

Análise envoltória de dados para avaliação da eficiência da pós-graduação na Amazônia Legal brasileira

Data envelopment analysis for evaluation of graduate courses' efficiency in the Brazilian Legal Amazon

Análisis envolvente de datos para la evaluación de la eficiencia de los cursos de postgrado en la Amazonía Legal brasileña

<http://dx.doi.org/10.221713/2358-2332.2016.v14.1331>¹

Waldecy Rodrigues, doutor em Estudos Comparados sobre as Américas pela Universidade de Brasília (UnB), professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal de Tocantins (UFT), Palmas, TO, Brasil. E-mail: waldecy@terra.com.br.

Resumo

A oferta de cursos de pós-graduação cresceu bastante na região da Amazônia Legal brasileira – saiu de 2,7%, em 2000, para 7,4%, em 2015, do total dos cursos oferecidos no Brasil. Este artigo objetiva analisar a eficiência da pós-graduação na Amazônia Legal brasileira, indicando os casos de sucesso e as estratégias que as demais instituições devem adotar para alcançar um sistema de excelência nos padrões regionais. Por meio da aplicação da análise envoltória de dados (DEA) com retornos constantes de escala (CCR) e com o uso do Stepwise exaustivo completo, a Universidade Federal do Pará foi considerada como a única *benchmark*, ou seja, instituição referência para as demais, no que se relaciona à eficiência do sistema de pós-graduação. Para que este cresça na região, é fundamental um ambiente institucional que estimule pesquisas ligadas às demandas regionais e produção de artigos em periódicos científicos de alto impacto.

Palavras-chave: DEA. Universidades. Região Norte do Brasil.

Abstract

The number of graduate courses increased significantly in the Brazilian Legal Amazon region, from 2.7% in 2000 to 7.4% in 2015 of the total of courses offered in Brazil. This study aims to analyze graduate courses' efficiency in the Brazilian Legal Amazon, indicating success cases and the strategies that other institutions should also adopt to be able to have excellence in regional standards. Through the application of data

¹ Como citar: ABNT NBR 6023:2002 e incluir o DOI.

envelopment analysis (DEA) with constant returns of scale (CCR) and using Stepwise, the Universidade Federal do Pará was considered the only benchmark for the other universities regarding the graduate studies system efficiency. For this system to grow in the region, it is essential to have an institutional environment that stimulates research concerning regional demands and the publication of papers in high impact scientific journals.

Keywords: DEA. Universities. North Region of Brazil.

Resumen

El número de cursos de postgrado creció bastante en la región de la Amazonía Legal brasileña del 2,7%, en 2000, al 7,4%, en 2015, del total de los cursos ofrecidos en Brasil. Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficiencia de los cursos de postgrado en la Amazonía Legal, indicando los casos de éxito y las estrategias que otras instituciones deben adoptar para obtener excelencia en los estándares regionales. Por intermedio del análisis envoltorio de datos (DEA), con rendimientos constantes a escala (CCR) y con el uso del Stepwise exhaustivo completo, se ha considerado la Universidade Federal do Pará referencia a otras universidades en lo que se refiere a la eficiencia del sistema de postgrado. Para que se amplíen los cursos de postgrado en la región es fundamental contar con un entorno institucional que estimule la investigación pertinente y cumpla con las demandas regionales, de modo que sus resultados puedan ser publicados en revistas científicas de alto impacto.

Palabras clave: DEA. Universidades. Región Norte de Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo analisar a eficiência da pós-graduação na Amazônia Legal brasileira, indicando os casos de sucesso e as estratégias que as demais instituições devem adotar para alcançar um sistema de excelência nos padrões regionais.

O Brasil é conhecido por suas grandes dimensões territoriais e por suas desigualdades regionais existentes. Rodrigues e Rodrigues (2013) evidenciam que a Amazônia Legal brasileira é economicamente periférica e que estas desigualdades são ainda maiores no campo científico e tecnológico. Toda a região responde por 59,0% da área, 13,4% da população e 7,5% do PIB. Conta com somente 5,7% do número de doutores do país, com apenas 2,0% da produção científica e 2,1% das patentes depositadas totais.

No que se refere especificamente à oferta de mestrado e doutorado, a realidade não é muito diferente. Em 2017, a região Norte respondeu por 7,1% dos cursos, sendo ofertados 8,3% de mestrado e 4,9% de doutorado. É conhecida a dificuldade que a região tem para atrair e fixar doutores. De fato, a manutenção da produção científica e

tecnológica em regiões economicamente periféricas é uma tarefa bem mais difícil do que sob as condições encontradas em regiões mais desenvolvidas do país.

As pesquisas realizadas sobre a dinâmica da pós-graduação na região da Amazônia Legal brasileira são escassas e marcadas por estudos exploratórios e por relatos de experiências (CUNHA; CUNHA; SILVA, 2013; PORTO; CALDAS; LOMBA, 2014; FERNANDES et al., 2014; OLIVEIRA, SANTOS; FRANÇA, 2014; OLIVEIRA; OLIVEIRA FILHO; BENTES, 2014). Destaca-se que alguns trabalhos avaliaram a eficiência técnica relativa da pós-graduação na realidade brasileira, em especial as contribuições de Angulo-Meza et al. (2003), Lins, Almeida e Bartholo Junior (2004), Mello et al. (2003) e Moreira et al. (2010). Porém nenhum destes estudos realizados contemplam a questão regional, em geral, e a situação da Amazônia Legal brasileira, em específico.

Fialdini Júnior (2008) e Rodrigues (2014) levantaram as dificuldades enfrentadas pela pós-graduação na região Norte do Brasil, que tem suas condições de oferta limitadas pela baixa quantidade de doutores e pelos conceitos modestos recebidos na avaliação da Capes por boa parte dos cursos de pós-graduação ofertados na região. Isto limita, por exemplo, a abertura de cursos de doutorado, que exige no mínimo uma nota 4 na avaliação quadrienal, o que é escasso nos programas da região. Já Oliveira, Oliveira Filho e Bentes (2014) apresentaram uma nova proposta de gestão universitária visando elevar o nível dos cursos de pós-graduação na Universidade Federal do Amazonas, e destacam como o Fórum de Pró-Reitores de Pesquisa e Pós-Graduação (Foprop – Regional Norte) firmou a Carta de Boa Vista, a partir da qual algumas propostas para a consolidação da pós-graduação amazônica têm sido discutidas e implantadas.

Neste contexto, este trabalho se constitui em um esforço pioneiro para a região, uma vez que a trata de forma conjunta às universidades da localidade que ofertam programas de pós-graduação. Este tratamento proporciona às instituições uma comparação de seus padrões de eficiência e os possíveis caminhos que cada uma delas podem seguir na busca de melhores padrões regionalmente factíveis para elevarem seus níveis de qualidade.

Entretanto, é importante ressaltar que pouco se fala da existência de desigualdades regionais na pesquisa e na pós-graduação dentro da própria Amazônia Legal brasileira. Nonato e Pereira (2013), quando analisam a evolução histórica da construção social da ciência na Amazônia, ajudam a compreender que a maior parte da estrutura institucional da pesquisa na região foi construída em Belém e Manaus, o que combinou com os vários objetivos geopolíticos e econômicos na região desde os tempos coloniais. Destacam-se a criação, em Belém, do Museu Paraense Emilio Goeldi (1890), da Escola de Engenharia do Pará (1931), do Instituto Evandro Chagas (1936), do Instituto Agrônomo do Norte – IAN (1939), da Escola de Agronomia da Amazônia (1945) e da Universidade Federal do Pará – UFPA (1957). Em Manaus, a criação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa (1954) e da Universidade Federal do Amazonas – Ufam (1962). Só posteriormente o sistema universitário se desconcentrou com a criação das universidades federais: do Maranhão – UFMA (1966), do Mato Grosso – UFMT (1970), do Acre – Ufac (1971), de Rondônia – Unir (1982), de Roraima – UFRR (1989), do Amapá – Unifap (1990) e do Tocantins – UFT (2000).

Seja pela maior antiguidade ou mesmo pelo protagonismo exercido em temas amazônicos estratégicos, tanto Belém quanto Manaus se constituíram em verdadeiras centralidades na captação de recursos e de projetos da região. Nestas duas cidades, suas instituições de pesquisa e o seu ensino superior começaram mais cedo e hoje têm melhor infraestrutura científica e tecnológica se comparada com outros estados da Amazônia Legal brasileira. É natural que nestas localidades também haja oferta de pós-graduação *stricto sensu* com maior quantidade e qualidade.

Nesse contexto, pergunta-se: como anda a oferta e a qualidade da pós-graduação *stricto sensu* na Amazônia Legal brasileira? Quais são as instituições mais bem-sucedidas na região? É possível pensar um padrão de eficiência na pós-graduação das instituições da região?

O conceito de eficiência é relacionado com a melhor combinação técnica dos insumos disponíveis em padrões absolutos e relativos. Por isso é bastante apropriado comparar instituições que tenham finalidades similares e que estejam localizadas em ambientes institucionais com pontos convergentes. Assim, supõe-se que, por intermédio da análise envoltória de dados (DEA), seja possível encontrar padrões de eficiência entre as instituições que ofertam mestrado e doutorado, bem como, posteriormente, estabelecer estratégias para que estas instituições tenham um padrão de excelência em suas atividades, considerando seus atributos espaciais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Análise envoltória de dados (DEA)

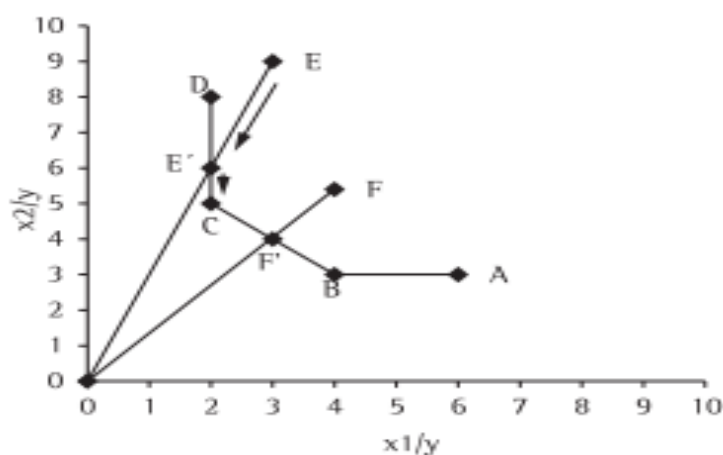
A análise envoltória de dados ou *Data Envelopment Analysis* (DEA) foi desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978). Este modelo generaliza as medidas de Farrel (1957) e está baseado em padrões matemáticos não paramétricos, isto é, não utiliza inferências estatísticas.

O modelo DEA é utilizado para avaliar o padrão de eficiência relativa entre um conjunto de unidades em relação a múltiplos insumos e produtos, medindo a eficiência técnica. Para comparar os melhores padrões de excelência de organizações, o método utiliza unidades de medidas denominadas *Decision Making Units* (DMU) (FERREIRA; GOMES, 2009; GOMES; BAPTISTA, 2004).

Para compreender melhor o modelo DEA, é necessário diferenciar os conceitos de eficiência técnica, eficácia e produtividade. A eficiência técnica relaciona-se com a combinação ótima dos insumos utilizados em determinado processo produtivo comparado entre unidades técnicas, por isso é um conceito relativo. Desta forma, a eficiência técnica tem como objetivo produzir mais com menor insumo possível, reduzindo eventuais folgas, ou seja, uso de insumo além da quantidade necessária. A eficácia está relacionada ao cumprimento dos objetivos e metas traçadas, desconsiderando os recursos utilizados na ação. Assim, eficácia difere do conceito de produtividade, o qual relaciona o uso do recurso utilizado com a produção de modo que evite desperdícios (FERREIRA; GOMES, 2009).

O modelo de eficiência DEA admite duas orientações: (i) a insumos (*input*), quando o foco é a redução de insumos (orientação insumo); ou (ii) produtos (*output*), quando a ênfase é dada ao aumento do produto (orientação produto). Deste modo, as DMU eficientes compõem a fronteira da eficiência, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Fronteira da eficiência, orientação a *inputs*



Fonte: Gomes e Baptista (2004).

A distância da DMU virtual em relação a fronteira da eficiência é representada pelo lambda (λ). Para as DMU eficientes o λ é igual a zero e as ineficientes terão o valor dos pesos utilizados na combinação linear de outras DMU eficientes que influenciaram a DMU ineficiente sobre a fronteira (GOMES; BAPTISTA, 2004).

Entretanto, ao projetar a DMU virtual na fronteira da eficiência, poderá ocorrer faixas paralelas aos eixos coordenados, indicando que há folga ou desperdício no uso dos insumos ou dos produtos tornando a DMU mais ineficiente. Os resultados da análise podem não só indicar a ineficiência, mas indicar onde estão e quais são os responsáveis pela ineficiência.

A análise envoltória de dados apresenta os modelos CCR ou RCE, que correspondem aos retornos constantes de escala, também chamado de modelo proporcional, e o BCC ou RVE, que generaliza o modelo CCR considerando tecnologias com rendimentos de escala constantes, crescentes e decrescentes (FERREIRA; GOMES, 2009).

Neste trabalho, optou-se pelo modelo com retornos constantes (CCR) ao ajuste dos coeficientes de entrada. Destaca-se que ocorreu uso anterior do CCR em abordagem de eficiência de cursos de pós-graduação no Brasil (BORBA, 2011). O modelo CCR analisa as DMU segundo a função definida pelo ótimo de Pareto, ou seja, a produção não pode ser aumentada sem que sejam aumentados os insumos ou diminuída a produção de outro produto ou, ainda, nenhum insumo pode ser diminuído sem ter que diminuir a produção de algum produto (GOMES; BAPTISTA, 2004).

Gomes e Baptista (2004) sugerem algumas informações na escolha dos dados para composição do modelo:

- a) insumos e produtos devem assumir valores não negativos;
- b) insumos, produtos e escolhas das DMU devem refletir os interesses do problema de pesquisa;
- c) o modelo deve contemplar diferentes unidades de medidas;
- d) o número de variáveis, somando insumos e produtos, não deve ultrapassar um terço das observações.

O modelo calcula a eficiência técnica otimizando a divisão entre as somas ponderadas dos *inputs* e *outputs*. A formulação do modelo pode ser então representada da seguinte forma:

Maximizar:

$$E_{fo} = \frac{\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\frac{\sum_{j=1}^m \mu_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^r v_i x_{ik}} \leq 1 \quad (2)$$

Os valores de μ e v referem-se aos pesos, escolhidos de forma que a eficiência da i -ésima DMU seja máxima. A DMU eficiente será igual a 1 ou 100% quando o modelo obter a melhor combinação entre insumos e produtos (FERREIRA; GOMES, 2009).

Para atender à restrição de não negatividade dos vetores μ e v , torna-se necessário transformar o problema de programação fracionária, com infinitas soluções, em um problema de programação linear, com uma única solução. O modelo na forma linear tem como objetivo maximizar a produção virtual sem, contudo, exceder os insumos virtuais das DMU, conforme condição de ótimo de Pareto. Para Gomes e Baptista (2004) as restrições significam que a razão dos produtos virtuais, com relação aos insumos virtuais, deve ser igual a 1, para cada DMU. Desta forma, a programação linear possibilita uma análise envoltória dos dados, selecionando o conjunto de pesos ótimos específicos para cada DMU.

2.2 Procedimentos metodológicos

Primeiramente, para realizar a análise envoltória de dados sobre a eficiência das universidades, na oferta e na qualidade dos cursos *stricto sensu*, foi preciso selecionar os DMU de todas as universidades que dispunham de pós-graduação, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – DMU selecionadas para a pesquisa

IES ²	Quantidade de professores 2016 (1)	Doutores 2016 (2)	Doutores atuando na pós-graduação (2)	Bolsistas produtividade em pesquisa (3)
Unama	462	97	41	1
Uepa	888	252	89	1
Ufopa	387	190	68	1
UFPA	2.254	1.431	848	149
Ufra	344	191	66	6
UFT	880	468	215	16
Ufac	687	287	87	4
UEA	1.110	261	84	1
Ufam	1.714	855	550	36
UNL	491	63	9	1
Unifap	516	150	50	3
Unir	771	331	114	3
UFRR	587	255	91	0
Unic	918	93	32	0
Unemat	847	350	115	7
UFMT	1.769	1.108	478	52
Uema	806	256	98	2
UFMA	1.592	872	310	33

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: (1) Inep (2016); (2) Capes (2016); (3) CNPq (2016).

Em segundo lugar, foram selecionados os *inputs* e o *output*. Como *output* foi elaborado um indicador de oferta de cursos de mestrado e doutorado ponderado pelo peso de sua nota da avaliação da Capes e dividido pelo número de doutores da instituição. A intenção foi elaborar uma variável de saída que comparasse instituições de diferentes tamanhos.

Como *inputs* foram escolhidos a produção de artigos por docente vinculado aos cursos de pós-graduação, o grau de aproveitamento dos doutores disponíveis na instituição nos cursos de pós-graduação e indicadores de internacionalização (artigos internacionais e número de citações internacionais). Também, foi possível realizar a estatística destas variáveis e de outras relacionados com o desempenho da pós-graduação.

² Instituições de ensino superior selecionadas para a pesquisa: Universidade da Amazônia (Unama); Universidade do Estado do Pará (Uepa); Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa); Universidade Federal do Pará (UFPA); Universidade Federal Rural da Amazônia (Ufra); Universidade Federal do Tocantins (UFT); Universidade Federal do Acre (Ufac); Universidade do Estado do Amazonas (UEA); Universidade Federal do Amazonas (Ufam); Universidade Newton Lins (UNL); Universidade Federal do Amapá (Unifap); Universidade Federal de Rondônia (Unir); Universidade Federal de Roraima (UFRR); Universidade de Cuiabá (Unic); Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat); Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); Universidade Estadual do Maranhão (Uema); Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Em seu trabalho, Borba (2011) recomenda como seleção de *inputs* para avaliação da eficiência de programas de pós-graduação os recursos humanos e seus produtos de direto impacto na produção científica. O que foi feito também neste trabalho, porém adaptado como padrão de eficiência da pós-graduação em toda a instituição de ensino, enquanto um sistema.

Obviamente, a seleção dos *inputs* e do *output* deve ter uma lógica consistente, mas, do ponto de vista matemático, como aponta Lins e Meza (2000), na maioria dos casos reais em que se dispõe de poucas variáveis e muitas DMU, não se justifica a preocupação em utilizar técnicas de seleção em variáveis. Neste caso, o uso de todas as variáveis pré-selecionadas não deve trazer grandes desvantagens ao modelo DEA, como se aplica integralmente nesta pesquisa.

Em terceiro lugar, foi aplicado o método de Stepwise exaustivo completo nas variáveis disponíveis para encontrar a melhor combinação entre *output* e os *inputs*. Os dados foram trabalhados no *software* Sistema Integrado de Apoio à Decisão – Siad V. 3.0 (ANGULO-MEZA et al., 2005).

Sinteticamente, o método de Stepwise exaustivo completo envolve os seguintes passos (SENRA et al., 2007):

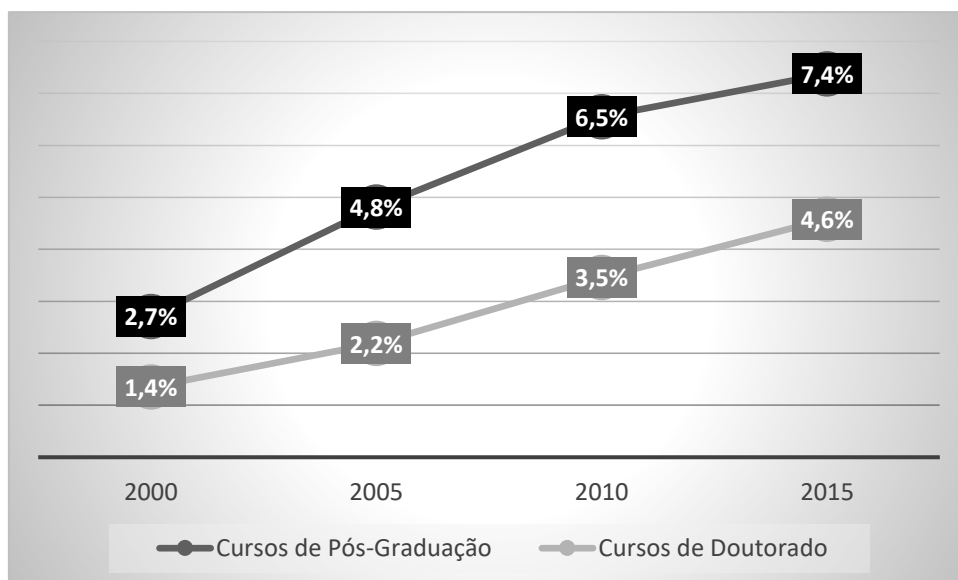
1. Calcular a eficiência média de cada par *input-output* possível. Neste passo deve-se rodar $n \times m$ modelos DEA, isto é, um para cada par *input-output*. Para cada resultado calcula-se a eficiência média de todas as DMU.
2. Escolher o par *input* e *output* inicial que gerou a maior eficiência média.
3. Uma vez de posse do par inicial, rodar modelo com mais uma variável, um para cada variável que ainda não foi incluída no modelo.
4. Calcular a eficiência média para cada variável acrescentada.
5. Escolher para entrar no modelo a variável que gerou a maior eficiência média.
6. Verificar se o aumento da eficiência foi significativo. Em caso afirmativo, repetir o passo três. Caso contrário, retirar a última variável incluída e finalizar o processo.

Por fim, após a definição da (s) *benchmark* (s), são disponibilizados os alvos e as estratégias para que cada DMU considerada como não ineficiente possa também se alocar na chamada fronteira de eficiência.

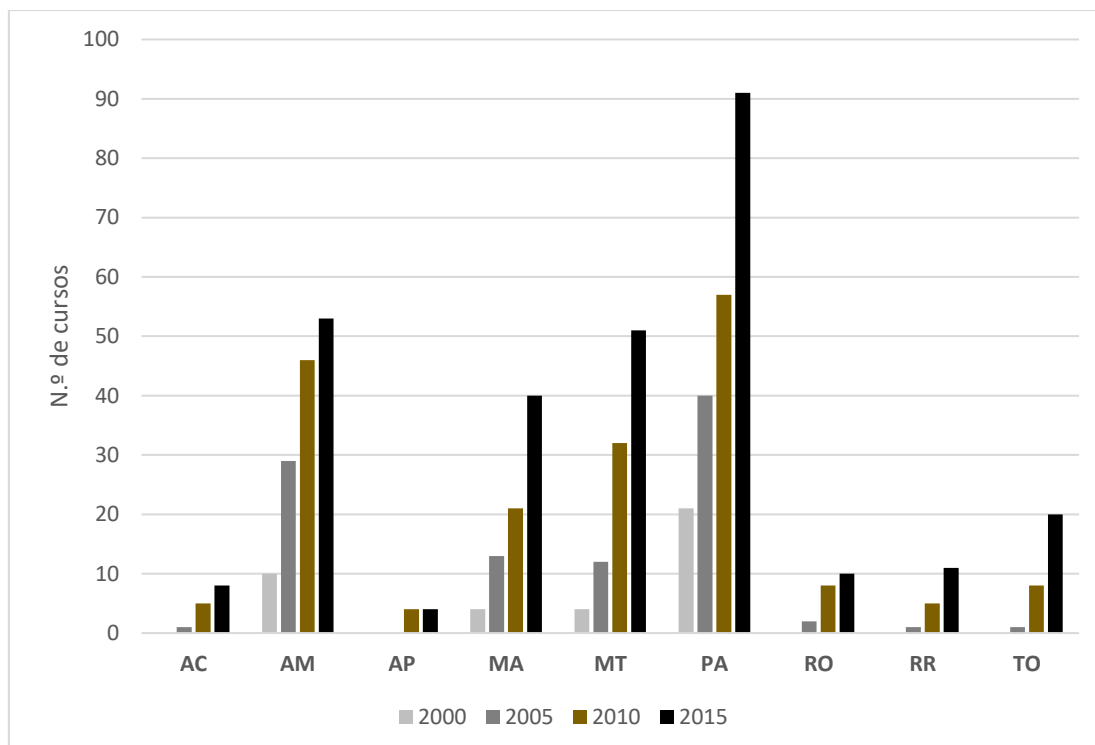
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 A pós-graduação na Amazônia Legal

Nos últimos 15 anos, a oferta de mestrado e doutorado nos estados da Amazônia Legal brasileira cresceu consideravelmente. Saiu de 2,7%, no ano 2000, para 7,4% da totalidade dos cursos brasileiros em 2015 (Gráfico 1). Houve crescimento em todos os estados da região, mas nitidamente a maior parte dos cursos estão concentrados nas maiores cidades e universidades da região, com destaque para o Pará e o Amazonas (Gráfico 2).

Gráfico 1 – Evolução da participação relativa dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* da Amazônia Legal

Fonte: Elaboração do autor, adaptado do site da Capes (2016).

Gráfico 2 – Evolução dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* na Amazônia Legal brasileira por estados – 2000/2015

Fonte: Elaboração do autor, adaptado do site da Capes (2016).

Existe uma proporcionalidade entre a quantidade de doutores que trabalham nas instituições com a oferta dos cursos de pós-graduação. Mas isto também depende de outras variáveis, como tempo de existência da instituição, cultura institucional, estratégia e mecanismos de estímulo existentes no ambiente institucional.

Pela razão existente entre os cursos de pós-graduação nota 3 em relação aos de maior conceito, é possível auferir, em termos iniciais, a estabilidade do sistema (indicador F). Quanto mais próximo de 1 estiver o indicador, o sistema tende a uma maior estabilidade. Abaixo de 0,5, pode ser considerado como um sistema instável e com presença de muitos cursos nota 3 no conceito Capes, o que traz uma maior instabilidade para o sistema ao longo do tempo.

O estado do Pará apresentou o melhor indicador F, seguido pelo Mato Grosso e depois pelo Amazonas. O Acre apresenta uma situação intermediária, pois possui poucos cursos *stricto sensu*, mas com boa participação relativa de cursos nota 4 no conceito Capes. Já estados como Amapá, Rondônia, Roraima, Tocantins e Maranhão apresentam sistemas mais vulneráveis, pela maior presença de cursos com menores níveis de avaliação, que traz sempre um maior risco de fechamento de suas atividades nas avaliações quadrienais da Capes, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Participação relativa na pós-graduação de estados da Amazônia Legal Brasileira – 2017.

Unidade Federação	A = % Mestrados	B = % Doutorados	C = % Doutores	D = A/C	E = B/C	F = E/D
AC	0,20%	0,14%	0,26%	0,774	0,523	0,676
AM	1,27%	1,00%	1,03%	1,235	0,970	0,786
AP	0,09%	0,05%	0,16%	0,569	0,278	0,488
PA	2,41%	2,08%	1,93%	1,248	1,078	0,864
RO	0,28%	0,14%	0,34%	0,824	0,402	0,488
RR	0,25%	0,09%	0,21%	1,164	0,426	0,366
TO	0,46%	0,23%	0,50%	0,920	0,449	0,488
MT	1,18%	0,86%	1,12%	1,048	0,767	0,732
MA	0,87%	0,36%	1,49%	0,581	0,243	0,418

Fonte: Elaboração do autor, adaptado do site da Capes (2016).

Em 2017, foram oferecidos, pelas universidades pesquisadas, 402 cursos, sendo 261 de mestrado acadêmico, 100 de doutorado acadêmico e 41 de mestrado profissional. Existe uma concentração destes cursos nos estados do Pará, Amazonas, Mato Grosso e Maranhão, juntos respondem 77,9% da oferta. Em relação a qualidade dos cursos ofertados, há 51,7% dos cursos com conceito 3 da Capes. Existe uma presença predominante de cursos com conceito 4 ou superior também nos estados referidos anteriormente, com 94,7% da oferta nestes extratos, conforme Tabela 2.

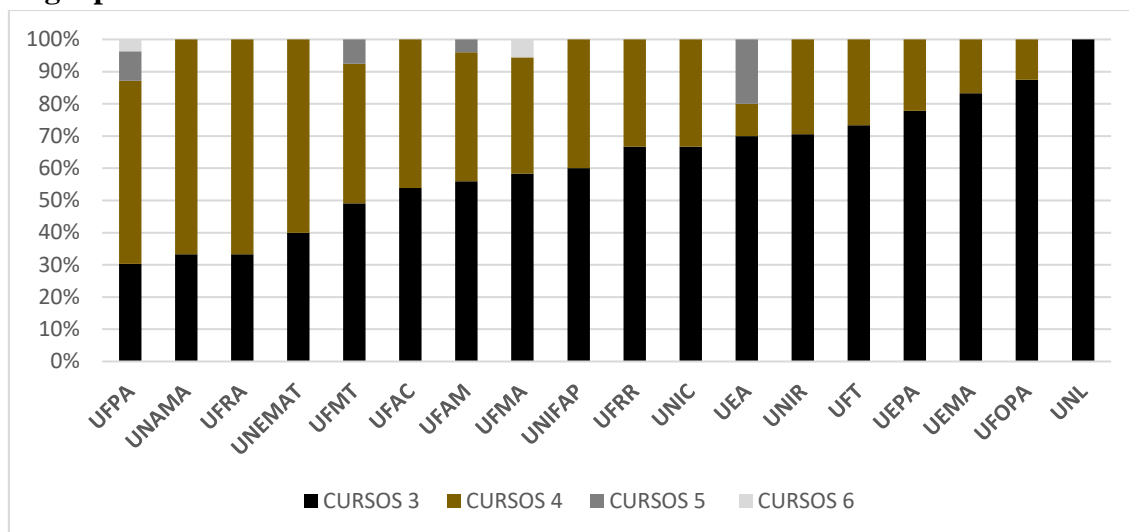
Tabela 2 – Distribuição dos cursos de pós-graduação das universidades da Amazônia Legal Brasileira por tipo e conceito – 2017.

Sigla da IES	Total	ME	DO	MF	Conceitos Capes			
					3	4	5	6
Unama	6	4	2	0	2	4		
Uepa	9	5	1	3	7	2		
Ufopa	8	7	1	0	7	1		
UFPA	109	58	37	14	33	62	10	4
Ufra	9	6	3	0	3	6		
UFT	30	19	5	6	22	8		
Ufac	13	9	3	1	7	6		
UEA	10	7	1	2	7	1	2	
Ufam	50	34	13	3	28	20	2	
UNL	2	1	1	0	2			
Unifap	5	4	1	0	3	2		
Unir	17	10	3	4	12	5		
UFRR	12	9	2	1	8	4		
Unic	6	4	1	1	4	2		
Unemat	15	11	4	0	6	9		
UFMT	53	38	14	1	26	23	4	
Uema	12	8	1	3	10	2		
UFMA	36	27	7	2	21	13		2

Fonte: Elaboração do autor, adaptado do site da Capes (2016).

A UFPA tem a menor proporção de cursos com conceito 3, o que demonstra ter um sistema de pós-graduação mais sólido e amadurecido. Por outro lado, temos a maior parte das instituições da região com sistemas de pós-graduação incipientes e ainda pouco estáveis, com predominância de cursos com conceito 3. Chama atenção a situação de instituições como a Unifap, UFRR, Unic, UEA, Unir, UFT, Uepa, Uema, Ufopa, UNL, que têm predominância de cursos com conceito 3 acima de 60%, ou seja, são mais vulneráveis ao sistema quadrienal de avaliação da Capes, correndo um risco sistêmico maior de perder sua atual dimensão (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Distribuição dos conceitos dos cursos de pós-graduação na Amazônia Legal por IES – 2016.



Fonte: Elaboração do autor, adaptado do site da Capes (2016).

3.2 Análise envoltória da eficiência das universidades da Amazônia Legal na pós-graduação

Quais são os insumos determinantes para se ter a oferta de uma pós-graduação de qualidade? Existe uma máxima no meio de gestores de sistemas de pós-graduação, que afirmam ser mais fácil abrir um curso de mestrado ou doutorado do que mantê-lo ao longo do tempo. São muitas as variáveis que podem ser intervenientes neste processo, pois a universidade é um ambiente complexo. Mas, as condições e os resultados das pesquisas são um fator seguramente determinante.

Um outro ponto importante é como a universidade consegue aproveitar melhor seus recursos humanos disponíveis para a manutenção e estabilidade de seu sistema de pós-graduação. É fundamental possuir ambiente institucional, produzir pesquisas voltadas às demandas da sociedade, ter recursos materiais e financeiros para os pesquisadores e dispor de motivação para produção científica e tecnológica de qualidade. Estes são atributos muito relevantes para o desenvolvimento eficiente e eficaz do sistema de pós-graduação.

Para a aplicação da análise envoltória (DEA) da eficiência da pós-graduação nas universidades da Amazônia Legal, foram selecionados como *inputs* a produção média anual dos docentes, a internacionalização desta produção científica e o aproveitamento dos doutores disponíveis para o sistema de pós-graduação existente e, como *output*, a oferta qualificada de programas de pós-graduação *vis-à-vis* à quantidade de doutores disponíveis na instituição. A UFPA foi a única DMU apontada no modelo como *benchmark*, ou seja, aquela considerada como eficiente (Tabela 3). Desta forma, vale investigar quais são as estratégias utilizadas pela instituição mais eficiente e o que as demais instituições pesquisadas devem fazer para se aproximarem dela.

Tabela 3 – Análise envoltória das universidades que ofertam pós-graduação *stricto sensu* na Amazônia Legal brasileira – 2016

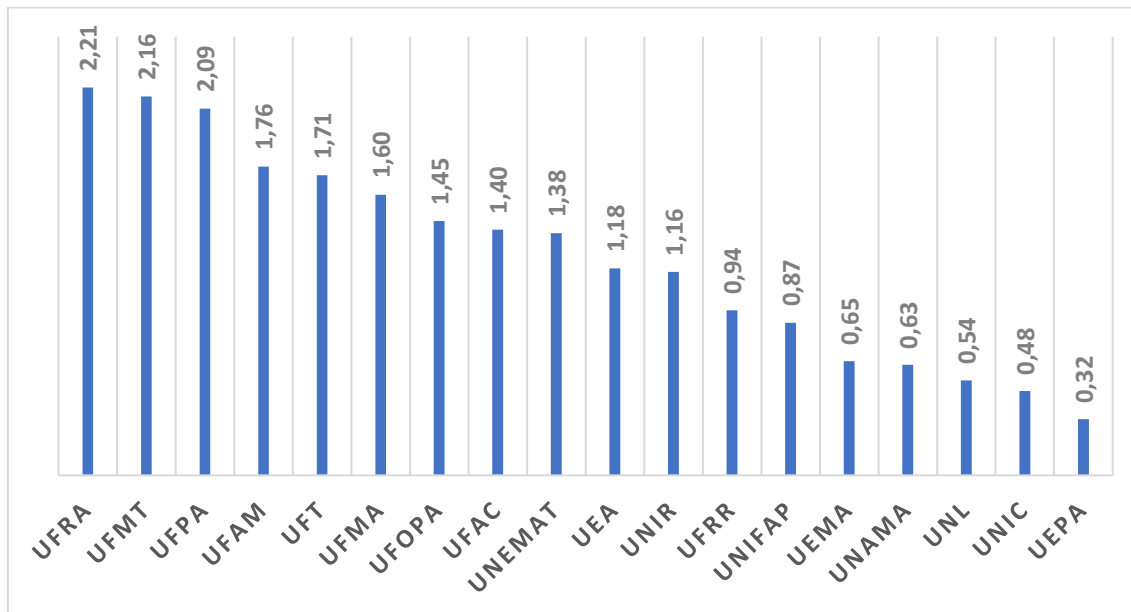
DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
Unama	0,516144	0,245679	0,635232	0,66799
Uepa	0,183679	1	0,091839	0,096575
Ufopa	0,34983	0,356877	0,496477	0,522079
UFPA	1	0,098078	0,950961	1
Ufra	0,584066	0,250632	0,666717	0,701098
UFT	0,468313	0,260827	0,603743	0,634877
Ufac	0,402733	0,307001	0,547866	0,576118
UEA	0,22789	0,556271	0,33581	0,353127
Ufam	0,661831	0,203324	0,729253	0,766859
UNL	0,193113	1	0,096557	0,101536
Unifap	0,184986	1	0,092493	0,097263
Unir	0,272571	0,363173	0,454699	0,478147
UFRR	0,265731	0,430583	0,417574	0,439108
Unic	0,348282	0,400521	0,47388	0,498317
Unemat	0,319009	0,485714	0,416647	0,438133
UFMT	0,552589	0,271936	0,640327	0,673347
Uema	0,247662	0,827203	0,21023	0,221071
UFMA	0,339369	0,368212	0,485579	0,510619

Fonte: Elaboração do autor a partir da aplicação do modelo DEA/CCR.

Nota: *Resultado normalizado da média aritmética entre a eficiência relativa a fronteira clássica e o complemento da eficiência com relação à fronteira invertida.

Observando o quesito produção anual de artigos por docente, verifica-se que duas instituições apresentam melhor desempenho que a *benchmark*: Ufra e UFMT. As demais devem melhorar a produção para minimamente alcançar os padrões da *benchmark*. A instituições em situação mais crítica são: UEA, Unir, UFRR, Unifap, Unama, UNL, Unic e Uepa (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Produção anual de artigos em periódicos por doutores na Amazônia Legal – 2015.



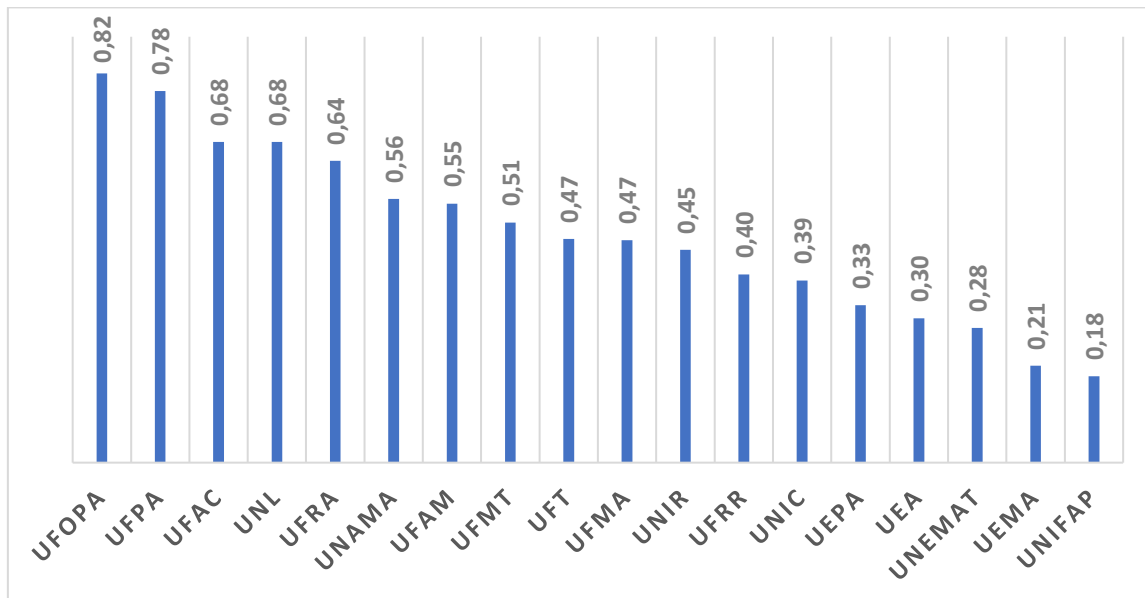
Fonte: Ranking Universitário da Folha (2016).

Salienta-se que as universidades com melhor desempenho na produção de artigos por periódicos têm sistemas de pós-graduação mais maduros e estáveis. No grupo de menor eficiência relativa, tem-se a presença das três universidades privadas, ponto este que precisa ser relativizado. Pois as universidades privadas contam com menos cursos de pós-graduação e utilizam a maior parte de seus doutores exclusivamente para a graduação, o que pode reduzir este indicador de desempenho. Então, no caso, é importante que possam ser estabelecidas comparações específicas entre as instituições.

A internacionalização é fundamental para o desenvolvimento científico e tecnológico, e, conseqüentemente, ofertar cursos de pós-graduação de melhor qualidade proporciona notas mais altas junto à Capes. No caso dos indicadores de internacionalização, apenas a Ufopa apresentou resultado melhor que a *benchmark*. As universidades da região que apresentam resultados mais críticos são: UFT, UFMA, Unir, UFRR, Unic, Uepa, UEA, Unemat, Uema, Unifap, conforme Gráfico 5.

Destaca-se que uma das grandes barreiras para a internacionalização é a falta de fluência, por parte dos pesquisadores, da língua inglesa. Também, uma forte barreira são os elevados custos para a submissão em periódicos internacionais. Sem apoio efetivo, as universidades da região não conseguiram atingir patamares mais elevados e desejáveis de internacionalização.

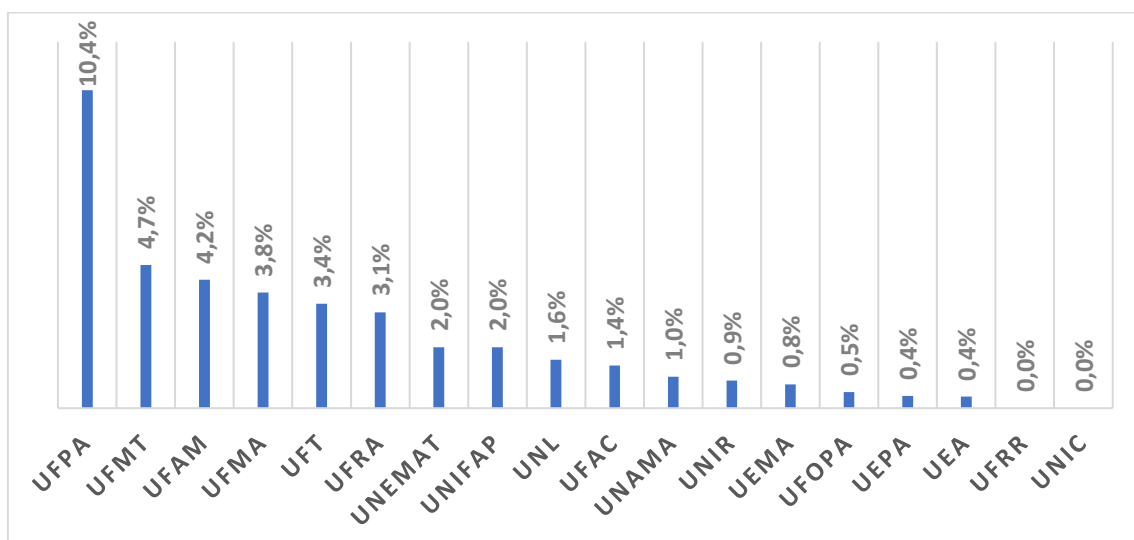
Gráfico 5 – Indicador de produção de artigos e citações em bases internacionais – 2016



Fonte: Ranking Universitário da Folha (2016).

Uma informação importante para a medição do potencial de qualidade dos sistemas de pós-graduação é a presença de bolsistas de produtividade em pesquisa nos programas. Neste quesito, a distância da universidade considerada como *benchmark* (UFPA) das demais é grande, conforme Gráfico 6. De forma geral, pode-se dizer que todas as demais universidades da região precisam melhorar muito neste quesito.

Gráfico 6 – Participação percentual dos bolsistas de produtividade em pesquisa sobre a quantidade de doutores – 2016

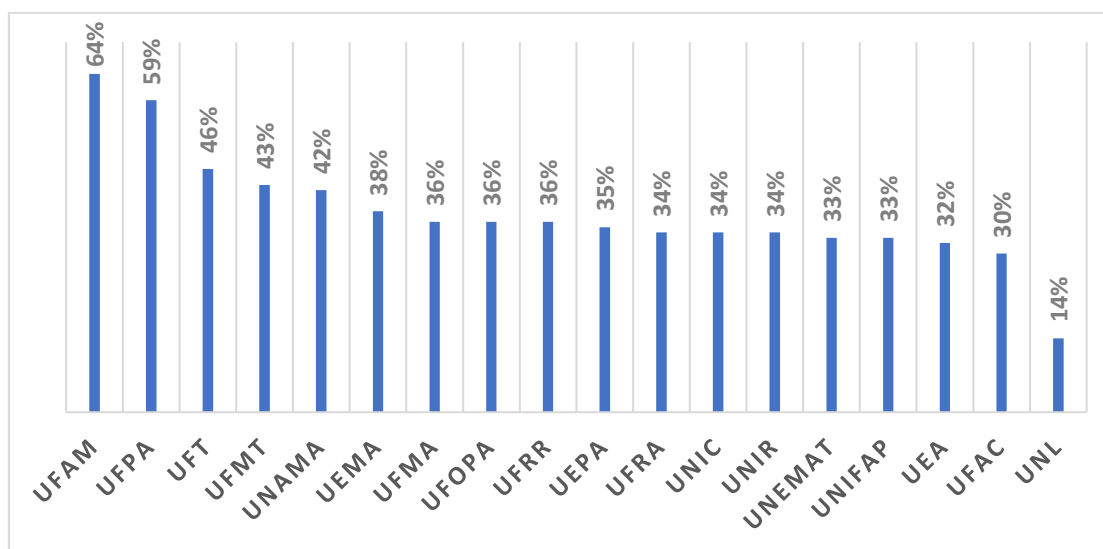


Fonte: Elaboração do autor, adaptado do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 2016.

Quanto ao aproveitamento dos doutores disponíveis na pós-graduação, somente a Ufam apresenta melhor resultado que a *benchmark* (UFPA). Parte-se do pressuposto que

instituições diferentes tem objetivos diferenciados. Em regra, as universidades públicas buscam o melhor aproveitamento possível dos doutores para abrir ou melhorar a qualidade dos cursos de pós-graduação, pois seu custo fixo com pessoal já está dado. Já no caso de universidades privadas, em que carga horária de horistas é predominante, a oferta de um curso de pós-graduação pode significar um aumento do custo marginal superior à receita marginal. Por isso, neste quesito em particular, a eficiência é realmente relativa. Mas é perceptível que as universidades públicas possuem um baixo aproveitamento de doutores na pós-graduação, pois fazem uma alocação ineficiente de seus recursos humanos. Neste caso, podem ser consideradas como críticas as situações da Ufopa, UFRR, UFMA, Uepa, Ufra, Unir, Unic, Unifap, Unemat, UEA e Ufac (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Percentual de doutores com atuação nos cursos de pós-graduação – 2016.



Fonte: Elaboração do autor, adaptado do site da Capes (2016).

Com base nos indicadores da *benchmark*, foi elaborado um mapa estratégico para que cada instituição visualize sua situação no contexto regional, ou seja, o que cada instituição deve perseguir em termos de indicadores para ter excelência regional em seus sistemas de pós-graduação. As metas propostas no Quadro 2 podem parecer difíceis de ser alcançadas, no entanto, ressalta-se a possibilidade de distribuição da proposta ao longo do tempo. Manter-se inerte não é aceitável, pois, desta forma, estas instituições seguramente não conseguirão os padrões de excelência regional e correm o risco de uma redução de tamanho em seu sistema.

Quadro 2 – Resultados da análise envoltória de dados e estratégias de melhoria propostas para cada instituição

DMU	%D Atual	%D Alvo	PC Atual	PC Alvo	Int. Atual	Int. Alvo	Estratégia proposta
UFPA	59	59	2,09	2,09	0,81	0,81	Instituição <i>benchmark</i> , referência para as demais, deve procurar melhorar seus indicadores de acordo com as melhores instituições brasileiras.
Unama	42	42	0,63	2,87	0,58	1,11	Ampliar a produção média de artigos em 368%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 93%.
Uepa	35	91	0,32	2,64	0,34	1,02	Ampliar a produção média de artigos em 721%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 197%. Incluir novos 191 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
Ufopa	36	87	1,45	2,60	0,85	1,00	Ampliar a produção média de artigos em 79%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 18%. Incluir novos 97 professores (com produção média superior a dois por artigos/ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
Ufra	34	52	2,21	2,49	0,66	0,96	Ampliar a produção média de artigos em 13%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 46%. Incluir novos 34 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.

DMU	%D Atual	%D Alvo	PC Atual	PC Alvo	Int. Atual	Int. Alvo	Estratégia proposta
UFT	46	64	1,71	2,62	0,49	1,01	Ampliar a produção média de artigos em 53%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 108%. Incluir novos 85 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
Ufac	30	52	1,40	2,59	0,70	1,00	Ampliar a produção média de artigos em 86%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 43%. Incluir novos 63 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
UEA	32	65	1,18	2,56	0,31	0,99	Ampliar a produção média de artigos em 117%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 215%. Incluir novos 86 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
Ufam	64	82	1,76	2,70	0,56	1,04	Ampliar a produção média de artigos em 54%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 85%. Incluir novos 150 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
UNL	14	56	0,54	2,41	0,70	0,93	Ampliar a produção média de artigos em 346%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 33%. Incluir novos 26

DMU	%D Atual	%D Alvo	PC Atual	PC Alvo	Int. Atual	Int. Alvo	Estratégia proposta
							professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
Unifap	33	80	0,87	2,65	0,19	1,03	Ampliar a produção média de artigos em 204%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 445%. Incluir novos 70 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
Unir	34	59	1,16	2,62	0,46	1,01	Ampliar a produção média de artigos em 125%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 118%. Incluir novos 81 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
UFRR	36	65	0,94	2,61	0,41	1,01	Ampliar a produção média de artigos em 176%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 146%. Incluir novos 74 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos 0,8 artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
Unic	34	45	0,48	2,60	0,40	1,01	Ampliar a produção média de artigos em 443%, ampliar a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 154%. Incluir novos dez professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos um artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.

DMU	%D Atual	%D Alvo	PC Atual	PC Alvo	Int. Atual	Int. Alvo	Estratégia proposta
Unemat	33	54	1,38	2,62	0,29	1,01	Ampliar a produção média de artigos em 90%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 244%. Incluir novos 75 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos um artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
UFMT	43	65	2,16	2,58	0,52	1,00	Ampliar a produção média de artigos em 19%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 91%. Incluir novos 247 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos um artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
Uema	38	80	0,65	2,58	0,21	1,00	Ampliar a produção média de artigos em 295%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 372%. Incluir novos 108 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos um artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.
UFMA	36	64	1,60	2,61	0,48	1,01	Ampliar a produção média de artigos em 63%, a publicação em periódicos internacionais em extratos superiores (A1, A2) e as citações internacionais em 108%. Incluir novos 250 professores (com produção média superior a dois artigos por ano acima de B3, sendo pelo menos um artigo por ano no extrato A) no sistema de pós-graduação.

Fonte: Elaboração do autor.

Legenda: % D – percentual de participação dos doutores na pós-graduação; PC – produção científica por professor; Int. – Internacionalização da produção científica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo é muito útil para estabelecer parâmetros de eficiência para sistemas de pós-graduação na Amazônia Legal brasileira. A oferta de cursos de pós-graduação cresceu bastante na região comparativamente com o restante do país, saindo de 2,7%, no ano 2000, para 7,4%, em 2015. Porém, existem problemáticas regionais importantes que devem ser consideradas para que o sistema de pós-graduação evolua de forma consistente na região.

Por meio da aplicação da análise envoltória (DEA) com retornos constantes (CCR), a UFPA foi considerada como a única *benchmark*, ou seja, instituição referência para as demais, no que se refere à eficiência do sistema de pós-graduação. Foi indicado o que cada instituição deve fazer ao longo do tempo para conseguir o mesmo padrão de eficiência da *benchmark*. As recomendações são distintas, exigindo tanto pequenas adequações como aumentos nos indicadores que podem parecer inalcançáveis para algumas instituições. Mas o substancial é que os direcionadores estratégicos sejam dados. Ou seja, para que se tenha um sistema de pós-graduação sólido e maduro é fundamental que se estimule a produção científica de alto impacto e melhore o aproveitamento dos doutores disponíveis na instituição.

A fim de que os sistemas de pós-graduação cresçam na região é essencial ter um ambiente institucional em que se busque também a excelência na pesquisa científica e tecnológica. Por isso, deve-se estimular pesquisas de relevância e com impacto em escalas territoriais diversas. A ação de apoio deve caminhar no sentido de estimular tanto a produção científica de alto impacto quanto a formação de redes de alta competência para que consigam ampliar a inserção nacional e internacional dos pesquisadores.

Referências

ANGULO-MEZA, L. et al. ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, v. 25, (3), p. 493-503, 2005.

ANGULO-MEZA, L. et al. Avaliação do Ensino nos Cursos de Pós-graduação em Engenharia: um enfoque quantitativo de avaliação em conjunto. **Engevista**, Niterói, v. 5, n. 9, p. 41-49, 2003.

BORBA, J. T. **Uma metodologia DEA para avaliar a eficiência técnica do ensino de programas de pós-graduação**: uma aplicação aos programas das Engenharias III da CAPES. 2011. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

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

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Dados abertos**. [Online] Disponível na internet via WWW URL: <http://cnpq.br/dados_abertos>. Acesso em: 25 ago. 2017.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Geocapes**: dados georreferenciados da pós-graduação brasileira. Brasília: Capes, 2016.

CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C.; SILVA, J. M. C. A pós-graduação *stricto sensu* em Biodiversidade Tropical no Amapá: uma experiência em construção. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 10, n. 19, p. 213-237, 2013.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

FERNANDES, C. F. C. et al. A contribuição da Fundação Oswaldo Cruz para o ensino de pós-graduação na Amazônia Legal: experiências nos estados de Amazonas e Rondônia. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 11, n. 23, p. 299-324, 2014.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados**: teoria, modelos e aplicações. Viçosa: UFV, 2009.

FIALDINI JÚNIOR, A. Empreender com estratégia. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Amazônia**: desafio brasileiro do século XXI. São Paulo: Fundação Conrado Wessel, 2008.

GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. S. Análise envoltória de dados: conceitos e modelos básicos. In: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W. C. **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa: UFV, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo da Educação Superior 2015**. Brasília: MEC, 2016.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

LINS, M. P. E.; ALMEIDA, B. F.; BARTHOLO JUNIOR, R. Avaliação de desempenho na pós-graduação utilizando a análise envoltória de dados: o caso da Engenharia de Produção. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 41-56, 2004.

MELLO, J. C. C. B. S. et al. Uma análise da qualidade e da produtividade de programas de pós-graduação em Engenharia. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 39, p. 167-179, 2003.

MOREIRA, N. P. et al. Eficiência e qualidade dos programas de pós-graduação das instituições federais de ensino superior usuárias do Programa de Fomento à Pós-Graduação (Prof). **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v.18, n. 67, p. 365-388, 2010.

NONATO, J. M. D.; PEREIRA, N. M. Histórico da ciência na região Norte do Brasil: a ciência em ação na Amazônia brasileira. **Perspectivas**, São Paulo, v. 44, p. 93-124, 2013.

OLIVEIRA, I. A.; SANTOS, T. R. L. S.; FRANÇA, M. P. S. G. S. A. A pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Estado do Pará. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 11, n. 23, p. 247-270, 2014.

OLIVEIRA, R. B.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; BENTES, A. N. A elevação da qualidade da pós-graduação: uma proposta da Universidade Federal do Amazonas. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 11, n. 23, p. 107-126, 2014.

PORTO, J. L. R.; CALDAS, Y. P.; LOMBA, R. M. Pós-graduação em desenvolvimento regional no estado do Amapá: o caso do Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Amapá. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 11, n. 23, p. 49-73, 2014.

RANKING Universitário Folha 2016 (RUF). **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/6YjDio>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

RODRIGUES, R. O. Pós-graduação na Amazônia: o desafio de formar (em) redes. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 11, n. 23, p. 19-45, 2014.

RODRIGUES, W.; RODRIGUES E. Análise da ambiência institucional de ciência, tecnologia e inovação (C, T&I) na Amazônia Legal. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 9, n. 17, 2013.

SENRA, L. F. A. C. et al. Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 191-207, 2007.

Recebido em 07/02/2017

Aprovado em 19/07/2017