofertados) também apresentou um resultado inesperado. O coeficiente foi significativo a 1% e positivo (com uma magnitude pequena), mostrando que universidades maiores tendem a contribuir positivamente para a ineficiência. Sav (2012) apresentou uma explicação para esse resultado ao afirmar que o aumento em matrículas reduz a taxa de graduação, assim, universidades menores tendem a ter turmas menores, possibilitando uma educação mais individualizada e um maior sucesso acadêmico em termos das taxas de ingressantes e egressos.

A variável GÊNERO, que representa o percentual de docentes mulheres nas universidades federais, foi significativa a 1% e apresentou sinal negativo contribuindo para reduzir a ineficiência. Ou seja, o fato do docente ser do sexo feminino contribui para reduzir a ineficiência. Analisando a participação de estudantes do sexo feminino, Barra, Lagravinese e Zotti (2017) observaram que, quanto maior a porcentagem de estudantes do sexo feminino, maior é a eficiência da universidade. Santos, Campillo e Fernández (2015) também concluíram que a porcentagem de mulheres sobre o total de professores afeta, positiva e significativamente, a eficiência.

Sav (2012) salienta que a discussão sobre gênero e eficiência no ensino superior ainda não foi abordada profundamente pela literatura, sendo que os dois assuntos podem parecer um tanto desconexos. No entanto, evidências empíricas permitem analisar efeitos da participação feminina no ensino superior. Em seu estudo, ele observou que a expansão da proporção de empregos femininos em cargos efetivos e não efetivos, dentro das universidades, aumenta a eficiência dessas.

A variável TSG (Taxa de Sucesso na Graduação), que indica a razão entre número de diplomados e o número de ingressantes, ajustada pelo ano de ingresso e tempo de permanência na universidade, não foi significativa, não contribuindo para explicar a ineficiência. Tal

resultado não era esperado uma vez que a literatura mostra que essa variável é importante para explicar a eficiência/ineficiência nas universidades. Na literatura nacional, no trabalho de Letti (2019), a taxa de sucesso da graduação também foi utilizada para explicar a ineficiência, porém, apresentou sinal positivo, contribuindo para diminuir a ineficiência.

Em relação à análise regional, o fato da universidade se localizar nas regiões NORTE e CENTRO-OESTE não influenciam na eficiência produtiva. Em contraposição, o fato da universidade se localizar no NORDESTE contribui para aumentar a ineficiência. E o fato da universidade se localizar na região SUL do país contribui para diminuir a ineficiência e aumentar a eficiência. Tal resultado, mais uma vez, indica que economias mais desenvolvidas possuem melhores indicadores educacionais e, como consequência, melhores padrões de eficiência.

Tabela 9: Resultados da estimação do modelo Batesse e Coelli 1995 para o período de 2013 a 2018.

	Variáveis	Coefficientes
Insumos X	(ln) TÉCNICOS	30,11 ^{NS}
	(ln) PROFALUNO	19,85 ^{NS}
	(ln) CCP	32,64**
	(ln) BOLSA	46,27*
	(ln) TÉCNICOS*(ln) PROFALUNO	-1,235 ^{NS}
	(ln) TÉCNICOS*(ln) CCP	3,339 ^{NS}
	(ln) TÉCNICOS*(ln) BOLSA	1,300 ^{NS}
	(ln) PROFALUNO*(ln)CCP	-6,307 ^{NS}
	(ln)PROFALUNO*(ln)BOLSA	8,845**
	(ln)CCP*(ln)BOLSA	5,922***
	(Ln)TÉCNICOS ²	1,770 ^{NS}
	(ln)PROFALUNO ²	-3,927*
	(ln)CCP ²	-5,157*
	(ln)BOLSA ²	0,819 ^{NS}
	Constante	88,83 ^{NS}
Ineficiência z	PORTE	0,0496*
	GÊNERO	-0,2162*
	TSG	-0,0385 ^{NS}
	IQCD	8,2889*
	NOR	-16,611 ^{NS}
	ND	1,6664**
	CE	1,0218 ^{NS}
	SUL	-0,3856***
	IDADE	0,0433*
Constante	-30,7639*	
Constante UM	31,6766*	
Constante Vsigma	2,6693*	
E(sigma_u)	0,1040**	
Sigma_v	0,0789**	

Fonte: elaborado pela autora.

Nota: significativo *1%, **5%, ***10%, NS não significativo.

Após a análise da contribuição de cada variável para explicar a eficiência das universidades federais brasileiras e análise da influência de variáveis socioeconômicas e ambientais sobre a ineficiência, foram calculados os escores de eficiência para cada IES durante os anos de 2013 a 2018. Por meio da estimação de um painel, foi possível verificar o comportamento da eficiência no tempo. Dessa forma, na Tabela 10, são compilados os principais resultados para as eficiências médias de cada ano. De forma geral, observa-se que a média de eficiência foi constante ao longo do período analisado, com um leve decréscimo no período final. Esse é um resultado interessante que indica que as IES brasileiras possuem uma certa estabilidade na eficiência dos processos de sua produção acadêmica no âmbito do ensino, pesquisa e extensão. A média geral de eficiência foi 0,6634 com máximo de 0,9111 para a UFRJ em 2018, e mínimo de 0,5144 para UFS, também em 2018.

As médias anuais mostram que, no ano de 2013, a eficiência média foi de 0,6643 e cerca de 60% das universidades ficaram abaixo da média. Em 2015, a eficiência média anual foi de 0,6642 e cerca de 56,66% ficaram abaixo da média. Em 2016, a eficiência anual foi de 0,6620 e cerca de 61,33% das IES ficaram abaixo desse valor. Por fim, em 2018, a eficiência média anual por IES foi de 0,6607 e 56,66% das universidades ficaram abaixo da média.

Ao analisar os dados, observa-se que não houve uma ampla variação nos escores de eficiência das universidades federais brasileiras. Os resultados indicaram uma certa homogeneidade no tocante à eficiência técnica, com algumas universidades fugindo da média, tanto para cima quanto para baixo. A grande maioria das IES apresentou um comportamento mediano, sendo que o menor valor de eficiência foi de 0,5144, concluindo que não há grandes discrepâncias entre as IES. O desvio padrão para todos os anos foi pequeno, evidenciando que os dados tendem a ser próximos do valor médio de eficiência.

Resultado similar foi encontrado por Letti (2019), em que o autor evidenciou a partir da estimação dos modelos de fronteira estocástica de Battese e Coelli (1992, 1995) que a eficiência média para o período de 2010 a 2016 foi de 0,803. Além do alto valor médio de eficiência, a variância também foi pequena.

Contudo, nenhuma universidade alcançou o valor de máxima eficiência (1), o que seria o mesmo que dizer que não há nenhuma universidade 100% eficiente, o que pode ser um ponto de questionamento. Porém, a explicação de tal resultado é similar à conclusão de o porquê do baixo nível alcançado pelas IES na mensuração do índice de produtividade das universidades brasileiras.

Para explicar tal resultado, levantou-se a hipótese de que o índice (IPUFB), usado como o produto da fronteira estocástica, possui uma série de dimensões das universidades dentro dos três pilares de ensino, pesquisa e extensão. As universidades, por sua vez, se especializam nas atividades em que são mais fortes, assim produzirão mais e gerarão mais resultados naquela atividade em que elas são mais fortes. Dessa forma, muito dificilmente uma universidade será ótima em todos os aspectos contemplados pelo índice, o que explica o fato de nenhuma universidade ter chegado ao resultado 100% eficiente. Além disso, esse resultado comprova existir ineficiências nas IES, e abre espaço para que melhorias sejam estudadas e realizadas em seus processos produtivos a fim de alcançar uma performance melhor e um melhor padrão de desempenho.

Resultado similar foi encontrado por Belloni (2000) em que foi observado que as universidades possuem diferentes projetos acadêmicos em termos do ensino, pesquisa e extensão, o que revela que essas atividades possuem importâncias diferentes em cada universidade.

Durham (1998) observa que nem as universidades melhores podem desempenhar tantas funções e atender tantas demandas diversificadas e algumas vezes conflitantes. Pode ser que uma universidade, voltada para a pesquisa de ponta, não seja tão boa em ensino de qualidade. Assim, uma vertente de estudo (DEMO, 1990; MOSQUERA, 2006) aponta que a pesquisa seria a principal atividade da universidade, sendo que todas as IES deveriam buscar essa atividade como sua finalidade principal, existindo apenas um único modelo: o da universidade de pesquisa. Já para outra vertente (HARE e WYATT, 1992; DURHAM, 1998), a busca pela excelência em pesquisa por todas as universidades brasileiras seria algo irreal, devido ao alto custo de investimento e, além disso, nem todas as IES possuem potencial para pesquisa. Assim, para essa vertente, as universidades devem se especializar nas atividades que possuem vocação e vantagens locais e regionais havendo uma diversificação institucional.

Tabela 10: Estatísticas descritivas da Eficiência Técnica para o período analisado.

Eficiência Técnica	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
2013	0,6643	0,5762	0,8422	0,0615
2014	0,6675	0,5375	0,8242	0,0654
2015	0,6642	0,5479	0,8727	0,0680
2016	0,6620	0,5510	0,8730	0,0665
2017	0,6615	0,5392	0,8765	0,0658
2018	0,6607	0,5144	0,9111	0,0699
Geral	0,6634	0,5144	0,9111	0,0663

Fonte: elaborado pela autora.

Na Tabela 11, compila-se a média anual e geral por área geográfica. De forma geral, observa-se que as médias são próximas umas das outras, existindo uma tendência à homogeneidade. Cabe destacar que há estagnação técnica no período analisado e até piora para o Nordeste, Centro-Oeste e Sul. No tocante ao comparativo por região, a eficiência média mais baixa foi de 61,50%, em 2018, na região Norte. A eficiência média, por região, mais alta foi de 69,44%, para a região Centro-Oeste, em 2014. A diferença apresentada entre os dois valores é de apenas 7,94 pontos percentuais, um valor bem pequeno, quando se leva em consideração o processo histórico de desenvolvimento socioeconômico dessas regiões que ocorreu de forma bem desigual com o resto do país.

Esse resultado pode ser um reflexo da nova reorganização geográfica das universidades federais que ocorreu nos últimos 20 anos. Houve um fomento por parte do governo incentivando uma desconcentração espacial geográfica do ensino superior, em favor das regiões Norte e Nordeste, gerando o fortalecimento das IES nessas regiões. Vieira (2017) aponta que essa desconcentração gerou diminuição das assimetrias inter-regionais e interestaduais, criando condições favoráveis para o desenvolvimento regional resultante das externalidades geradas por essas IES. Com a desconcentração das atividades de ensino, pesquisa e extensão, novos polos de conhecimento surgiram, servindo de frente para reduzir as disparidades históricas do país, o que pode ser uma hipótese para explicar a tendência à homogeneidade da eficiência técnica das IES no período analisado e pequena amplitude das médias regionais.

Contudo, observa-se que as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentam as maiores médias regionais para todos os anos. Resultados similares foram encontrados por Letti (2019) Façanha e Marinho (2001) em análises realizadas por meio da metodologia de análise envoltória de dados para os anos de 2010-2016, 1995-1998 e 2017. Nesse sentido, Vieira (2017) aponta que embora tenha havido uma melhora nos últimos anos, ainda persistem desequilíbrios no ensino superior brasileiro, resultando em diferentes capacidades de ensino, pesquisa e extensão em termos de regiões.

Tabela 11: Média da Eficiência Técnica por Região e ano.

Ano/Região	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
2013	0,6215	0,6637	0,6840	0,6731	0,6814
2014	0,6192	0,6749	0,6944	0,6726	0,6810
2015	0,6169	0,6624	0,6885	0,6806	0,6711

2016	0,6153	0,6622	0,6744	0,6779	0,6721
2017	0,6162	0,6624	0,6780	0,6764	0,6691
2018	0,6150	0,6599	0,6803	0,6761	0,6689
Geral	0,6073	0,6642	0,6833	0,6761	0,6739

Fonte: elaborado pela autora.

Nas Tabelas 11 e 12, apresenta-se o ranking entre as 10 melhores universidades e as 10 piores, em termos de eficiência técnica para o período analisado. Nesse ponto, fica mais acentuada a diferença de desempenho entre as universidades de cada região. Nos anos de 2013, 2016, 2017 e 2018, 70% das melhores universidades, em termos de eficiência, foram das regiões Sul e Sudeste. Essa concentração tem origem histórica no processo de industrialização do mercado nacional, no qual as atividades produtivas se concentraram no eixo Sul-Sudeste (DINIZ e VIEIRA, 2015).

Além da localidade geográfica, o que a grande maioria das 10 melhores universidades têm em comum é serem de grande porte (ou seja, possuem mais de 80 cursos de graduação), possuem idade mais avançada, e apresentam uma alta produção em pesquisa (artigos em jornais, revistas, livros e capítulos de livros). As exceções são as universidades UFOPA, UFOB, UFCA em 2014; e UFLA e UFS em 2015. São universidades relativamente novas, quando comparadas às outras e de pequeno porte (menos de 80 cursos de graduação). Isso evidencia que universidades pequenas e mais novas podem não possuir a tradição das universidades mais antigas, porém, possuem estruturas mais flexíveis e modernas podendo contribuir para eficiência.

Em relação às universidades que apresentaram os piores desempenhos no referido período, observa-se que, em sua grande maioria, são das regiões Nordeste e Norte, de pequeno e médio porte. Além disso, observou-se que uma das grandes diferenças é que essas universidades possuem baixa produção acadêmica em termos da pesquisa (artigos em jornais, revistas, livros e capítulos de livros). Isso evidencia a importância do estímulo à pesquisa dentro das IES e a importância de o professor fazer pesquisa em sua área de atuação para que essas possam alcançar melhores patamares de eficiência. Nesse sentido, Souza e Callado (2019) observaram como o fortalecimento da pesquisa e da pós-graduação nas universidades repercutem na graduação (principalmente na nota ENADE), uma vez que os professores dos cursos de pós, em sua grande maioria, são os mesmos da graduação. Resultado similar foi encontrado por Belloni (2000), em que a autora observou com base em uma análise D E A que as possibilidades de melhoria da eficiência e da produção das IES estavam associadas ao fomento das atividades de pesquisa nas universidades.

Tabela 12: As 10 melhores universidades em Eficiência Técnica para o período analisado.(continua)

Ranking	2013		2014		2015	
	IES	ET	IES	ET	IES	ET
10°	UNIFESP	0,7347	UFOPA	0,8247	UFPA	0,7442
9°	UFPB	0,7390	UFOP	0,8144	UFLA	0,7465
8°	UFRN	0,7393	UFAL	0,7992	UFS	0,7494
7°	UFPR	0,7437	UFRB	0,7811	UFC	0,7540
6°	UFPE	0,7493	UFSCAR	0,7798	UFCSPA	0,7554
5°	UFF	0,7576	UFVJM	0,7665	UFGD	0,7666
4°	UFMG	0,7846	UFOB	0,7589	UNIVASF	0,7852
3°	UNB	0,7890	UFCA	0,7580	UFPR	0,7957
2°	UFRGS	0,7909	UFFS	0,7562	UFPEL	0,8098
1°	UFRJ	0,8422	UFMS	0,7532	UFRJ	0,8727

Ranking	2016		2017		2018	
	IES	ET	IES	ET	IES	ET
10°	UFPB	0,7471	UFPR	0,7344	UNB	0,7381
9°	UFPE	0,7547	UFPB	0,7414	UFPE	0,7395
8°	UFSC	0,7561	UFSC	0,7546	UFPR	0,7418
7°	UFSCAR	0,7577	UNIFESP	0,7564	UFRN	0,7470
6°	UNIFESP	0,7577	UFF	0,7618	UFF	0,7698
5°	UFF	0,7599	UFRN	0,7634	UFRGS	0,7719
4°	UFRN	0,7627	UFPE	0,7707	UFSC	0,7822
3°	UFMG	0,7888	UFRGS	0,7831	UFC	0,7882
2°	UFRGS	0,8058	UFMG	0,7926	UFMG	0,7899
1°	UFRJ	0,8730	UFRJ	0,8765	UFRJ	0,9111

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 13: 10 piores em Eficiência Técnica para o período analisado.

Ranking	2013		2014		2015	
	IES	ET	IES	ET	IES	ET
10°	UFS	0,5762	UFABC	0,6069	UFMT	0,5479
9°	UFOB	0,5840	UNIFESP	0,6068	UFJF	0,5697
8°	UFOPA	0,5982	UFPE	0,6043	UFOP	0,5875
7°	UNIRIO	0,5995	UNIRIO	0,6018	UFAC	0,5933
6°	UNIFAP	0,6037	UFPB	0,6017	UTFPR	0,5940
5°	UFAC	0,6051	UFF	0,5985	UFRGS	0,5986
4°	UFRR	0,6065	UFRGS	0,5956	UNIFESP	0,6003
3°	UFT	0,6066	UFPEL	0,5938	UFFS	0,6004
2°	UNIPAMPA	0,6073	UFS	0,5890	UFOB	0,6008
1°	UFVJM	0,6073	UFJF	0,5365	UFSJ	0,6009

Ranking	2016		2017		2018	
	IES	ET	IES	ET	IES	ET
10°	UFS	0,5510	UFS	0,5392	UFS	0,5144
9°	UFOPA	0,5813	UFOPA	0,5686	UFOPA	0,5452
8°	UFFS	0,5858	UFFS	0,5840	UFFS	0,5846
7°	UNIVASF	0,5891	UNIVASF	0,5901	UNIVASF	0,5875
6°	UNIFESSPA	0,5904	UNIFESSPA	0,5951	UNILA	0,5957
5°	UNIFAP	0,5931	UNIFAP	0,5976	UFAC	0,5964

4°	UNIPAMPA	0,5970	UNIPAMPA	0,5984	UNIFAL	0,5972
3°	UFSJ	0,5996	UFSJ	0,6036	UNIPAMPA	0,5980
2°	UFVJM	0,6036	UFRR	0,6038	UNIFAP	0,5989
1°	UFRR	0,6044	UFERSA	0,6052	UFRA	0,6025

Fonte: elaborado pela autora.

Na Tabela 14, apresenta-se o ranking das 10 universidades mais eficientes, em média, no período analisado. Entre as grandes universidades das capitais do Sul e Sudeste, emergem as grandes universidades do Nordeste. Isso também pode ser explicado pela nova configuração geográfica do ensino superior, em que houve a expansão da graduação e pós-graduação, priorizando as regiões Norte e Nordeste. Isso propiciou um ambiente favorável para o fortalecimento das IES dessas regiões, tanto em termos de número de universidades e matrículas, quanto em termos das atividades da pós-graduação e em quantidade de doutores e mestres. Além disso, o fortalecimento das universidades nessas regiões contribuiu para o desenvolvimento local, diminuindo desigualdades econômicas e sociais de suas regiões (DINIZ e VIEIRA, 2015).

Tabela 14: Ranking das 10 universidades mais eficientes na média do período.

Ranking	Universidade	Eficiência
1°	UFRJ	0,8303
2°	UFRGS	0,7977
3°	UFMG	0,7943
4°	UFPB	0,7632
5°	UNB	0,7566
6°	UFSC	0,7552
7°	UNIFESP	0,7541
8°	UFF	0,7523
9°	UFRN	0,7496
10°	UFC	0,7492

Fonte: elaborado pela autora.

A partir da análise econométrica, observou-se o comportamento de cada insumo em relação à eficiência dentro da fronteira estocástica educacional de produção. Assim, pode-se observar quais insumos contribuem positivamente para aumentar a eficiência e quais não contribuem tanto, o que pode ser útil para gestores. A análise dos escores de eficiência apontou um nível de eficiência mediano para as universidades federais brasileiras. Isso evidencia a presença de ineficiência nas IES e mostra a necessidade e importância de estudos avaliativos

como este para que se possa buscar uma maior excelência nas universidades e no ensino superior como um todo.

CONCLUSÕES

Tendo em perspectiva a atual conjuntura política econômica do Brasil, em que as políticas educacionais muitas vezes estão subordinadas a impactos de recessões, escassez de recursos, políticas de ajuste fiscal, troca de governos e vieses políticos, observa-se a crescente importância das ferramentas de avaliação econômica como um instrumento para direcionamento de ações, para a tomada de decisão e para racionalização da alocação dos recursos.

Assim, observa-se a análise de eficiência como uma ferramenta essencial para a gestão pública da educação na contemporaneidade, em especial a gestão das universidades federais brasileiras, alvo de tantas críticas durante os últimos anos. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar a eficiência das universidades federais brasileiras, no período de 2013 a 2018, bem como explicar esta eficiência, por meio de fatores socioeconômicos e ambientais.

Em um primeiro momento, foi construído um índice intertemporal chamado “Índice de Produtividade das Universidades Federais Brasileiras” (IPUFB), com os principais produtos das universidades no âmbito do ensino, pesquisa e extensão. Ao longo do tempo, o IPUFB evidencia que a produtividade das universidades federais brasileiras foi constante na média, havendo uma melhora na produtividade média ao final do período analisado. Em relação à análise regional, observou-se que, apesar de haver em média diferenças entre as regiões, elas não foram muito discrepantes porém há uma estagnação ao longo do período.

Em um segundo momento, para responder ao objetivo da pesquisa, foi estimada a Fronteira Estocástica (SFA), seguindo o modelo clássico da literatura de Batesse e Coelli (1995). Como produto da Fronteira Estocástica, foi utilizado o índice intertemporal (IPUFB), construído com os principais produtos advindos das IES. Observou-se que as variáveis “custo corrente por aluno” e “número de bolsas de pós-graduação por IES”, que representaram os insumos financeiros destinados às universidades, contribuíram para aumentar a eficiência. O impacto positivo na eficiência da variável representativa das bolsas de pesquisa, põe em evidência a importância da pesquisa para que se alcance patamares de maior eficiência.

Em relação à ineficiência, observou-se que as variáveis Índice de Qualificação do Corpo Docente, idade, porte tiveram efeito positivo para aumentar a ineficiência. Já a variável gênero, que representa o percentual de docentes mulheres nas universidades federais, apresentou sinal negativo, contribuindo para reduzir a ineficiência. Em relação às regiões, a variável Nordeste

contribuiu para aumentar a ineficiência, e a variável Sul contribuiu para diminuir a ineficiência. Em termos de políticas públicas, o fato do insumo que indica a razão professor-aluno não ter contribuído para a eficiência mostra que, ao contrário do esperado, nem sempre a contratação de mais professores irá contribuir para se alcançar melhores resultados.

Após os procedimentos econométricos, foram calculados os escores de eficiência para cada IES durante os anos de 2013 a 2018. De forma geral, observou-se que a média de eficiência foi constante ao longo do período analisado, com um leve decréscimo no período final. A média geral de eficiência foi 0,6634, indicando uma certa homogeneidade no tocante à eficiência técnica, com algumas universidades fugindo da média tanto para cima quanto para baixo, sendo que a grande maioria das IES apresentou um comportamento mediano. Esse resultado pode ser um reflexo da nova reorganização geográfica das universidades federais que ocorreu nos últimos 20 anos. Houve um fomento, por parte do governo, incentivando uma desconcentração espacial geográfica do ensino superior em favor das regiões Norte e Nordeste. Contudo, observa-se que as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentaram as maiores médias regionais e são a maioria das universidades com maiores escores de eficiência para todos os anos, evidenciando a hegemonia socioeconômica dessas regiões já esperadas e discutidas amplamente na literatura, comprovando existir um padrão regional de eficiência, embora esse tenha sido bem menor do que o esperado.

Assim, em termos de políticas públicas, coloca-se a necessidade de regionalização dos programas institucionais das universidades, de modo a promover o desenvolvimento regional como forma de mitigar essas disparidades socioeconômicas, e, em consequência, as disparidades educacionais das regiões. Sob essa perspectiva, leva-se em consideração os vários papéis desempenhados pelas IES, que vão muito além do ensino, pesquisa e extensão. As universidades federais brasileiras desempenham um importante papel social, além de serem promotoras de desenvolvimento regional, social, tecnológico e cultural. Para que isso aconteça, é essencial o reconhecimento do potencial da universidade federal brasileira como propulsora de crescimento e desenvolvimento econômico.

Assim, observa-se a necessidade de que as políticas educacionais para o ensino superior considerem a diversidade das regiões brasileiras e seu processo histórico de desenvolvimento socioeconômico com foco na valorização de suas especificidades e vocações regionais, para que se alcance o fortalecimento efetivo dessa etapa de ensino em termos nacionais e regionais. Considera-se que em termos políticos há a necessidade do diálogo entre políticas educacionais para o ensino superior e políticas de desenvolvimento regional, uma vez que ambas são interligadas.

Em termos do desempenho das universidades em relação à eficiência e a produtividade, os resultados mostraram que para se alcançar melhores patamares é essencial aumentar a pesquisa dentro das universidades. Foi evidente a importância que o setor de pesquisa possui para explicar os desempenhos. Assim, ressalta-se o reconhecimento e a necessidade de estímulo à pesquisa universitária tanto com políticas nacionais e regionais, mas também com processos internos dentro das universidades para que se alcance melhor desempenho e crescimento do setor.

Além das considerações anteriores, observou-se que, em termos de políticas públicas para o ensino superior, há a necessidade de melhor sistematização dos dados das universidades federais brasileiras, bem como melhor qualidade e transparência, uma vez que há ausência de um sistema integrado de apuração dos custos, das variáveis e indicadores do TCU, e também das variáveis relativas às atividades de extensão nas universidades federais. Tudo isso dificulta a obtenção de informações para a realização de pesquisas e estudos avaliativos, bem como para a gestão eficiente dos recursos.

O estudo apresentou como limitação uma questão econométrica. Os modelos tradicionais não distinguem entre a heterogeneidade individual das observações e a ineficiência, uma vez que ambas são modeladas no termo de erro, como no modelo clássico de Batesse e Coelli (1995). Esse problema já foi corrigido pela literatura mais recente que enfatiza a importância de separar a ineficiência dos efeitos fixos individuais. Nesse sentido, Greene (2005) modelou e incorporou a heterogeneidade em seu modelo. Dessa forma observa-se a importância de incorporar esses modelos em futuras análises para aprofundar os resultados. Além disso, Agasisti, Barra e Zotti (2016) expõem esse ser um importante ponto a se considerar principalmente quando se trata de potenciais implicações em políticas e análises regionais.

Por fim, este estudo buscou estimar a eficiência das universidades federais brasileiras como forma de lançar bases para estratégias que lidem com o contingenciamento, que limita o financiamento das universidades brasileiras, além de ser uma ferramenta para melhorar a gestão pública e estimular produtividade e eficiência.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, M. DOUCOULIAGOS, C. The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. **Economics of Education review**. Volume 22, p. 89-97, Fevereiro 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272775701000681>. Acesso em: set. 2019.
- ABBOTT, M. DOUCOULIAGOS, C. Competition and Efficiency: Overseas Students and Technical Efficiency in Australian and New Zealand Universities. **Education Economics**. Volume 17, p. 31-57, 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/ref/10.1080/09645292.2019.1675592>. Acesso em: set. 2019.
- AGASISTI, T. BARRA, C. ZOTTI, R. Evaluating the Efficiency of Italian Public Universities (2008–2011) in Presence of (Unobserved) Heterogeneity. **Socio- Economic Planning Sciences** volume 55: p. 47–58, 2016.
- AHN, T., CHARNES, A. Y COOPER, W.W. Some statistical and DEA evaluations of relative efficiencies of public and private institutions of higher learning, **Socio-Economic Planning Science**, Volume 22, p. 259-269, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(88\)90008-0](https://doi.org/10.1016/0038-0121(88)90008-0). Acesso em: set. 2019.
- AIGNER, D. J. *et al.* Formulation and estimation of stochasticfrontier production models, **Journal of Econometrics**, v. 6, n .1, p. 21-37, 1977. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5). Acesso em: set. 2019.
- ALBUQUERQUE, M. C. C. de. Uma análise translog sobre mudança tecnológica e efeitos de escala: um caso de modernização ineficiente. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 1, n. 17, p. 191–220, abr. 1987.
- ATHANASSOPOULOS, A. D. SHALE, E. Assessing the comparative efficiency of Higher Education Institutions in the UK by means of Data Envelopment Analysis, **Education Economics**. **Educ Econ**, volume 5, n. 2, p. 117-134, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09645299700000011>. Acesso em: ago. 2019.
- BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Painei**. 2 ed. Chichester, John Wiley e sons, 2001.
- BARRA, C. LAGRAVINESE, R. ZOTTI, R. Does Econometric Methodology Matter to Rank Universities? An Analysis of Italian Higher Education System. **Socio- Economic Planning Sciences**, volume 62, p. 104–120, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.09.002>. Acesso em: set. 2019.
- BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. **Journal of Productivity Analysis**, v.3, n.1-2, p.153-169, 1992.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical Economics**, v. 20, p. 325-332, 1995.
- BECKER, G. S. Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis. **Journal of Political**

Economy, v. 70, n. 5, Part 2, p. 9–49, out. 1962.

BECKER, G.S. Underinvestment in College Education. **Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis , with Special Reference to Education**, v. 53, n. January, p. 1689–1699, 1975.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras**. 2000. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BENTO, P. M. G. M. **Fronteira Estocástica de Produção de Conhecimento: Inovação e Desenvolvimento Sustentável**. 2014. Dissertação (Mestrado em Modelação Estatística e Análise de Dados) – Departamento de Matemática, Universidade de Évora.

BERNARDO, J. S. **Qualidade da educação básica, eficiência e desenvolvimento: uma análise para os municípios brasileiros sob a perspectiva dos gastos públicos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Administração) – Departamento de Administração e Contabilidade, Universidade Federal de Viçosa.

BERTOLIN, J. C. G. **.Avaliação da qualidade do sistema de educação superior brasileiro em tempos de mercantilização – Período 1994-2003**. 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2007.

BIGGERI, L.; BINI, M. Evaluation at university and state eevee in itaey: Need for a system of evaluation and indicators. **Tertiary Education and Management**, v. 7, n. 2, p. 149–162, jan. 2001.

BOWLES, S. **Toward an Educational Production Function. In Education, income and human capital**. Ed.: W. LEE HANSEN. New York: NBER, p. 11-60, 1970

BOISVERT, R. N. **The Translog Production Function: Its Properties, Its Several Interpretations and Estimation Problems: Research Bulletins**. Cornell University, Department of Applied Economics and Management, 1982.

BRAGA, B. C.; CESPEDES, J. G. Uma aplicação do modelo de fronteira estocástica usando abordagem Bayesiana. **Revista eletrônica de Matemática e Estatística em foco**, volume 1, nº 2, 2014.

BRITO, C. S.; GUIMARÃES, A. R. A expansão da educação superior e a desigualdade regional brasileira: uma análise nos marcos dos planos nacionais de educação. **EccoS – Revista Científica**, v. 0, n. 44, p. 43–66, 2017.

BUTTON. K. J. & WEYMAN-JONES. T. G. Ownership Sruclure, Insiilulional Orgamzation anel Measured X- l-jfwicncy. **Amencan Economic Review**, vol. 82, n. 2, p. 439 - 444; 1992.

CASTANO, M. C. N. CABANDA, E. C. Performance Evaluation of the Efficiency of Philippine Private Higher Educational Institutions: Application of Frontier Approaches. **International Transactions in Operational Research**, volume 14, n. 5, p. 431–444, 2007.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of DMUs. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CHRISTENSEN, L. et al. Transcendental logarithmic production function frontiers. **Review of Economics and Statistics**, v. 2, p. 28–45, 1 jan. 1973.

COELLI, T. *et al.* **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2. ed. New York: Springer, 2005.

COELLI, T. PERELMAN, S. Technical efficiency of European railways, a distance function approach. **Applied Economics**, volume32, n. 15, p. 1967-1976, 2000.

COELLI, T. PERELMAN, S. **Efficiency measurement, multiple-output Technologies And distance functions**: with application to european Railways. Université de Liège, n.32, p. 1967-1976, 1996.

COLEMAN, J. S. et al. **Equality of Educational Opportunity**. U. S. Government Printing Office, Washington, DC, 1966.

COSTA, E. M.; RAMOS, F. S.; SOUZA, H. R. **Mensuração de eficiência produtiva das instituições federais de ensino superior (Ifes)**. Finanças Públicas - XV Prêmio Tesouro Nacional. 2010.

COSTA, E. M.; RAMOS, F. S.; SOUZA, H. R.; SAMPAIO, L. M. B. Dinâmica da eficiência produtiva das instituições federais de ensino superior. **Planejamento e Políticas Públicas - PPP**, n. 44, jan./jun. 2015.

COSTA, E. M.; SOUZA, H. R.; RAMOS, F. de S.; SILVA, J. L. M. Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras. **Rev. Econ. Contemp.**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 415-440, 2012.

DAVIDOVICH, L. *et al.* **Repensar a educação superior no Brasil**: análise, subsídios e propostas. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2018.

DEBERTIN, D.L. **Agricultural production economics**. United States: Pearson Education, 2012. p.432

DEBREU, G. **The Coefficient of Resource Utilization**, *Econometrica*, 1951.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1990.

DINIZ, C. C.; VIEIRA, J. D. Ensino Superior e Desigualdades Regionais: notas sobre a experiência recente do Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 36, n. 129, p. 99–115, 2015.

DUQUE, F. S. L. **Análise das características de perfil e dos indicadores de desempenho das universidades federais brasileiras**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Centro de Pós Graduação e Pesquisa em Contabilidade e Controladoria, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, 2016.

DUNDAR, H.; LEWIS, D. R. Equity, quality and efficiency effects of reform in turkish higher education. **Higher Education Policy**, v. 12, n. 4, p. 343–366, 1 dez. 1999.

DURHAM, E. R. As universidades públicas e a pesquisa no Brasil. **São Paulo, NUPES, Documento de trabalho**, v. 9, p. 98, 1998.

EMROUZNEJAD, A.; THANASSOULIS, E. A mathematical model for dynamic efficiency using data envelopment analysis. **Applied Mathematics and Computation**, v. 160, n. 2, p. 363–378, 14 jan. 2005.

FALCÃO, R. O. **Distribuição de energia elétrica: uma análise microeconômica dos custos operacionais do setor**. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia) – Departamento de Economia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2019.

FARE, R. GROSSKOPF, S. LOVELL, C. A. K. **Production Frontiers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. p. 316.

FARREL, M. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, v. 120, p. 253-281, 1957.

FAÇANHA, L. O; MARINHO, A. Instituições de ensino superior governamentais e particulares: avaliação comparativa de eficiência. **Revista de Administração Pública – RAP**, v. 35, n. 6, p. 83-105, nov./dez. 2001.

FAÇANHA. L. O. F., RESENDE. M. & MARINHO. A. Brazilian Federal Universities: Relative Efficiency Evaluation and Data Envelopment Analysis. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 4, p. 489-508, out. 1997.

FIEGER, P., VILLANO R., E COOKSEY, R. Efficiency of Australian Technical and Further Education Providers. **International Journal of Training Research**, volume 14, n.1, p. 62–75, 2016.

FILHO, D. B. F. et al. Análise de componentes principais para construção de indicadores sociais. **Revista Brasileira de Biometria.**, v. 31, n. 1, p. 61–78, 2013.

FILHO, D. B. F., et al. Happy together: como utilizar análise fatorial e análise de cluster para mensurar a qualidade das políticas públicas. **Revista Teoria & Sociedade**, v. 22, n.2, p.123–152, 2014.

FRIED, H. O., LOVELL, CA K. SCHMIDT, S. S. **The Measure ment of Productive Efficiency and Productivity Growth**. Oxford University Press, England, 2008.

GRALKA, S. Stochastic Frontier Analysis in higher education: a systematic review. Technische Universität Dresden. Center of Public and International Economics - CEPIE. **Working Paper**, n. 5, dec. 2018.

GREENE, W. H. The Econometric Approach to Efficiency Analysis. In: FRIED, H. O., LOVELL, CA K. SCHMIDT, S. S. **The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth**, Oxford University Press, England, 2008. p. 92–25.

GREENE, W.H. **Econometric Analysis**. 5th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002.

GREENE, W. Reconsidering heterogeneity in panel data estimators of the stochastic frontier model. **Journal of Econometrics**, v. 126, p. 269–303, 2005.

GUCCIO, C.; MARTORANA, M. F.; MONACO, L. Evaluating the impact of the Bologna Process on the efficiency convergence of Italian universities: a non-parametric frontier approach. **Journal of Productivity Analysis**, vol. 45, n. 3, p. 275-298, 2016.

HAIR, J. F. et al. 2009. **Análise Multivariada de Dados**. 6. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 682 p.

HANUSHEK, E. Conceptual and Empirical Issues in the Estimation of Educational Production Functions. **The Journal of Human Resources**, v. 14, n. 3, p. 351-388, Summer, 1979.

HANUSHEK, E. E. The economics of schooling: production and efficiency in public schools. **Journal of Economic Literature**, v. 24, p. 1141-1177, 1986.

HANUSHEK, E. E. The failure of input-based schooling policies. **National Bureau of Economic Research Working Paper**, n. W/9040, 2002.

HARE, P.; WYATT, G. Economics of academic research and its implications for higher education. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 8, n. 2, p. 48–66, 1 jun. 1992.

HSIAO, C. **Analysis of painel data**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

IZADI, H., *et al.* Stochastic frontier estimation of a CES cost function: the case of higher education in Britain. **Economics of education review**, volume 21, n.1, p 63-71 2002.

JOHNES, J. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. **Economics of education review**, volume 25, n.3, p. 273-288, 2006.

JOHNES, J. Efficiency and Mergers in English Higher Education 1996/97 to 2008/9: Parametric and Non-parametric Estimation of the Multi-input Multi-output Distance Function. **The Manchester School**, volume 82, n.4, p. 465-487, 2014.

JOHNES, J. Y YU, L. Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis, **China Economic Review**, Elsevier, vol. 19, n.4, p. 679-696, December. 2008.

JOHNES, G. The Costs of Multi-Product Organizations and the Heuristic Evaluation of Industrial Structure. **Socio-Economic Planning Sciences**, volume 32, n. 3, p. 199–209, 1998.

JOHNES, J. Efficiency and Mergers in English Higher Education 1996/97 to 2008/9: Parametric and Non-Parametric Estimation of the Multi-Input Multi-Output Distance Function. **The Manchester School**, volume 82, n.4, p.465–487, 2014.

KAMEL, H. Estimate of the elasticities of substitution of the CES and translog production functions in Tunisia. **International Journal of Economics and Business Research**, v. 9, p. 245–253, 2015.

KEMPKES, G.; POHL, C. The efficiency of German universities - some evidence from nonparametric and parametric methods. **Applied Economics**, v. 42, n. 16, p. 2063 - 2079, 2010.

KOOPMANS, T.C. An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities, in T.C. Koopmans, ed., **Activity Analysis of Production and Allocation**, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 13. New York: 1951.

KUMBHAKAR, S. C. LOVELL, C.A. **Stochastic Frontier Analysis**. England: Cambridge University Press, 2003.

KUMBHAKAR, S. C.; HESHMATI, A.; HJALMARSSON, L. Temporal patterns of technical efficiency: Results from competing models. **International Journal of Industrial Organization**, v. 15, n. 5, p. 597–616, 1 ago. 1997.

KULSHRESHTHA, P. NAYAK T. K. Efficiency of Higher Technical Educational Institutions in India. **Archives of Business Research**, volume 3, n.1, p. 94–122, 2015.

KUMBHAKAR, S. C. Production frontiers, panel data, and time-varying technical inefficiency. **Journal of Econometrics**, v. 46, n. 1–2, p. 201–211, 1 out. 1990.

LAMPERT, E. O ensino com pesquisa: realidade, desafios e perspectivas na universidade brasileira. **Linhas Críticas**, vol. 14, núm. 26, pp. 5-24, 2006.

LAURETI, T. SECONDI, L. BIGGERI, L. Measuring the Efficiency of Teaching Activities in Italian Universities: An Information Theoretic Approach. **Economics of Education Review** volume 42, p. 147–164, 2014.

LETTI, A. G. **Ensaio sobre a eficiência das universidades públicas brasileiras**. Tese (Doutorado), Pós Graduação em desenvolvimento econômico, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

LETTI, A. G.; VILA, L. E.; BITTENCOURT, M. V. L.; The relative efficiency of Brazilian Public Universities (2010 - 2016): an analysis through time and space. Congresso da *European Regional Science Association (ERSA)*, 49^o, **Anais...**, Cork, Ireland, 28 ago./01 set., 2018.

LIMA, J. E. Curso de análise estatística multivariada. Departamento de Economia Rural. Universidade Federal de Viçosa. 2013.

LOBÃO, M. S. P.; SILVA, R. G. Spillovers Espaciais no desenvolvimento educacional dos municípios da Amazônia Clássica Brasileira. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, Vol. 23, n^o 2, p. 290-315, 2018.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, n. 1, p. 3–42, 1 jul. 1988.

MAIA, M. J. C.; SILVA, R. G. Índice de Investimento em Qualidade Ambiental dos estados brasileiros: uma aplicação do método de análise fatorial. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46, 2008, Acre. **Anais eletrônicos...**Rio Branco: SOBER, 2008. Disponível em: <https://ideas.repec.org/s/ags/sbrfsr.html>. Acesso em: junho 2020.

MANCEBO, D. **Crise Político-econômica no Brasil**. Educ. Soc., Campinas, v. 38, nº. 141, p.875-892, dez., 2017.

MARINHO, A. **Avaliação organizacional de uma universidade pública**: uma abordagem não-paramétrica da Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. Tese (doutorado), Pós Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1996.

MARINHO, A. FAÇANHA, L. O. Instituições federais de ensino Superior: modelos de financiamento e o incentivo à eficiência. **Revista Brasileira de Economia (RBE)**, v. 53, n. 3, jul./set. 1999.

MARINHO, A.; RESENDE, M.; FAÇANHA, L. O. Brazilian Federal Universities: relative efficiency evaluation and data envelopment analysis. **RBE**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 4, p. 489-508, out./dez. 1997.

MARQUES, M. A. F. Políticas Educacionais nos Governos Lula e Dilma: Impactos na Expansão do Ensino Superior e Profissional. **Revista Multidisciplinar Psicologia**. v.12, n. 41, p. 661-676, 2018.

MARQUES, R. M. XIMENES, S. B. UGINO, C. K. Governos Lula e Dilma em matéria de seguridade social e acesso à educação superior. **Revista de Economia Política**, vol. 38, no 3 (152), pp. 526-547, 2018.

MARQUES, C. S.; PEREIRA, B. A. D.; ALVES, J. N.. Identificação dos Principais Fatores Relacionados à Infraestrutura Universitária: uma análise em uma IES pública. **Revista Sociais e Humanas**, v. 23. p. 91-103, 2010.

MCMILLAN, M.L. DATTA, D. **The Relative Efficiencies of Canadian Universities: A DEA Perspective**, Canadian Public Policy - Analyse de Politiques, Vol. 24, No. 4, p. 485-511, 1998.

MEC, 2019. **Informativo técnico no 6/2019-conof/cd, ministério da educação: despesas primárias pagas 2014-2018 e impacto da ec no 95/2016 (teto de gastos), 2019**. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/orcamento-dauniaio/estudos/2019/inf_6-2019-ministerio-educacao-despesas-primarias-pagas. Acesso em 28 de fev de 2020.

MINCER, J. A. Schooling and earnings. In: *Schooling, experience, and earnings*. NBER, 1974. p. 41-63.

MIRANDA, R. GRAMANI, M. C. ANDRADE, E. Technical Efficiency of Business Administration Courses: A Simultaneous Analysis Using DEA and SFA. **International Transactions in Operational Research**, volume 19, n.6, p. 847–862, 2012.

MOREIRA, N. P.; BENEDICTO, G. C.; CARVALHO, F. Discussão de alguns condicionantes da eficiência em universidades federais brasileiras a partir do Reuni. **Revista do Serviço Público**, volume 70, n. 3, p.429-457, 2019.

MOSQUERA, J. J. M. Princípios da universidade no século XXI: universidade e produção do conhecimento. In: AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. (Orgs.). *Inovação e empreendedorismo na universidade*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006. p. 70-88.

NASCIMENTO, A. C. C. **Regulação no setor de distribuição de energia elétrica no Brasil: análise de metodologias alternativas para a definição dos custos operacionais eficientes**. 2013. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

NASCIMENTO, A.C.C. et al. Eficiência técnica da atividade leiteira em Minas Gerais: uma aplicação de regressão quantílica. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.41, n.3, p.783-789, 2012.

OLIVARES, M. WETZEL, H. Competing in the Higher Education Market: Empirical Evidence for Economies of Scale and Scope in German Higher Education Institutions. **CESifo Economic Studies**, 2015.

OREIRO, L. J.; PAULA, F. L. **A economia brasileira no governo Temer e Bolsonaro: Uma avaliação preliminar**. Disponível em: <http://www.luizfernandodepaula.com.br/ups/a-economia-brasileira-no-governo-temer-e-bolsonaro-final-05.pdf>. Acesso em: 27 setembro 2020.

PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, vol.12 no.1 Curitiba Jan./Mar. 2008

PIRES, J. O. **Produtividade das Nações: uma abordagem de fronteiras estocásticas**. 2004. Tese (Doutorado em Economia de Empresas) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo. 143 p.

PITT, M., E LEE, L.F. The Measurement of Sources of Technical inefficiency in the Indonesian Weaving industry. **Journal of Development Economics**, volume 9, pp. 43-64, 1981.

PONTES, T. T. **Determinantes da eficiência técnica no setor de supermercados brasileiro: uma análise utilizando métodos de fronteira de produção**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2017.

PSACHAROPOULOS, G. Economics of education: A research agenda. **Economics of Education Review**, v. 15, n. 4 SPEC. ISS., p. 339–344, 1 out. 1996.

ROMER, P. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, University of Chicago Press, v. 98, n. 5, p. 71-102, 1990.

SAV, G. T. Female Faculty, Tenure, and Student Graduation Success: Efficiency Implications for University Funding. **International Journal of Business Management & Economic Research**, volume 3, n. 6, p. 633–640, 2012.

SANO, H.; MONTENEGRO, M. J. F. As técnicas de avaliação da eficiência, eficácia e efetividade na gestão pública e sua relevância para o desenvolvimento social e das ações públicas. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 22, p. 35-61, 2013.

SANTOS, Y. F. CAMPILLO, A. M. FERNÁNDEZ, J. M. F. **Determinantes de la eficiencia en las universidades públicas españolas**: un análisis DEA en dos etapas. Investigaciones de Economía de la Educación. Madrid. Asociación de Economía de la Educación, vol 10, p. 491-508, 2015.

SANTOS, J. A.; PEREIRA, V. C. A destinação orçamentária da União e sua vinculação ao custo aluno nas Universidades Federais. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC, XXVI, 2019, Curitiba*. **Anais eletrônicos...Curitiba**: Associação brasileira de Custos, 2019. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4634>. Acesso em: abril 2020.

SANTOS, A. R., et al. Orçamento, indicadores e gestão de desempenho das universidades federais brasileiras. **Administração Pública e Gestão Social**, v.9. nº 4, p. 276-285, 2017.

SCHWARTZMAN, J. **Um sistema de indicadores para as universidades brasileiras**. São Paulo: NUPES, 1994.

SCHMIDT, P. E SICKLES, R. Production Frontiers and Panel Data, **Journal of Business and Economic Statistics**, volume 2, p. 367-374, 1984.

SCHULTZ, T. **Economic value of education**. Nova York: Columbia University Press, 1963. 103 p.

SILVA, R. G. DA; RIBEIRO, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 1, p. 91–110, jan. 2004.

SILVEIRA, B. C.; SILVA, R. G.; CARVALHO, L. A. Índice relativo de qualidade de vida da Região Norte: Uma aplicação da análise fatorial. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 4, p. 80–97, set. 2008.

SOUZA, L. G. **Avaliação de políticas educacionais**: contexto e conceitos em busca da avaliação pública. In: LORDÊLO, J. A. C.; DAZZANI, M. V. **Avaliação educacional**: desatando e reatando nós. Salvador: EDUFBA, 2009.

SOUSA, K. M. DE; CALLADO, A. A. C. Indicadores financeiros e não-financeiros e a qualidade da educação superior das universidades federais brasileiras. **Revista Ciências Administrativas**, v. 25, n. 2, p. 1–15, 23 out. 2019.

STEVENS, P. A. **A Stochastic Frontier Analysis of English and Welsh Universities**, Education Economics, volume 13, n.4, 2005.

TEIXEIRA, L. et al. Avaliação da eficiência das instituições federais de ensino superior do Brasil. In: Colóquio Internacional de Gestão Universitária, XVIII, 2018, Loja- Equador. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFCS, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/190536>. Acesso em: jun 2020.

TENÓRIO, R. M.; ANDRADE, M. **A avaliação da educação superior no Brasil: desafios e perspectivas**. In: LORDÊLO, J. A. C.; DAZZANI, M. V. **Avaliação educacional: desatando e reatando nós**. Salvador: EDUFBA, 2009.

TITUS, M. A., VAMOSIU, A. MCCLURE, K. R. Are Public Master's Institutions Cost Efficient? A Stochastic Frontier and Spatial Analysis. **Research in Higher Education**, vol. 58, n.5, p. 469-496, 2016.

VANDENBERGHE, V. Economics of education. The need to go beyond human capital theory and production-function analysis. **Educational Studies**, v. 25, n. 2, p. 129–143, 1998.

VIEIRA, D. J. Evolução do ensino superior brasileiro em período recente: novas perspectivas para o desenvolvimento regional?. In: NETO, A. M.; CASTRO, C. N. BRANDÃO. C. A. (Orgs). **Desenvolvimento regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas**. Rio de Janeiro: IPEA, 2017.

VIGNOLES, A. *et al.* **The relationship between resource allocation and pupil attainment: a review**. Centre for the economics of education discussion paper, n. 2, London School of Economics, 2000.

WALTENBERG, F. D. Teorias econômicas de oferta de educação: evolução histórica, estado atual e perspectivas. **Educação e Pesquisa**, Vol 32, p. 117-136, 2006.

WORLD BANK. **Higher education: the lessons of experience**. New York: Oxford University Press, 1994. 105 p.

WORTHINGTON, A. C.; LEE, B. L. Efficiency, technology and productivity change in Australian universities, 1998–2003. **Economics of education review**, Volume 27, n. 3, p. 285-298, 2008.

YONEZAWA, A. Quality assessment and assurance in Japanese universities: the plight of the social sciences. **Social Science Japan Journal**, vol. 11, n° 1, p. 69–82, 2008.

ZHANG, L. BAO, W. SUN, L. Resources and Research Production in Higher Education: A Longitudinal Analysis of Chinese Universities, 2000–2010. **Research in Higher Education**, p. 869–891, 2016.

ZOGHBI, A. C.; ROCHA, F.; MATTOS, E. Education production efficiency: evidence from Brazilian universities. **Economic Modelling**, v. 31, p. 94-103, mar. 2013.

APÊNDICE I

Índice de Produtividade (IPUFB) por Universidade Federal e ano.

Universidades	2013	Universidades	2014
UFAC	0,2801	UFAC	0,2669
UNIFAP	0,2841	UNIFAP	0,2720
UFAM	0,3204	UFAM	0,3056
UFPA	0,3395	UFPA	0,3356
UFOPA	0,2576	UFOPA	0,2902
UFRA	0,2825	UFRA	0,2957
UNIFESSPA	0,2657	UNIFESSPA	0,2845
UNIR	0,3014	UNIR	0,2805
UFRR	0,3163	UFRR	0,2934
UFT	0,2838	UFT	0,2662
UFAL	0,2797	UFAL	0,2908
UFBA	0,4687	UFBA	0,4793
UFOB	0,3846	UFOB	0,3038
UFRB	0,2964	UFRB	0,2833
UFCA	0,4234	UFCA	0,4185
UFC	0,4295	UFC	0,4316
UFMA	0,3023	UFMA	0,3032
UFCG	0,3018	UFCG	0,2457
UFPB	0,3882	UFPB	0,3669
UFPE	0,4709	UFPE	0,4881
UFRPE	0,3200	UFRPE	0,3206
UNIVASF	0,3228	UNIVASF	0,3150
FUFPI	0,3054	FUFPI	0,2737
UFRN	0,2769	UFRN	0,4303
UFERSA	0,2871	UFERSA	0,2682
UFS	0,2279	UFS	0,1807
UNB	0,5373	UNB	0,5265
UFG	0,3701	UFG	0,4188
UFMT	0,3239	UFMT	0,3051
UFGD	0,3115	UFGD	0,3029
UFMS	0,3164	UFMS	0,2860
UFES	0,3707	UFES	0,3810
UNIFAL	0,2965	UNIFAL	0,2963
UNIFEI	0,2509	UNIFEI	0,3006
UFJF	0,3563	UFJF	0,3358
UFLA	0,3393	UFLA	0,3353
UFMG	0,5489	UFMG	0,5835
UFOP	0,2767	UFOP	0,3089
UFSJ	0,3125	UFSJ	0,2754
UFU	0,2738	UFU	0,3202
UFV	0,3705	UFV	0,3481
UFTM	0,2924	UFTM	0,2905
UFVJM	0,3004	UFVJM	0,2941
UFRJ	0,7254	UFRJ	0,6616
UNIRIO	0,3085	UNIRIO	0,2012
UFF	0,4304	UFF	0,4501
UFRRJ	0,5388	UFRRJ	0,3522
UFSCAR	0,4150	UFSCAR	0,4126
UNIFESP	0,4668	UNIFESP	0,4380
UFABC	0,2995	UFABC	0,3315
UFPR	0,4836	UFPR	0,4873
UNILA	0,3872	UNILA	0,3200
UTFPR	0,2993	UTFPR	0,3083

UFCSPA	0,3043	UFCSPA	0,2601
UFPEL	0,3399	UFPEL	0,3476
UFSM	0,4128	UFSM	0,3922
UNIPAMPA	0,3005	UNIPAMPA	0,2862
UFRGS	0,4933	UFRGS	0,6642
UFSC	0,4939	UFSC	0,4829
UFFS	0,2634	UFFS	0,3175

UNIVERSIDADES	2015	UNIVERSIDADES	2016
UFAC	0,2909	UFAC	0,2865
UNIFAP	0,2765	UNIFAP	0,2841
UFAM	0,2925	UFAM	0,2528
UFPA	0,3728	UFPA	0,3296
UFOPA	0,2828	UFOPA	0,2557
UFRA	0,2451	UFRA	0,2746
UNIFESSPA	0,2678	UNIFESSPA	0,2299
UNIR	0,2802	UNIR	0,2955
UFRR	0,2797	UFRR	0,2780
UFT	0,3312	UFT	0,2935
UFAL	0,2676	UFAL	0,2854
UFBA	0,4726	UFBA	0,4674
UFOB	0,3118	UFOB	0,2645
UFRB	0,2959	UFRB	0,3142
UFCA	0,3064	UFCA	0,2980
UFC	0,4328	UFC	0,5072
UFMA	0,2937	UFMA	0,3070
UFCG	0,3675	UFCG	0,2879
UFPB	0,3755	UFPB	0,3477
UFPE	0,4762	UFPE	0,4876
UFRPE	0,3175	UFRPE	0,3353
UNIVASF	0,3278	UNIVASF	0,3229
FUFPI	0,2920	FUFPI	0,2785
UFRN	0,3856	UFRN	0,3723
UFERSA	0,2879	UFERSA	0,2788
UFS	0,3549	UFS	0,2076
UNB	0,5275	UNB	0,5325
UFG	0,4190	UFG	0,4550
UFMT	0,3383	UFMT	0,2871
UFGD	0,3011	UFGD	0,3104
UFMS	0,3209	UFMS	0,3241
UFES	0,3926	UFES	0,3927
UNIFAL	0,2882	UNIFAL	0,3533
UNIFEI	0,3126	UNIFEI	0,2487
UFJF	0,3609	UFJF	0,3465
UFLA	0,3314	UFLA	0,3396
UFMG	0,5837	UFMG	0,5704
UFOP	0,2604	UFOP	0,2291
UFSJ	0,2808	UFSJ	0,2846
UFU	0,2990	UFU	0,3482
UFV	0,3494	UFV	0,3580
UFTM	0,3117	UFTM	0,3056
UFVJM	0,3030	UFVJM	0,2797
UFRJ	0,6517	UFRJ	0,6337
UNIRIO	0,2070	UNIRIO	0,2724
UFF	0,4631	UFF	0,4430
UFRRJ	0,3233	UFRRJ	0,3464
UFSCAR	0,4365	UFSCAR	0,4211

UNIFESP	0,4561	UNIFESP	0,4235
UFABC	0,3294	UFABC	0,2618
UFPR	0,4894	UFPR	0,4916
UNILA	0,2744	UNILA	0,2649
UTFPR	0,3023	UTFPR	0,2722
UFCSPA	0,3191	UFCSPA	0,3238
UFPEL	0,3302	UFPEL	0,3635
UFSM	0,4145	UFSM	0,4331
UNIPAMPA	0,2947	UNIPAMPA	0,2458
UFRGS	0,6630	UFRGS	0,6534
UFSC	0,4990	UFSC	0,5041
UFFS	0,2945	UFFS	0,3156

UNIVERSIDADES	2017	UNIVERSIDADES	2018
UFAC	0,2922	UFAC	0,2897
UNIFAP	0,2704	UNIFAP	0,2983
UFAM	0,2940	UFAM	0,3341
UFPA	0,3406	UFPA	0,3722
UFOPA	0,2370	UFOPA	0,3063
UFRA	0,2899	UFRA	0,2987
UNIFESSPA	0,2888	UNIFESSPA	0,3008
UNIR	0,2854	UNIR	0,2980
UFRR	0,3053	UFRR	0,3091
UFT	0,3099	UFT	0,3314
UFAL	0,3048	UFAL	0,3234
UFBA	0,4346	UFBA	0,5127
UFOB	0,2979	UFOB	0,3008
UFRB	0,2880	UFRB	0,2870
UFCA	0,2814	UFCA	0,2877
UFC	0,4712	UFC	0,4747
UFMA	0,3109	UFMA	0,3221
UFCG	0,2900	UFCG	0,3375
UFPB	0,4000	UFPB	0,4205
UFPE	0,4948	UFPE	0,5045
UFRPE	0,3395	UFRPE	0,3414
UNIVASF	0,3086	UNIVASF	0,3228
FUFPI	0,3052	FUFPI	0,3174
UFRN	0,4193	UFRN	0,4624
UFERSA	0,2642	UFERSA	0,2876
UFS	0,1975	UFS	0,1998
UNB	0,5220	UNB	0,5537
UFG	0,4598	UFG	0,4758
UFMT	0,3489	UFMT	0,3756
UFGD	0,2980	UFGD	0,3006
UFMS	0,3416	UFMS	0,3606
UFES	0,4089	UFES	0,4246
UNIFAL	0,2969	UNIFAL	0,3152
UNIFEI	0,6011	UNIFEI	0,3299
UFJF	0,3197	UFJF	0,3629
UFLA	0,2997	UFLA	0,3495
UFMG	0,3983	UFMG	0,6440
UFOP	0,3682	UFOP	0,3221
UFSJ	0,3153	UFSJ	0,3003
UFU	0,2929	UFU	0,3753
UFV	0,6827	UFV	0,3927
UFTM	0,3414	UFTM	0,3249
UFVJM	0,4687	UFVJM	0,3024

UFRJ	0,3100	UFRJ	0,7585
UNIRIO	0,4387	UNIRIO	0,3246
UFF	0,4439	UFF	0,4930
UFRRJ	0,3125	UFRRJ	0,3548
UFSCAR	0,4814	UFSCAR	0,4407
UNIFESP	0,2884	UNIFESP	0,4539
UFABC	0,3276	UFABC	0,3070
UFPR	0,2504	UFPR	0,4913
UNILA	0,3402	UNILA	0,2844
UTFPR	0,3682	UTFPR	0,2600
UFCSPA	0,2842	UFCSPA	0,3262
UFPEL	0,4669	UFPEL	0,3784
UFSM	0,4462	UFSM	0,4476
UNIPAMPA	0,3128	UNIPAMPA	0,2914
UFRGS	0,6797	UFRGS	0,6981
UFSC	0,5289	UFSC	0,5639
UFFS	0,3108	UFFS	0,3028

APÊNDICE II

Escores de Eficiência Técnica por Universidade e ano.

Universidades	2013	Universidades	2014
UFAC	0,6051	UFAC	0,6162
UNIFAP	0,6037	UNIFAP	0,5956
UFAM	0,6311	UFAM	0,6293
UFPA	0,6969	UFPA	0,7027
UFOPA	0,5982	UFOPA	0,5985
UFRA	0,6245	UFRA	0,6043
UNIFESSPA	0,6311	UNIFESSPA	0,6293
UNIR	0,6112	UNIR	0,6077
UFRR	0,6065	UFRR	0,6017
UFT	0,6066	UFT	0,6068
UFAL	0,6572	UFAL	0,6668
UFBA	0,7206	UFBA	0,7342
UFOB	0,5840	UFOB	0,7178
UFRB	0,6086	UFRB	0,6121
UFCA	0,7157	UFCA	0,6845
UFC	0,7341	UFC	0,7580
UFMA	0,6310	UFMA	0,6484
UFCG	0,6637	UFCG	0,6639
UFPB	0,7390	UFPB	0,7390
UFPE	0,7493	UFPE	0,7798
UFRPE	0,6458	UFRPE	0,6563
UNIVASF	0,6086	UNIVASF	0,5938
FUFPI	0,6370	FUFPI	0,6416
UFRN	0,7393	UFRN	0,7532
UFERSA	0,6095	UFERSA	0,6116
UFS	0,5762	UFS	0,5365
UNB	0,7890	UNB	0,7992
UFG	0,6861	UFG	0,7036
UFMT	0,6564	UFMT	0,6669
UFGD	0,6215	UFGD	0,6322
UFMS	0,6671	UFMS	0,6701
UFES	0,7063	UFES	0,7011
UNIFAL	0,6162	UNIFAL	0,6098
UNIFEI	0,6162	UNIFEI	0,6266
UFJF	0,6622	UFJF	0,6703
UFLA	0,6567	UFLA	0,6705
UFMG	0,7846	UFMG	0,8144
UFOP	0,6229	UFOP	0,6477
UFSJ	0,6083	UFSJ	0,6069
UFU	0,6679	UFU	0,6971
UFV	0,7262	UFV	0,7406
UFTM	0,6229	UFTM	0,6355
UFVJM	0,6073	UFVJM	0,6069
UFRJ	0,8422	UFRJ	0,6069
UNIRIO	0,5995	UNIRIO	0,6305
UFF	0,7576	UFF	0,7562
UFRRJ	0,6534	UFRRJ	0,6546
UFSCAR	0,6891	UFSCAR	0,6954
UNIFESP	0,7347	UNIFESP	0,7811
UFABC	0,6140	UFABC	0,6269
UFPR	0,7437	UFPR	0,7665
UNILA	0,7043	UNILA	0,6164
UTFPR	0,6197	UTFPR	0,6265

UFCSPA	0,6201	UFCSPA	0,6216
UFPEL	0,6698	UFPEL	0,6775
UFSM	0,7168	UFSM	0,7271
UNIPAMPA	0,6073	UNIPAMPA	0,6018
UFRGS	0,7909	UFRGS	0,8247
UFSC	0,7302	UFSC	0,7589
UFFS	0,6109	UFFS	0,5890

UNIVERSIDADES	2015	UNIVERSIDADES	2016
UFAC	0,6146	UFAC	0,6058
UNIFAP	0,5875	UNIFAP	0,5931
UFAM	0,6384	UFAM	0,6467
UFPA	0,7045	UFPA	0,6991
UFOPA	0,6028	UFOPA	0,5813
UFRA	0,6021	UFRA	0,6066
UNIFESSPA	0,6008	UNIFESSPA	0,5904
UNIR	0,6107	UNIR	0,6119
UFRR	0,6004	UFRR	0,6044
UFT	0,6075	UFT	0,6137
UFAL	0,5940	UFAL	0,6474
UFBA	0,7442	UFBA	0,7209
UFOB	0,6536	UFOB	0,6458
UFRB	0,6126	UFRB	0,6104
UFCA	0,6048	UFCA	0,6099
UFC	0,7465	UFC	0,7344
UFMA	0,6463	UFMA	0,6376
UFCG	0,6761	UFCG	0,6706
UFPB	0,7554	UFPB	0,7471
UFPE	0,7852	UFPE	0,7547
UFRPE	0,6664	UFRPE	0,6675
UNIVASF	0,5933	UNIVASF	0,5891
FUFPI	0,6387	FUFPI	0,6390
UFRN	0,7321	UFRN	0,7627
UFERSA	0,6011	UFERSA	0,6071
UFS	0,5479	UFS	0,5510
UNB	0,7540	UNB	0,7322
UFG	0,7288	UFG	0,6986
UFMT	0,6551	UFMT	0,6583
UFGD	0,6340	UFGD	0,6313
UFMS	0,6704	UFMS	0,6517
UFES	0,7146	UFES	0,7019
UNIFAL	0,6066	UNIFAL	0,6069
UNIFEI	0,6235	UNIFEI	0,6179
UFJF	0,6666	UFJF	0,6573
UFLA	0,6610	UFLA	0,6544
UFMG	0,7957	UFMG	0,7888
UFOP	0,6467	UFOP	0,6250
UFSJ	0,6009	UFSJ	0,5996
UFU	0,6876	UFU	0,6734
UFV	0,7345	UFV	0,6906
UFTM	0,6295	UFTM	0,6092
UFVJM	0,6061	UFVJM	0,6036
UFRJ	0,8727	UFRJ	0,8730
UNIRIO	0,6316	UNIRIO	0,6300
UFF	0,7085	UFF	0,7599
UFRRJ	0,6551	UFRRJ	0,6538
UFSCAR	0,6985	UFSCAR	0,7577

UNIFESP	0,7666	UNIFESP	0,7577
UFABC	0,6248	UFABC	0,6184
UFPR	0,7342	UFPR	0,7310
UNILA	0,6003	UNILA	0,6142
UTFPR	0,6273	UTFPR	0,6278
UFCSPA	0,6210	UFCSPA	0,6170
UFPEL	0,6775	UFPEL	0,6720
UFSM	0,7232	UFSM	0,7143
UNIPAMPA	0,5986	UNIPAMPA	0,5970
UFRGS	0,8098	UFRGS	0,8058
UFSC	0,7494	UFSC	0,7561
UFFS	0,5697	UFFS	0,5858

UNIVERSIDADES	2017	UNIVERSIDADES	2018
UFAC	0,6054	UFAC	0,5964
UNIFAP	0,5976	UNIFAP	0,5989
UFAM	0,6451	UFAM	0,6405
UFPA	0,7051	UFPA	0,7245
UFOPA	0,5686	UFOPA	0,5452
UFRA	0,6067	UFRA	0,6025
UNIFESSPA	0,5951	UNIFESSPA	0,6054
UNIR	0,6205	UNIR	0,6153
UFRR	0,6038	UFRR	0,6055
UFT	0,6135	UFT	0,6156
UFAL	0,6710	UFAL	0,6389
UFBA	0,7076	UFBA	0,7208
UFOB	0,6142	UFOB	0,6645
UFRB	0,6092	UFRB	0,6104
UFCA	0,6232	UFCA	0,6163
UFC	0,7342	UFC	0,7882
UFMA	0,6392	UFMA	0,6423
UFCG	0,6776	UFCG	0,6803
UFPB	0,7414	UFPB	0,6993
UFPE	0,7707	UFPE	0,7395
UFRPE	0,6742	UFRPE	0,6733
UNIVASF	0,5901	UNIVASF	0,5875
FUFPI	0,6371	FUFPI	0,6265
UFRN	0,7634	UFRN	0,7470
UFERSA	0,6052	UFERSA	0,6090
UFS	0,5392	UFS	0,5144
UNB	0,7276	UNB	0,7381
UFG	0,6922	UFG	0,7127
UFMT	0,6660	UFMT	0,6637
UFGD	0,6331	UFGD	0,6298
UFMS	0,6712	UFMS	0,6572
UFES	0,6898	UFES	0,6937
UNIFAL	0,6062	UNIFAL	0,5972
UNIFEI	0,6175	UNIFEI	0,6154
UFJF	0,6594	UFJF	0,6630
UFLA	0,6605	UFLA	0,6549
UFMG	0,7926	UFMG	0,7899
UFOP	0,6274	UFOP	0,6221
UFSJ	0,6036	UFSJ	0,6044
UFU	0,6721	UFU	0,6669
UFV	0,7206	UFV	0,7180
UFTM	0,6099	UFTM	0,6089
UFVJM	0,6056	UFVJM	0,6038

UFRJ	0,8765	UFRJ	0,9111
UNIRIO	0,6299	UNIRIO	0,6404
UFF	0,7618	UFF	0,7698
UFRRJ	0,6542	UFRRJ	0,6539
UFSCAR	0,6899	UFSCAR	0,6830
UNIFESP	0,7564	UNIFESP	0,7284
UFABC	0,6170	UFABC	0,6203
UFPR	0,7344	UFPR	0,7418
UNILA	0,6053	UNILA	0,5957
UTFPR	0,6285	UTFPR	0,6252
UFCSPA	0,6177	UFCSPA	0,6157
UFPEL	0,6695	UFPEL	0,6641
UFSM	0,7156	UFSM	0,7093
UNIPAMPA	0,5984	UNIPAMPA	0,5980
UFRGS	0,7831	UFRGS	0,7719
UFSC	0,7546	UFSC	0,7822
UFFS	0,5840	UFFS	0,5846