

**ALINE LOPES DE AQUINO**

**EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA ÁREA DE AGRONOMIA DO BRASIL  
NO PERÍODO DE 2013-2019**

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*.

Orientador: Francisco Carlos da Cunha Cassuce

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2022**

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

T

Aquino, Aline Lopes de, 1997-

A657d  
2022

Eficiência na produção de conhecimento científico dos Programas de Pós-Graduação da área de Agronomia do Brasil no período de 2013-2019 / Aline Lopes de Aquino. – Viçosa, MG, 2022.

1 dissertação eletrônica (75 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexo.

Orientador: Francisco Carlos da Cunha Cassuce.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, 2022.

Referências bibliográficas: f. 69-73.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.266>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Universidades e faculdades - Planejamento. 2. Gestão do conhecimento. 3. Universidades e faculdades - Brasil - 2013-2019. 4. Agronomia - Estudo e ensino (Pós-graduação). 5. Eficiência organizacional - Métodos estatísticos. I. Cassuce, Francisco Carlos da Cunha, 1978-. II. Universidade Federal de Viçosa. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Mestrado em Economia. III. Título.

CDD 22. ed. 378.0068

**ALINE LOPES DE AQUINO**

**EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA ÁREA DE AGRONOMIA DO BRASIL  
NO PERÍODO DE 2013-2019**

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: 15 de fevereiro de 2022

Assentimento:

---

Aline Lopes de Aquino  
Autora

---

Francisco Carlos da Cunha Cassuce  
Orientador

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor e consumador da vida, que com sua maravilhosa graça e amor leal tem me sustentado de todas as formas.

Agradeço à minha avó, Terezinha, uma guerreira que não mede esforços para ajudar a família. A maior incentivadora dos meus estudos. Sem ela, a graduação nem a conclusão deste Mestrado seriam possíveis.

Agradeço à minha família. Ao meu pai, Ademar, por me ouvir, aconselhar e enxugar as minhas lágrimas mesmo a distância. À minha mãe, Vilma, que não mediu esforços para que eu pudesse realizar os meus sonhos. Aos meus irmãos, Thais, Ademar Júnior e Maria Eduarda pelo apoio, incentivo e por sempre acreditarem em mim.

Agradeço ao amigo, pastor e mentor Jony e sua esposa Lênia, por me guiarem na minha vida pessoal, espiritual e profissional.

Agradeço a todos que oraram por mim e pela conclusão deste trabalho. Assim, como a todos os meus familiares e amigos, que sempre torceram por mim. Em especial às minhas amigas e companheiras de república, Suzy e Julia, por me apoiarem em todas as lutas que passei nesses dois anos do Mestrado.

Agradeço a todos que me ajudaram com parte da coleta dos dados: Igor, Malber, Carol, Vanessa, Geizi, Silas, Thiago, José Guilherme e Pedro.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Francisco, que me acompanhou desde a Iniciação Científica até a conclusão deste Mestrado. Obrigada por todos os ensinamentos, paciência e dedicação. Agradeço também ao meu coorientador, Prof. Adriano, que contribuiu sobremaneira para a realização desta pesquisa, e que sempre esteve disponível quando precisei.

Agradeço a Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de me desenvolver profissionalmente e pessoalmente, ao Departamento de Economia e ao Programa de Pós-Graduação em Economia pelo ensino de qualidade e pelo compromisso com os estudantes. Agradeço também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo imprescindível apoio financeiro.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

*“Porque dEle, e por meio dEle, e para Ele são todas as coisas.  
A Ele, pois, a glória eternamente. Amém!” (Romanos 11:36)*

## RESUMO

AQUINO, Aline Lopes de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2022. **Eficiência na produção de conhecimento científico dos Programas de Pós-Graduação da área de Agronomia do Brasil no período de 2013-2019.** Orientador: Francisco Carlos da Cunha Cassuce.

A presente pesquisa teve como objetivo central analisar quais seriam os principais fatores que influenciaram a eficiência dos PPG da área de Agronomia do Brasil na produção de conhecimento científico, no período de 2013-2016 e 2017-2019. Para tanto, foi utilizado a Análise Envoltória de Dados (DEA) com retornos variáveis, orientação produto e restrição aos pesos. Os *outputs* foram definidos tendo como base a pontuação Qualis das publicações e o número de teses/dissertações do programa, enquanto como *inputs* utilizou-se o número de docentes permanentes e de bolsas de fomento. Além do mais, foi investigado se houve mudanças na produtividade total dos fatores dos PPG através do Índice de Malmquist, considerando os dois períodos em análise. De acordo com os resultados do modelo DEA, os PPG da área de Agronomia apresentaram um índice de eficiência médio de 63% no período de 2013-2016, sendo que oito programas foram eficientes. No segundo período, 2017-2019, houve uma redução no índice para 52,7%, tendo cinco programas atingindo a eficiência. Adicionalmente, verificou-se que a qualidade das publicações se mostrou extremamente importante para que os programas alcancem a eficiência, sendo que os programas eficientes publicaram, majoritariamente, em periódicos A1 e A2, diferentemente dos programas ineficientes, que tinham a maior parte de suas publicações efetuadas nos estratos mais baixos. Em relação às características dos programas, observou-se que a maioria dos programas eficientes são da região Sudeste, recebem bolsas de fomento do Proex e possuem mais tempo de existência. Em relação aos resultados do Índice de Malmquist, tem-se que a maioria dos programas analisados, aproximadamente 71%, reduziram sua produtividade na produção de conhecimento científico entre os períodos de 2013-2016 e 2017-2019. Essa queda na produtividade teria ocorrido, principalmente, através de uma redução na eficiência técnica pura, revelando que os programas têm piorado a forma como estão alocando os seus recursos. Além disso, outras variáveis que apresentaram correlação significativa com a eficiência e a produtividade dos PPG da área de Agronomia, foram: porcentagem de docente permanente, docente permanente em pesquisa e docente colaborador, projetos de pesquisa, discentes matriculados e total de artigos. Por fim, no que se refere ao conceito da Capes, verificou-se a existência de uma relação entre a eficiência dos programas e o conceito atribuído pela

instituição. Concluiu-se que a eficiência/ineficiência está relacionada com a forma com a qual os programas gerem os seus recursos. Assim, não seria a falta de recursos que estaria impedindo os programas ineficientes de prosperarem, mas a má administração desses recursos.

Palavras-chave: Eficiência. Produção de conhecimento. Programas de Pós-Graduação. Agronomia.

## ABSTRACT

AQUINO, Aline Lopes de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2022. **Efficiency in the production of scientific knowledge of the Graduate Programs of Agronomy area in Brazil in the period 2013-2019.** Adviser: Francisco Carlos da Cunha Cassuce.

The main objective of this research was to analyze what would be the main factors that influenced the efficiency of graduate programs of the Agronomy area of Brazil in the production of scientific knowledge, in the period 2013-2016 and 2017-2019. For that, Data Envelopment Analysis (DEA) was used with variable returns, product orientation and weight restriction. The outputs were defined based on the Qualis score of the publications and the number of theses/dissertations of the program, while the number of permanent professors and scholarships was used as inputs. Furthermore, it was investigated whether there were changes in the total productivity of the factors of graduate programs through the Malmquist Index, considering the two periods under analysis. According to the results of the DEA model, the graduate programs of the Agronomy area had an average efficiency rate of 63% in the period 2013-2016, with eight programs being efficient. In the second period, 2017-2019, there was a reduction in the index to 52,7%, with five programs reaching efficiency. Additionally, it was found that the quality of publications proved to be extremely important for programs to achieve efficiency, and efficient programs published mostly in A1 and A2 journals, unlike inefficient programs, which had most of their publications made in the lower strata. Regarding the characteristics of the programs, it was observed that most efficient programs are from the Southeast region, receive funding from Proex and have been operating for longer. Regarding the results of the Malmquist Index, most of the analyzed programs, approximately 71%, reduced their productivity in the production of scientific knowledge between the periods of 2013-2016 and 2017-2019. This drop in productivity would have occurred mainly through a reduction in pure technical efficiency, revealing that the programs have worsened the way they are allocating their inputs resources. Furthermore, other variables that showed a significant correlation with the efficiency and productivity of programs of Agronomy area were: percentage of permanent professor, permanent professor in research and collaborating professor, research projects, enrolled students and total articles. Finally, with regard to the Capes concept, it was verified the existence of a relationship between the efficiency of the programs and the concept attributed by the institution. It was concluded that efficiency/inefficiency is related to the way in which

the programs manage their resources. Thus, it would not be the lack of resources that would be preventing inefficient programs from thriving, but the mismanagement of these resources.

Keywords: Efficiency. Knowledge production. Graduate Programs. Agronomy.

## SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	10
1.1. Problema e sua importância .....	11
1.2. Objetivos .....	13
1.2.1. Objetivo Geral.....	13
1.2.2. Objetivos Específicos.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1. A Pós-graduação na área de Agronomia no Brasil .....	14
2.2. O Sistema de Avaliação da CAPES e a área de Agronomia.....	19
2.3. Trabalhos empíricos sobre a eficiência na pós-graduação.....	22
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	24
3.1. Eficiência e fronteira de produção .....	24
4. METODOLOGIA .....	26
4.1. Análise da eficiência relativa dos PPG da área de Agronomia.....	26
4.2. Mensuração da produtividade através do índice de Malmquist.....	29
4.3. Fonte dos dados e amostra .....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
5.1. Análise Descritiva dos Dados .....	31
5.2. Análise de Eficiência .....	33
5.2.1. Correlação entre a eficiência e variáveis externas ao modelo DEA ..	45
5.3. Variação na Eficiência e na produtividade .....	48
5.3.1. Correlação entre variação na eficiência e variação nas variáveis externas ao modelo DEA.....	63
6. CONCLUSÃO .....	65
REFERÊNCIAS .....	69
ANEXO.....	74

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O conhecimento, gerado por meio da pesquisa científica, é fundamental para o desenvolvimento econômico e social de uma nação (WENG *et al.*, 2012; PATEL, 2016). Essa percepção do conhecimento como fator primordial para o crescimento econômico já havia sido apresentada por Romer (1986), o qual propôs um modelo de crescimento de longo prazo, onde o conhecimento é considerado um insumo que aumenta a produtividade marginal. Ademais, segundo Cohen *et al.* (2018), a teoria do capital humano tem evoluído ao ponto de ser “substituída” pelo conceito de economia do conhecimento.

O termo “economia do conhecimento” refere-se a economias baseadas diretamente na produção, distribuição e uso de conhecimento e informação. Segundo Patel (2016), Chiarini & Vieira (2012) e Cohen *et al.* (2018), as universidades, principalmente aquelas voltadas para a pesquisa, desempenhariam papel fundamental na concepção dessas economias.

De acordo com Chiarini & Vieira (2012), a universidade, além de formar profissionais altamente qualificados, aumentando o estoque de capital humano, tem o papel social de criar e disseminar novos conhecimentos e novas tecnologias através de pesquisas (básica e aplicada). Desse modo, segundo os autores, as universidades atuam como agentes estratégicos para o *catch-up*, ou seja, para o crescimento econômico de um país.

No Brasil, a maior parte da produção científica é proveniente das universidades públicas, sendo as universidades federais o principal lócus de produção (CHIARINI; VIEIRA, 2012; CRUZ, 2010). Corroborando com esses trabalhos, tem-se os resultados do estudo realizado em 2019 pela empresa Clarivate Analytics, mediante solicitação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). O estudo verificou que mais de 95% de toda a produção científica gerada no Brasil é desenvolvida nas universidades públicas, federais e estaduais. Além do mais, ressalta-se que, de acordo com essa pesquisa, o Brasil ocupava a 13<sup>a</sup> posição na produção científica global, considerando mais de 190 países.

Silva *et al.* (2016), destacam que a pesquisa desenvolvida nas universidades públicas é realizada, primordialmente, nos Programas de Pós-Graduação (PPG). Outros trabalhos também apontam a pós-graduação *stricto sensu* como sendo a principal responsável pelo crescimento da produção científica no Brasil nas últimas décadas (OLIVEIRA; MORAES, 2016; BRASIL, 2012; CATANI *et al.*, 2010; KUENZER; MORAES, 2005).

De acordo com a Capes, a pós-graduação tem contribuído para um expressivo crescimento da comunidade científica e da produção intelectual, por meio da ampliação e renovação de campos específicos do saber. Nesse sentido, segundo a entidade, os principais

órgãos de fomento da pós-graduação, os quais são a Capes e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), têm estimulado a formação de mestres e doutores e a consolidação das atividades de pesquisa científica de forma contínua e consistente. Ademais, os investimentos das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), têm ampliado as condições de crescimento da produção científica nacional (BRASIL, 2012).

Do mesmo modo, Silva *et al.* (2016), apontam que os PPG, além de serem essenciais para o avanço da produção científica, são indispensáveis para a difusão do conhecimento, formação de novos profissionais da área acadêmica (doutores e mestres) e também para a expansão e melhoria do ensino. Assim, a pós-graduação, associada à pesquisa científica, tem contribuído significativamente para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil (SILVA *et al.*, 2009; BRASIL, 2012).

## **1.1. Problema e sua importância**

Sendo o Brasil um país cuja pesquisa científica é desenvolvida primordialmente nos programas de pós-graduação, e considerando que a economia do país é fortemente dependente do setor do agronegócio, é fundamental que os PPG da área de Agronomia sejam eficientes em sua produção de conhecimento para que assim, possam dar continuidade ao ciclo virtuoso de inovação e produção desse setor. Nesse sentido, identificar os principais fatores que influenciam a eficiência nessa área de pesquisa seria fundamental para a manutenção e consolidação do país como grande produtor, não só de produtos agropecuários, mas de tecnologia desenvolvida para a atividade do setor.

Os PPG da área de Agronomia foram escolhidos, pois esta é a maior subárea dentro da área de avaliação Ciências Agrárias I (CAPES, 2017). Além disso, a escolha dessa área de avaliação se justifica pelo fato de o Brasil ser um país cuja a economia possui forte dependência do setor agropecuário (MARTHA JR., 2015). Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio cresceu 24,31% em 2020, em relação ao ano anterior. Com isso, no ano de 2020, a participação do setor no PIB brasileiro foi de 26,6%, sendo que em 2019 essa participação era de 20,5%. Assim sendo, fica evidente a grande relevância do setor agropecuário para o crescimento econômico do país.

Além do mais, o Brasil é referência mundial nessa área. De acordo com o estudo realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 2020, o Brasil foi

o maior exportador de carne bovina do mundo e o segundo maior exportador de grãos, com 14,4% e 19,8% do mercado internacional, respectivamente, além de ser o maior produtor mundial de algumas culturas, como açúcar e café (EMBRAPA, 2021). Esses exemplos demonstram a importância do setor agropecuário brasileiro no mercado internacional.

Segundo Barros & Barros (2005), a pesquisa têm sido a chave para esse sucesso. Ainda de acordo com os autores, o setor agrícola brasileiro sempre dependeu e continuará dependendo pesadamente de seu sistema de pesquisa. Essa relevância da pesquisa pode ser vista, por exemplo, na chamada Revolução Verde (iniciada na década de 1970), que após um forte investimento em pesquisa nessa área, incorporou uma série de inovações tecnológicas no setor agrícola, possibilitando um aumento extraordinário da produção, que se deu primordialmente pelo aumento da produtividade (NASCIMENTO; CASTRO, 2020). Assim, as pesquisas desenvolvidas nos PPG, pertencentes a área de Ciências Agrárias, são de extrema importância, uma vez que a pesquisa (básica e aplicada) seria fundamental para dar continuidade ao ciclo virtuoso de inovação no setor agropecuário (MARTHA JR., 2015; BARROS; BARROS, 2005).

Desse modo, admitindo a pós-graduação como um dos pilares da pesquisa científica brasileira (OLIVEIRA; MORAES, 2016), é fundamental que os PPG que compõem o Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) sejam eficientes em sua produção de conhecimento científico e tecnológico.

A fim de compreender quais são os determinantes da eficiência dos PPG do Brasil, de modo que estes possam se munir de informações em busca da excelência é possível citar alguns trabalhos que avaliaram a eficiência e os seus determinantes na pós-graduação. De acordo com os trabalhos de Silva *et al.* (2016) e Moreira *et al.* (2011), que fizeram uma avaliação para as áreas de Economia e de Administração, Contabilidade e Turismo do Brasil, os principais fatores que determinam a eficiência desses programas são a dedicação dos docentes às atividades de pesquisa; a participação de docentes e pesquisadores externos nas atividades dos programas; a magnitude do programa, ou seja, operar em maior escala; os investimentos da Capes em bolsas e fomento; o tipo do programa, sendo que pertencer a instituições públicas afeta negativamente a eficiência; e a quantidade de PPG que a instituição possui, no qual, quanto mais programas a instituição possuir, maior será a eficiência do programa em análise.

Considerando a importância do setor agropecuário para a economia do Brasil, a pesquisa para o contínuo desenvolvimento desse setor é desenvolvida sobretudo nos programas de pós-graduação, tornando necessária a identificação dos fatores que influenciam a eficiência da pesquisa dos PPG da área de Agronomia para a manutenção e consolidação do país como

grande produtor, não só de produtos agropecuários, mas como de tecnologia desenvolvida para a atividade do setor.

Nesse sentido, a presente pesquisa teve como intuito verificar quais seriam os principais fatores que influenciam a eficiência na produção científica dos PPG *stricto sensu* do Brasil, mais especificamente os programas da área de Agronomia. Além do mais, este trabalho avaliou se houve mudanças na produtividade total dos fatores dos PPG da área de Agronomia entre os períodos de 2013-2016 e 2017-2019.

Assim sendo, espera-se que a pesquisa em questão venha a contribuir para uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a eficiência dos PPG da área de Agronomia e, com isso, possa munir esses programas com informações que sirvam de suporte para alcançarem uma maior eficiência em suas pesquisas e, consequentemente, na produção de conhecimento científico e tecnológico. Adicionalmente, espera-se que os resultados encontrados auxiliem na elaboração de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento da pós-graduação brasileira e de sua pesquisa, sobretudo da área de Agronomia.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

A presente pesquisa teve como objetivo geral analisar quais seriam os principais fatores que influenciam a eficiência dos PPG da área de Agronomia do Brasil na produção de conhecimento científico.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a) Analisar a eficiência dos PPG da área de Agronomia do Brasil na produção de conhecimento científico no período de 2013 a 2019;
- b) Investigar se houve mudanças na produtividade total dos fatores (PTF) através do Índice de Malmquist entre os anos de 2013-2016 e 2017-2019 e decompor o índice entre variação da eficiência técnica (*catch-up effect*) e mudanças tecnológicas (*frontier-shift effect*);
- c) Verificar se as seguintes variáveis influenciam na eficiência dos PPG: localização geográfica, percentual de docentes permanentes, percentual de docentes colaboradores, percentual de bolsas entre os discentes de mestrado e de doutorado, qualidade dos artigos publicados, percentual de docente permanente em pesquisa, quantidade de

participante externo em pesquisa, número de projetos de pesquisa, número de patentes, quantidade de discentes de mestrado e doutorado matriculados, quantidade de discentes de mestrado e doutorado titulados.

- d) Verificar se os PPG mais eficientes, de acordo com a pesquisa, são aqueles melhor avaliados pela Capes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A Pós-graduação na área de Agronomia no Brasil

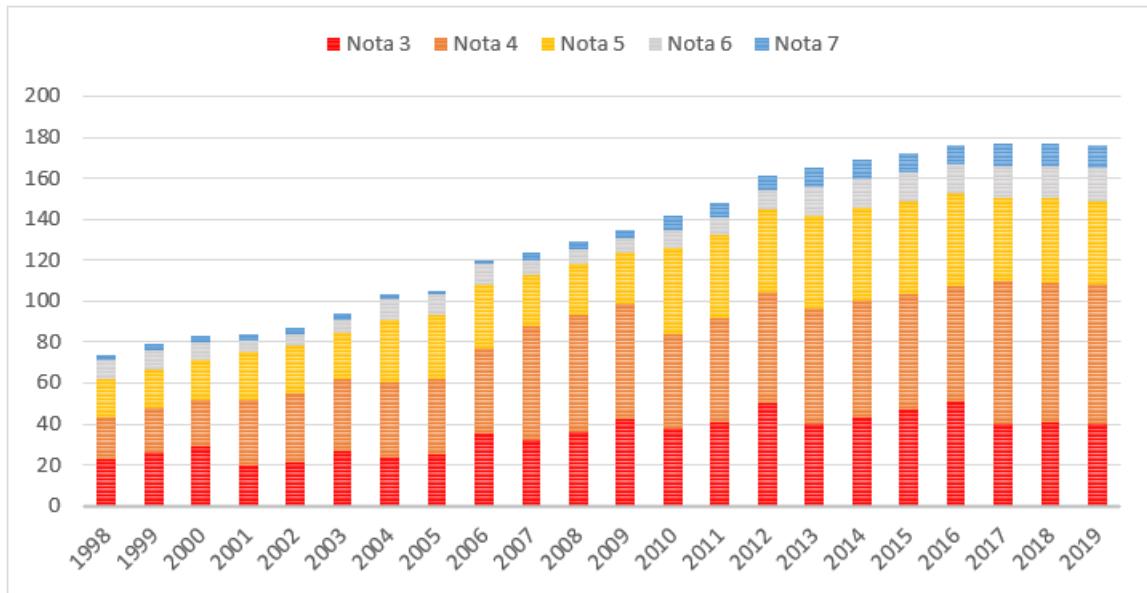
Os programas de pós-graduação da área de Agronomia foram pioneiros no Brasil (LYRA; HAEFFNER, 2008). O curso de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), juntamente com o curso de Economia Rural, da mesma instituição, foram os primeiros programas de pós-graduação do país no modelo norte-americano do *Magister Scientiae*, criados em 1961 (CAPES, 2018; CAPDEVILLE, 1991). Assim, no final do século XX já se reconhecia a importância dessa área e de sua pesquisa científica, como destacado por Capdeville (1991):

“De modo algum a agricultura brasileira teria atingido seus níveis atuais, concorrendo, como tem feito, para a obtenção dos atuais excedentes comerciais de nossa balança comercial, não fosse a qualidade do ensino superior agrícola, graduado e pós-graduado, e de sua produção científica” (CAPDEVILLE, 1991, p. 252).

A partir de então, os cursos dessa área cresceram em larga escala. De acordo com Lyra & Haeffner (2008), em 1996 havia 146 programas de pós-graduação na grande área Ciências Agrárias, passando para 301 programas em 2008. Ainda segundo as autoras, os programas de pós-graduação da área de Agronomia representavam 43,18% da pós-graduação em Ciências Agrárias em 2008. Atualmente, de acordo com os últimos dados disponibilizados pela Capes, em 2019 o SNPQ continha 441 programas em Ciências Agrárias. Desse total, 39,9% eram programas da área de Agronomia, sendo essa área a que ainda possui o maior número de programas dentro da grande área Ciências Agrárias.

Na Figura 1, a seguir, é possível observar o crescimento no quantitativo de PPG em Agronomia no período de 1998 a 2019, distribuídos por nota de avaliação da Capes. Em 1998 haviam 74 programas, atingindo a quantidade máxima nos anos de 2017 e 2018, com 177 programas. Durante este período houve um crescimento vertiginoso na quantidade de programas, sendo a taxa de crescimento do período de 137,8%.

**Figura 1:** Evolução da quantidade de PPG da área de Agronomia por nota da Capes de 1998 a 2019

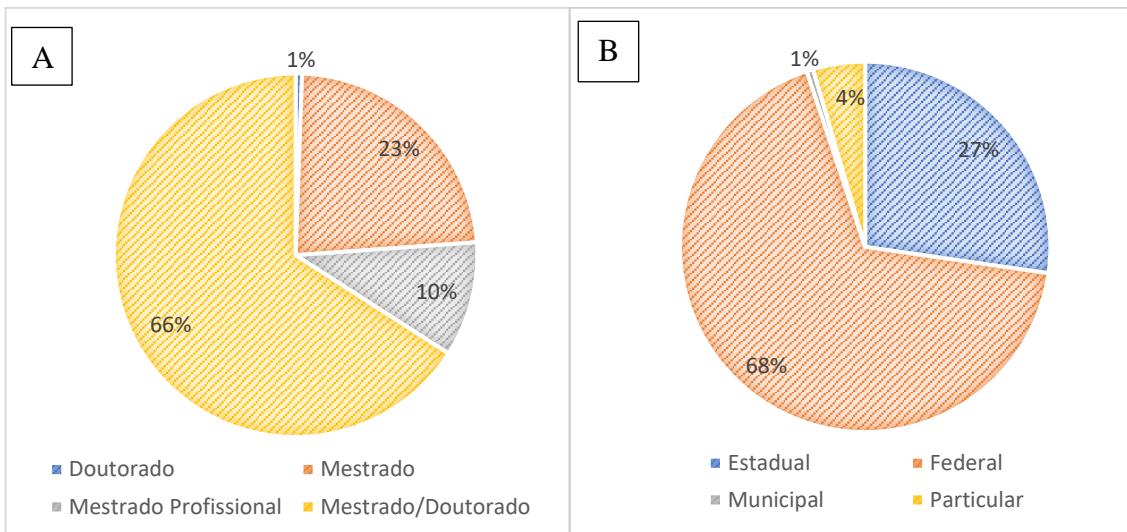


Fonte: Elaborado pela autora com base em GeoCapes (2021).

No que se refere à qualidade dos programas, segundo a Avaliação da Capes, é possível observar, por meio da Figura 1, que durante o período de 1998 a 2019 a maioria dos cursos receberam nota 3 ou 4. Na média, esses dois estratos concentraram 62,6% dos programas. Enquanto os conceitos 5, 6 e 7 representaram, em média, 25,2%, 7,6% e 4,6%, respectivamente. Entretanto, é possível observar um aumento considerável no número de programas com avaliação 5, 6 e 7.

A seguir é feita uma breve descrição da situação atual da pós-graduação na área de Agronomia, com os dados do ano de 2019, último ano com dados disponíveis no Sistema de Informações Georreferenciadas (GEOCAPES). Conforme o gráfico A, da Figura 2 abaixo, verifica-se que dos 176 PPG dessa área, a grande maioria (66%) possuía ambos os cursos, Mestrado e Doutorado. Em seguida tinha-se os programas que possuíam apenas os cursos de Mestrado (23%), os cursos de Mestrado Profissional (10%) e, por último, tinha-se os programas que continham apenas o curso de doutorado (1%). Em relação a natureza jurídica dos programas, através do gráfico B, da Figura 2, observa-se que 68% dos programas dessa área estão vinculados a Instituições Federais de Ensino Superior, 27% a instituições Estaduais, 4% particulares e 1% municipal.

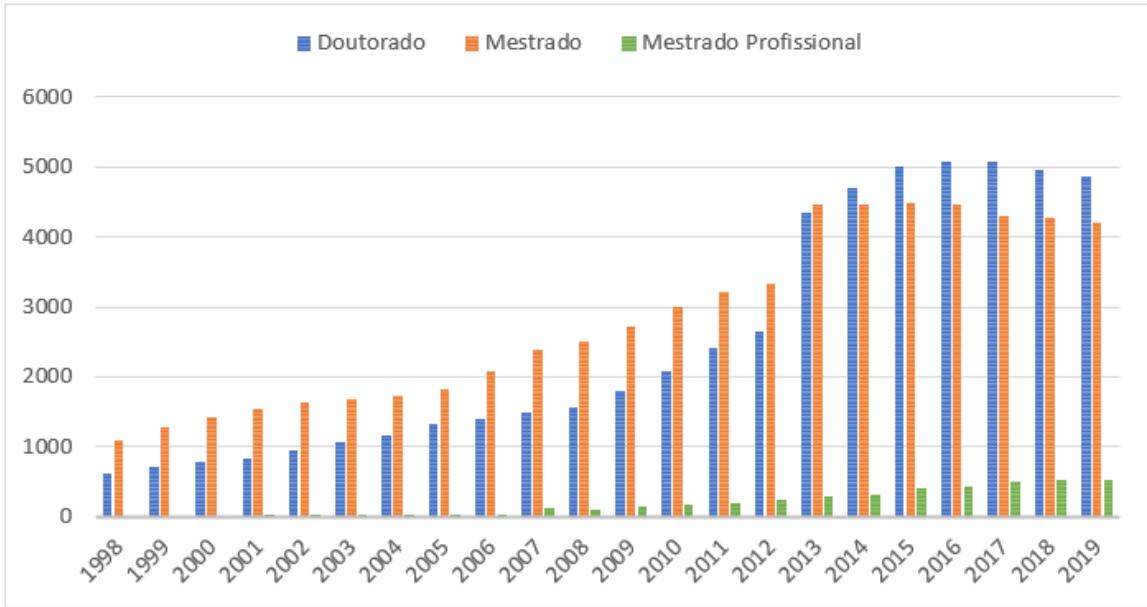
**Figura 2:** Distribuição dos PPG da área de Agronomia por grau e natureza jurídica das IES em 2019



Fonte: Elaborado pela autora com base em GeoCapes (2021). Obs: Gráfico A – Grau; Gráfico B – Natureza jurídica

A Figura 3, abaixo, apresenta informações sobre a quantidade de discentes matriculados nos PPG da área de Agronomia ao longo do período de 1998-2019. Observa-se que durante o período houve um elevado crescimento na quantidade de alunos matriculados em todos os níveis (Doutorado, Mestrado e Mestrado Profissional). Durante esse período, houve um aumento de aproximadamente 464% no número total de discentes matriculados. De modo desagregado, a quantidade de alunos matriculados no Mestrado cresceu 286%, enquanto nos cursos de Doutorado cresceram 696%. Já os cursos de Mestrado Profissional, que tiveram os primeiros alunos matriculados em 2001, teve-se um crescimento de 2.485%.

**Figura 3:** Discentes matriculados nos PPG da área de Agronomia no período de 1998 a 2019

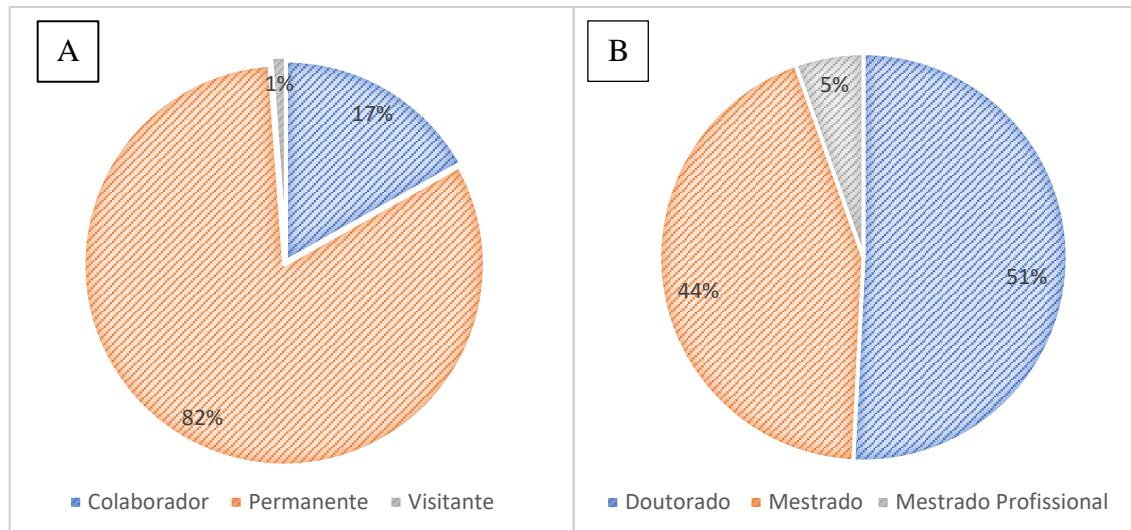


Fonte: Elaborado pela autora com base em GeoCapes (2021).

Observa-se que, a partir de 2013, houve um salto no número de alunos matriculados em todos os níveis, com destaque para os cursos de Doutorado, que tiveram um aumento de 64,3%, em relação ao ano anterior. Do mesmo modo, ressalta-se que, a partir de 2014, a quantidade de alunos matriculados no Doutorado passou a ser maior que a quantidade do Mestrado acadêmico. Esse fato pode estar relacionado com os objetivos do Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) de 2011-2020, que tinha como meta até 2020 obter um acréscimo na titulação de mestres e doutores de duas vezes e meia a três vezes, em relação a 2009, sobretudo na expansão no número de doutores. Desse modo, o referido Plano, visava a expansão do Sistema Nacional de Pós-Graduação, por meio do aumento no número de matriculados e titulados da pós-graduação.

No que se refere ao corpo discente e docente dos PPG da área de Agronomia, a Figura 4 a seguir apresenta a situação destes no ano de 2019. No total, os programas continham 3.342 docentes, sendo que deste total, 2.740 eram professores permanentes, o que corresponde a 82%. Os docentes colaboradores representavam 17%, enquanto os professores visitantes eram apenas 1% do corpo docente. Em relação aos alunos matriculados nos programas, tinha-se um total de 9.595 discentes. 51% dos alunos da pós-graduação dessa área estavam matriculados em cursos de Doutorado, enquanto os cursos de Mestrado abarcavam 44% dos estudantes. Por fim, a modalidade com menos alunos eram os cursos de Mestrado Profissional, com apenas 5% dos discentes.

**Figura 4:** Quantidade de docentes e discentes matriculados nos PPG em Agronomia em 2019



Fonte: Elaborado pela autora com base em GEOCAPES (2021). Obs: Gráfico A – Docentes; Gráfico B – Discentes matriculados.

A distribuição dos PPG da área de Agronomia por região e por nota da Capes é apresentada no Quadro 1, a seguir. Observa-se que a maioria dos programas, 43%, se concentravam na região Sudeste. Adicionalmente, essa era a única região do país que continha programas com nota 7, além de concentrar 56,3% dos programas com conceito 6. De acordo com a Capes, isso se deve ao fato de o Sudeste abrigar cursos e programas mais tradicionais, iniciados entre as décadas de 1960 e 1970 (CAPES, 2017).

**Quadro 1:** Distribuição dos PPG da área de Agronomia por nota e região em 2019

Região	Nota 3	Nota 4	Nota 5	Nota 6	Nota 7	Frequência
Centro-Oeste	9	8	4	0	0	12%
Nordeste	11	19	5	2	0	21%
Norte	1	3	2	0	0	3%
Sudeste	11	27	18	9	11	43%
Sul	8	11	12	5	0	21%
<b>Frequência</b>	<b>23%</b>	<b>39%</b>	<b>23%</b>	<b>9%</b>	<b>6%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado pela autora com base em GEOCAPES (2021).

Por outro lado, o Norte é a região com a menor concentração de programas, apenas 3%. Juntamente com o Centro-Oeste, essas duas regiões são as únicas que não possuem programas com o conceito 7 e nem com o conceito 6. Ademais, assim como nos anos anteriores, em 2019

a maioria dos programas foram avaliados com o conceito 4. Já os estratos 3 e 5 continham a segunda maior concentração de programas, com 23% cada. Por fim, apenas 9% e 6% dos programas receberam as notas 6 e 7, respectivamente. Ou seja, apenas 15% de todos os programas da área de Agronomia eram considerados, pela avaliação da Capes, como sendo de excelência a nível internacional.

Observa-se que esse não é um problema exclusivo da área de Agronomia. De acordo com os dados da plataforma GEOCAPES, em 2020 tinha-se 4.559 programas de pós-graduação no Brasil. Desse total, apenas 306 programas possuíam conceito 6 e 185 programas o conceito 7. Assim, de modo geral, tem-se um baixíssimo número de PPG considerados de excelência a nível internacional pela Avaliação da Capes.

Para entender melhor sobre a Avaliação da Capes, e como as notas são atribuídas aos PPG, a subseção a seguir descreve brevemente sobre a avaliação da Capes, de modo geral, e as especificações desta para a avaliação da área de Agronomia. Ademais, essa subseção também contribui para o entendimento do modelo proposto na seção 4.

## 2.2. O Sistema de Avaliação da CAPES e a área de Agronomia

O Sistema de Avaliação da pós-graduação brasileira foi implementado pela Capes em 1976, e tem sido utilizado como padrão de qualidade no ensino público e privado de pós-graduação *stricto sensu* (Mestrado e Doutorado), abrangendo todas as áreas de conhecimento em todos os estados do Brasil (PATRUS *et al.*, 2018). Conforme Nicolato (2005), esse sistema de avaliação tem sido fundamental para o desenvolvimento e a melhoria contínua da pós-graduação e da pesquisa científica no Brasil, além de ser um dos mais modernos do mundo (MACCARI *et al.*, 2009).

A princípio, segundo Maccari *et al.* (2009) e Patrus *et al.* (2018), os objetivos para a adoção de tal sistema foram, entre outros: i) auxiliar na distribuição de bolsas de estudo para os discentes; ii) orientar o investimento das agências federais na formação de recursos humanos de alto nível; iii) criar um sistema permanente de informações sobre a pós-graduação brasileira; iv) regular a expansão da pós-graduação; e v) credenciar esses cursos tornando válidos, em plano nacional, os certificados por eles expedidos.

Atualmente, de acordo com a Capes, o Sistema de Avaliação pode ser dividido em duas instâncias, sendo elas a entrada e a permanência dos cursos de Mestrado Profissional, Mestrado acadêmico e Doutorado no SNPQ. Em relação à entrada, são avaliadas as propostas de implantação de novos cursos, e no que se refere à permanência, é feita uma avaliação periódica

de todos os cursos de pós-graduação. Além do mais, a avaliação é realizada com a participação da comunidade acadêmico-científica por meio de consultores *ad hoc*. Os Coordenadores de Área são acadêmicos com reconhecida experiência em suas respectivas áreas e são responsáveis por coordenar, planejar e executar as atividades da sua área junto à CAPES, incluindo aquelas relativas à avaliação dos PPG (CAPES, 2014).

A partir do período de 2013-2016, essa avaliação passou a ser feita a cada quatro anos, em decorrência do crescimento acelerado do SNPQ (CAPES, 2017). Nesse sentido, a avaliação dos PPG *stricto sensu* é feita considerando 49 áreas de avaliação, que seguem uma mesma sistemática e conjunto de quesitos básicos estabelecidos no Conselho Técnico Científico da Educação Superior (CTC-ES) (CAPES, 2014a). Para auxiliar a execução das atividades de avaliação, as 49 áreas são agregadas, por critério de afinidade, em dois níveis. O primeiro nível é denominado Colégios, sendo que os três colégios existentes são: Colégio de Ciências da Vida, Colégio de Humanidades e Colégio de Ciências Exatas, Tecnológicas e Multidisciplinar. No segundo nível tem-se as Grandes Áreas do conhecimento, que atualmente são nove: Ciências Agrárias; Ciências Biológicas; Ciências da Saúde; Ciências Humanas; Ciências Sociais Aplicadas; Linguística, Letras e Arte; Ciências Exatas e da Terra; Engenharias; e Multidisciplinar (CAPES, 2014a).

Dentre as 49 áreas de avaliação os PPG da área de Agronomia pertencem à área Ciências Agrárias I, que por sua vez está dentro da Grande Área Ciências Agrárias, pertencendo, por fim, ao Colégio de Ciências da Vida. Conforme o relatório de 2017 da Capes, um aspecto importante, pertinente à área Ciências Agrárias I, é a sua composição em termos de subáreas distintas do conhecimento, as quais são: Solos e Microbiologia (11,8%); Extensão Rural (4,9%); Melhoramento, Genética e Estatística (10,8%); Engenharias Agrícola e Florestal (20,1%); Proteção de Plantas (9,3%); e Fitotecnia (43,1%) (CAPES, 2017a).

Na Avaliação Quadrienal de 2017, que avaliou o período de 2013-2016, eram considerados cinco quesitos. Cada quesito tinha peso distinto na composição da nota final, e esses pesos poderiam ser distribuídos de modo diferente entre as áreas de avaliação. Por fim, cada quesito era subdividido em vários itens de avaliação. Dessa forma, a área Ciências Agrárias I, tinha a seguinte distribuição de pesos para os cinco quesitos da Avaliação: Proposta do Programa (sem valoração); Corpo Docente (Peso 20%); Corpo Discente, Teses e Dissertações (Peso 30%); Produção Intelectual (Peso 40%); e Inserção Social (Peso 10%) (BRASIL, 2017).

Em relação a Avaliação do período de 2017-2020, esta passou a contar com três quesitos, de igual peso: 1. Programa; 2. Formação; e 3. Impacto na Sociedade. Dentre os

quesitos citados, destaca-se o quesito Formação, o qual possui os seguintes itens: 2.1. Qualidade e adequação das teses, dissertações ou equivalente em relação às áreas de concentração e linhas de pesquisa do programa; e 2.4. Qualidade das atividades de pesquisa e da produção intelectual do corpo docente no programa. De acordo com a ficha de avaliação, a área de Ciências Agrárias I atribui peso de 20% ao item 2.1. e de 30% ao item 2.4., sendo este último item o que tem o maior peso dentro do quesito Formação (CAPES, 2019).

Observa-se que a produção intelectual era o quesito com o maior peso na Avaliação de 2013-2016, e é o item com o maior peso dentro do quesito 2 da Avaliação de 2017-2020. Desse modo, fica evidente a importância atribuída à produção intelectual na avaliação da qualidade dos PPG da área Ciências Agrárias I.

A produção intelectual é avaliada com base na quantidade e qualidade dos trabalhos publicados pelos programas. Para aferir a qualidade dessas publicações a Capes criou o Qualis-Periódicos. Trata-se de um sistema usado para classificar a produção científica dos programas de pós-graduação no que se refere aos artigos publicados em periódicos científicos. O Qualis afere a qualidade dos artigos e de outros tipos de produção, a partir da análise de qualidade dos veículos de divulgação, ou seja, dos periódicos científicos (CAPES, 2016). Assim, a produção científica é mensurada de forma indireta.

Para tal fim, os periódicos científicos são classificados em estratos representando a sua qualidade. De acordo com a Avaliação do período de 2013-2016, tinha-se a seguinte estratificação: A1, o estrato mais elevado, seguido por A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. Desse modo, o Qualis da Área de Ciências Agrárias I, atribuiu os seguintes pesos à estratificação dos artigos publicados nessa área: 100; 85; 70; 55; 40; 25; 10; e zero, respectivamente (CAPES, 2017a). No segundo período, 2017-2020, tem-se os seguintes estratos, com suas respectivas pontuações: A1(100), A2(85), A3(70), A4(55), B1(40), B2(30), B3(20), B4(10) e C (0).

Ao final do processo de avaliação, o resultado é apresentado em um relatório detalhado que aborda o desempenho do programa durante o período avaliado, caracterizando a situação específica de cada programa (CAPES, 2017). Esse resultado é expresso em notas que objetivam refletir a qualidade dos programas avaliados. As notas variam de 1 a 7, sendo 3 o conceito mínimo para que um curso seja reconhecido pela Capes, e assim possa continuar em funcionamento. Os programas com nível de excelência nacional, recebem a nota 5, enquanto aqueles com padrões internacionais de excelência são qualificados com notas 6 ou 7 (BRASIL, 2017).

Como visto na subseção anterior, a baixa representatividade de programas que possuem um padrão de excelência internacional, de acordo com a Avaliação da Capes, reforça a

importância de estudos que analisem a eficiência desses programas, sobretudo dos determinantes dessa eficiência.

### **2.3. Trabalhos empíricos sobre a eficiência na pós-graduação**

Na literatura sobre análise de eficiência de organizações sem fins lucrativos, encontra-se trabalhos que analisaram a eficiência de PPG de diferentes áreas do conhecimento. A seguir serão descritos alguns destes estudos. Inicialmente, tem-se a pesquisa realizada por Moreira *et al.* (2011), na qual os autores investigaram os fatores determinantes da eficiência dos PPG acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo para o triênio 2004-2006. Primeiramente, foi utilizado o modelo DEA para calcular a eficiência dos programas, no qual considerou-se como *inputs* o número de docentes permanentes e de discentes (Mestrado e Doutorado) ingressantes. Como *outputs* usou-se o número total de alunos titulados e a soma ponderada das publicações científicas. Para verificar os fatores que influenciaram a eficiência, estimou-se o modelo Tobit, onde as variáveis explicativas foram: dedicação dos docentes às atividades da pós-graduação e da graduação, envolvimento dos docentes em atividades de pesquisa, participação de membros externos, discentes matriculados e anos de existência do programa. Como resultado, os autores observaram que os programas com maior número de alunos matriculados foram mais eficientes. Além do mais, o envolvimento dos docentes em projetos de pesquisa e a participação de membros externos nas atividades dos programas, afetam positivamente o nível de eficiência.

Semelhantemente, Silva *et al.* (2016) analisaram os determinantes da eficiência dos PPG em Economia, para o triênio 2010-2012. Os autores utilizaram o método DEA para calcular a eficiência. Os insumos foram o número de docentes e de discentes, e como produtos utilizou-se o número de teses, dissertações e artigos publicados em periódicos avaliados pelo Qualis da Capes. Os determinantes foram estimados através do modelo Tobit, onde as variáveis explicativas foram o número de linhas de pesquisa do programa, investimento da CAPES em bolsas e fomento por estado, número de disciplinas do programa, *dummy* se a instituição é pública ou privada, número de PPG que a instituição possui e *dummy* se o processo seletivo do programa foi feito pela ANPEC. De acordo com os resultados, os programas eficientes se concentram na região Sudeste e recebem investimento da CAPES em bolsas e fomento. Além disso, os programas que pertencem a instituições públicas são relativamente menos eficientes. Por fim, quanto mais PPG a instituição possui, maior será a eficiência do programa em análise.

Outro exemplo é o estudo desenvolvido por Vasconcelos *et al.* (2016). Os autores observaram a eficiência na produção científica dos programas de pós-graduação da área Engenharias III. Foi utilizado o modelo DEA com retornos constantes e orientação produto para verificar a eficiência dos PPG. Nesse modelo, considerou-se como produtos: o número de dissertações e teses, publicações de artigos, trabalhos completos, texto integral, capítulos de livros, coletâneas e verbetes do triênio 2010-2012. Enquanto os insumos foram: a quantidade de professores, o número de egressos no Mestrado e no Doutorado e a maturidade de cada programa, avaliada através do tempo de funcionamento em anos. Os resultados mostraram uma baixa correlação entre os programas eficientes e o conceito da Capes.

Com base nos trabalhos apresentados e em outros que há na literatura (JOHNES; YU, 2008; RAMÍREZ-GUTIÉRREZ *et al.*, 2020; NEPOMUCENO, 2017; FALQUETTO *et al.*, 2018), entende-se que as publicações científicas, teses, dissertações, livros e patentes são os principais produtos mensuráveis da atividade de pesquisa científica e tecnológica das universidades, mais especificamente dos programas de pós-graduação. Enquanto os principais insumos utilizados na literatura foram a quantidade de docentes e discentes que o programa possui.

Em relação ao processo produtivo dos PPG, segundo Marinho & Façanha (1999), as universidades levam ao extremo as dificuldades metodológicas e práticas associadas à caracterização precisa de suas funções de produção. Por possuírem múltiplos insumos e produtos, não visarem a maximização de lucro e não disporem de preços de mercado para os insumos e produtos gerados, fazem com que a avaliação da eficiência seja extremamente complexa.

Nesse sentido, para contornar esses problemas, o método não-paramétrico tem sido utilizado em vários trabalhos que analisam a eficiência das universidades e dos PPG (COSTA *et al.*, 2015; PEÑA, 2008; MARINHO; FAÇANHA, 1999). Esse método calcula a fronteira de produção dos PPG, sendo essa fronteira uma curva de eficiência. Os programas que são considerados eficientes, em relação aos seus pares, operam sobre a fronteira, e aqueles que são ineficientes, encontram-se abaixo da fronteira (PEÑA, 2008). Essa fronteira de eficiência deriva da Teoria da Produção Microeconômica, que será brevemente apresentada na seção seguinte.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Eficiência e fronteira de produção

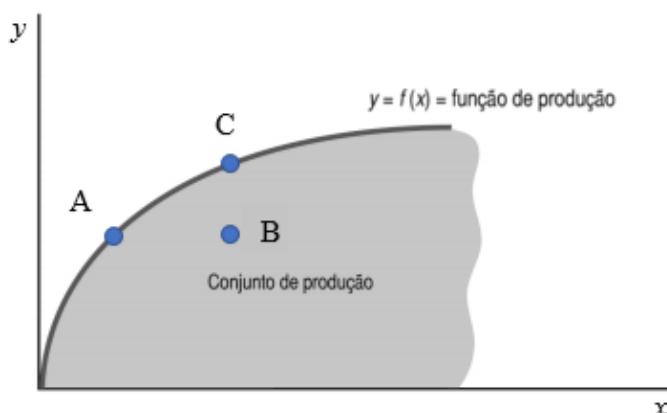
Farrell (1957) define eficiência como sendo a capacidade de uma unidade em obter a maior quantidade de produto possível com um determinado conjunto de insumos. Semelhantemente, Peña (2008) conceitua eficiência como “a combinação ótima dos insumos e métodos necessários (*inputs*) no processo produtivo de modo que gerem o máximo de produto (*output*)” (PEÑA, 2008, p.3). Nesse sentido, verificar quais seriam os principais fatores que determinam a eficiência dos PPG da área de Agronomia, poderia contribuir para a escolha da melhor combinação de seus insumos (discentes, docentes, equipamentos, etc.), a fim de maximizarem a produção de conhecimento científico e tecnológico.

A definição de eficiência, assim como a sua medida, é fundamentada na Teoria da Produção Microeconômica (PEÑA, 2008; FERREIRA; GOMES, 2020). Essa teoria consiste em analisar como uma unidade produtiva pode combinar vários insumos para obter determinado volume de produção de forma economicamente eficiente. A função de produção pode ser definida como a relação entre a máxima quantidade física que se pode obter de um produto a partir da utilização de determinada quantidade física de fatores de produção, pressupondo o processo de produção mais eficiente (VARIAN, 2006; PEÑA, 2008). Algebricamente, a função de produção pode ser representada da seguinte forma:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

onde  $Y$  é a quantidade de produto e  $X_1, X_2, \dots, X_n$  são as quantidades dos  $n$  fatores de produção empregues no processo produtivo. Essa função também pode ser expressa graficamente, como na Figura 5, a seguir:

**Figura 5:** Função de produção

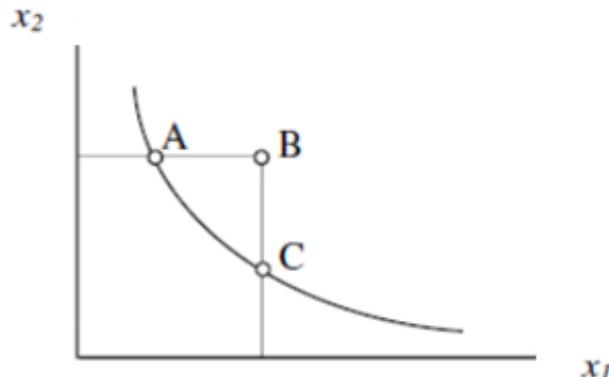


Fonte: Adaptado de Varian (2006).

A Figura 5 mostra a forma geral da curva da função de produção. A área abaixo dessa curva é formada pelo conjunto de possibilidades de produção, que representa todas as alternativas de produção tecnicamente factíveis, assim, a curva representa uma fronteira das possibilidades de produção (VARIAN, 2006). Ou seja, as unidades produtivas que se posicionam sobre a fronteira possuem níveis de produção eficientes, como é o caso das unidades A e C. Enquanto as unidades que se localizam na área abaixo da curva são ineficientes em relação às que estão na fronteira (PEÑA, 2008). Assim, a unidade B é ineficiente, pois ela poderia reduzir a quantidade de insumos ( $x$ ) utilizada até igualar à quantidade produzida por A; ou então aumentar sua produção ( $y$ ) ao nível de C, mantendo a quantidade de insumos fixa.

A relação eficiente entre insumos e produtos também pode ser representada por meio da curva de isoquanta, expressa na Figura 6 abaixo. Define-se isoquanta como a curva cujos pontos indicam todas as combinações dos fatores produtivos, que geram o mesmo nível de produção (VARIAN, 2006; PEÑA, 2008).

**Figura 6:** Isoquanta



Fonte: Adaptado de Varian (2006).

Sejam  $x_1$  e  $x_2$ , dois insumos diferentes, a isoquanta representa as combinações que utilizam a menor quantidade de insumos necessária para se atingir determinado nível de produção (VARIAN, 2006). Desse modo, de acordo com Peña (2008), ela se transforma em uma fronteira que hospeda o conjunto eficiente de combinações. Mais uma vez, as unidades que operam sobre a curva são eficientes (A e C), enquanto as que produzem acima da curva são ineficientes (B), pois utilizam uma quantidade maior de insumos para produzir a mesma quantidade de produto.

Empiricamente, as fronteiras eficientes e os níveis de eficiência de unidades produtivas homogêneas podem ser calculados por meio de duas abordagens: os métodos paramétricos e os não-paramétricos. Segundo Peña (2008), o método paramétrico utiliza a regressão múltipla, que exige de antemão a forma funcional teórica entre as variáveis do modelo. Neste caso, estima-

se uma função de produção com os insumos como variáveis independentes, os quais poderiam ser número de docentes ou área das instalações físicas, e uma ponderação de produtos ou indicadores de desempenho como variável dependente, por exemplo, o número de diplomados e publicações.

O método não-paramétrico calcula a fronteira de produção através de programação matemática de otimização, além de não requerer a especificação de nenhuma relação funcional entre os insumos e produtos (FERREIRA; GOMES, 2020). Entretanto, Peña (2008) ressalta que, por ser uma técnica determinística, esta é muito sensível a observações extremas (*outliers*) e aos erros de medidas.

Nesse sentido, a seguir será apresentado o modelo com o qual será calculada a fronteira de produção dos programas de pós-graduação da área de Agronomia na presente pesquisa, a fim de analisar a eficiência desses programas e identificar aqueles que operam sobre a fronteira de eficiência. Para isso, será utilizado o método Análise Envoltória de Dados (DEA). Segundo Martínez-Campillo & Fernández-Santos (2019), esse é o estimador mais aceito internacionalmente para avaliar a eficiência organizacional.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Análise da eficiência relativa dos PPG da área de Agronomia

A fim de analisar a eficiência na produção de conhecimento científico dos programas de pós-graduação da área de Agronomia, foi estimado os escores de eficiência desses programas através da técnica Análise Envoltória de Dados, ou *Data Envelopment Analysis* (DEA). Esse método tem suas contribuições iniciais atribuídas ao trabalho de Farrell (1957). Porém, foi a partir do estudo de Charnes *et al.* (1978) que o método incorporou contribuições fundamentais à análise de eficiência, possibilitando a utilização de múltiplos insumos e múltiplos produtos sem a necessidade de estabelecer relações funcionais entre estes, sendo esta, uma das vantagens do método (FERREIRA; GOMES, 2020).

Segundo Ferreira & Gomes (2020), os modelos DEA são modelos matemáticos não paramétricos que se baseiam em sólidos fundamentos da teoria da produção microeconômica. Ainda de acordo com os autores, essa técnica tem como objetivo avaliar o desempenho de organizações e atividades por meio de medidas de eficiência técnica, sendo essa eficiência relativa, ou seja, compara-se o desempenho das Unidades Produtivas que tomam decisões (DMUs – *Decision-Making Units*). Por fim, o método ainda permite identificar as DMUs que

operam com as melhores práticas, as quais são *benchmarks* para as ineficientes, ou seja, são unidades de referência.

O modelo DEA pode apresentar dois tipos de retornos à escala. O primeiro com retornos constantes (CCR), desenvolvido por Charnes, Cooper & Rhodes (1978), e o segundo com retornos variáveis (BCC), desenvolvido por Banker, Charnes & Cooper (1984). Ademais, os modelos DEA podem ser orientados a insumos ou a produtos. No primeiro caso, considera-se que a produção permanece constante enquanto os insumos variam para que o programa alcance a fronteira eficiente. Por outro lado, no modelo orientado a produto, os insumos são tidos como fixos, e a produção varia para alcançar a fronteira eficiente (FERREIRA; GOMES, 2020).

Desse modo, de acordo com Gomes & Baptista (2004), os modelos DEA com orientação produto e pressuposição de retornos variáveis à escala podem ser representados pelo seguinte Problema de Programação Linear (PPL):

$$\text{MAX}_{\theta, \lambda} \theta \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} -\theta y_i + Y\lambda &\geq 0, \\ x_i - X\lambda &\geq 0, \\ N_1' \lambda &= 1, \\ \lambda &\geq 0, \end{aligned}$$

em que  $\theta$  é um escalar, cujo valor será a medida de eficiência da  $i$ -ésima DMU, ou seja, do  $i$ -ésimo programa de pós-graduação, sendo que  $0 < \theta \leq 1$ . Caso  $\theta$  assuma valor igual a 1, o programa será considerado eficiente e, caso contrário, será ineficiente.  $\lambda$  é um vetor de constantes ( $nx1$ ) que fornece a solução ótima. Para um programa ineficiente, os valores de  $\lambda$  serão os pesos utilizados na combinação linear de outros programas eficientes, que influenciam a projeção do programa ineficiente sobre a fronteira calculada. Se o programa for eficiente, todos os  $\lambda$  referente aos outros PPGs serão zero e o seu respectivo  $\lambda$  será igual a 1.  $N_1$  é um vetor ( $nx1$ ) de algarismos unitários ( $1, \dots, 1$ ). Por fim,  $y_i$  é um vetor ( $mx1$ ) de quantidade de produtos do  $i$ -ésimo programa;  $x_i$  é um vetor ( $kx1$ ) de quantidade de insumos do  $i$ -ésimo programa;  $Y$  é uma matriz de produtos ( $nxm$ ); e  $X$  é uma matriz de insumos ( $nxk$ ).

Nesse sentido, a presente pesquisa utilizou o modelo com retornos variáveis à escala, a fim de eliminar possíveis efeitos de escala incorreta de produção, isto é, para que sejam calculadas as medidas de eficiência técnica pura, conforme os trabalhos de Johnes & Yu (2008), Ramírez-Gutiérrez *et al.* (2020) e Cohen *et al.* (2018). Além disso, optou-se pela orientação produto, de acordo com os trabalhos de Silva *et al.* (2016) e Moreira *et al.* (2011), no qual a eficiência é alcançada quando os programas maximizam sua produção científica, dado o nível de insumos (número de discentes, docentes, equipamentos, entre outros). Essa produção

científica pode ser definida como os produtos gerados pela pesquisa desenvolvida nos programas, os quais, segundo Crespi (2007), são as publicações de artigos científicos, livros, capítulos de livros, patentes, entre outros.

Para calcular a eficiência dos programas de pós-graduação da área de Agronomia na produção de conhecimento científico, foi considerado como *outputs* as seguintes variáveis:

Y1: Pontuação Qualis das publicações. Essa variável foi construída a partir da soma da pontuação atribuída à cada publicação de acordo com o Qualis do periódico ao qual ela foi publicada. A fim de que a análise aqui desenvolvida fosse o mais próximo possível da Avaliação Quadrienal realizada pela Capes, utilizou-se o Qualis da área de Ciências Agrárias I de cada período de avaliação, 2013-2016 e 2017-2020. Assim os estratos que indicam a qualidade do periódico com suas respectivas pontuações para o primeiro período foi: A1(100), A2(85), B1(70), B2(55), B3(40), B4(25), B5(10) e C (0). Para o período de 2017-2020, tem-se os seguintes estratos: A1(100), A2(85), A3(70), A4(55), B1(40), B2(30), B3(20), B4(10) e C (0). Desse modo, ao utilizar a pontuação Qualis das publicações, essa variável irá considerar a qualidade dos artigos, e não apenas a quantidade.

Y2: Teses de Doutorado e dissertações de Mestrado equivalentes a dissertações de Mestrado. Segundo o item 2.5.1 da ficha de avaliação da área de Ciências Agrárias I, uma tese equivale a duas dissertações. Desse modo, essa variável foi construída fazendo a equivalência das teses para dissertações.

Ademais, o modelo DEA foi estimado com restrições aos pesos, o que permite apontar a importância de cada produto. De acordo com a ficha de avaliação da área de Ciências Agrárias I, na avaliação de 2013-2016 o quesito publicações tinha peso de 40% enquanto Teses e Dissertações tinham peso de 30%, o que representa uma razão de 1,33. No segundo período, foi atribuído às publicações do corpo docente peso de 30% e às Teses e Dissertações, 20%, alterando a razão para 1,5. Assim, a fim de que o modelo estivesse em conformidade com a Avaliação da Capes, a pontuação Qualis das publicações também recebeu peso maior do que teses/dissertações na presente pesquisa. Dessa forma, a pontuação Qualis das publicações teve peso de 1,33 no primeiro período e de 1,5, no segundo período. Ou seja, um artigo equivale a 1,33 (ou 1,5) teses/dissertações.

Em relação às variáveis que foram utilizadas como *inputs* tem-se:

X1: Número de docentes permanentes do programa;

X2: Número de bolsas de fomento. Essa variável representa o número de bolsas de Mestrado mais o número de bolsas de Doutorado equivalentes à de mestrado. A equivalência foi feita de acordo com o valor das bolsas. Desde 2013, último ano em que os valores das bolsas

de estudo sofreram reajustes no país, o valor das mensalidades das bolsas pagas pela Capes é de R\$ 1.500,00, no nível de mestrado, e de R\$ 2.200,00, no nível de doutorado (BRASIL, 2013). Assim, uma bolsa de Doutorado equivale a aproximadamente 1,47 bolsas de Mestrado.

A escolha dessas variáveis teve como base diferentes trabalhos que fizeram uma análise semelhante para programas de pós-graduação de outras áreas, sendo estes trabalhos: Vasconcelos *et al.* (2016); Nepomuceno (2017); Falquetto *et al.* (2018); Moreira *et al.* (2011); e Silva *et al.* (2016). Por fim, a eficiência dos PPG foi calculada utilizando a média das variáveis em cada período da análise, 2013-2016 e 2017-2019.

Após obter os escores de eficiência dos PPG da área de Agronomia e identificar quais programas são *benchmarks*, seria interessante verificar a evolução da performance desses programas no tempo, o que pode ser feito analisando a dinâmica da produtividade desses programas. Assim, a fim de complementar este estudo foi utilizado o índice de Malmquist na mensuração da produtividade dos PPG da amostra e suas variações ao longo do tempo, conforme descrito a seguir.

#### **4.2. Mensuração da produtividade através do índice de Malmquist**

A partir da análise de eficiência inicial, feita com o modelo DEA, o índice de Malmquist complementa o estudo ao possibilitar a verificação de mudanças na produtividade total dos fatores dos PPG da área de Agronomia ao longo do período de 2013-2016 e 2017-2019. Além disso, é possível observar se essa mudança se deu através de um aumento na eficiência dos programas, com a otimização no uso dos insumos, ou por meio do deslocamento da fronteira de produção, ou seja, da tecnologia utilizada no processo produtivo.

Essa decomposição é importante para verificar se as variações na produtividade se devem a variações na eficiência técnica pura, que pode ser verificada através de um aumento (ou redução) nas publicações científicas de relevância e na conclusão de teses e dissertações. Ou se essa mudança na produtividade seria atribuída a inovações tecnológicas. No caso do setor educacional, esta mudança tecnológica pode se tratar da aquisição de equipamentos, de uma revisão curricular, uma inovação pedagógica, entre outros (NEPOMUCENO, 2017).

A decomposição da produtividade através do índice de Malmquist é possível pois este resulta do produto do emparelhamento (determinado pelos escores de eficiência técnica), pelo deslocamento da fronteira, o qual é calculado fazendo-se comparações entre as eficiências técnicas de cada programa entre dois períodos de tempo. Assim, para calcular esse índice foi utilizado os escores de eficiência dos PPG que foram obtidos com o modelo DEA. Segundo

Färe *et al.* (1994), o índice de Malmquist orientado a produto,  $M_o$ , pode ser representado da seguinte forma para os períodos  $t$  e  $t + 1$ :

$$M_o(y_t, x_t, y_{t+1}, x_{t+1}) = \left[ \frac{D_0^t(y_{t+1}, x_{t+1})}{D_0^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})} \times \frac{D_0^t(y_t, x_t)}{D_0^{t+1}(y_t, x_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

em que  $D_0^t$  e  $D_0^{t+1}$  são a função distância relativa à tecnologia de referência do período  $t$  e  $t + 1$ , respectivamente.  $y_t$  e  $x_t$  são, respectivamente, o produto e o insumo no período  $t$ , enquanto  $y_{t+1}$  e  $x_{t+1}$  são, respectivamente, o produto e o insumo no período seguinte,  $t + 1$ .

A decomposição do índice de Malmquist em variações na eficiência técnica ( $ET$ ) ou *catch-up* e variações na tecnologia ( $T$ ) ou *frontier-shift*, podem ser representadas pelas equações (7) e (8), respectivamente, a seguir:

$$ET = \frac{D_0^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{D_0^t(y_t, x_t)} \quad (7)$$

$$T = \left[ \frac{D_0^t(y_{t+1}, x_{t+1})}{D_0^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})} \times \frac{D_0^t(y_t, x_t)}{D_0^{t+1}(y_t, x_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Os resultados podem ser interpretados de forma similar para as três equações anteriores. Caso os resultados de  $M_o$ ,  $ET$  e  $T$  sejam maiores que um, tem-se um aumento na produtividade, melhora na eficiência técnica e no progresso tecnológico, respectivamente. Para valores de  $M_o$ ,  $ET$  e  $T$  menores que um, tem-se uma piora na produtividade, redução da eficiência técnica e retrocesso tecnológico, respectivamente. Por fim, caso  $M_o$ ,  $ET$ ,  $T$  sejam iguais a um, então significa que não houve mudanças nos índices.

Os procedimentos descritos nessa subseção, assim como nas anteriores, foram aplicados para avaliar um conjunto de programas de pós-graduação da área de Agronomia, que representam uma amostra de todos os PPG dessa área. Essa amostra e a fonte dos dados que foram utilizados são apresentadas a seguir.

#### 4.3. Fonte dos dados e amostra

Os dados são provenientes do conjunto de Dados Abertos da Capes e do Sistema de Informações Georreferenciadas (GEOCAPES), disponíveis na plataforma Sucupira. No primeiro conjunto de dados, é possível obter informações sobre toda a produção intelectual dos programas de pós-graduação *stricto sensu* do Brasil, além das características individuais dos programas, como ano em que o programa iniciou suas atividades, se pertence a uma instituição de ensino pública ou privada, a região onde se localiza, entre outras. Já o *site* Geocapes

disponibiliza informações sobre quantidade de docentes, discentes e bolsas de cada programa. Por fim, o período da análise compreendeu os anos de 2013 a 2019. Ressalta-se que o ano de 2020 não foi utilizado devido à falta dos dados para este ano.

Ainda considerando a indisponibilidade dos dados para o ano de 2020 e, consequentemente, do resultado final da Avaliação Quadrienal do segundo período, foi necessário que algumas informações fossem preenchidas manualmente. De acordo com os dados disponíveis da Capes, no período de 2017 a 2019, os 80 programas da amostra haviam publicado 20.207 artigos. Para a realização da presente pesquisa, estava faltando no banco de dados a informação de qual revista o artigo havia sido publicado e, consequentemente, o Qualis dessa revista. Assim, foi feita uma investigação para descobrir a revista onde cada artigo foi publicado. Posteriormente, foi atribuído o Qualis a cada revista, conforme o Qualis liberado pela Capes em 2019, que será utilizado para qualificar os periódicos na Avaliação envolvendo o período de 2017-2020. Do total de artigos, não foi possível encontrar 170, o que representa menos de 1%, não prejudicando, portanto, a análise aqui realizada.

Em relação à amostra, foram escolhidos os programas de pós-graduação *stricto sensu* da área de Agronomia de acordo com a classificação feita pela Capes. Assim, os programas aqui definidos estão dentro da seguinte classificação: grande área Ciências Agrárias, área de avaliação Ciências Agrárias I, descrição da área Agronomia. Em 2019 haviam 176 programas dentro dessa classificação. Outros recortes são: a escolha de apenas programas acadêmicos e que contenham os cursos de Mestrado e Doutorado, vinculados a instituições federais e estaduais de ensino superior; essa seleção foi feita a fim de que a amostra seja o mais homogênea possível. Por fim, foram selecionados apenas os programas que iniciaram suas atividades até 2010, para que houvesse tempo hábil do programa ser avaliado pela Capes na Avaliação Quadrienal de 2013-2016, sendo que a Capes só avalia os programas acadêmicos com no mínimo três anos de funcionamento. Desse modo, a amostra final contém 80 programas, os quais foram descritos na Tabela 1 do Anexo.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Análise Descritiva dos Dados**

Nesta seção, inicialmente, é apresentada uma análise descritiva dos dados utilizados para mensurar a eficiência dos PPG da área de Agronomia através da Análise Envoltória de Dados. Em seguida, os resultados da estimação dos níveis de eficiência DEA e do Índice de Malmquist são descritos e discutidos.

Para calcular a eficiência dos programas de pós-graduação da área de Agronomia na produção de conhecimento, por meio do modelo DEA proposto na presente pesquisa, foram utilizados como *inputs* o número de docentes permanentes e a quantidade de bolsas de fomento (sendo feita a equivalência das bolsas de Doutorado para as de Mestrado) de cada programa. Considerou-se como *outputs* do processo produtivo dos programas o número de teses/dissertações (sendo feita a equivalência das teses para dissertações) e a soma da pontuação Qualis das publicações submetidas em cada período analisado. Desse modo, a Tabela 1, a seguir, contém um resumo do comportamento dos dados utilizados para estimar o modelo DEA com retornos variáveis e orientação produto.

**Tabela 1:** Análise descritiva das variáveis do modelo DEA para os períodos 2013-2016 e 2017-2019

2013-2016					
Variáveis	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>I</i> - Docente permanente	80	17	6	9	40
<i>I</i> - Bolsas de fomento (equivalente Mestrado)	80	56	19	15	106
<i>O</i> - Pontuação Qualis de publicações	80	5103	2.289	1676	14174
<i>O</i> - Tese/Dissertação (equivalente Dissertação)	80	39	15	17	87
2017-2019					
Variáveis	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>I</i> - Docente permanente	80	17	6	11	37
<i>I</i> - Bolsas de fomento (equivalente Mestrado)	80	57	20	12	109
<i>O</i> - Pontuação Qualis de publicações	80	4.389	2.022	795	12807
<i>O</i> - Tese/Dissertação (equivalente Dissertação)	80	39	14	13	79

Fonte: Elaborado pela autora. Obs: N – número de observações/programas da amostra; *I* – *input*; *O* – *output*.

De acordo com a Tabela 1, em ambos os períodos analisados, 2013-2016 e 2017-2019, todas as variáveis apresentaram grande amplitude. Nesse sentido, é possível perceber a diferença entre o porte dos PPG da área de Agronomia. Por exemplo, no primeiro período, enquanto alguns programas operavam com cerca de nove docentes permanentes, outros dispunham de até 40 docentes permanentes. O mesmo pode ser observado em relação ao insumo bolsas de fomento, que variou entre 15 e 106 bolsas. A produção de conhecimento entre os programas também apresentou níveis muito distintos, como pode ser observado na Tabela 1.

Entretanto, ressalta-se que uma produção maior não necessariamente significa que o programa é mais eficiente, pois uma quantidade maior de insumos disponíveis possivelmente irá gerar uma maior produção. Dessa forma, o que torna um programa eficiente é a gestão

eficiente de seus recursos disponíveis, seja recursos humanos ou financeiros, alocando os seus insumos de modo a otimizar a sua produção de conhecimento científico.

Ainda de acordo com a Tabela 1, observa-se que a média e o desvio-padrão entre os períodos quase não sofreram alterações, com exceção da variável pontuação Qualis das publicações. O que já era de se esperar, uma vez que por se tratar de instituições públicas, há maior rigidez na alteração de seus insumos disponíveis, principalmente no quesito docente permanente (PACHECO, 2002). Por outro lado, a pontuação das publicações está sujeita a maior variação, pois por ser uma variável de resultado, essa é mais suscetível a variações na forma como os programas lidam com seus insumos, ou seja, se os programas aumentarem/reduzirem sua eficiência, espera-se um aumento/redução nessa variável. Em relação ao produto teses/dissertações, esse também não sofreu variação na média de um período para o outro.

Adicionalmente, tem-se que 62,5% da amostra são programas que pertencem à Instituições Federais de Ensino Superior, e os outros 37,5% são programas vinculados a instituições Estaduais. Em relação à distribuição dos programas pelo país, constatou-se que 46 programas são da região Sudeste, 18 do Sul, 6 do Centro-Oeste, 9 do Nordeste e 1 do Norte. Portanto, a maioria dos PPG da amostra estão vinculados a instituições federais e se localizam, principalmente, na região Sudeste.

A próxima subseção irá apresentar os resultados da eficiência, calculada por meio do modelo DEA, para os 80 programas de pós-graduação da amostra. A análise foi feita para os últimos dois períodos de avaliação da Capes, 2013-2016 e 2017-2019, lembrando que foi utilizada a média dos dados de cada período para a estimativa dos escores de eficiência.

## 5.2. Análise de Eficiência

Os resultados da estimativa dos níveis de eficiência dos programas de pós-graduação da área de Agronomia, para os períodos de 2013-2016 e 2017-2019, podem ser visualizados na Tabela 2, a seguir. A fim de calcular a eficiência na produção de conhecimento científico dos programas, considerou-se como *outputs* do processo a pontuação Qualis das publicações efetuadas no período analisado e a quantidade de teses/dissertações. Como *inputs* foram utilizadas as quantidades de docentes permanentes e de bolsas de fomento. Para isso, utilizou-se a técnica Análise Envoltória de Dados, com retornos variáveis e orientação produto. Além disso, na mesma tabela também é possível verificar o conceito atribuído pela Capes a cada um dos programas, que vigorava em cada período analisado.

**Tabela 2:** Eficiência e conceito da CAPES dos PPG da área de Agronomia para os períodos 2013-2016 e 2017-2019  
(CONTINUA)

DMU	IES	Nome do programa	2013-2016		2017-2019	
			Eficiência	Nota CAPES	Eficiência	Nota CAPES
37	USP/ESALQ	Fitopatologia	<b>100,00%</b>	7	<b>100,00%</b>	7
44	USP/CENA	Energia Nuclear na Agricultura	<b>100,00%</b>	7	<b>100,00%</b>	7
22	UFV	Meteorologia Aplicada	<b>100,00%</b>	5	<b>100,00%</b>	5
17	UFV	Fitopatologia	<b>100,00%</b>	7	92,01%	7
33	UFLA	Agroquímica	<b>100,00%</b>	6	88,99%	5
48	UNESP/BOT	Agricultura	<b>100,00%</b>	5	72,45%	5
50	UNESP/JAB	Produção Vegetal	<b>100,00%</b>	6	71,40%	6
5	UFRPE	Fitopatologia	<b>100,00%</b>	5	50,16%	5
24	UFV	Entomologia	94,78%	7	<b>100,00%</b>	7
18	UFV	Microbiologia Agrícola	94,05%	6	61,21%	6
41	USP/ESALQ	Solos e Nutrição de Plantas	92,58%	7	81,83%	7
54	UNESP/JAB	Ciência do Solo	87,24%	5	45,85%	5
19	UFV	Genética e Melhoramento	87,10%	6	73,86%	7
16	UFV	Produção Vegetal	87,07%	6	66,90%	6
34	UFLA	Microbiologia Agrícola	86,76%	6	49,07%	6
36	USP/ESALQ	Entomologia	86,67%	7	<b>100,00%</b>	7
68	UFSM	Agronomia	82,93%	5	43,97%	5
27	UFLA	Ciência do Solo	82,46%	7	59,19%	7
47	UNESP/BOT	Proteção de Plantas	82,03%	5	51,34%	6
20	UFV	Fisiologia Vegetal	74,78%	7	90,18%	7
15	UENF	Genética e Melhoramento de Plantas	74,60%	6	59,74%	6
42	USP/ESALQ	Estatística e Experimentação Agronômica	74,32%	5	65,69%	4
28	UFLA	Genética e Melhoramento de Plantas	70,76%	6	37,79%	7
12	UFRRJ	Ciências do Solo	69,81%	6	49,97%	6
66	UFRGS	Ciência do Solo	69,00%	6	61,68%	6
69	UFSM	Ciência do Solo	67,82%	5	78,99%	6
46	UNESP/BOT	Energia na Agricultura	67,09%	4	31,94%	4
45	UNESP/BOT	Horticultura	66,82%	5	47,01%	5
53	UNESP/JAB	Microbiologia Agropecuária	65,54%	5	72,55%	5
8	UFRPE	Entomologia Agrícola	64,88%	5	59,58%	6
30	UFLA	Fisiologia Vegetal	64,81%	5	56,17%	4
56	IAC	Agricultura Tropical e Subtropical	63,95%	5	39,77%	4
40	USP/ESALQ	Microbiologia Agrícola	63,45%	4	64,26%	5
14	UENF	Produção Vegetal	62,66%	5	50,31%	5
61	UNIOESTE	Agronomia	62,50%	5	20,79%	5
59	UEM	Agronomia	62,20%	6	49,28%	6
32	UFLA	Fitopatologia	61,33%	5	45,72%	5
26	UFLA	Fitotecnia	60,59%	5	40,38%	5
58	UEL	Agronomia	60,13%	5	51,63%	5
57	UFPR	Produção Vegetal	59,80%	5	38,57%	5
76	UFGD	Agronomia	58,66%	5	20,38%	5
21	UFV	Solos e Nutrição de Plantas	57,95%	6	69,52%	6
63	UDESC	Ciência do Solo	57,68%	5	37,92%	5
49	UNESP/IS	Agronomia	56,94%	5	40,34%	5
79	UNB	Fitopatologia	56,30%	5	73,29%	5
3	UFERSA	Fitotecnia	56,00%	5	46,88%	6

**Tabela 2:** Eficiência e conceito da CAPES dos PPG da área de Agronomia para os períodos 2013-2016 e 2017-2019 (CONCLUSÃO)

DMU	IES	Nome do Programa	2013-2016		2017-2019	
			Eficiência	Nota CAPES	Eficiência	Nota CAPES
39	USP/ESALQ	Genética e Melhoramento de Plantas	55,53%	7	59,00%	7
52	UNESP/JAB	Entomologia Agrícola	55,46%	5	47,71%	5
55	UNESP/RC	Microbiologia Aplicada	55,13%	5	45,42%	5
9	UESC	Genética e Biologia Molecular	54,07%	5	33,28%	5
71	UFPEL	Ciência e Tecnologia de Sementes	52,76%	4	11,99%	4
31	UFLA	Estatística e Experimentação Agropecuária	52,62%	4	39,57%	4
23	UFV	Agroquímica	52,51%	5	69,67%	4
29	UFLA	Entomologia	49,71%	5	49,64%	5
38	USP/ESALQ	Fitotecnia	49,67%	6	51,52%	6
10	UFRB	Ciências Agrárias	49,63%	5	48,24%	4
73	UFPEL	Fitossanidade	49,55%	5	46,53%	6
4	UFPB/AREIA	Agronomia	49,15%	5	38,76%	5
64	UDESC	Produção Vegetal	49,01%	5	37,81%	5
6	UFRPE	Ciências do Solo	48,20%	5	53,05%	5
65	UFRGS	Fitotecnia	47,71%	5	26,65%	5
11	UFES	Produção Vegetal	47,68%	4	25,15%	4
51	UNESP/JAB	Genética e Melhoramento de Plantas	46,25%	5	45,64%	4
67	UFRGS	Microbiologia Agrícola e do Ambiente	45,55%	4	55,27%	5
77	UFG	Agronomia	45,32%	4	47,59%	4
62	UFSC	Recursos Genéticos Vegetais	45,14%	6	40,52%	6
35	UFU	Agronomia	44,63%	5	39,63%	5
75	UFMT	Agricultura Tropical	44,02%	4	32,81%	5
2	UFC	Fitotecnia	43,79%	4	43,76%	4
43	USP/ESALQ	Fisiologia Bioquímica de Plantas	43,05%	5	65,01%	4
25	UFV	Bioquímica Aplicada	42,98%	5	46,48%	5
7	UFRPE	Biometria e Estatística Aplicada	42,82%	5	61,13%	4
70	UFPEL	Agronomia	41,67%	5	35,56%	4
72	UFPEL	Fisiologia Vegetal	40,82%	4	37,68%	4
60	UEM	Genética e Melhoramento	40,80%	5	33,89%	5
80	UNB	Agronomia	40,05%	5	31,05%	4
78	UFG	Genética e Melhoramento de Plantas	35,82%	4	41,61%	4
13	UFRRJ	Fitotecnia	33,07%	5	24,56%	4
1	UFAM	Agronomia Tropical	30,13%	4	31,84%	4
74	UFPEL	Sistemas de Produção Agrícola Familiar	22,37%	5	14,40%	5
Média			63,01%	5	52,76%	5

Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados da pesquisa.

Analizando, primeiramente, os resultados da eficiência para o período de 2013-2016, observa-se que, no geral, os programas apresentaram uma eficiência média de 63%. Além disso, tem-se que 47 programas obtiveram uma eficiência abaixo dessa média. Isso demonstra que mais da metade dos PPG da área de Agronomia, pertencentes a amostra, além de serem ineficientes estão operando abaixo da eficiência média.

Adicionalmente, constatou-se que dentre os 80 programas da amostra, oito programas se mostraram relativamente eficientes, de acordo com o modelo proposto no presente trabalho. Ou seja, esses programas apresentaram um nível de eficiência de 100%, em comparação com os demais programas da amostra. Os programas eficientes foram: os programas de Fitopatologia da UFRPE, UFV e da USP/ESALQ, Meteorologia Aplicada da UFV, Agroquímica da UFLA, Energia Nuclear na Agricultura da USP/CENA, Agricultura da UNESP/BOT e Produção Vegetal da UNESP/JAB.

Desse modo, esses oito programas formam a fronteira de produção. Eles obtiveram a máxima produção dado os insumos e a tecnologia disponível no período. No presente trabalho isso significa que, dada a quantidade de docentes permanentes e a quantidade de bolsas (tanto a nível de Mestrado quanto de Doutorado), esses programas maximizaram a quantidade de teses e dissertações defendidas e a pontuação de publicações em periódicos avaliados pelo Qualis da Capes, no período de 2013 a 2016.

Em contrapartida, os demais programas se encontram abaixo da fronteira eficiente. Os PPG mais distantes dessa fronteira, ou seja, nas últimas colocações, de acordo com o resultado do DEA, são os seguintes, com os seus respectivos níveis de eficiência: Agronomia da UNB (40,05%), Genética e Melhoramento de Plantas da UFG (35,82%), Fitotecnia da UFRRJ (33,07%), Agronomia Tropical da UFAM (30,13%) e Sistemas de Produção Agrícola Familiar da UFPEL (22,37%). Esses resultados indicam que os referidos programas poderiam elevar a sua produção de conhecimento em 59,05%, 64,18%, 66,93%, 69,87% e 77,63%, respectivamente, mantendo fixa a quantidade de insumos. Isto é, eles poderiam aumentar a pontuação dos artigos publicados e a quantidade de teses e dissertações, mantendo fixa a quantidade de docentes permanentes e de bolsas recebidas, a partir de uma gestão mais eficiente de seus recursos.

A princípio, a sugestão de que seria possível que os programas ineficientes aumentassem a sua produção de conhecimento científico, mantendo fixa a quantidade de insumos, se torna plausível ao observar e comparar os fatores de produção entre esses programas e aqueles que foram eficientes. Conforme a Tabela 3, a seguir, verifica-se que os programas ineficientes, apesar de possuírem a mesma quantidade de insumos, ou uma quantidade maior, do que os programas eficientes, obtiveram uma produção inferior. Um exemplo são as DMUs 17 e 60, ambas possuíam 14 docentes permanentes, e a DMU 60 dispunha de 39 bolsas a mais. Porém a DMU 17 obteve 35 teses/dissertações e 7.508 pontos, contra 34 teses/dissertações e 3.100 pontos da DMU 60. Nesse sentido, o programa de Fitopatologia da UFV (DMU 17), conseguiu alcançar uma produção maior através da mesma quantidade de docentes e de um número bem

menor de bolsas do que o programa de Genética e Melhoramento da UEM (DMU 60). Dessa forma, o programa da UEM, através de uma gestão mais eficiente de seus recursos, poderia elevar a sua eficiência, aumentando assim a produção de conhecimento.

**Tabela 3:** Programas eficientes e programas mais ineficientes no período de 2013-2016

Eficientes					Piores Escores de eficiência				
Input			Output		Input			Output	
DMU	Docente	Bolsa	Tese Dissertação	Pontuação Qualis	DMU	Docente	Bolsa	Tese Dissertação	Pontuação Qualis
5	9	27	26	1825	74	14	51	38	1676
37	11	15	17	2985	72	11	43	17	2063
22	10	27	19	4031	1	17	49	20	2629
33	13	54	37	7136	78	15	42	19	2841
17	14	34	35	7508	13	18	51	30	3008
48	15	65	45	8124	60	14	73	34	3100
44	33	51	75	11109	80	15	54	41	3201
50	31	78	83	14174	70	17	91	43	3684

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Além do mais, esse aumento na produção de conhecimento científico, por parte dos programas ineficientes, poderia ser feito, por exemplo, elevando a qualidade dos artigos publicados, o que poderia resultar em um aumento das publicações em periódicos que possuem um Qualis mais elevado como A1 e A2, os quais recebem uma pontuação maior. Outra opção seria aumentar a quantidade de artigos publicados em geral, ou ainda elevar a quantidade de teses e dissertações, conforme a avaliação realizada pela Capes, a qual considera tanto a qualidade quanto a quantidade da produção científica de cada programa (teses, dissertações e publicações) (CAPES, 2019).

Dentre os oito programas eficientes, três receberam o conceito 7, dois o conceito 6 e três o conceito 5. Além disso, outros seis programas receberam o conceito 7, mas não foram considerados eficientes. Apesar disso, esses programas tiveram uma eficiência elevada, com exceção do programa de Genética e Melhoramento de Plantas da USP/ESALQ, que recebeu o conceito 7, mas teve um nível de eficiência de apenas 55,53%. Esse resultado demonstra que nem todos os programas eficientes, de acordo com o modelo DEA proposto, foram considerados de excelência pela Capes e vice-versa.

A Tabela 4, a seguir, apresenta os níveis das variáveis de *input* e *output* dos programas que foram eficientes, mas não receberam o conceito 7 da Capes, assim como os programas que não foram eficientes, segundo o modelo DEA, mas receberam o conceito 7 da Capes. Desse

modo é possível comparar os fatores de produção desses programas, considerando o período de 2013-2016.

**Tabela 4:** PPG da área de Agronomia eficientes que não receberam conceito 7 e programas ineficientes que receberam o conceito 7 pela Capes no período de 2013-2016

DMU	Eficientes sem conceito 7					Ineficientes com conceito 7					
	5	22	48	33	50	24	41	36	27	20	39
<i>I - Docente</i>	9	10	15	13	31	18	19	12	14	12	19
<i>I - Bolsas</i>	27	27	65	54	78	51	59	45	51	45	42
<i>O - Tese/ Dissertação</i>	26	19	45	37	83	48	41	40	39	33	47
<i>O - Pontuação</i>	1825	4031	8124	7136	14174	8650	8854	5278	6253	4555	4914
<b>Ponto/docente</b>	203	403	542	549	457	481	466	440	447	380	259
<b>Eficiência</b>	1	1	1	1	1	94,80%	92,60%	86,70%	82,50%	74,80%	55,50%
<b>Conceito Capes</b>	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	7

Fonte: Elaborado pela autora. Obs: *I* - Input; *O* - Output

Em relação aos programas ineficientes, mas que receberam o conceito 7, possivelmente o que pode ter influenciado esses programas a não atingirem a eficiência foi um ligeiro descuido no gerenciamento do insumo docente, uma vez que, em sua grande maioria, os programas se aproximaram da fronteira de produção. Quando se compara com os programas eficientes, mas que não tiveram conceito 7, observa-se que esses programas possuem uma quantidade do insumo docente permanente acima dos programas eficientes e uma pontuação Qualis das publicações menor. Por exemplo, a DMU 41, que teve a maior pontuação Qualis dentro do seu grupo, fez 466 pontos por docente, enquanto as DMUs 48 e 33 fizeram 542 e 549 pontos por docente, respectivamente. Dessa forma, considerando a disponibilidade do insumo docente permanente, esses programas teriam condições de elevar a pontuação das publicações, atingindo a eficiência. Apesar disso, esses programas não deixaram de ser considerados de excelência pela Capes.

Essa divergência entre o nível de eficiência e o conceito da Capes era possível de acontecer, uma vez que a avaliação da Capes analisa outros parâmetros que não foram considerados no presente modelo DEA, como a internacionalização do programa, por exemplo. Além disso, esse resultado vai ao encontro de outros trabalhos que também analisaram a eficiência de programas de pós-graduação de outras áreas e, do mesmo modo, encontraram que

os programas considerados eficientes pelo modelo DEA aplicado nem sempre são os programas considerados de excelência pela Capes (SILVA *et al.*, 2016; VASCONCELOS *et al.*, 2016)<sup>1</sup>.

No que se refere aos resultados do período de 2017-2019, estes podem ser interpretados de forma análoga. Ressalta-se que, apesar de a eficiência ter sido calculada a partir da média dos dados de cada período, esse segundo período contém um ano a menos (devido a indisponibilidade dos dados). Além do mais, consequentemente, o resultado final da Avaliação Quadrienal da Capes para esse período não estava disponível durante a realização da presente pesquisa. Feito essa ressalva, observou-se que, de modo geral, houve uma piora na eficiência dos programas de 2013-2016 para 2017-2019. A eficiência média dos PPG caiu de 63% para 52,7%. Nesse segundo período, também houve uma redução na quantidade de programas eficientes, passando de oito para cinco programas, os quais foram: os programas de Fitopatologia, Energia Nuclear na Agricultura e de Entomologia da USP e os programas de Meteorologia Aplicada e Entomologia da UFV. Sendo que os programas de Entomologia da UFV e da USP passaram a ser eficientes no segundo período avaliado, enquanto os outros três programas já eram eficientes no período de 2013-2016.

Observa-se que os cinco programas que foram eficientes pertencem somente a duas instituições de ensino superior, a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Universidade de São Paulo (USP). Essas duas universidades são justamente as instituições consideradas referência na área de Agronomia. Segundo o Ranking Universitário Folha de 2019, que avalia quais são os melhores cursos e universidades, através de indicadores como pesquisa, ensino, internacionalização, inovação e avaliação do mercado, os melhores cursos de graduação na área de Agronomia pertencem as seguintes instituições: USP, em primeiro; UFV, em segundo; e em terceiro lugar, a Universidade Federal de Lavras (UFLA). Esse resultado também vai ao encontro da avaliação da Capes. De acordo com a última Avaliação Quadrienal, dos 80 programas de pós-graduação da amostra, apenas 11 obtiveram o conceito 7. Dentre esses 11 programas considerados de excelência, cinco pertencem a USP, quatro a UFV e dois a UFLA.

No que se refere aos PPG ineficientes, os cinco mais distantes da fronteira de produção, são, com seus respectivos valores de eficiência: Fitotecnia da UFRRJ (24,56%), Agronomia da UNIOESTE (20,79%) e da UFGD (20,38%) e os programas de Sistemas de Produção Agrícola Familiar (14,40%) e de Ciência e Tecnologia de Sementes (11,99%) da UFPEL. Ademais, verificou-se que os programas de Fitotecnia da UFRRJ e de Sistemas de Produção Agrícola

---

<sup>1</sup> Lembrando que o foco aqui não é dizer se a avaliação da Capes está certa ou errada, e sim, apenas comparar se os programas que melhor alocam os seus insumos, de acordo com o modelo DEA proposto, também são os programas considerados de excelência pela Capes.

Familiar da UFPEL também estavam entre os cinco programas menos eficientes no período de 2013-2016.

De acordo com os escores de eficiência, observa-se que esses programas não estavam alocando os seus insumos de forma eficiente, ou seja, maximizando a pontuação Qualis das publicações e a quantidade de teses e dissertações, dada a quantidade de docentes permanentes e bolsas disponíveis no período. Na verdade, a produção de conhecimento desses programas ficou muito aquém da produção ótima. Nesse sentido, esses programas apresentaram uma alta ineficiência na gestão dos seus recursos.

Desse modo, para compreender melhor o que estaria causando a ineficiência nesses programas, a Tabela 5, a seguir, compara os níveis dos fatores de produção e de outras variáveis dos cinco programas com os menores scores de eficiência, citados anteriormente, e dos programas que foram eficientes no período de 2017-2019.

**Tabela 5:** PPG da área de Agronomia eficientes e mais ineficientes no período de 2017-2019

DMU	EFICIENTES					INEFICIENTES				
	22	24	36	37	44	71	74	76	61	13
Docente permanente	11	18	11	12	27	13	16	19	19	16
Bolsas	26	49	49	12	52	51	49	67	68	49
Tese/Dissertação	15	51	38	19	47	27	29	41	42	27
Pontuação Qualis	4035	10337	5323	3130	12807	795	1267	2142	2185	2177
Ponto/docente permanente	367	574	484	261	474	61	79	113	115	136
Doutorado matriculado	23	52	47	21	60	39	49	51	39	28
Mestrado matriculado	11	43	28	16	36	19	17	32	42	24
Qualis A1 (100)	76	131	45	37	203	3	14	5	9	23
Qualis A2 (85)	17	150	77	45	110	2	3	12	10	15
Qualis A3 (70)	16	40	26	4	61	1	7	8	6	5
Qualis A4 (55)	8	38	45	17	44	5	13	23	11	19
Qualis B1 (40)	15	3	11	6	34	26	8	31	56	19
Qualis B2 (30)	21	3	2	11	17	4	11	31	15	12
Qualis B3 (20)	2	0	1	2	5	7	5	5	9	10
Qualis B4 (10)	23	6	11	4	11	27	19	81	91	24
Qualis C (0)	12	0	3	0	15	35	19	28	75	10
NP (0)	6	1	4	1	11	3	7	3	15	9
Total de Artigos	196	372	225	127	511	113	106	227	297	146
Ano de início Mestrado	1981	1984	1968	1964	1972	1996	2006	1994	2001	1989
Ano de início Doutorado	2002	1996	1972	1970	1991	1996	2006	2003	2009	1997

Fonte: Elaborado pela autora. Obs: Entre parênteses tem-se a pontuação de cada estrato; NP – revistas que não pontuam.

De acordo com a Tabela 5 é possível observar que, dentre os cinco programas com piores escores de ineficiência, o programa de Agronomia da Unioeste (DMU 61) foi o que teve a maior pontuação Qualis, com 2.185 pontos, sendo 115 pontos por docente. O programa ainda produziu 42 teses/dissertações, dispondo de 19 docentes e 68 bolsas, na média do período. Além

disso, possuía 81 discentes, tendo uma relação de, aproximadamente, 4 alunos por docente. Por outro lado, o programa de Entomologia da UFV (DMU 24), que está entre os cinco eficientes, teve uma pontuação Qualis de 10.337 pontos (sendo 574 pontos por docente) e 51 teses/dissertações, contando com 18 docentes e 49 bolsas. Ademais o programa possuía 95 discentes, resultando em uma relação de 5 alunos por docente.

Logo, ao olhar os fatores de produção dos dois programas citados no parágrafo anterior, comprehende-se de onde vem a ineficiência da DMU 61. Com menos insumos, o programa da UFV foi capaz de obter uma pontuação Qualis 78,8% maior, e de gerar mais teses/dissertações. Observando a pontuação por docente, tem-se que o programa teve uma pontuação por docente quase cinco vezes maior do que o programa da Unioeste. Ao olhar mais detalhadamente, verifica-se que em termos de quantidade de publicações em periódicos, não houve muita diferença. Nos anos entre 2017 e 2019, o programa da UFV publicou 372 artigos, enquanto o programa da Unioeste teve 297 trabalhos publicados. Porém, quando se compara a qualidade dos artigos, percebe-se a enorme vantagem do programa da UFV, o qual teve 131 e 150 publicações em revistas A1 e A2, respectivamente. Somando os dois estratos Qualis, tem-se que 75,5% das publicações do PPG de Entomologia da UFV foram feitas em revistas consideradas de alto impacto. Por outro lado, o programa da Unioeste teve apenas 9 e 10 publicações em periódicos A1 e A2, respectivamente. Os estratos que mais tiveram publicações foram B1, B4 e C, com 56, 91 e 75 artigos, respectivamente. Assim, aproximadamente 75% dos trabalhos do PPG de Agronomia da Unioeste são publicados em periódicos de menor expressão. Dessa forma, o programa de Entomologia da UFV conseguiu ser mais eficiente tanto em termos de quantidade, como, principalmente, na qualidade dos trabalhos publicados.

Outro fator que também influencia na eficiência dos programas, segundo os resultados encontrados por Moreira *et al.* (2011), é a quantidade de discentes no programa. Segundo o autor, o aumento no número de alunos está diretamente associado a um aumento no escore de eficiência, sugerindo que os PPG alcançam maior eficiência quando operam em maior escala. Assim, o programa de Entomologia da UFV, o qual possuía 95 discentes e 18 docentes (5,3 alunos por docente), obteve um maior aproveitamento do seu corpo docente relativamente ao programa de Agronomia da Unioeste, o qual tinha 81 discentes e 19 docentes (4,3 alunos por docente). Com menos docentes, o programa da UFV atendeu mais discentes, e o mais importante, sem perder a qualidade, uma vez que 75,5% de suas publicações foi feita em periódicos de alto impacto. Desse modo, o melhor aproveitamento do corpo docente pode ter contribuído para a maior eficiência do programa de Entomologia da UFV.

Outro exemplo são os programas de Fitopatologia da USP (DMU 37) e de Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPEL (DMU 71), no qual ambos tiveram a menor pontuação Qualis em seus respectivos grupos. A DMU 37 foi eficiente, gerando 3.130 pontos e 19 teses/dissertações, dispondendo de 12 docentes permanentes, 12 bolsas, e 37 discentes. Por outro lado, a DMU 71 teve uma pontuação Qualis de 795 pontos e produziu 27 teses/dissertações, com 13 docentes, 51 bolsas, e 58 discentes. Com uma quantidade menor de insumos, sobretudo de bolsas, o programa da USP conseguiu ter uma pontuação Qualis 74,6% maior, fazendo 200 pontos por docente a mais que o programa da UFPEL, apesar da menor produção de teses e dissertações, que pode ser explicada pela menor quantidade de discentes. Ademais, ao verificar a quantidade e, principalmente, a qualidade dos artigos, tem-se que, das 127 publicações do PPG de Fitopatologia da USP, 37 pertencem ao estrato A1 e 45 ao estrato A2, ou seja, 64,6% das publicações foram feitas em revistas muito bem avaliadas. Enquanto o programa de Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPEL teve 113 publicações, sendo apenas três no estrato A1 e duas no estrato A2. A maioria das publicações desse programa foram feitas nos estratos B1, B4 e C, com 26, 27 e 35 publicações, respectivamente, lembrando que o estrato C não pontua. Desse modo, aproximadamente 78% das publicações do programa da UFPEL foram feitas em revistas de qualidade média a baixa.

Mais uma vez a qualidade das publicações se mostra extremamente importante para a eficiência dos programas. Apesar da menor quantidade de teses/dissertações do programa da USP, e de ter publicado apenas 14 artigos a mais, a quantidade de artigos publicados em estratos de excelência, A1 e A2, garantiu eficiência para o programa da USP. Diferentemente do programa da UFPEL, que teve pouquíssimas publicações em estratos elevados. Esse resultado se assemelha com o encontrado por Vilela *et al.* (2021). Segundo os autores, os PPG eficientes concentram a sua eficiência em publicações feitas, majoritariamente, em periódicos A1, e que, portanto, são consideradas publicações de excelência e de alto impacto pela Capes. Além do mais, diante desses exemplos fica claro que não é a falta de insumos que impede os programas ineficientes de prosperam, mas a má administração dos recursos disponíveis.

De modo geral, analisando as características dos 10 programas apresentados na Tabela 5, tem-se que, dos cinco programas que foram tecnicamente eficientes, todos são da região Sudeste. Essa região também concentra a maioria dos PPG do país avaliados com o conceito 7, além de ser a região onde estão as universidades que mais publicam artigos científicos no Brasil (GEOCAPES, 2021; CLARIVATE ANALYTICS, 2019). Em relação aos programas ineficientes tem-se que quatro são de instituições federais e um estadual. Três são da região Sul,

um do Sudeste e um do Centro-Oeste. Assim, diferentemente dos programas eficientes, os ineficientes estão mais espalhados pelo país.

No que se refere ao tempo de criação dos programas, observou-se que os programas eficientes são programas mais antigos, que iniciaram suas atividades entre as décadas de 60 e 80. Por outro lado, os programas com os menores níveis de eficiência foram criados entre as décadas de 90 e 2000, sendo, portanto, programas mais recentes, com menos tempo de funcionamento. Segundo os resultados encontrados por Martínez-Campillo & Fernández-Santos (2019), que avaliaram a eficiência das universidades da Espanha, a idade das instituições impacta positiva e estatisticamente ( $p < 0,01$ ) a eficiência. Ainda de acordo com as autoras, “quanto mais antigas as IES, maior sua eficiência, o que sugere que a experiência, maturidade e reputação adquiridas ao longo dos anos as beneficiam na forma de uma melhor gestão de recursos, aumentando assim seu desempenho” (MARTÍNEZ-CAMPILLO; FERNÁNDEZ-SANTOS, 2019, pag. 7, tradução própria). Do mesmo modo, a experiência e maturidade adquirida pelos PPG da área de Agronomia que iniciaram suas atividades há mais tempo, possivelmente, contribuiu para que estes programas fossem mais eficientes.

Adicionalmente, verificou-se que entre os programas eficientes, apenas um não recebe bolsa do Programa de Excelência Acadêmica (Proex). As bolsas do Proex são destinadas a programas considerados de excelência pela Capes, e têm como objetivo manter o padrão de qualidade dos PPG com nota 6 ou 7. Além das bolsas, os programas inseridos no Proex recebem uma dotação orçamentária, concedida pela Capes, que pode ser utilizada de acordo com os critérios do próprio programa, em diferentes modalidades: investimento em laboratórios, custeio de elaboração de dissertações e teses, passagens, eventos, publicações, entre outros (CAPES, 2021). Desse modo, o recebimento de um aporte maior de recursos financeiros, para manter a qualidade dos programas, possivelmente contribuiu para que estes fossem mais eficientes, uma vez que a eficiência também foi mensurada em termos qualitativos.

Em relação aos cinco programas ineficientes da Tabela 5, constatou-se que todos recebem bolsas de fomento do Programa de Demanda Social (DS), assim como a grande maioria dos programas ineficientes da amostra. As bolsas de DS são destinadas a programas com nota igual ou superior a 3, e são gerenciadas pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação da IES. Além do mais, diferentemente do Proex, o Programa de Demanda Social não repassa recursos diretos para os programas de pós-graduação, de modo que estes possam investir em laboratórios e custear outras atividades, as quais poderiam contribuir para a qualificação do programa (CAPES, 2021). Neste sentido, partindo do princípio de que o programa seria mais capacitado em escolher onde melhor investir, seria interessante avaliar a possibilidade de o repasse desses

recursos, com alocação semelhante às dispostas pelo Proex, fosse direcionado para a administração dos programas.

Ademais, observou-se que todos os programas que foram eficientes segundo o modelo DEA em 2017-2019, possuem uma quantidade de bolsas abaixo da média, e a maioria também dispõem de um número menor de docentes, como pode ser observado na Tabela 5. Desse modo, através de uma gestão mais eficiente de seus recursos, esses programas conseguiram maximizar a produção de conhecimento utilizando menos insumos do que os demais programas da amostra, o que torna esses programas relativamente mais eficientes. Por esse motivo, os PPG eficientes são considerados programas que possuem boas práticas e, portanto, servem de referência (*benchmarks*) para os demais.

Por fim, como foi possível verificar, os programas ineficientes, em sua maioria, possuem um aporte maior de insumos, porém a produção de conhecimento científico destes programas ficou muito aquém quando comparados com os programas eficientes, que com menos insumos alcançaram uma produção muito maior. Desse modo, é possível que a falta de recursos não seria, necessariamente, o que estaria impedindo que os programas ineficientes prosperem, mas sim a provável má administração desses recursos.

Em relação ao conceito Capes, dentre os programas que foram ineficientes, a maioria recebeu nota 4 ou 5. Enquanto isso, os programas eficientes receberam o conceito 7 da Capes, com exceção do programa de Meteorologia Aplicada da UFV, que permaneceu sendo conceito 5. Mais uma vez verifica-se a existência de uma relação entre a eficiência dos programas e o conceito da Capes. Porém, assim como no primeiro período, nem todos os programas tinham um conceito da Capes correspondente ao nível de eficiência alcançado por meio do modelo DEA aqui proposto. Como dito anteriormente, essa divergência era possível de acontecer, uma vez que a avaliação da Capes analisa outros parâmetros que não foram considerados no presente modelo DEA.

Com o intuito de verificar se as variáveis analisadas na Tabela 5 exercem influência significativa sobre a eficiência na produção de conhecimento dos PPG da área de Agronomia, a subseção a seguir analisa a correlação dessas variáveis, e de outras variáveis também disponíveis no banco de dados, com o nível de eficiência dos programas nos dois períodos em análise.

### 5.2.1. Correlação entre a eficiência e variáveis externas ao modelo DEA

A fim de verificar a influência de determinadas variáveis na eficiência dos PPG da área de Agronomia, a Tabela 6 a seguir, apresenta a correlação entre determinadas variáveis e o nível de eficiência calculado pelo modelo DEA, para os dois períodos, 2013-2016 e 2017-2019. Além disso é possível verificar o nível de significância de cada correlação.

**Tabela 6:** Correlação entre o nível de eficiência dos PPG e determinadas variáveis

Variáveis	2013-2016		Variáveis	2017-2019	
	Corr.	P-Valor		Corr.	P-valor
Idade em 2013	0,441	0,000	Idade em 2017	0,448	0,000
% docente permanente	-0,008	0,941	% docente permanente	-0,069	0,543
% docente colaborador	0,008	0,941	% docente colaborador	0,070	0,537
% docente perm. em pesquisa	0,270	0,015	% docente perm. em pesquisa	0,060	0,599
% discente doutorado com bolsa	-0,351	0,001	% discente doutorado com bolsa	-0,254	0,023
% discente mestrado com bolsa	-0,428	0,000	% discente mestrado com bolsa	-0,368	0,001
Participante externo em pesquisa	-0,034	0,766	Participante externo em pesquisa	-0,050	0,660
Projetos de pesquisa	0,118	0,298	Projetos de pesquisa	0,157	0,163
Patente	-0,034	0,762	Patente	-0,010	0,932
Discente dout. matriculado	0,191	0,090	Discente dout. matriculado	-0,017	0,882
Discente mest. matriculado	0,036	0,754	Discente mest. matriculado	-0,133	0,238
PROEX	0,552	0,000	PROEX	0,536	0,000
Conceito Capes	0,603	0,000	Conceito Capes	0,560	0,000
% Qualis A1	0,478	0,000	% Qualis A1	0,648	0,000
% Qualis A2	0,255	0,023	% Qualis A2	0,582	0,000
% Qualis B1	-0,133	0,238	% Qualis A3	0,268	0,016
% Qualis B2	0,010	0,929	% Qualis A4	0,025	0,828
% Qualis B3	-0,252	0,024	% Qualis B1	-0,445	0,000
% Qualis B4	-0,312	0,005	% Qualis B2	-0,200	0,076
% Qualis B5	-0,395	0,000	% Qualis B3	-0,421	0,000
% Qualis C	-0,255	0,023	% Qualis B4	-0,599	0,000
Total de artigos 2016	0,446	0,000	% Qualis C	-0,582	0,000
Sul	-0,269	0,016	Total de artigos 2019	0,227	0,043
Norte	-0,190	0,092	Sul	-0,328	0,003
Nordeste	-0,118	0,296	Norte	-0,114	0,314
Centro-Oeste	-0,238	0,034	Nordeste	-0,078	0,492
Sudeste	0,472	0,000	Centro-Oeste	-0,162	0,152
			Sudeste	0,439	0,000

Fonte: Elaborado pela autora. Obs: Corr. – correlação; perm. - permanente; dout. - doutorado; mest. - mestrado.

De acordo com os resultados da Tabela 6, no geral as variáveis apresentaram uma correlação com nível de eficiência dos programas de moderada a fraca, nos dois períodos. Em relação à idade do programa, verifica-se que a variável foi significativa, a 1% de significância, nos dois períodos, com uma correlação de aproximadamente 0,44. Isso significa que quanto

mais antigo o programa maior a sua eficiência. Esse resultado corrobora com a pesquisa de Martínez-Campillo e Fernández-Santos (2019). Como comentado anteriormente, segundo as autoras, a experiência dos programas mais antigos possibilita uma melhor gestão dos recursos, aumentando assim a eficiência.

As correlações entre a porcentagem de docentes permanentes e docentes colaboradores e a eficiência dos programas não foram significativas em nenhum dos períodos. Por outro lado, a porcentagem de docentes permanentes envolvidos em atividades de pesquisa foi significativa no primeiro período, indicando que quanto mais docentes estiverem participando de pesquisas, maior será a eficiência do programa. Segundo Moreira *et al.* (2011), a proporção de docentes permanentes envolvidos em projetos de pesquisa contribui para um melhor desempenho dos PPG, pois demonstra o esforço do corpo docente para desenvolver trabalhos científicos. No segundo período essa variável deixou de ser significativa, possivelmente devido à quase totalidade dos docentes estarem envolvidos em pesquisa.

Em relação às variáveis porcentagem de discentes de doutorado e de mestrado com bolsa, estas foram significativas nos dois períodos, a 1% e 5% de significância, porém estão negativamente relacionadas com a eficiência, ou seja, quanto mais discentes com bolsa menor a eficiência. Esse resultado possivelmente se deve ao fato de que a quantidade de bolsas foi um dos insumos utilizados no modelo DEA, assim um aumento nesse insumo e, consequentemente, na porcentagem de discentes com bolsa, reduz a eficiência (dada a quantidade produzida).

As variáveis Participante externo em projetos de pesquisa, Projetos de pesquisa e Patente não tiveram uma correlação significativa com a eficiência em nenhum dos períodos analisados. A quantidade de discentes de mestrado e de doutorado matriculados também não apresentaram correlação com a eficiência, apenas a quantidade de discentes de doutorado matriculados no primeiro período foi significativa, porém a 10% de significância, apresentando uma correlação muito baixa.

A variável Proex, que indica os PPG que recebem bolsa do Programa de Excelência Acadêmica, está positiva e significativamente correlacionada com a eficiência, com uma correlação moderada de 0,55, no primeiro período e 0,53, no segundo. Dessa forma, o recebimento dessa modalidade de bolsa de fomento contribui para que os programas sejam mais eficientes. No que se refere ao Conceito atribuído pela Capes, ele está positiva e significativamente correlacionado com a eficiência nos dois períodos, apresentando uma correlação de 0,60 e 0,56. Esse resultado indica que quanto mais alto o conceito da Capes, atribuído ao programa, maior a eficiência. Assim, os programas mais eficientes, em geral, também são os programas considerados de excelência pela avaliação da Capes, os quais

recebem, no seu máximo, o conceito 7. Esse resultado era esperado, uma vez que o modelo de eficiência DEA foi formulado com base nas variáveis e pesos da Avaliação Quadrienal realizada Capes.

No que se refere à porcentagem de artigos publicados em cada Qualis da Capes, no primeiro período somente os artigos publicados em periódicos A1 e A2 foram positiva e significativamente correlacionados com a eficiência, assim os artigos publicados nesses dois estratos contribuem para aumentar a eficiência dos PPG. Por outro lado, os Qualis B3, B4, B5 e C, apesar de apresentarem uma correlação significativa, estão negativamente correlacionados com a eficiência, indicando que um aumento dos artigos publicados nesses estratos reduz a eficiência. Por fim, os Qualis B1 e B2 não apresentaram uma correlação significativa.

Em relação ao segundo período, 2017-2019, os resultados foram semelhantes. Os Qualis A1, A2 e A3 apresentaram uma correlação positiva e significativa, indicando que um aumento na publicação de artigos em periódicos com essas classificações faz com que o programa seja mais eficiente. Por outro lado, a porcentagem de artigos publicados nos Qualis B1, B2, B3, B4 e C tiveram uma correlação negativa e significativa com a eficiência, desse modo, um aumento das publicações nesses estratos reduz a eficiência. Por fim, o Qualis A4 não foi significativo. Desse modo, esses resultados confirmam a observação feita anteriormente na comparação dos programas eficientes e ineficientes, onde verificou-se que os PPG que publicam em Qualis superiores como A1 e A2 são mais eficientes. Esses resultados também corroboram com a pesquisa de Vilela *et al.* (2021), na qual os autores aferiram que os PPG eficientes concentram a sua eficiência em publicações feitas, majoritariamente, em periódicos A1.

O Total de artigos publicados por cada programa também está positiva e significativamente correlacionado com a eficiência, assim quanto mais artigos um programa publica, mais eficiente ele é. Porém, percebe-se que a correlação entre o Total de artigos e a eficiência reduziu no segundo período, enquanto a correlação com a porcentagem de artigos publicados em periódicos A1 aumentou. Esse resultado pode indicar que no segundo período a eficiência está mais relacionada com a qualidade do que com a quantidade de artigos publicados.

Em relação às regiões, no primeiro período as regiões Sul, Norte e Centro-Oeste estão negativamente relacionadas com a eficiência, indicando que residir nessas regiões reduz a eficiência dos PPG. A região Nordeste não foi significativa, enquanto que o Sudeste está positivamente correlacionado com a eficiência. Desse modo, os programas situados na região Sudeste possuem um nível de eficiência mais elevado. No segundo período, a região Sul continuou apresentando uma correlação negativa com a eficiência, enquanto as regiões Norte,

Nordeste e Centro-Oeste não foram significativas. Por fim, a região Sudeste continuou sendo positiva e significativamente correlacionada com a eficiência.

Após essa análise, a fim de compreender as mudanças na produtividade dos programas de pós-graduação de um período para o outro, foi calculado o índice de Malmquist. Esse índice calcula a variação na produtividade total dos fatores dos PPG. Desse modo, os resultados do índice de Malmquist são apresentados na subseção seguinte.

### **5.3. Variação na Eficiência e na produtividade**

A fim de analisar a mudança na produtividade total dos fatores dos PPG da área de Agronomia, entre os períodos de 2013-2016 e 2017-2019, foi calculado o Índice de Malmquist para os 80 programas da amostra. Esse índice pode ser decomposto entre dois tipos de efeitos: a mudança na eficiência técnica pura (*catch-up effect*); e o deslocamento da fronteira (*frontier shift*), que reflete uma mudança tecnológica. Para o cálculo, foi utilizado o modelo DEA com retornos variáveis, orientação produto e restrição aos pesos. Os resultados do Índice de Malmquist e de sua decomposição entre os dois efeitos são apresentados na Tabela 7, a seguir.

**Tabela 7:** Índice de Malmquist dos PPG da área de Agronomia entre os períodos de 2013-2016 e 2017-2019  
(CONTINUA)

DMU	IES	Nome do programa	Mudança de eficiência	Mudança tecnológica	Índice de Malmquist
23	UFV	Agroquímica	1,3271	1,0866	1,4420
79	UNB	Fitopatologia	1,3020	1,0340	1,3463
43	USP/ESALQ	Fisiologia Bioquímica de Plantas	1,5108	0,8655	1,3076
7	UFRPE	Biometria e Estatística Aplicada	1,4280	0,9073	1,2957
67	UFRGS	Microbiologia Agrícola e do Ambiente	1,2138	1,0407	1,2632
21	UFV	Solos e Nutrição de Plantas	1,2002	1,0332	1,2401
69	UFSM	Ciência do Solo	1,1646	1,0448	1,2168
20	UFV	Fisiologia Vegetal	1,2062	0,9912	1,1955
53	UNESP/JAB	Microbiologia Agropecuária	1,1069	1,0584	1,1716
25	UFV	Bioquímica Aplicada	1,0817	1,0830	1,1715
36	USP/ESALQ	Entomologia	1,1540	0,9767	1,1271
24	UFV	Entomologia	1,0552	1,0640	1,1227
78	UFG	Genética e Melhoramento de Plantas	1,1618	0,9632	1,1191
39	USP/ESALQ	Genética e Melhoramento de Plantas	1,0630	1,0466	1,1125
1	UFAM	Agronomia Tropical	1,0569	1,0361	1,0951
51	UNESP/JAB	Genética e Melhoramento de Plantas	0,9870	1,1086	1,0942
38	USP/ESALQ	Fitotecnia	1,0377	1,0261	1,0647
44	USP/CENA	Energia Nuclear na Agricultura	1,0000	1,0624	1,0624
2	UFC	Fitotecnia	0,9995	1,0579	1,0574
10	UFRB	Ciências Agrárias	0,9723	1,0780	1,0481
73	UFPEL	Fitossanidade	0,9391	1,1083	1,0408
6	UFRPE	Ciências do Solo	1,1011	0,9231	1,0164
37	USP/ESALQ	Fitopatologia	1,0000	1,0000	1,0000
41	USP/ESALQ	Solos e Nutrição de Plantas	0,8839	1,1100	0,9811
77	UFG	Agronomia	1,0503	0,9247	0,9712
35	UFU	Agronomia	0,8882	1,0905	0,9686
22	UFV	Meteorologia Aplicada	1,0000	0,9451	0,9451
40	USP/ESALQ	Microbiologia Agrícola	1,0129	0,9255	0,9374
29	UFLA	Entomologia	0,9989	0,9322	0,9311
8	UFRPE	Entomologia Agrícola	0,9185	1,0130	0,9305
70	UFPEL	Agronomia	0,8538	1,0830	0,9247
19	UFV	Genética e Melhoramento	0,8480	1,0896	0,9239
72	UFPEL	Fisiologia Vegetal	0,9234	0,9909	0,9150
33	UFLA	Agroquímica	0,8899	1,0089	0,8978
62	UFSC	Recursos Genéticos Vegetais	0,8980	0,9936	0,8923
66	UFRGS	Ciência do Solo	0,8941	0,9909	0,8859
17	UFV	Fitopatologia	0,9201	0,9556	0,8793
58	UEL	Agronomia	0,8588	1,0189	0,8751
3	UFERSA	Fitotecnia	0,8376	1,0273	0,8605
4	UFPB/AREIA	Agronomia	0,7889	1,0862	0,8569
52	UNESP/JAB	Entomologia Agrícola	0,8607	0,9804	0,8438
59	UEM	Agronomia	0,7924	1,0549	0,8359
60	UEM	Genética e Melhoramento	0,8312	0,9852	0,8189
80	UNB	Agronomia	0,7757	1,0556	0,8188
13	UFRRJ	Fitotecnia	0,7432	1,0975	0,8156
55	UNESP/RC	Microbiologia Aplicada	0,8241	0,9873	0,8137
16	UFV	Produção Vegetal	0,7685	1,0375	0,7974
12	UFRRJ	Ciências do Solo	0,7159	1,1119	0,7959
64	UDESC	Produção Vegetal	0,7718	1,0273	0,7929
45	UNESP/BOT	Horticultura	0,7036	1,0911	0,7676

**Tabela 7:** Índice de Malmquist dos PPG da área de Agronomia entre os períodos de 2013-2016 e 2017-2019  
(CONCLUSÃO)

DMU	IES	Nome do programa	Mudança de eficiência	Mudança tecnológica	Índice de Malmquist
14	UENF	Produção Vegetal	0,8031	0,9477	0,7611
30	UFLA	Fisiologia Vegetal	0,8669	0,8750	0,7585
27	UFLA	Ciência do Solo	0,7179	1,0551	0,7574
75	UFMT	Agricultura Tropical	0,7455	1,0156	0,7571
15	UENF	Genética e Melhoramento de Plantas	0,8009	0,9396	0,7525
49	UNESP/IS	Agronomia	0,7086	1,0284	0,7287
42	USP/ESALQ	Estatística e Experim. Agronômica	0,8843	0,8178	0,7232
48	UNESP/BOT	Agricultura	0,7245	0,9936	0,7199
31	UFLA	Estatística e Experim. Agropecuária	0,7525	0,9402	0,7074
50	UNESP/JAB	Produção Vegetal	0,7140	0,9763	0,6971
57	UFPR	Produção Vegetal	0,6450	1,0796	0,6964
56	IAC	Agricultura Tropical e Subtropical	0,6218	1,0918	0,6788
32	UFLA	Fitopatologia	0,7457	0,9074	0,6767
74	UFPEL	Sistemas de Produção Agrícola Familiar	0,6443	1,0237	0,6596
26	UFLA	Fitotecnia	0,6667	0,9855	0,6570
63	UDESC	Ciência do Solo	0,6578	0,9984	0,6568
9	UESC	Genética e Biologia Molecular	0,6156	1,0300	0,6341
47	UNESP/BOT	Proteção de Plantas	0,6259	1,0127	0,6338
65	UFRGS	Fitotecnia	0,5586	1,1314	0,6320
18	UFV	Microbiologia Agrícola	0,6509	0,9540	0,6209
54	UNESP/JAB	Ciência do Solo	0,5257	1,1127	0,5850
34	UFLA	Microbiologia Agrícola	0,5657	1,0210	0,5776
68	UFSM	Agronomia	0,5301	1,0509	0,5571
11	UFES	Produção Vegetal	0,5274	1,0439	0,5506
28	UFLA	Genética e Melhoramento de Plantas	0,5342	0,9179	0,4903
46	UNESP/BOT	Energia na Agricultura	0,4761	1,0294	0,4901
5	UFRPE	Fitopatologia	0,5016	0,9413	0,4722
76	UFGD	Agronomia	0,3475	1,1088	0,3853
61	UNIOESTE	Agronomia	0,3327	1,1100	0,3693
71	UFPEL	Ciência e Tecnologia de Sementes	0,2272	0,9736	0,2212
Média			0,8505	1,0165	0,8612

Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados da pesquisa.

De modo geral, observa-se que, em média, os programas apresentaram algum tipo de retrocesso em termos de produtividade, dado que a média do Índice de Malmquist foi 0,8612. Lembrando que, se o índice assume valor menor do que 1, caracteriza uma redução na produtividade de um período para o outro. Por outro lado, um valor maior do que 1 significa que houve ganhos de produtividade, enquanto que se for igual a 1, não houve mudança. Além do mais, verifica-se que, na média, esse retrocesso se deve à perda de eficiência técnica pura, uma vez que, em termos médios, a mudança na eficiência foi de 0,8505. Em relação à mudança na fronteira tecnológica, na média, houve um ligeiro aumento, indicando um ganho de produtividade.

Adicionalmente, tem-se que apenas 27,5% dos PPG da amostra tiveram ganhos na produtividade total dos fatores, o que equivale a 22 programas. Outra observação é que apenas o programa de Fitopatologia da USP/ESALQ não apresentou mudanças de produtividade entre os períodos analisados. Em relação aos programas que tiveram uma redução na PTF, a maioria ocorreu devido a uma queda acentuada da eficiência técnica pura. Sendo que dos 57 programas que reduziram a PTF, 32 apresentaram ganhos referentes a mudanças na tecnologia, porém esse ganho não foi suficiente para compensar a perda de eficiência técnica.

Esses resultados mostram que a maioria dos programas de pós-graduação da área de Agronomia reduziram sua produtividade na produção de conhecimento científico na comparação do período de 2013-2016 com 2017-2019. Além disso, o fato dessa redução ter se dado, principalmente, através de uma queda na eficiência técnica pura revela que os programas têm piorado a gestão de seus insumos. Por outro lado, o ligeiro aumento na mudança tecnológica da maioria dos programas indica que a introdução de uma nova tecnologia tem possibilitado que os programas tenham uma maior produção, mantendo fixa a quantidade de insumos.

No que se refere aos 10 programas que tiveram os maiores ganhos de produtividade, o índice de Malmquist variou de 1,4420 a 1,1715. Estes programas são listados a seguir: Agroquímica (UFV), Fitopatologia (UNB), Fisiologia Bioquímica de Plantas (USP), Biometria e Estatística Aplicada (UFRPE), Microbiologia Agrícola e do Ambiente (UFRGS), Solos e Nutrição de Plantas (UFV), Ciência do Solo (UFSM), Fisiologia Vegetal (UFV), Microbiologia Agropecuária (UNESP) e Bioquímica Aplicada (UFV).

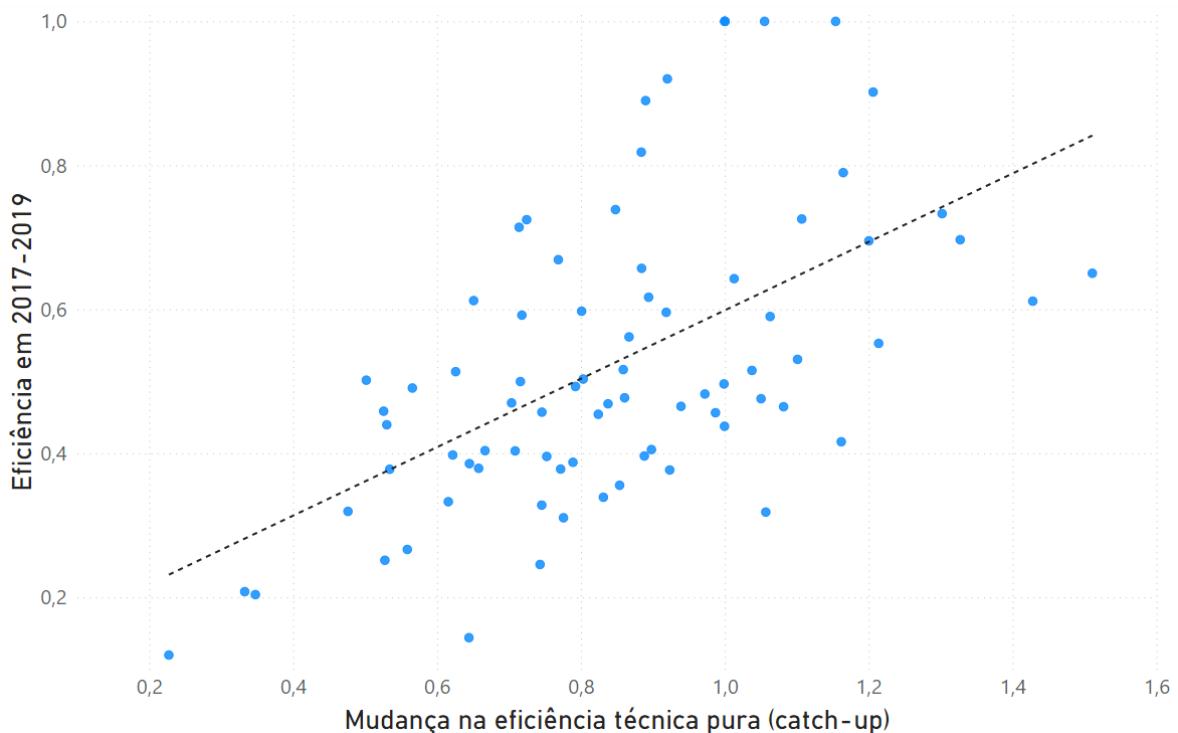
Observa-se que dentre os 10 programas citados, quatro deles pertencem a UFV. De acordo com o trabalho de Silva *et al.* (2016), uma maior quantidade de PPG existentes em uma mesma instituição influencia positivamente a eficiência. Nesse sentido, observa-se que dos 80 programas da amostra, 10 deles são da UFV. Desse modo é possível que a colaboração entre os programas dessa instituição, como a parceria em projetos e a disponibilidade de uso dos laboratórios dos diferentes programas, por exemplo, possa ter contribuído para que os programas aumentassem a eficiência e a produtividade. Além do mais, os programas de Entomologia e de Meteorologia Aplicada da UFV foram eficientes no período de 2017-2019. Sendo que esses dois programas serviram de benchmark para 63 e 22 programas da amostra, respectivamente, inclusive para os quatro programas da própria instituição, citados anteriormente.

Por outro lado, dentre os 57 programas que apresentaram redução na produtividade total dos fatores, os programas de Energia na Agricultura (UNESP), Fitopatologia (UFRPE),

Agronomia (UFGD), Agronomia (UNIOESTE) e Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPEL) foram os que apresentaram as maiores quedas de produtividade, chegando a um índice de Malmquist de até 0,2212. Lembrando que quanto mais distante de 1, maior a queda na produtividade. Ademais, observa-se que esses programas também estão entre os que apresentaram os menores índices de eficiência no período de 2017-2019. Desse modo, é possível perceber uma certa relação entre a variação na PTF e a eficiência dos programas de pós-graduação.

Nesse sentido, foi elaborado um gráfico a fim de analisar a relação da eficiência com a variação na Produtividade Total dos Fatores. Assim, a Figura 7, a seguir, apresenta a relação entre a eficiência dos PPG da área de Agronomia no período de 2017-2019, calculada anteriormente pelo modelo DEA, e a variação na eficiência técnica pura (*catch-up*).

**Figura 7:** Gráfico de correlação entre a eficiência dos PPG no período de 2017-2019 e a mudança na eficiência técnica pura



Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados da pesquisa.

De acordo com a Figura 7, verifica-se que há uma correlação positiva entre a eficiência no período de 2017-2019 e a variação na eficiência técnica pura. Essa correlação (0,5632) foi significativa a 1% de significância. Esse resultado demonstra que um aumento no nível de eficiência de um período para o outro está correlacionado com ganhos de eficiência técnica pura. Em outras palavras, um aumento na eficiência dos PPG está positivamente correlacionado

com uma melhora na alocação dos insumos (docentes permanentes e bolsas), isto demonstra ser possível que os programas melhorem sua eficiência com os recursos já existentes, empregando técnicas eficazes de administração dos recursos. Segundo Backes & Silva (2020), que avaliaram PPG *stricto sensu* em Administração, os programas considerados de excelência pela Capes conseguem realizar a gestão mais eficiente dos seus recursos, em especial, do corpo docente permanente. Assim, através de uma melhor gerencia dos recursos, os programas conseguem atingir melhores resultados.

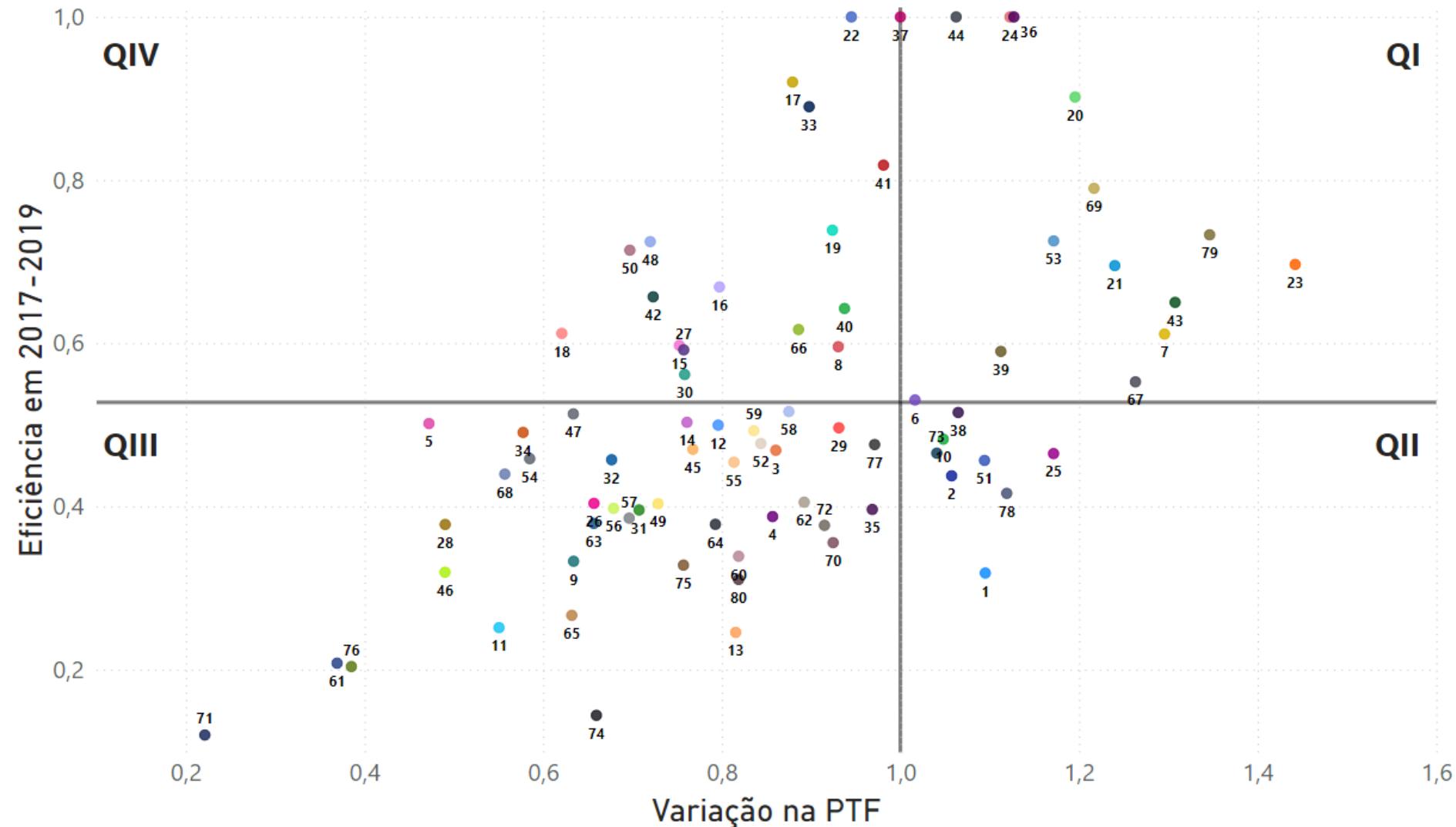
Nesse sentido, a administração eficiente dos recursos docente permanente e bolsas de fomento, se torna fundamental para que os ganhos de produtividade e a eficiência sejam alcançados. Por exemplo, a DMU 43 obteve ganhos de eficiência e a variação dos *inputs* docentes e bolsas entre os períodos foi de 18,2% e 10,3%, respectivamente. Além disso, houve um aumento de 78,4% na pontuação Qualis das publicações desse programa. Quando se analisa pontos por docente, no primeiro período tinha-se aproximadamente 191 pontos, enquanto no segundo período houve um aumento para 289 pontos por docente. Desse modo, percebe-se que o aumento nos insumos desse programa, foi acompanhado por uma melhora na gestão dos recursos, elevando a eficiência e a produtividade e, consequentemente a produção de conhecimento. Em contrapartida, a DMU 61 demonstrou grande perda de produtividade (Malmquist = 0,3693). Seus *inputs* docente permanente e bolsas tiveram um ligeiro aumento de 5,6% e 6,3%, respectivamente. Apesar do pequeno aumento nos insumos, a DMU 61 teve uma redução na pontuação das publicações de 62,1%, sendo que no primeiro período tinha-se 320 pontos por docente, e no segundo período, até o ano de 2019, teve-se 115 pontos/docentes. Assim, verifica-se que houve uma piora na gerencia dos recursos disponíveis no segundo período, resultando em uma queda na produtividade e na eficiência do programa. Novamente, é possível assumir que uma administração eficiente dos insumos poderia contribuir para que o programa aumente sua produtividade e eficiência na produção de conhecimento.

Após uma análise específica da relação entre eficiência e um dos efeitos decompostos do índice de Malmquist, o efeito *catch-up*, foi feita uma análise geral, que relaciona a eficiência dos PPG da área de Agronomia em 2017-2019 com a mudança na PTF. A escolha do período de 2017-2019 se deu uma vez que, são os resultados do segundo período que determinam se houve ou não mudanças na produtividade, a partir da comparação entre os dois períodos, feita pelo índice de Malmquist. Assim, observou-se a relação dos escores de eficiência do período de 2017-2019 com a variação na PTF.

A análise geral, citada no parágrafo anterior, é apresentada na Figura 8, a seguir, a qual foi dividida em quatro quadrantes. Os quadrantes foram demarcados da seguinte forma: a linha

na horizontal foi traçada no valor correspondente a eficiência média dos programas, que foi 52,76%. Enquanto isso, a linha da vertical foi traçada em cima do valor 1, para separar os programas conforme a variação do índice de Malmquist. Desse modo, os programas que se encontrarem no Quadrante I (QI), são programas que tiveram um índice de eficiência acima da média e que aumentaram a produtividade de um período para o outro. No Quadrante II (QII), encontra-se os PPG que também aumentaram a produtividade, porém possuem um escore de eficiência abaixo da média. Por outro lado, os programas localizados no Quadrante III (QIII) tiveram uma redução em sua produtividade, além de possuírem índices de eficiência abaixo da média. Por fim, os PPG situados no Quadrante IV (QIV) possuem escores de eficiência elevados, entretanto apresentaram uma redução na produtividade. Os PPG da amostra podem ser identificados na Figura 8 de acordo com os seus respectivos números de DMU.

**Figura 8:** Relação entre a eficiência dos PPG em 2017-2019 e a mudança na Produtividade Total dos Fatores



Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados da pesquisa.

De acordo com a Figura 8, é possível observar que à direita da linha vertical, que divide o eixo X (variação na PTF), estão os programas que obtiveram um índice de Malmquist maior do que 1, ou seja, que tiveram ganhos na produtividade total dos fatores. À esquerda tem-se os programas que reduziram a PTF. Em relação à linha horizontal, os programas que se encontram acima da linha alcançaram uma eficiência acima da média. Por outro lado, abaixo da linha horizontal estão os PPG que tiveram uma eficiência menor que a média do período de 2017-2019. Assim, quanto mais à direita do gráfico, maior o ganho na PTF, e quanto mais alto se localizar a DMU, maior o nível de eficiência alcançado no período analisado.

Nesse sentido, verifica-se que dos cinco programas que foram eficientes no período de 2017-2019, as DMUs 24, 36 e 44 estão localizadas no quadrante I e, portanto, aumentaram a produtividade. A DMU 37 não alterou de produtividade, se encontrando sob a linha vertical. Por fim, a DMU 22, localizada no quadrante IV, reduziu a produtividade, porém não deixou de ser eficiente.

Ademais, no quadrante I, estão os programas que tiveram os níveis mais altos de eficiência e os maiores ganhos de PTF. No quadrante II estão situados os PPG que tiveram uma eficiência de média a baixa, mas que tiveram ganhos na produtividade total dos fatores, sendo apenas oito programas nessa situação. O quadrante III é onde se localiza a maior parte dos programas da amostra, aproximadamente 51%. São programas com baixa eficiência e que ainda tiveram uma queda acentuada em sua produtividade. Por fim, no quadrante IV tem-se os programas que possuem uma eficiência de média a alta, porém tiveram uma queda na produtividade total dos fatores.

Com o intuito de identificar os programas dentro de cada quadrante da Figura 8, a Tabela 8, a seguir, apresenta os PPG da área de Agronomia agrupados conforme a sua distribuição nos quatro quadrantes, juntamente com sua eficiência no período de 2017-2019 e o índice de Malmquist. Dessa forma será possível analisar e comparar os resultados encontrados na Figura 8 detalhadamente.

**Tabela 8:** PPG da área de Agronomia agrupados de acordo com os quadrantes da Figura 8 (CONTINUA)

Quadrante I				
DMU	IES	Nome do Programa	Eficiência	PTF
23	UFV	Agroquímica	69,67%	1,4420
79	UNB	Fitopatologia	73,29%	1,3463
43	USP/ESALQ	Fisiologia Bioquímica de Plantas	65,01%	1,3076
7	UFRPE	Biometria e Estatística Aplicada	61,13%	1,2957
67	UFRGS	Microbiologia Agrícola e do Ambiente	55,27%	1,2632
21	UFV	Solos e Nutrição de Plantas	69,52%	1,2401
69	UFSM	Ciência do Solo	78,99%	1,2168
20	UFV	Fisiologia Vegetal	90,18%	1,1955
53	UNESP/JAB	Microbiologia Agropecuária	72,55%	1,1716
36	USP/ESALQ	Entomologia	<b>100,00%</b>	1,1271
24	UFV	Entomologia	<b>100,00%</b>	1,1227
39	USP/ESALQ	Genética e Melhoramento de Plantas	59,00%	1,1125
44	USP/CENA	Energia Nuclear na Agricultura	<b>100,00%</b>	1,0624
6	UFRPE	Ciências do Solo	53,05%	1,0164
37	USP/ESALQ	Fitopatologia	<b>100,00%</b>	1,0000
Quadrante II				
25	UFV	Bioquímica Aplicada	46,48%	1,1715
78	UFG	Genética e Melhoramento de Plantas	41,61%	1,1191
1	UFAM	Agronomia Tropical	31,84%	1,0951
51	UNESP/JAB	Genética e Melhoramento de Plantas	45,64%	1,0942
38	USP/ESALQ	Fitotecnia	51,52%	1,0647
2	UFC	Fitotecnia	43,76%	1,0574
10	UFRB	Ciências Agrárias	48,24%	1,0481
73	UFPEL	Fitossanidade	46,53%	1,0408
Quadrante III				
77	UFG	Agronomia	47,59%	0,9712
35	UFU	Agronomia	39,63%	0,9686
29	UFLA	Entomologia	49,64%	0,9311
70	UFPEL	Agronomia	35,56%	0,9247
72	UFPEL	Fisiologia Vegetal	37,68%	0,9150
62	UFSC	Recursos Genéticos Vegetais	40,52%	0,8923
58	UEL	Agronomia	51,63%	0,8751
3	UFERSA	Fitotecnia	46,88%	0,8605
4	UFPB/AREIA	Agronomia	38,76%	0,8569
52	UNESP/JAB	Entomologia Agrícola	47,71%	0,8438
59	UEM	Agronomia	49,28%	0,8359
60	UEM	Genética e Melhoramento	33,89%	0,8189
80	UNB	Agronomia	31,05%	0,8188
13	UFRRJ	Fitotecnia	24,56%	0,8156
55	UNESP/RC	Microbiologia Aplicada	45,42%	0,8137
12	UFRRJ	Ciências do Solo	49,97%	0,7959
64	UDESC	Produção Vegetal	37,81%	0,7929
45	UNESP/BOT	Horticultura	47,01%	0,7676

**Tabela 8:** PPG da área de Agronomia agrupados de acordo com os quadrantes da Figura 8 (CONCLUSÃO)

Quadrante III				
DMU	IES	Nome do Programa	Eficiência	PTF
14	UENF	Produção Vegetal	50,31%	0,7611
75	UFMT	Agricultura Tropical	32,81%	0,7571
49	UNESP/IS	Agronomia	40,34%	0,7287
31	UFLA	Estatística e Experimentação Agropecuária	39,57%	0,7074
57	UFPR	Produção Vegetal	38,57%	0,6964
56	IAC	Agricultura Tropical e Subtropical	39,77%	0,6788
32	UFLA	Fitopatologia	45,72%	0,6767
74	UFPEL	Sistemas de Produção Agrícola Familiar	14,40%	0,6596
26	UFLA	Fitotecnia	40,38%	0,6570
63	UDESC	Ciência do Solo	37,92%	0,6568
9	UESC	Genética e Biologia Molecular	33,28%	0,6341
47	UNESP/BOT	Proteção de Plantas	51,34%	0,6338
65	UFRGS	Fitotecnia	26,65%	0,6320
54	UNESP/JAB	Ciência do Solo	45,85%	0,5850
34	UFLA	Microbiologia Agrícola	49,07%	0,5776
68	UFSM	Agronomia	43,97%	0,5571
11	UFES	Produção Vegetal	25,15%	0,5506
28	UFLA	Genética e Melhoramento de Plantas	37,79%	0,4903
46	UNESP/BOT	Energia na Agricultura	31,94%	0,4901
5	UFRPE	Fitopatologia	50,16%	0,4722
76	UFGD	Agronomia	20,38%	0,3853
61	UNIOESTE	Agronomia	20,79%	0,3693
71	UFPEL	Ciência e Tecnologia de Sementes	11,99%	0,2212
Quadrante IV				
DMU	IES	Nome do Programa	Eficiência	PTF
41	USP/ESALQ	Solos e Nutrição de Plantas	81,83%	0,9811
22	UFV	Meteorologia Aplicada	<b>100,00%</b>	0,9451
40	USP/ESALQ	Microbiologia Agrícola	64,26%	0,9374
8	UFRPE	Entomologia Agrícola	59,58%	0,9305
19	UFV	Genética e Melhoramento	73,86%	0,9239
33	UFLA	Agroquímica	88,99%	0,8978
66	UFRGS	Ciência do Solo	61,68%	0,8859
17	UFV	Fitopatologia	92,01%	0,8793
16	UFV	Produção Vegetal	66,90%	0,7974
30	UFLA	Fisiologia Vegetal	56,17%	0,7585
27	UFLA	Ciência do Solo	59,19%	0,7574
15	UENF	Genética e Melhoramento de Plantas	59,74%	0,7525
42	USP/ESALQ	Estatística e Experimentação Agronômica	65,69%	0,7232
48	UNESP/BOT	Agricultura	72,45%	0,7199
50	UNESP/JAB	Produção Vegetal	71,40%	0,6971
18	UFV	Microbiologia Agrícola	61,21%	0,6209

Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados da pesquisa.

Verifica-se que, dois terços dos programas localizados no quadrante I são da região Sudeste. Semelhantemente, o quadrante IV é composto quase que exclusivamente por programas dessa região, demonstrando mais uma vez que essa região possui os programas mais eficientes. Por outro lado, a grande maioria dos programas das outras regiões estão situados no quadrante III, sendo esse o quadrante com os menores escores de eficiência e as maiores reduções na produtividade.

Adicionalmente, observou-se que os programas que mais aumentaram a eficiência no último período estão localizados quadrante I. Em contrapartida, os programas que mais reduziram a eficiência estão situados no Quadrante III. Desse modo, a fim de entender o que teria contribuído para o aumento ou a redução na produtividade dos PPG, comparou-se as mudanças ocorridas nos níveis de determinadas variáveis dos programas situados nos extremos desses dois quadrantes (QI e QIII). Ademais, como critério, comparou-se os programas que no primeiro período tinham um nível de eficiência igual, ou muito próximo, e que no segundo período os escores de eficiência dos dois programas se movimentaram em sentidos opostos.

Desse modo, a Tabela 9, a seguir, apresenta as variações que ocorreram em determinadas variáveis entre os dois períodos analisados, 2013-2016 e 2017-2019. Além dos fatores de insumo e produto utilizados no modelo DEA, foi observado outras variáveis, que também poderiam influenciar na eficiência dos programas como número de discentes matriculados e titulados no mestrado e no doutorado, relação de docentes em projetos de pesquisa, número de participantes externos, número de projetos de pesquisa e quantidade de patentes (MOREIRA *et al.*, 2011, CAPES, 2019, VILELA *et al.*, 2021).

**Tabela 9:** PPG da área de Agronomia que mais aumentaram ou mais reduziram a PTF

Variáveis	Programas do Quadrante I								
	DMU 69			DMU 79			DMU 23		
	1º P.	2º P.	Variação	1º P.	2º P.	Variação	1º P.	2º P.	Variação
Escore de Eficiência	67,8%	78,9%	<b>16,5%</b>	56,3%	73,3%	<b>30,2%</b>	52,5%	69,7%	<b>32,7%</b>
Pontuação Qualis	6023	6467	<b>7,4%</b>	2884	3783	<b>31,2%</b>	5448	7380	<b>35,5%</b>
Tese/Dissertação	33	37	<b>12,1%</b>	18	19	<b>5,6%</b>	43	54	<b>25,6%</b>
Docente permanente	17	15	<b>-11,8%</b>	13	14	<b>7,7%</b>	21	19	<b>-9,5%</b>
Bolsa de fomento	72	71	<b>-1,4%</b>	24	22	<b>-8,3%</b>	99	96	<b>-3%</b>
Docente colaborador	1	2	<b>100%</b>	5	4	<b>-20%</b>	5	5	<b>0%</b>
Docente permanente em pesquisa	16	15	<b>-6,3%</b>	13	14	<b>7,7%</b>	21	19	<b>-9,5%</b>
Participante externo em pesquisa	72	69	<b>-4,2%</b>	22	31	<b>40,9%</b>	62	70	<b>12,9%</b>
Projetos de pesquisa	26	25	<b>-3,8%</b>	57	83	<b>45,6%</b>	97	115	<b>18,6%</b>
Patentes	0	1	-	0	0	-	2	2	<b>0%</b>
Doutorado matriculado	54	46	<b>-14,8%</b>	28	24	<b>-14,3%</b>	67	59	<b>-11,9%</b>
Doutorado titulado	10	13	<b>30%</b>	6	5	<b>-16,7%</b>	10	17	<b>70%</b>
Mestrado matriculado	38	29	<b>-23,7%</b>	16	16	<b>0%</b>	49	37	<b>-24,5%</b>
Mestrado titulado	13	15	<b>15,4%</b>	6	8	<b>33,3%</b>	23	21	<b>-8,7%</b>
Programas do Quadrante III									
Variáveis	DMU 46			DMU 76			DMU 71		
	1º P.	2º P.	Variação	1º P.	2º P.	Variação	1º P.	2º P.	Variação
Escore de Eficiência	67,1%	31,9%	<b>-52,4%</b>	58,7%	20,4%	<b>-65,3%</b>	52,8%	12%	<b>-77,3%</b>
Pontuação Qualis	7466	4062	<b>-45,6%</b>	5420	2142	<b>-60,5%</b>	3208	795	<b>-75,2%</b>
Tese/Dissertação	61	57	<b>-6,6%</b>	45	41	<b>-8,9%</b>	31	27	<b>-12,9%</b>
Docente permanente	23	27	<b>17,4%</b>	18	19	<b>5,6%</b>	12	13	<b>8,3%</b>
Bolsa de fomento	75	77	<b>2,7%</b>	72	67	<b>-6,9%</b>	54	51	<b>-5,6%</b>
Docente colaborador	8	5	<b>-37,5%</b>	6	3	<b>-50%</b>	2	0	<b>-100%</b>
Docente permanente em pesquisa	23	27	<b>17,4%</b>	18	19	<b>5,6%</b>	11	12	<b>9,1%</b>
Participante externo em pesquisa	3	2	<b>-33,3%</b>	108	62	<b>-42,6%</b>	0	1	-
Projetos de pesquisa	30	28	<b>-6,7%</b>	121	67	<b>-44,6%</b>	17	17	<b>0%</b>
Patentes	0	2	-	0	0	-	0	1	-
Doutorado matriculado	67	60	<b>-10,4%</b>	52	51	<b>-1,9%</b>	38	39	<b>2,6%</b>
Doutorado titulado	19	19	<b>0%</b>	14	13	<b>-7,1%</b>	10	9	<b>-10%</b>
Mestrado matriculado	45	49	<b>8,9%</b>	37	32	<b>-13,5%</b>	19	19	<b>0%</b>
Mestrado titulado	23	20	<b>-13%</b>	18	16	<b>-11,1%</b>	11	9	<b>-18,2%</b>

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa. Obs: 1º P. – período 2013-2016; 2º P. – período 2017-2019.

Comparando os programas de Energia na Agricultura da Unesp (DMU 46 – Quadrante III) e o programa de Ciência do Solo da UFSM (DMU 69 – Quadrante I), ambos tinham um escore de eficiência de aproximadamente 67% no primeiro período, 2013-2016. Porém, no período de 2017-2019, o nível de eficiência do programa da Unesp caiu para 31,9%, assim como sua produtividade. Por outro lado, o índice de eficiência do programa da UFSM se elevou para 78,9%, juntamente com um aumento na produtividade. Assim, analisando as alterações que ocorreram nas variáveis de cada programa de um período para o outro, verificou-se que apesar do aumento de 17,4% na quantidade de docentes permanentes, o programa da Unesp reduziu a pontuação Qualis das publicações em 45,6%, resultando em uma queda na eficiência técnica pura. Em contrapartida, o programa da UFSM reduziu a quantidade de docentes em 11,8%, e teve um ligeiro aumento na pontuação Qualis e na quantidade de teses/dissertações, elevando a eficiência técnica pura. Ademais, o programa da UFSM teve uma pontuação das publicações de 6.467 pontos dispondendo de 15 docentes, enquanto o programa da Unesp possuía 27 docentes e fez 4.062 pontos. Desse modo, verifica-se que apesar da disponibilidade de recursos, a pioria na gestão dos insumos tem afastado o programa da Unesp de progredir e se tornar eficiente, enquanto a melhora na administração dos recursos da UFSM tem elevado a sua produtividade e eficiência.

Outro exemplo são os programas de Agronomia da UFGD (DMU 76) e de Fitopatologia da UNB (DMU 79). O primeiro tinha uma eficiência de 58,7%, passando para 20,4%, enquanto a eficiência do segundo PPG era de 56,3% e subiu para 73,3%. Ambos os programas aumentaram um docente, na média. Apesar disso, o programa da UFGD teve uma queda na pontuação Qualis de 60,5%. Por outro lado, o programa da UNB elevou a pontuação Qualis de suas publicações em 31,2%. Observando as variáveis, o que mais chama a atenção nos dois programas é a variação na quantidade de participantes externos e de projetos de pesquisa. O programa de Agronomia da UFGD apresentou uma redução no número de participantes externos e de projetos de pesquisa de 42,6% e 44,6%, respectivamente. Em contrapartida, o programa de Fitopatologia da UNB teve um aumento de 40,9% em participantes externos e de 45,6% em projetos de pesquisa.

De acordo com a avaliação da Capes, é favorável a participação de docentes externos ao PPG, por exemplo, na composição de bancas de defesa de teses e dissertações ou em projetos de pesquisa (MOREIRA *et al.*, 2011). A quantidade de participantes externos indica maior ou menor capacidade de integração do programa com outras instituições (BACKES, SILVA, 2020). Além disso, a Capes também avalia os projetos de pesquisa que estão sendo desenvolvidos pelos programas, os quais devem ser constantemente atualizados e avaliados

(CAPES, 2020). Desse modo, a redução e o aumento nessas variáveis por parte dos programas de Agronomia da UFGD e de Fitopatologia da UNB, respectivamente, pode ter contribuído para as variações na eficiência e na produtividade desses programas.

Por fim, comparando os programas de Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPEL (DMU 71) e de Agroquímica da UFV (DMU 23), ambos tinham aproximadamente 52% de eficiência em 2013-2016. Porém, enquanto o programa da UFPEL foi o que teve a maior queda na produtividade (com um índice de Malmquist de 0,2212), reduzindo seu escore de eficiência para 12%. Por outro lado, o programa da UFV foi o que mais aumentou a produtividade (com um índice de 1,4420) e elevou o escore de eficiência para 69,7%. Em relação as variáveis, a DMU 71 quase não teve alterações relevantes. Dentre os fatores de produção, houve um aumento de apenas uma unidade, na média, na quantidade de docentes permanentes e uma redução de três unidades na quantidade de bolsas de fomento. Porém, o programa apresentou uma redução de 75,2% na pontuação Qualis e de 12,9% em teses/dissertações. Desse modo, verifica-se que a queda na eficiência e na produtividade desse programa se deu devido a uma piora no gerenciamento dos insumos disponíveis no segundo período. Por outro lado, a DMU 23, que teve uma redução de duas unidades no seu corpo docente permanente, apresentou um aumento de 35,5% na pontuação Qualis e de 25,6% na quantidade de teses/dissertações. Ademais, houve um aumento de 12,9% e de 18,6% na quantidade de participantes externos e em projetos de pesquisa, respectivamente. Outra variável que chamou a atenção foi a quantidade de discentes de doutorado titulado, que aumentou em 70%. Assim, além de uma possível melhora na gestão dos insumos, uma vez que o programa aumentou a produção de conhecimento simultaneamente a uma redução nos insumos, essas variáveis também podem ter influenciado no aumento da eficiência e produtividade do programa.

Nesse sentido, dentre os programas que mais aumentaram/reduziram o índice de eficiência e a PTF, verificou-se que as variações no número de docentes permanentes, de projetos de pesquisa e de participantes externos em projetos de pesquisa, aparentemente foram as que mais influenciaram na mudança de produtividade dos PPG da área de Agronomia, no período de 2013-2016 e 2017-2019. Além do mais, constatou-se que as variações na eficiência e na produtividade, aparentemente, são mais sensíveis a variações na quantidade de docentes permanentes. De acordo com os resultados de Backes & Silva (2020), a variável docente permanente apresentou relação de média a forte com praticamente todas as variáveis analisadas, confirmando a hipótese de que o corpo docente é o recurso mais estratégico dos PPG em Administração, pois dele depende todos os resultados alcançados pelo programa. O que poderia

explicar a influência desse insumo na produtividade e na eficiência dos PPG da área de Agronomia.

Adicionalmente, observou-se que houve uma maior variação na quantidade de docente colaborador entre os programas que mais reduziram a produtividade, sendo essa variação negativa em todos os casos observados. Enquanto que, por outro lado, houve uma variação de maior proporção na quantidade de discentes matriculados e titulados, principalmente do doutorado, entre os programas que aumentaram a eficiência, e essa variação foi em sua maioria positiva, para os discentes de doutorado. Como citado anteriormente, de acordo com os resultados encontrados por Moreira *et al.* (2011), a quantidade de discentes no programa está diretamente associada a eficiência, sendo que um aumento nessa variável eleva os níveis de eficiência, sugerindo que os PPG alcançam maior eficiência quando operam em maior escala. Além disso, de acordo com Backes & Silva (2020), “um corpo discente maior aumenta as chances de produção mais elevada, embora aumente o risco de não conclusão dentro do prazo máximo permitido ou produção de baixa qualidade”.

Em relação a quantidade de docentes permanentes em pesquisas, não se observou mudanças relevantes de um período para o outro, que pudessem explicar o aumento ou a redução na produtividade dos PPG da amostra, como pode ser observado na Tabela 9. A proporção de docentes permanentes envolvidos em projetos de pesquisa “indica o empenho do corpo docente do programa no desenvolvimento de trabalhos científicos, o que, consequentemente, contribuiria para o melhor desempenho dos programas de pós-graduação” (MOREIRA *et al.*, 2011, p. 216). Apesar de sua importância, possivelmente essa variável não apresentou relação com a produtividade nem com a eficiência, pois todo ou quase todo o corpo docente permanente de todos os programas da amostra eram envolvidos com projetos de pesquisa.

### **5.3.1. Correlação entre variação na eficiência e variação nas variáveis externas ao modelo DEA**

A fim de verificar se algumas variáveis podem ter influenciado na variação da eficiência de um período para outro, a Tabela 10, a seguir, apresenta a correlação entre a variação na eficiência dos PPG e a variação em determinadas variáveis, entre os períodos de 2013-2016 e 2017-2019.

**Tabela 10:** Correlação entre a variação no Nível de Eficiência e a variação em determinadas variáveis entre os períodos 2013-2016 e 2017-2019

Variação das Variáveis	2017-2019	
	Correlação	P-valor
% docente permanente	-0,241	0,032**
% docente colaborador	0,233	0,038**
% docente permanente em pesquisa	0,112	0,325 <sup>NS</sup>
% discente doutorado com bolsa	0,095	0,404 <sup>NS</sup>
% discente mestrado com bolsa	-0,046	0,686 <sup>NS</sup>
Participante externo em pesquisa	-0,033	0,775 <sup>NS</sup>
Projetos de pesquisa	0,202	0,073*
Patente	-0,020	0,862 <sup>NS</sup>
Discente dout. matriculado	-0,038	0,740 <sup>NS</sup>
Discente mest. matriculado	-0,208	0,064*
% Qualis A	0,448	0,000***
% Qualis B	-0,229	0,041**
% Qualis C	-0,155	0,169 <sup>NS</sup>
Total de artigos	0,588	0,000***

Fonte: Elaborado pela autora. Obs: % Qualis A – soma do percentual de artigos publicados em revistas com o Qualis A1, A2 e B1, para o 1º período e a soma dos Qualis A1, A2, A3 e A4, para o 2º período; % Qualis B – soma dos Qualis B2, B3, B4 e B5, para o 1º período e soma dos Qualis B1, B2, B3 e B4, para o 2º período; % C – soma do Qualis C e artigos que não pontuam.

A variação na porcentagem de docente permanente e de docente colaborador entre os períodos foi significativa a 5% de significância. Enquanto um aumento na quantidade de docente permanente reduz a eficiência (devido ao fato de ser uma variável de insumo), um aumento na quantidade de docente colaborador contribui para um aumento na eficiência. A variação na porcentagem de docente permanente em pesquisa não foi significativa. Como comentado anteriormente, esse resultado pode ser explicado pela alta proporção de docentes envolvidos com pesquisa.

A porcentagem de discentes de doutorado e de mestrado com bolsa também não foi significativa, assim como a variação na quantidade de participantes externos em pesquisa e de patente. Por outro lado, a variação na quantidade de projetos de pesquisa foi significativa, mas apenas a 10% de significância, indicando que quanto mais projetos de pesquisa maior o nível de eficiência. Alterações na quantidade de discentes de doutorado matriculado também não apresentou correlação com a eficiência. Em contrapartida, a variação na quantidade de discentes de mestrado foi significativa, porém apenas a 10% de significância, indicando que um aumento na quantidade de discentes de mestrado matriculado eleva o escore de eficiência.

Em relação a variação na porcentagem de artigos publicados em Qualis A, essa variável apresentou uma correlação positiva e significativa com a mudança na eficiência de um período

para o outro, assim como a variação na quantidade total de artigos publicados. Dessa forma, quanto mais artigos publicados em periódicos com essa classificação e/ou quanto maior a quantidade total de artigos publicados, mais eficiente será o programa. Em contrapartida, a variação na porcentagem de artigos publicados em Qualis B está negativamente correlacionada com a mudança de eficiência, desse modo, quanto mais artigos publicados em periódicos da categoria B, menor a eficiência do programa. Por fim, alterações no percentual de artigos no Qualis C não apresentou correlação com a variação no nível de eficiência dos PPG, possivelmente devido à baixa quantidade de artigos publicados nesse estrato. Desse modo, mais uma vez a qualidade dos artigos publicados se mostrou relevante para explicar o nível de eficiência dos PPG da área de Agronomia.

## 6. CONCLUSÃO

A produção de novos conhecimentos científicos é fundamental para o contínuo desenvolvimento dos países. Considerando que o Brasil é um país no qual a pesquisa científica é desenvolvida primordialmente nos programas de pós-graduação, e que sua economia é fortemente dependente do setor do agronegócio, seria fundamental que os PPG da área de Agronomia, maior área dentro das ciências agrárias, fossem eficientes em sua produção de conhecimento, para que assim, possam dar continuidade ao ciclo virtuoso de inovação e produção desse setor. Nesse sentido, identificar os principais fatores que influenciam a eficiência nessa área de pesquisa seria fundamental para a manutenção e consolidação do país como grande produtor, não só de produtos agropecuários, mas de tecnologia desenvolvida para a atividade do setor.

A presente pesquisa teve como objetivo geral analisar quais seriam os principais fatores que influenciam a eficiência dos PPG da área de Agronomia do Brasil na produção de conhecimento científico no período de 2013-2016 e 2017-2019. Além disso, tinha como objetivos específicos: i) analisar a eficiência dos PPG da área de Agronomia do Brasil na produção de conhecimento científico; ii) investigar se houve mudanças na produtividade total dos fatores (PTF) através do Índice de Malmquist entre os períodos de 2013-2016 e 2017-2019, decompondo o índice entre variação da eficiência técnica (*catch-up effect*) e mudanças tecnológicas (*frontier-shift effect*); iii) verificar se as seguintes variáveis influenciam na eficiência dos PPG: localização geográfica, percentual de docentes colaboradores, qualidade dos artigos publicados, percentual de docente permanente em pesquisa, quantidade de participante externo em pesquisa, número de projetos de pesquisa, quantidade de discentes de

mestrado e doutorado matriculados, entre outras; e iv) verificar se os PPG mais eficientes, de acordo com o modelo DEA proposto, são aqueles melhor conceituados na Avaliação Quadrienal da Capes.

Para tanto, foi utilizado a Análise Envoltória de Dados (DEA) com retornos variáveis, orientação produto e restrição aos pesos. Sendo utilizado como *outputs* do processo a pontuação Qualis das publicações e o número de teses/dissertações do programa. Como *inputs* utilizou-se o número de docentes permanentes e de bolsas de fomento. Ademais, a eficiência dos PPG foi calculada utilizando a média das variáveis em cada período analisado, sendo que devido a indisponibilidade dos dados para o ano de 2020, a eficiência do segundo período foi calculada com base na média dos anos de 2017 a 2019. Enquanto que o cálculo da produtividade total dos fatores, foi feito através do Índice de Malmquist, com base nos resultados do modelo DEA estimado anteriormente.

De acordo com os resultados do modelo DEA, no período de 2013-2016, os PPG da área de Agronomia apresentaram uma eficiência média de 63%. Dos 80 programas da amostra, oito foram eficientes, sendo eles: os programas de Fitopatologia da UFRPE, UFV e da USP/ESALQ, Meteorologia Aplicada da UFV, Agroquímica da UFLA, Energia Nuclear na Agricultura da USP/CENA, Agricultura da UNESP/BOT e Produção Vegetal da UNESP/JAB. No segundo período, 2017-2019, a eficiência média dos PPG caiu para 52,7%. Além disso, cinco programas alcançaram a eficiência, os quais foram: os programas de Fitopatologia, Energia Nuclear na Agricultura e de Entomologia da USP e os programas de Meteorologia Aplicada e Entomologia da UFV. Ademais, verificou-se que os programas eficientes publicam, majoritariamente, em periódicos A1 e A2, diferentemente dos programas ineficientes, que tinham a maior parte de suas publicações efetuadas em estratos mais baixos. Dessa forma, a qualidade das publicações se mostrou extremamente importante para o alcance da eficiência por parte dos programas.

No que se refere ao objetivo de avaliar se houve mudanças na produtividade total dos fatores, através do Índice de Malmquist, constatou-se que a maioria dos programas de pós-graduação da área de Agronomia, aproximadamente 71%, reduziram sua produtividade na produção de conhecimento científico entre os períodos de 2013-2016 e 2017-2019. Além disso, por meio da decomposição do índice, observou-se que a queda na produtividade se deu, principalmente, através de uma redução na eficiência técnica pura. Esse resultado revelou que os programas têm piorado a forma como estão alocando os seus insumos. Por outro lado, houve um ligeiro aumento na mudança tecnológica, indicando que a introdução de uma nova

tecnologia, por parte de alguns programas, tem possibilitado que estes tenham uma maior produção, mantendo fixa a quantidade de insumos.

Em relação ao terceiro objetivo específico, verificou-se que as variáveis que apresentaram uma correlação significativa com a eficiência dos PPG da área de Agronomia foram: a idade do programa, sendo que quanto mais antigo, mais eficiente é o programa; a porcentagem de docente permanente em pesquisa (somente no primeiro período); porcentagem de discentes de doutorado e de mestrado com bolsa; quantidade de discente de doutorado matriculado (somente no primeiro período); receber bolsa de fomento do PROEX; conceito Capes; porcentagem de artigos publicados no Qualis A1, A2 e A3 (Qualis A3 no segundo período), sendo que quanto mais artigos publicados nesses estratos maior o nível de eficiência; porcentagem de artigos publicados no Qualis B1 (somente no segundo período), B3, B4, B5 (Qualis B5 no primeiro período) e C, influenciaram de forma negativa, ou seja, quanto mais artigos nesses estratos, menor a eficiência; e o total de artigos, influenciando positivamente. Em relação as regiões, no primeiro período as regiões Sul, Norte e Centro-Oeste estavam negativamente correlacionadas com a eficiência e a região Sudeste positivamente correlacionada. Já no segundo período a região Sul estava negativamente correlacionada e a região Sudeste, positivamente correlacionada

No tocante às variáveis que apresentaram correlação significativa (a no mínimo 5% de significância) com a variação na produtividade entre os períodos foram: porcentagem de docente permanente e a porcentagem de artigos publicados em Qualis B, que influenciaram negativamente. Por outro lado, a porcentagem de docente colaborador; a porcentagem de artigos publicados no Qualis A e o total de artigos, influenciaram positivamente a eficiência.

Por fim, constatou-se a existência de uma relação significativa entre os escores de eficiência dos programas, calculado por meio do modelo DEA, e o conceito atribuído pela Capes aos programas na Avaliação Quadrienal. Dentre os programas que foram ineficientes, a maioria recebeu nota 4 ou 5, enquanto grande parte dos programas eficientes receberam o conceito 6 ou 7. Entretanto, nem todos os programas tiveram um conceito da Capes correspondente ao nível de eficiência alcançado por meio do modelo DEA aqui proposto. Essa divergência era passível de acontecer, uma vez que a avaliação da Capes analisa outros parâmetros que não foram considerados no presente modelo DEA.

Desse modo, concluiu-se que a eficiência/ineficiência dos PPG da área de Agronomia está relacionada com a forma com a qual os programas gerem os seus recursos. Uma vez que, os programas com baixo escores de eficiência, em sua maioria, dispunham de um aporte maior de insumos, porém a produção de conhecimento científico destes programas ficou muito aquém

quando comparados com os programas eficientes. Assim, não seria, necessariamente, a falta de recursos que estaria impedindo os programas ineficientes de prosperarem, mas sim a provável má administração desses recursos.

## REFERÊNCIAS

- BACKES, D. A. P.; SILVA, N. S. A Gestão dos Recursos Organizacionais para o Desempenho Superior na Avaliação da Capes. XLIV Encontro da ANPAD - EnANPAD 2020, 2020. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/abrir\\_pdf.php?e=MjgwNDQ=](http://www.anpad.org.br/abrir_pdf.php?e=MjgwNDQ=). Acessado em: 20/01/2022.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BARROS, J. R. M.; BARROS, A. L. M. A geração de conhecimento e o sucesso do agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 14, n. 4, p. 5-14, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes. **Contribuição da pós-graduação brasileira para o desenvolvimento sustentável: Capes na Rio+20** / Brasília – DF, p. 194, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. CAPES-CNPQ. Portaria Conjunta nº 1, de 21 de março de 2017. **Dispõe sobre o reajuste dos valores das bolsas de estudo no país**. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, pág. 26, 03 de abril de 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Normativa nº 59, de 21 de março de 2017. **Dispõe sobre o regulamento da Avaliação Quadrienal no âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes**. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, pág.51-56, 27 de março de 2017.
- CAPDEVILLE, G. O ensino superior agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 72, n. 172, p. 229-261, set./dez. 1991. doi: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rtep.72i172.1277>.
- CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Ministério da Educação. Sobre a Avaliação. Brasília, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sobre-a-avaliacao/avaliacao-o-que-e/sobre-a-avaliacao-conceitos-processos-e-normas/conceito-avaliacao>. Acessado em: 15/04/2021.
- CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Ministério da Educação. Sobre as áreas de Avaliação. Brasília, 2014a. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/sobre-a-avaliacao/areas-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao>. Acessado em: 16/06/2021.
- CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Ministério da Educação. Plataforma Sucupira. Qualis. Brasília, 2016. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>. Acesso em: 16/06/2021.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Ministério da Educação. Relatório de Atividade 2º/2016 - 2017. Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/03042019-relatorio-de-atividades-correcoes-02-04-2019-pdf>. Acessado em: 12/05/2021.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Ministério da Educação. DADOS ABERTOS. Brasília, 2018. Disponível em: <https://dadosabertos.capes.gov.br/dataset?organization=diretoria-de-avaliacao>. Acessado em: 03/04/2021.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Ministério da Educação. Ciências Agrárias I. Documento de Avaliação. Brasília, 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/avaliacao/FICHA\\_C\\_AGRARIAS\\_ATUALIZADA.pdf](https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/avaliacao/FICHA_C_AGRARIAS_ATUALIZADA.pdf). Acessado em: 10/11/2021.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Ministério da Educação. Programas Institucionais no País. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/bolsas/bolsas-no-pais>. Acessado em: 03/04/2021.

CATANI, A. F.; OLIVEIRA, J. F.; MICHELOTTO, R. M. As políticas de expansão da educação superior no Brasil e a produção do conhecimento. **Série-Estudos – Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**. Campo Grande-MS, n. 30, p. 267-281, jul./dez. 2010.

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

CHIARINI, T. VIEIRA, K. P. Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento econômico: sistema superior de ensino e as políticas de CT&I. **Revista Brasileira de Economia - RBE**, Rio de Janeiro v. 66 n. 1 / p. 117–132, jan/mar, 2012.

CHUANYI, W.; XIAOHONG, L.; SHIKUI, Z. The relative efficiencies of research universities of science and technology in China: Based on the data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 12, n. 10, p. 2753-2770, 2016.

CLARIVATE ANALYTICS. 100 universidades e institutos no Brasil com mais artigos científicos. Disponível em: <https://ciencianarua.net/wp-content/uploads/2019/04/100-univ-inst-com-mais-artigos-2014-a-2018-BRASIL.pdf>. Acessado em 02/02/2021.

COHEN, M. L. A. M.; PAIXÃO, A. N.; OLIVEIRA, N. M. Eficiência nas universidades federais brasileira: uma aplicação da análise envoltória de dados. **Informe Gepec**, v. 22, n. 1, pp. 133-149, 2018.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA); CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (Cepea). **PIB do agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020**. Brasília – DF, p. 1-18, 2021.

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**, n. 44, jan/jun, 2015.

CRESPI, G. The UK knowledge production function. In: BONACCORSI, A.; DARAIO, C. **Universities and strategic knowledge creation: specialization and performance in Europe**. UK: Cheltenham, p. 306-339, 2007.

CRUZ, C. H. B. Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: desafios para o período 2011 a 2015. **Interesse Nacional**, n. 10, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas – Sire. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **O agro no Brasil e no Mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020**. Brasília – DF, p. 1-68, 2021.

FALQUETTO, A. M.; TAKASAGO, M., PEÑA, C. R., ARAÚJO NETO, L. M.; SALES, I. C. H. Avaliação da eficiência dos programas de economia no país contemplados com o Proex e o Proap. **Race: revista de administração, contabilidade e economia**, v. 17, n. 1, p. 333-364, 2018.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American economic review**, 66-83, 1994.

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, part III, p. 253-290, 1957.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações. 2. ed., Viçosa, MG: **Editora UFV**, 2020.

GEOCAPES. Sistema de Informações Georreferenciadas, 2021. Disponível em: <https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>. Acessado em: 03/04/2021.

GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S. Análise envoltória de dados: conceitos e modelos básicos. **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa, MG: **Editora UFV**, p. 121-160, 2004.

GREENE, W. H. *Econometric Analysis*. 7th ed. **Pearson Education**. Prentice-Hall, 2012.

JOHNES, J.; YU, L. Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis. **China economic review**, v. 19, n. 4, p. 679-696, 2008.

KUENZER, A.; MORAES, M. C. M. Temas e tramas na pós-graduação em educação. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 26, n. 93, p. 1341-1362, set./dez. 2005.

LYRA, T. M. P.; HAEFFNER, C. Análise da pós-graduação em agronomia no Brasil. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 5, n. 9, 2008.

MACCARI, E. A.; LIMA, M. C.; RICCIO, E. L. Uso do sistema de avaliação da CAPES por programas de pós-graduação em administração no Brasil. **Revista de Ciências da Administração**, v. 11, n. 25, p. 68-82, 2009.

MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. Instituições Federais de Ensino Superior: modelos de financiamento e o incentivo à eficiência. **Revista Brasileira de Economia**, v.53, n. 3, jul/set. 1999.

MARTHA JR, G. B. Pesquisa, desenvolvimento e inovação na agropecuária. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 2, p. 117-119, 2015.

MARTÍNEZ-CAMPILLO, A.; FERNÁNDEZ-SANTOS, Y. The impact of the economic crisis on the (in) efficiency of public Higher Education institutions in Southern Europe: The case of Spanish universities. **Socio-Economic Planning Sciences**, Elsevier, v. 71, 2019.

MCDONALD, J. Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. **European Journal of Operational Research**, 197(2), 792–798, 2009.

MOREIRA, N. P.; CUNHA, N. R. S.; FERREIRA, M. A. M.; SILVEIRA, S. F. R. Fatores determinantes da eficiência dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas; Sorocaba, SP, v. 16, n. 1, p. 201-230, 2011.

NASCIMENTO, P. P.; CASTRO, A. C. Embrapa e a cooperação científica internacional: do emparelhamento (catching-up) com a revolução verde à liderança tecnológica na agricultura tropical. **Embrapa Solos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2020.

NEPOMUCENO, L. C. **A eficiência dos programas de pós-graduação em Administração no Brasil**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2017.

NICOLATO, M. A. Sinopse da avaliação trienal da pós-graduação - 2004 (período avaliado: 2001-2003). **Revista Brasileira de Pós-graduação**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 176-184, 2005.

OLIVEIRA, J. F.; MORAES, K. N. Produção do conhecimento na universidade pública no Brasil: tensões, tendências e desafios. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 32, n. 4, p. 73-95, out./dez. 2016.

PACHECO, R. S. Política de recursos humanos para a reforma gerencial: realizações do período 1995-2002. **Revista do Serviço Público**, v. 53, n. 4, p. 79-106, 2002.

PATEL, P. J. Research Culture in Indian Universities. **Social Change**, 46(2), pp. 238–259, 2016. doi: 10.1177/0049085716635398.

PATRUS, R.; SHIGAKI, H. B.; DANTAS, D. C. Quem não conhece seu passado está condenado a repeti-lo: distorções da avaliação da pós-graduação no Brasil à luz da história da Capes. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 16, n. 4, p. 642-655, 2018.

PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, p. 83-106, 2008.

RAMÍREZ-GUTIÉRREZ, Z.; BARRACHINA-PALANCA, M.; RIPOLL-FELIU, V. Eficiencia en la educación superior. Estudio empírico en universidades públicas de Colombia y España. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 3, p. 468-500, 2020.

ROMER, P. M. Increasing Returns and Long-Run Growth. **Journal of Political Economy** v. 94, n. 5, pp. 1002-1037, 1986.

SILVA, A. S.; CUNHA, N. R. S.; SILVEIRA, S. F. R.; FERREIRA, M. A. M. Análise do desempenho da pós-graduação da UFV após o seu ingresso no programa de fomento PROF/CAPES. **IX Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul**. Florianópolis – Brasil, novembro, 2009.

SILVA, J. S.; CORRÊA, C. R.; GOMES, A. P. Determinantes da eficiência dos Programas de Pós-Graduação em Economia do Brasil. **Reflexões Econômicas**, Ilhéus (BA). n.2. v.2. p.57-77. abr/set, 2016.

VARIAN, H. **Microeconomia: Princípios básicos**. Tradução da 7ª edição americana. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006.

VASCONCELOS, M. E. S. S.; DA HORA, H. R. M.; JÚNIOR, M. E. Produção científica dos programas de pós-graduação: Avaliação da eficiência da Área Engenharias III. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 2, n. 2, p. 11-25, 2016.

VILELA, B. D. A.; CAVALCANTI, J. M. M.; FREITAS, K. A. D.; CARRIERI, A. D. P. Avaliação da qualidade das publicações: Excelência ou legitimação de práticas de pesquisa? **BBR. Brazilian Business Review**, v.18, p. 700-721, 2021.

WENG, L.; SONG, W.; SHENG, S. Empirical Research on Scientific and Technical Innovation and Economic Growth in Shanghai. **American Journal of Operations Research**. Vol. 2, N. 1, pp. 82-90, 2012. doi: 10.4236/ajor.2012.21009.

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

## ANEXO

**Tabela 1:** Programas que compõem a amostra da pesquisa (CONTINUA)

DMU	IES	Nome do programa	Ano de início do Mestrado	Ano de início do Doutorado
1	UFAM	Agronomia Tropical	1995	2007
2	UFC	Fitotecnia	1973	1994
3	UFERSA	Fitotecnia	1989	2005
4	UFPB/AREIA	Agronomia	1979	2001
5	UFRPE	Fitopatologia	1976	1998
6	UFRPE	Ciências do Solo	1977	2003
7	UFRPE	Biometria e Estatística Aplicada	1997	2009
8	UFRPE	Entomologia Agrícola	1976	2004
9	UESC	Genética e Biologia Molecular	2002	2006
10	UFRB	Ciências Agrárias	1979	1979
11	UFES	Produção Vegetal	2004	2010
12	UFRRJ	Ciências do Solo	1972	1982
13	UFRRJ	Fitotecnia	1989	1997
14	UENF	Produção Vegetal	1994	1994
15	UENF	Genética e Melhoramento de Plantas	2005	2005
16	UFV	Produção Vegetal	1961	1972
17	UFV	Fitopatologia	1977	1978
18	UFV	Microbiologia Agrícola	1970	1996
19	UFV	Genética e Melhoramento	1976	1979
20	UFV	Fisiologia Vegetal	1970	1988
21	UFV	Solos e Nutrição de Plantas	1977	1982
22	UFV	Meteorologia Aplicada	1981	2002
23	UFV	Agroquímica	1983	2006
24	UFV	Entomologia	1984	1996
25	UFV	Bioquímica Aplicada	1999	1999
26	UFLA	Fitotecnia	1985	1979
27	UFLA	Ciência do Solo	1976	1994
28	UFLA	Genética e Melhoramento de Plantas	1986	1995
29	UFLA	Entomologia	1984	1999
30	UFLA	Fisiologia Vegetal	1988	2000
31	UFLA	Estatística e Experimentação Agropecuária	1996	2003
32	UFLA	Fitopatologia	1997	1997
33	UFLA	Agroquímica	1998	2006
34	UFLA	Microbiologia Agrícola	2001	2006
35	UFU	Agronomia	2000	2007
36	USP/ESALQ	Entomologia	1968	1972
37	USP/ESALQ	Fitopatologia	1964	1970
38	USP/ESALQ	Fitotecnia	1968	1986
39	USP/ESALQ	Genética e Melhoramento de Plantas	1964	1970
40	USP/ESALQ	Microbiologia Agrícola	1976	1996
41	USP/ESALQ	Solos e Nutrição de Plantas	1964	1970
42	USP/ESALQ	Estatística e Experimentação Agronômica	1964	1979
43	USP/ESALQ	Fisiologia Bioquímica de Plantas	1988	2003
44	USP/CENA	Energia Nuclear na Agricultura	1972	1991

**Tabela 1:** Programas que compõem a amostra da pesquisa (CONCLUSÃO)

DMU	IES	Nome do programa	Ano de início do Mestrado	Ano de início do Doutorado
45	UNESP/BOT	Horticultura	1980	1992
46	UNESP/BOT	Energia na Agricultura	1982	1984
47	UNESP/BOT	Proteção de Plantas	1987	1987
48	UNESP/BOT	Agricultura	1988	1988
49	UNESP/IS	Agronomia	1995	2004
50	UNESP/JAB	Produção Vegetal	1976	1984
51	UNESP/JAB	Genética e Melhoramento de Plantas	1985	1999
52	UNESP/JAB	Entomologia Agrícola	1988	1997
53	UNESP/JAB	Microbiologia Agropecuária	1996	1996
54	UNESP/JAB	Ciência do Solo	1996	2005
55	UNESP/RC	Microbiologia Aplicada	1989	1989
56	IAC	Agricultura Tropical e Subtropical	1999	2009
57	UFPR	Produção Vegetal	1994	1995
58	UEL	Agronomia	1994	2000
59	UEM	Agronomia	1995	1999
60	UEM	Genética e Melhoramento	2002	2005
61	UNIOESTE	Agronomia	2001	2009
62	UFSC	Recursos Genéticos Vegetais	1998	2003
63	UDESC	Ciência do Solo	1997	2008
64	UDESC	Produção Vegetal	2003	2010
65	UFRGS	Fitotecnia	1965	1987
66	UFRGS	Ciência do Solo	1965	1987
67	UFRGS	Microbiologia Agrícola e do Ambiente	1989	2005
68	UFSM	Agronomia	1971	1999
69	UFSM	Ciência do Solo	2003	2003
70	UFPEL	Agronomia	1985	1991
71	UFPEL	Ciência e Tecnologia de Sementes	1996	1996
72	UFPEL	Fisiologia Vegetal	1996	2004
73	UFPEL	Fitossanidade	1999	2000
74	UFPEL	Sistemas de Produção Agrícola Familiar	2006	2006
75	UFMT	Agricultura Tropical	1993	2005
76	UFGD	Agronomia	1994	2003
77	UFG	Agronomia	1985	1993
78	UFG	Genética e Melhoramento de Plantas	2010	2010
79	UNB	Fitopatologia	1976	1991
80	UNB	Agronomia	2008	2008

Fonte: Elaborado pela autora com base em Metadados da Capes.