

IMPACTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NA AVALIAÇÃO QUADRIENAL DA CAPES 2013-2016 - UMA ANÁLISE DA ÁREA CIÊNCIAS AGRÁRIAS I

Helgem de Souza Ribeiro MARTINS¹
Josino José BARBOSA¹

- RESUMO: Criada em 11 de julho de 1951, a CAPES desenvolve ações voltadas à diversas linhas de atuação, com destaque para o apoio à pós-graduação brasileira, atuando como órgão financiador e regulador. Dentre estas linhas de atuação, destaca-se a avaliação periódica dos programas de pós-graduação, que é utilizada na alocação de recursos financeiros, em que programas em desenvolvimento recebam recursos suficientes para sua manutenção e evolução e programas consolidados tenham condições de buscar excelência na pesquisa científica a nível internacional. Este trabalho tem por objetivo estabelecer um modelo estatístico que permita a aferição do impacto da formação de recursos humanos e divulgação científica na avaliação periódica da CAPES na área de Ciências Agrárias I. Os resultados sugerem que, independentemente do cenário, investir no programa de pós-graduação para que a produção científica seja alavancada não só amplia as possibilidades de ascensão à conceitos CAPES superiores como também atua como fator de proteção à queda de conceito, garantindo assim um melhor posicionamento dos cursos de pós-graduação stricto sensu em âmbito nacional e internacional.
- PALAVRAS-CHAVE: Avaliação CAPES; modelagem estatística; regressão logística; produção intelectual.

1 Introdução

Criada em 11 de julho de 1951, pelo Decreto nº 29.741, com o objetivo de assegurar a existência de pessoal especializado em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades dos empreendimentos públicos e privados que visam ao desenvolvimento do país, a então Campanha Nacional de Aperfeiçoamento

¹Universidade Federal de Viçosa - UFV, Departamento de Estatística, CEP: 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: *helgem.souza@gmail.com*; *josinojba@gmail.com*

de Pessoal de Nível Superior, hoje denominada CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior tem como missão a busca pela expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação.

No exercício de sua missão, a CAPES desenvolve ações voltadas às seguintes linhas: Avaliação da pós-graduação *stricto-sensu*, acesso e divulgação da produção científica, investimentos na formação de recursos humanos de alto nível no Brasil e no exterior, promoção da cooperação científica internacional, além da indução e fomento da formação inicial e continuada de docentes da educação básica, em todas as modalidades.

Dentre estas linhas de ação, existe grande interesse na avaliação da pós-graduação *stricto sensu*. O processo de avaliação visa ratificar a capacidade de formação de recursos humanos e geração de conhecimento científico por parte dos programas de pós-graduação *stricto sensu*, bem como certificar a qualidade da pós-graduação brasileira e identificar possíveis discrepâncias regionais com o intuito de orientar ações de melhoria e expansão de programas de pós-graduação no território nacional. Ademais, a avaliação é utilizada na alocação de recursos financeiros (bolsas, linhas de financiamento, etc.), de forma que programas em desenvolvimento recebam recursos suficientes para sua manutenção e evolução e programas consolidados tenham condições de buscar excelência na pesquisa científica a nível internacional. O processo de avaliação é realizado de maneira escalonada, sendo que os programas de pós-graduação são agrupados em áreas de avaliação. Cada uma destas áreas, considerando alguns instrumentos fundamentais, possui autonomia para elaborar estratégias de avaliação que se adequem às suas peculiaridades.

Uma das mais tradicionais áreas de avaliação é a de Ciências Agrárias, pois alguns dos primeiros programas de pós-graduação criados no Brasil se estabeleceram dentro desta área do conhecimento. O primeiro programa inserido nesta área foi o programa em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), fundado em 1961, seguido pelos cursos em Estatística e Experimentação Agrícola, Fitopatologia, Genética e Melhoramento Vegetal, e Solos e Nutrição de Plantas, todos pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), fundados em 1965. Devido à tradição, esta área apresenta programas de pós-graduação que são referências nacionais e internacionais de desenvolvimento científico e tecnológico de excelência.

Para garantir a manutenção da qualidade dos programas existentes e consolidados, bem como a criação e desenvolvimento de novos programas de pós-graduação em Ciências Agrárias, fortalecendo assim esta área do conhecimento, é fundamental a existência de ferramentas que possibilitem a avaliação da qualidade de seus programas de pós-graduação bem como o estabelecimento de metas de crescimento sustentáveis e factíveis. De maneira ideal, no contexto da estatística e ciência de dados, tais iniciativas devem ser baseadas em dados consistentes sobre os referidos programas, e definidas de forma a convergir com os objetivos e metodologias adotadas pela CAPES em seu processo de avaliação.

Dada a importância da avaliação dos programas de pós-graduação na alocação de recursos financeiros, que impactam diretamente no funcionamento e desenvolvimento destes, torna-se fundamental a capacidade de previsibilidade dos indicadores de avaliação por parte das coordenações de programas de pós-graduação, pois de posse de de tal capacidade, é possível traçar estratégias de melhoria contínua, bem como a adoção de medidas corretivas em momentos oportunos que visem a manutenção ou evolução dos cursos de pós-graduação. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo principal estabelecer por meio de um modelo estatístico uma ferramenta que permita a aferição do impacto das variáveis de interesse, sobretudo aquelas voltadas à formação de recursos humanos e divulgação científica, na avaliação periódica da CAPES, com o intuito de garantir a supracitada previsibilidade.

2 Revisão da literatura

As primeiras avaliações de programas de pós-graduação foram realizadas no final da década de 70, com a criação de *Programas de Avaliação de Programas de Pós-Graduação da CAPES* (MACCARI; Correia Lima; RICCIO, 2009), que era vinculado ao ministério da educação. Inicialmente os objetivos da avaliação visavam estabelecer uma distribuição meritocrática de bolsas e recursos financeiros, bem como iniciar o registro de informações acerca da pós-graduação no país. A avaliação, desde sua origem, é orientada com base nos resultados alcançados por cada programa, o que permitiria a sistematização do processo avaliativo por meio de relatórios detalhados que seriam posteriormente processados pela CAPES e avaliados de forma comparativa.

Posteriormente, a CAPES dividiu seu processo de avaliação em dois segmentos: a avaliação de propostas de novos programas e avaliação de programas em execução, sendo que é realizado um acompanhamento anual. As avaliações eram realizadas periodicamente, de forma trienal até o ano de 2012 e a partir de 2013 fica estabelecido que as avaliações de programas em funcionamento ocorreriam com periodicidade quadrienal.

Atualmente, segundo CAPES (2018b), os atuais objetivos da avaliação são certificar a qualidade da pós-graduação brasileira, como forma de referenciar a distribuição de recursos e identificar assimetrias regionais e de áreas estratégicas do conhecimento. A avaliação é realizada em 49 áreas do conhecimento e segue as diretrizes estabelecidas pelo Conselho Técnico Científico da Educação Superior (CTC-ES), sendo que cada uma das áreas possui um documento de referência, denominado *Documento de Área*, que estabelece critérios diferenciados para cada uma destas 49 áreas. Na avaliação da CAPES, são considerados cinco itens, cujos pesos variam de acordo com a área de avaliação. São eles a Proposta do Programa, Corpo Docente, Corpo Discente, Produção Intelectual e Inserção Social. De acordo com o Comitê de Área de Ciências Agrárias I (2017), a área de interesse deste trabalho, são adotados os seguintes pesos: 1: Proposta do Programa (sem valoração), 2: Corpo Docente (Peso 20%), 3: Corpo Discente (Peso 30%), 4:

Produção Intelectual (Peso 40%) e 5: Inserção Social (Peso 10%), indicando que a produção intelectual configura o item mais relevante na avaliação desta área.

A análise das avaliações periódicas da CAPES tem ocorrido por meio de estudos quantitativos e qualitativos. Oliveira e Almeida (2011) propõe uma reflexão acerca dos limites e contradições apresentados nas avaliações da CAPES, culminando na necessidade da discussão de alternativas que visem o diálogo entre áreas distintas. Já em Faga e Quoniam (2015), um estudo mais direcionado utiliza os dados provenientes da Plataforma Sucupira para efetuar uma comparação entre dois programas da área de Engenharia de Materiais. Maccari, Correia Lima e Riccio (2009) apresenta uma contextualização histórica do processo de avaliação da CAPES e o impacto do modelo nos dias atuais. Já considerando análises com viés qualitativo, em Shigaki e Patrus (2013) uma abordagem descritiva é empregada na tentativa de avaliar o impacto da produção intelectual na área de Administração, enquanto em Walter et al. (2013), o objetivo foi identificar pontos fortes e oportunidades de melhoria de desempenho dos programas da área de Contabilidade, com base em uma análise longitudinal. Já em Leite, Viana e Pereira (2010), uma pesquisa bibliográfica buscou identificar os principais métodos quantitativos utilizados em pesquisas que envolvem a avaliação da CAPES.

Entretanto, na busca por trabalhos anteriores, percebe-se uma baixa frequência de pesquisas que utilizam os dados disponíveis pela CAPES em modelagens que permitam aferir de forma quantitativa o impacto dos indicadores utilizados durante a avaliação no resultado final de cada programa de pós-graduação. Dentre trabalhos que buscam uma modelagem destes dados via modelos estatísticos/matemáticos, pode-se citar Vasconcelos, Hora e Erthal Júnior (2016), que utilizou a técnica de análise envoltória de dados para analisar as avaliações da área de Engenharias III, cujos resultados indicam que o conceito atribuído ao programa não apresenta correlação direta com a eficiência do mesmo em termos de produção científica. Outro estudo com abordagem estatística pode ser observado em Mesquita e Nogueira (2015), que por meio da técnica de regressão logística, utilizando os dados da avaliação trienal de 2013, buscou compreender quais as variáveis preponderantes para obtenção de bons conceitos por parte da CAPES, sendo considerado como programas de "sucesso" aqueles com conceitos iguais ou superiores a 4. Concluiu-se que as variáveis relacionadas à produção científica seriam as mais influentes para avaliações positivas.

Conforme pode ser observado em pesquisa bibliográfica, os principais artigos sobre o tema avaliação dos programas de pós-graduação apresentam um enfoque qualitativo. Assim sendo, este artigo se propõe a apresentar um modelo qualitativo que visa a quantificação do impacto da produção bibliográfica nos conceitos atribuídos aos programas por parte da CAPES.

3 Material e métodos

A análise realizada neste trabalho foi baseada nos dados da avaliação quadrienal de 2017, que avaliou os programas de pós-graduação da área de Ciências

Agrárias I de acordo com os indicadores produzidos entre os anos de 2013 e 2016. Para uma melhor compreensão dos dados, faz-se necessária uma breve explanação acerca da metodologia de avaliação da CAPES.

A avaliação da CAPES classifica os programas de pós-graduação em conceitos que variam na seguinte escala: 1 e 2, tem canceladas as autorizações de funcionamento e o reconhecimento dos cursos de mestrado e/ou doutorado por ele oferecidos; 3 significa desempenho regular, atendendo ao padrão mínimo de qualidade; 4 é considerado um bom desempenho; programas com conceito 5 são considerados de nível muito bom, sendo este o conceito máximo para programas que não possuem doutorado. Conceitos 6 e 7 indicam excelência equivalente ao alto padrão internacional (CAPES, 2018a). O Ministério da Educação, por meio do Conselho Nacional de Educação, reconhece os resultados da avaliação dos cursos novos e da Avaliação Periódica da Capes. Estes conceitos são atribuídos com base em uma série de atributos, quantitativos e qualitativos, que avaliam a proposta do programa, corpo docente, corpo discente, teses e dissertações, produção intelectual e inserção social. Todo o processo de avaliação é realizado por uma comissão de consultores *Ad-hoc*, pesquisadores de destaque em cada área de avaliação.

Com o método de avaliação devidamente esclarecido, serão apresentados os indicadores de produção intelectual, construídos com base no documento da área de Ciências Agrárias I.

3.1 Obtenção e tratamento dos dados

Os dados em estudo foram obtidos via Plataforma Sucupira, sistema da CAPES que agrega as informações dos programas de pós-graduação brasileiros, utilizando técnicas de extração automatizada de dados, por meio de rotina computacional utilizando o *software* R (R CORE TEAM, 2018), com base no pacote *RSelenium*. Foram coletadas informações de todos os 204 programas acadêmicos de pós-graduação pertencentes à área da CAPES de Ciências Agrárias I, referente às avaliações do quadriênio 2013-2016 (Comitê de Área de Ciências Agrárias I, 2017).

Após obtenção dos dados, foram retirados os programas recém criados, que não se submeteram à avaliação quadrienal, bem como os nove programas conceito 7, que não apresentaram nenhuma transição, ou seja, todos mantiveram o mesmo conceito concedido na avaliação CAPES anterior e os programas profissionais, cuja avaliação difere daquela realizada para os programas acadêmicos. Além disso, foi realizada uma análise descritiva afim de detectar a presença de possíveis *outliers*, o que foi descartado pelos resultados obtidos.

Estes dados se referem principalmente à produção intelectual gerada pelos programas de pós-graduação, sendo também consideradas as dissertações e teses produzidas no período. As variáveis que serão utilizadas na explicação do modelo foram construídas considerando algumas informações, que foram denominados indicadores básicos. Considerando os seguintes indicadores básicos:

- DP - Número de docentes permanentes por ano
- DIS - Número de dissertações defendidas no quadriênio

- THE - Número de teses defendidas no quadriênio
- P_X - Pontuação do programa em artigos no estrato X no quadriênio, considerando a tabela de equivalência A1 da área (Tabela 1);
- PD_X - Pontuação do programa em artigos com participação de discentes no estrato X no quadriênio, considerando a tabela de equivalência A1 da área (Tabela 1);

Tabela 1 - Tabela de equivalência entre estratos do Qualis - Área de Ciências Agrárias I

Estrato	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5
Equivalência	1	0,85	0,70	0,55	0,40	0,25	0,10

foram criadas as seguintes variáveis explicativas:

- TDP - Titulados por docente permanente no quadriênio

$$TDP = \left(\frac{2 \cdot THE + DIS}{DP} \right)$$
- PAIDP - Pontuação da produção de alto impacto por docente permanente (Artigos nos estratos A1-B1 por docente permanente)

$$PAIDP = \frac{P_{A1} + P_{A2} + P_{B1}}{DP}$$
- PCDP - Produção científica por docente permanente (Artigos nos estratos A1-B5 por docente permanente)

$$PCDP = \frac{P_{A1} + P_{A2} + P_{B1} + P_{B2} + P_{B3} + P_{B4} + P_{B5}}{DP}$$
- PAIDDP - Produção de alto impacto com presença de discentes por docente permanente (Artigos nos estratos A1-B1 por docente permanente)

$$PAIDDP = \frac{PD_{A1} + PD_{A2} + PD_{B1}}{DP}$$
- PCDDP - Produção científica com presença de discentes por docente permanente (Artigos nos estratos A1-B5 por docente permanente)

$$PCDDP = \frac{PD_{A1} + PD_{A2} + PD_{B1} + PD_{B2} + PD_{B3} + PD_{B4} + PD_{B5}}{DP}$$

As variáveis explicativas criadas, em conjunto com o indicador básico DP , serão utilizadas na modelagem dos conceitos recebidos pelos programas de pós-graduação de interesse.

3.2 Regressão logística

A regressão logística é a principal técnica de análise estatística empregada na análise de dados dicotômicos. Sua principal finalidade é modelar a probabilidade associada a eventos do tipo sucesso/fracasso, com base em variáveis explicativas. Tal técnica tem se constituído num dos principais métodos de modelagem estatística de dados. Mesmo quando a resposta de interesse não é originalmente do tipo binário, alguns pesquisadores têm dicotomizado a resposta de modo que a probabilidade de sucesso possa ser ajustada por meio da regressão logística (AGRESTI, 1996). O modelo de regressão logística é representado por:

$$\log \left(\frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p \quad (1)$$

em que:

- $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$: Vetor de parâmetros
- $(1, x_1, x_2, \dots, x_p)$: Vetor de variáveis explicativas
- $\pi(x)$: Probabilidade de sucesso associada ao modelo

O método de estimação utilizado foi o de Newton-Raphson, considerando o modelo binomial e a função de ligação logit. Seja a log-verossimilhança do modelo logit, dada por:

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{X}'_i \beta - \sum_{i=1}^n n_i \log [1 + \exp(\mathbf{X}'_i \beta)].$$

Seja \mathbf{Y} a matriz de respostas, \mathbf{X} a matriz de variáveis preditoras e μ uma matriz tal que $\mu_i = \exp(\mathbf{X}'_i \beta)$. Defina também a matriz \mathbf{W} tal que

$$W = \text{Diag}(n_i p_i (1 - p_i));$$

Pode-se mostrar que:

$$l'(\beta) = \mathbf{X}' (\mathbf{Y} - \mu);$$

$$l''(\beta) = -\mathbf{X}' \mathbf{W} \mathbf{X}$$

Para cada passo do Newton-Raphson, usamos $\beta^{(t)}$, a estimativa corrente para β , para calcular $\mu^{(t)}$ e $W^{(t)}$. A nova estimativa de β é então

$$\beta^{(t+1)} = \beta^{(t)} + \left(\mathbf{X}' W^{(t)} \mathbf{X} \right)^{-1} \mathbf{X}' (\mathbf{Y} - \mu^{(t)})$$

Este processo então é repetido até que se atinja a convergência. Deste modo, os valores de β são estimados.

A interpretação do modelo é baseada no exponencial dos coeficientes, por meio da razão de chances (odds ratio) do sucesso em relação ao fracasso.

3.3 Método *stepwise* para seleção de variáveis

O método de seleção de variáveis denominado *Stepwise* é um processo de inclusão/exclusão de variáveis que tem por objetivo selecionar o modelo que melhor se adequa a um dado conjunto de dados para o qual será ajustado algum modelo de regressão. O procedimento se inicia por meio da escolha de um modelo que contém a variável X mais importante e então, realiza adições subsequentes de variáveis, enquanto tais inclusões se mostrarem interessantes para o ajuste do modelo. A ordem da adição é determinada por meio de testes F parciais, sendo que a variável com maior valor da estatística F é a próxima a ser adicionada. Após cada adição, o procedimento avalia se alguma variável deve ser deletada do modelo. Ao final do procedimento, o modelo que apresentar a melhor medida de desempenho, geralmente baseadas em critérios de informação (AIC, BIC), será mantido como o modelo mais adequado aos dados em estudo (DRAPER; SMITH, 2014).

4 Resultados e discussão

Determinados os indicadores que norteariam as análises, procedeu-se à uma análise descritiva para verificar se existe uma relação entre estes e o conceito atribuído em avaliação. Os resultados apresentados na Figura 1 indicam que a média e mediana de cada indicador tende a se elevar conforme o acréscimo da avaliação. Considerando as variáveis que quantificam a produção intelectual na forma de publicação em periódicos, observa-se uma relação linear positiva entre o conceito e os indicadores.

Dadas as evidências descritivas apresentadas, devido à natureza do problema, optou-se pela técnica de regressão logística na análise dos dados, com o intuito de quantificar o impacto de cada variável na classificação dos programas entre os conceitos 3 e 7.

Inicialmente o objetivo era ajustar dois modelos, um para modelar a ascensão e outro para modelar a queda de conceito na avaliação CAPES. Entretanto, os eventos de queda e ascensão de conceito ocorrem de forma diferente entre os diferentes níveis. Por exemplo, a ascensão do conceito 3 para o 4 ocorre de maneira diferente da ascensão do conceito 5 para 6, devido às características destes programas, uma vez que os programas de menor conceito normalmente são programas novos e que na maioria das vezes possuem somente mestrado. Já os programas com conceito mais altos normalmente são programas com maior tempo de funcionamento e com doutorado consolidado.

Diante deste cenário, utilizando a regressão logística, procurou-se ajustar modelos de ascensão e queda para cada estrato de conceito. As quedas dos conceitos de 3 para o 2 (1 programa), de 6 para o 5 (2 programas) e de 7 para o 6 (nenhum programa), assim como a ascensão do 6 para o 7 (2 programas), não foram modeladas devido à falta de observações presentes nessas transições, conforme pode ser visto na Tabela 2. As observações destacadas em azul referem-se aos programas que mantiveram seus conceitos, em verde aos programas que subiram de conceito e em vermelho aos programas que caíram de conceito. Pode-se notar que a maioria

Indicadores por nota da avaliação 2013:2016

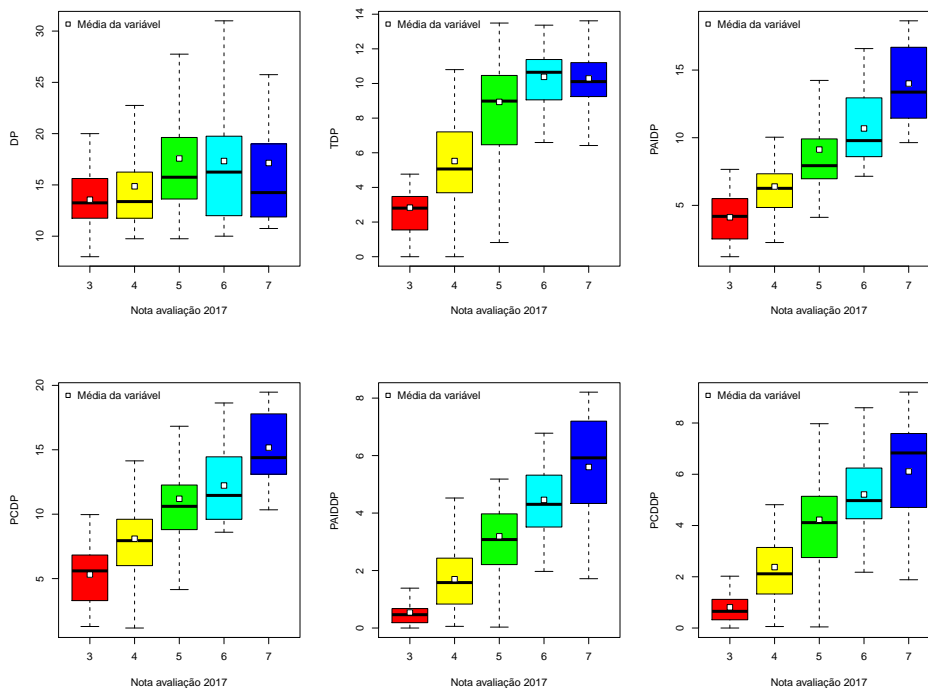


Figura 1 - Boxplot - Indicadores de produção intelectual por conceito.

dos programas manteve seu conceito entre as duas avaliações. Houve uma transição maior dos conceitos de 3 para o 4 (20 programas) e de 5 para 4 (13 programas) e uma transição moderada dos conceitos de 4 para 5 (8 programas), de 5 para 6 (7 programas) e de 4 para 3 (4 programas).

Foram ajustados os modelos de ascensão aos conceitos 4, 5 e 6, além dos modelos de queda aos conceitos 3 e 4. A transição do conceito 3 para 5 foi incluída junto à transição do conceito 4 para 5 no modelo de ascensão ao conceito 5 (10 programas). Os modelos foram ajustados contendo todas as variáveis em estudo e em seguida foi aplicado o método *Stepwise* para encontrar o modelo que melhor se ajustasse aos dados. Em todos os modelos ajustados houve remoção de variáveis via AIC pelo método de seleção de variáveis.

Uma observação que deve ser salientada antes de se proceder à análise dos modelos de regressão se refere ao fato de que os modelos ajustados foram ajustados com a população completa. Como não se trabalhou com amostragem e sim com todos os dados disponíveis, a análise de significância dos coeficientes é irrelevante. A utilização do método *Stepwise* se deu com o objetivo de identificar qual o modelo apresenta melhor ajuste aos dados disponíveis.

Tabela 2 - Transições entre as avaliações do triênio 2010-2012 e o quadriênio 2013-2016. Em vermelho: programas que caíram de conceito; Em azul: programas que mantiveram seu conceito; Em verde: Programas que subiram de conceito

2010-2012	2013-2016						Total
	2	3	4	5	6	7	
3	1	40	20	2	0	0	63
4	0	4	45	8	0	0	57
5	0	0	13	39	7	0	59
6	0	0	0	2	12	2	16
7	0	0	0	0	0	9	9
Total	1	44	78	51	19	11	204

4.1 Modelos ajustados

A Tabela 3 apresenta os resultados do ajuste do modelo de regressão logística para ascensão ao conceito 4, após a aplicação do método *Stepwise*.

Tabela 3 - Resultados do ajuste do modelo de ascensão ao conceito 4

Variável	Coefficiente	Exp(Coefficiente)	Erro padrão	Valor de Z	P-valor
Intercepto	-4,0403	0,0176	1,2223	-3,305	0,000949
TDP	0,4021	1,4950	0,2837	1,418	0,156304
PAIDP	0,2802	1,3233	0,1671	1,676	0,093686
PCDDP	0,6644	1,9433	0,4377	1,518	0,129071

De acordo com a Tabela 3, o modelo ajustado apresentou 3 variáveis significativas: TDP, PAIDP e PCDDP, com p-valores entre 0,094 e 0,156. No modelo de regressão logística a interpretação do modelo é feita por meio da razão de chances, aplicando-se o exponencial nas estimativas dos coeficientes de regressão. O exponencial dos coeficientes das três variáveis apresentaram valores maiores que 1, isso implica que essas variáveis impactam de forma positiva na chance de ascensão ao conceito 4. Por exemplo, aumentando-se uma unidade na variável TDP e fixando as demais variáveis, espera-se que a chance de ascensão ao conceito 4 aumente em 49,5%. De modo análogo, para as variáveis PAIDP e PCDDP, *ceteris paribus*, espera-se que a chance de ascensão ao conceito 4 aumente em 32,3% e 94,3%, respectivamente, o que indica a importância da produção qualificada para a evolução de tal estrado de programas de pós-graduação.

A Tabela 4 apresenta os resultados do ajuste do modelo de regressão logística para queda ao conceito 3. Observa-se que o modelo ajustado apresentou 3 variáveis significativas: DP, PCDP e PCDDP. O exponencial do coeficiente da variável DP apresentou valor maior que 1, indicando que o aumento dessa variável aumenta a

Tabela 4 - Resultados do ajuste do modelo de queda ao conceito 3

Variável	Coefficiente	Exp(Coefficiente)	Erro padrão	Valor de Z	P-valor
Intercepto	0,0142	1,0143	2,1596	0,007	0,9947
DP	0,2024	1,2243	0,1146	1,766	0,0773
PCDP	-0,4656	0,6278	0,3110	-1,497	0,1344
PCDDP	-1,8348	0,1597	1,2907	-1,421	0,1552

chance de queda ao conceito 3. Por outro lado, O exponencial dos coeficientes das variáveis PCDP e PCDDP apresentaram valores menores que 1, isso implica que o aumento dessas variáveis reduz a chance de queda ao conceito 3. Dos quatro programas que caíram do conceito 4 para 3, três possuíam doutorado e um deles apenas mestrado, indicando que a presença de doutorado não garante a permanência neste conceito.

A Tabela 5 apresenta os resultados do ajuste do modelo de regressão logística para ascensão ao conceito 5. Analizando a referida tabela, pode-se notar que o modelo ajustado apresentou somente a PCDP como significativa. O exponencial do coeficiente dessa variável apresentou valor maior que 1, isso implica que ela impacta de forma positiva na chance de ascensão ao conceito 5.

Tabela 5 - Resultados do ajuste do modelo de ascensão ao conceito 5

Variável	Coefficiente	Exp(Coefficiente)	Erro padrão	Valor de Z	P-valor
Intercepto	-4,2797	0,0138	1,2422	-3,445	0,00057
PCDP	0,2942	1,3421	0,1251	2,352	0,01868

A Tabela 6 apresenta os resultados do ajuste do modelo de regressão logística para queda ao conceito 4. O modelo ajustado apresentou somente a PCDDP como significativa. O exponencial do coeficiente dessa variável apresentou valor menor que 1, isso implica que o aumento dessa variável reduz a chance de queda ao conceito 5.

Tabela 6 - Resultados do ajuste do modelo de queda ao conceito 4

Variável	Coefficiente	Exp(Coefficiente)	Erro padrão	Valor de Z	P-valor
Intercepto	0,5932	1,8097	0,7857	0,755	0,4503
PCDDP	-0,5265	0,5906	0,2259	-2,330	0,0198

A Tabela 7 apresenta os resultados do ajuste do modelo de regressão logística para ascensão ao conceito 6. Nesta tabela, o modelo ajustado apresentou somente a PAIDDP como significativa. O exponencial do coeficiente dessa variável apresentou valor maior que 1, isso implica que ela impactam de forma positiva na chance de ascensão ao conceito 6.

Tabela 7 - Resultados do ajuste do modelo de ascensão ao conceito 6

Variável	Coefficiente	Exp(Coefficiente)	Erro padrão	Valor de Z	P-valor
Intercepto	-3,6647	0,0256	1,1146	-3,288	0,00101
PAIDDP	0,4706	1,6010	0,2671	1,762	0,07809

Para avaliar a influência das variáveis em cada um dos modelos ajustados, serão utilizados os valores do exponencial dos coeficientes subtraído de 1. Este cálculo permite a interpretação direta do resultado na forma de percentual de acréscimo ou decréscimo da probabilidade do evento de interesse. Todas as interpretações a seguir tomam como base uma variável fixadas as demais, ou seja, avalia-se o impacto isolado desta. A Tabela 8 apresenta os valores calculados para cada um dos modelos, seja de ascensão ou de queda.

Tabela 8 - Valores do exponencial dos coeficientes subtraídos de 1

Variáveis	1 - <i>exp</i> (Coeficiente)				
	Modelos de Ascensão			Modelos de Queda	
	4	5	6	3	4
DP	-	-	-	0,224	-
TDP	0,495	-	-	-	-
PAIDP	0,323	-	-	-	-
PCDP	-	0,344	-	-0,372	-
PAIDDP	-	-	0,601	-	-
PCDDP	0,943	-	-	-0,840	-0,409

Analisando o modelo de ascensão para o conceito 4, observa-se que o número médio de titulados por docente permanente impacta de forma positiva na ascensão do programa de conceito 3 para 4, o que faz sentido se considerarmos que os programas conceito 3 são aspirantes à submissão de propostas de doutorado. A cada acréscimo de um ponto na média de titulados por docente permanente ocorre um aumento esperado de 49,5% na chance de um programa 3 ascender para o conceito 4. Um programa que não apresenta resultados satisfatórios em termos de formação de recursos humanos, tanto em quantidade de titulados como em relação à uma distribuição homogênea de discentes por docente permanente poderá enfrentar dificuldades quando da criação de um doutorado. Além disto, em termos da produção intelectual, as produções de alto impacto (estratos Qualis A1-B1) possuem influência positiva, sendo que para cada ponto adicionado, espera-se um aumento de 32,3% na chance de o programa subir de conceito. O mesmo impacto é observado na produção contendo discentes do programa, conhecida como produção vinculada. Um acréscimo de um ponto na produção vinculada aumenta em 94,3% a chance do programa aumentar seu conceito perante à CAPES. Como de modo

geral os programas de conceito 3 agrupam pesquisadores menos experientes e trata-se de programas jovens, a produção de alto impacto evidencia um destaque de determinados programas, bem como a produção com presença de discentes, que evidencia a qualidade dos trabalhos de conclusão produzidos e a capacidade de orientação dos docentes do programa.

No modelo de ascensão ao conceito 5, apenas a produção científica dos docentes mostrou-se adequada para explicar a relação, ou seja, a produção geral dos docentes tem grande impacto nesta transição. Para cada acréscimo de um ponto na produção docente, as chances de ascensão ao conceito 5 aumentam em 34,4%. Pode-se conjecturar que programas que possuem um corpo docente já consolidado e bastante produtivo poderiam elevar sua condição de programa de pós-graduação estruturado e consolidado à condição de programa de alto nível em termos nacionais.

Já a ascensão para o conceito 6, segundo o modelo, está fortemente balizada na produção de alto impacto com discentes, sendo que para cada aumento de uma unidade em tal produção, as chances de ascensão aumentam em 60%. Considerando que programas 5 já são programas consolidados, com indicadores que apresentam certa homogeneidade entre os níveis 5 e 6, vide Figura 1, há de se buscar indicadores que não sejam diretamente relacionados aos docentes para diferenciar os programas de alto nível daqueles de excelência. Neste sentido, a produção vinculada de alto impacto destaca a qualidade dos trabalhos de conclusão do programa conceito 5. Vale ressaltar que outra característica preponderante dos programas de conceito 6 e 7 é a capacidade de internacionalização, não avaliada neste trabalho.

Os modelos de queda podem ser interpretados de maneira análoga. Entretanto, observa-se a presença de valores negativos, o que significa que as variáveis representam uma espécie de fator de proteção contra a queda de conceito.

O modelo de queda para o conceito 4 indica que a produção geral (estratos Qualis A1-B5) com discentes configura um fator de proteção à queda. Cada acréscimo de uma unidade neste indicador reduz a chance de descenso ao conceito 4 em 40,9%. Fazendo um paralelo entre o modelo de ascensão ao conceito 6 e de queda para o conceito 4, ambos realizados pelos programas conceito 5, percebe-se a importância da produção vinculada neste estrato. Em ambos os casos a produção com discentes beneficia o programa, sendo que para reduzir a chance do descenso, basta que estes não se destaquem negativamente neste critério, enquanto para alcançar uma melhor posição, é preciso destaque neste quesito, com produções de alto impacto.

Para encerrar, o modelo de queda para o conceito 3 indica que algumas soluções consideradas óbvias nem sempre surtem o efeito esperado. O crescimento do corpo docente, neste caso, impacta positivamente na chance de queda do programa, sendo que para cada inclusão de um docente permanente na média, aumenta-se a chance de transição para o conceito 3 em 22,4%. Este comportamento pode ser explicado pelo modo que os indicadores foram construídos, sempre ponderados pelo tamanho do corpo docente, assim diluindo os indicadores em caso de inflação da equipe sem aumento de produção intelectual. Já a produção geral, seja ela vinculada ou não, é um fator de proteção em relação à queda de conceito. Para cada acréscimo de

uma unidade na produção geral com ou sem discentes, reduz a chance de queda em 37,2% e 84%, respectivamente. Mais uma vez, a qualidade dos trabalhos de conclusão, mensurada por meio da proporção de produções por parte dos docentes tem papel fundamental na manutenção do conceito do programa de pós-graduação.

Conclusões

A modelagem apresentada neste trabalho permite verificar a importância da produção intelectual na avaliação CAPES, além de detalhar qual tipo de produção é mais relevante dentro dos estratos, em face à situação vivida por cada programa. Permite também possíveis correções de rota para programas que percebam que seus resultados estejam discrepantes com a média de seus pares e configura mais uma ferramenta de acompanhamento de seu desempenho. A técnica de regressão logística se mostrou adequada no tratamento dos dados, apresentando resultados satisfatórios em dados que certamente apresentam correlação entre si e que poderiam reduzir a capacidade descritiva do modelo.

Os resultados sugerem que, para a área de Ciências Agrárias I, independentemente do cenário, investir no programa de pós-graduação para que a produção científica seja alavancada, incluindo os discentes no processo de divulgação científica não só amplia as possibilidades de ascensão à conceitos CAPES superiores como também atua como fator de proteção à queda de conceito, garantindo assim um melhor posicionamento dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* em âmbito nacional e internacional.

Agradecimentos

Agradecemos aos dois revisores e aos editores pelos comentários e sugestões.

MARTINS, H. S. R.; BARBOSA, J. J. Impact of scientific production on the CAPES 2013-2006 evaluation - An analysis of the area of Agricultural Sciences I. *Rev. Bras. Biom.*, Lavras, v.37, n.2, p.290-305, 2019.

- *ABSTRACT: Created on July 11, 1951, CAPES develops actions aimed at several lines of action, with emphasis on the support to the Brazilian postgraduate, acting as a funding and regulatory body. Among these lines of action, we highlight the periodic evaluation of postgraduate programs, which is used in the allocation of financial resources, in which developing programs receive sufficient resources for their maintenance and evolution, and consolidated programs are able to seek excellence in scientific research at international level. This work aims to establish a statistical model that allows the assessment of the impact of human resources training and scientific dissemination in the periodic evaluation of CAPES, area of Agricultural Sciences I. The results suggest that, regardless of the scenario, investment in the postgraduate courses, so that the scientific production is leveraged, not only increases the possibilities of ascending to higher CAPES concepts but also acts as a protection factor to the descend to lower concepts, thus guaranteeing a better positioning of postgraduate courses in national and international scope.*

- **KEYWORDS:** CAPES evaluation; statistical modeling; logistic regression; intellectual production.

Referências

AGRESTI, A. *An introduction to categorical data analysis*. New York: John Wiley & Sons, 1996.

CAPES. *Sobre avaliação de cursos*. 2018a. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/acessoainformacao/perguntas-frequentes/avaliacao-da-pos-graduacao/7421-sobre-avaliacao-de-cursos>.

CAPES. *Sobre a Avaliação*. 2018b. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/avaliacao/sobre-a-avaliacao>.

COMITÊ DE ÁREA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS I. *Relatório da Avaliação Quadrienal CAPES 2013-2016*. [S.l.], 2017. 43 p. Disponível em: <http://capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/relatorios-finiais-quadrienal-2017/20122017-CIENCIAS-AGRARIAS-I-quadrienal.pdf>.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York: John Wiley & Sons, 2014. 326p.

FAGA, I. T.; QUONIAM, L. M. A relação entre produção científica e avaliação da capes: um estudo cientométrico de um programa das engenharias II e de um programa interdisciplinar. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, v.12, n.29, p.651-680, 2015.

LEITE, M. F. B.; VIANA, A. B. N.; PEREIRA, G. G. Métodos quantitativos na avaliação da CAPES: uma pesquisa bibliográfica. *FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão*, v.9, n.2, P.166-174, 2010.

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*, Universidade Federal de Santa Catarina, v.11, n.25, 2009.

MESQUITA, P. S. B.; NOGUEIRA, R. T. Um modelo estatístico para gestão de programas de pós-graduação. *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Universidade Estadual Paulista-UNESP Bauru, Depto de Engenharia de Produção, v.10, n.2, p.173, 2015.

OLIVEIRA, M. R.; ALMEIDA, J. Programas de pós-graduação interdisciplinares: contexto, contradições e limites do processo de avaliação Capes. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v.8, n.15, p.37-57, 2011.

SHIGAKI, H. B.; PATRUS, R. O papel da produção intelectual no sistema de avaliação dos programas de Administração pela Capes. *TPA-Teoria e Prática em Administração*, v.2, n.2, p.126-150, 2013.

R CORE TEAM *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018.

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

WALTER, S. A.; DOMINGUES, M. J. C. S.; GUBIANI, C. A.; SANTOS, V. Oportunidades de melhoria nos programas de mestrado acadêmico em contabilidade a partir da avaliação da CAPES: uma análise longitudinal. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, Universidade de Sorocaba, v.18, n.3, p.567-589, 2013.

Recebido em 22.08.2018.

Aprovado após revisão em 20.12.2018.