

## Contribuição da análise multivariada para os indicadores de avaliação dos programas de pós-graduação: uma análise na área de Matemática (2007-2009)

**Renata Cristina Gutierrez Castanha**

Mestre; Universidade Estadual Paulista (UNESP);  
regutierrez@gmail.com

**Maria Cláudia Cabrini Grácio**

Doutora; Universidade Estadual Paulista (UNESP);  
cabrini@marilia.unesp.br

**Resumo:** O objetivo desta pesquisa é analisar a relação entre os indicadores quantitativos, utilizados na CAPES, e o conceito final de cada programa de pós-graduação, por meio da aplicação de procedimentos estatísticos multivariados, a fim de contribuir para a compreensão do sistema de avaliação da pós-graduação brasileira. Para o conjunto dos 26 programas de pós-graduação da área de Matemática, no triênio 2007-2009, foram avaliados, por meio de métodos multivariados, os seguintes indicadores: total de teses e dissertações defendidas e média de artigos por docente permanente, segundo a estratificação *Qualis*. Observou-se, em todas as Análises de *clusters* realizadas, que os programas com conceito CAPES 3 aglutinaram-se sempre em um único grupo, ao passo que os demais foram se separando à medida em que foram inseridos mais indicadores na análise. Ainda, quanto mais indicadores foram incluídos na análise, mais refinado e próximo do conceito atribuído pela CAPES foi o resultado.

**Palavras-chave:** Indicadores bibliométricos. Avaliação dos programas de pós-graduação. Pós-graduação em Matemática.

### 1 Introdução

A pesquisa e o desenvolvimento científico são fundamentais na geração de renda e promoção do bem-estar social dos países. Não por acaso, muitas nações se referem à Ciência e Tecnologia (C&T) como uma questão de poder, capaz de dividir o mundo entre os países que produzem os novos conhecimentos e aqueles que os utilizam. Desse modo, a C&T compõem hoje uma dimensão estruturante do desenvolvimento

nacional, funcionando como uma alavanca crucial para um país superar as desigualdades que marcam a sua inserção no sistema internacional (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO..., 2004).

Nesse contexto, as universidades, e especialmente a pós-graduação, desempenham papel fundamental no desenvolvimento da C&T e no consequente crescimento da produção científica e desenvolvimento socioeconômico e cultural da sociedade.

Sistemas de avaliação da pós-graduação que observem aspectos quantitativos e qualitativos, apresentando resultados que expressem indicadores de qualidade da educação, e levem em conta a diversidade entre as áreas do conhecimento são de grande importância e necessários no processo avaliativo do conhecimento gerado em um espaço basilar do fazer científico brasileiro – a pós-graduação (GATTI, 2001; CASTANHA, 2014). Maccari, Lima e Riccio (2009) apontam a relevância do estudo da contribuição do sistema de avaliação para melhoria da gestão dos programas brasileiros de pós-graduação, uma vez que o potencial desta ferramenta de gestão ainda não estaria totalmente explorado.

Atualmente, a avaliação da pós-graduação brasileira, realizada trienalmente pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), utiliza, como parâmetros avaliativos, indicadores quantitativos extraídos de cada programa de pós-graduação, resultando na atribuição das notas de 1 a 7 para classificá-los, sendo as notas 1 e 2 atribuídas a programas descredenciados e a nota 7 a programas considerados como centros de excelência. Os resultados da avaliação subsidiam o estabelecimento de políticas para a área de pós-graduação *stricto sensu*, bem como para a aplicação das ações de fomento (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO..., 2014a).

Para avaliar o desempenho dos programas de pós-graduação brasileiros, a CAPES adota cinco quesitos com pesos diferentes na composição da nota final: proposta do programa; corpo docente; corpo discente, teses e dissertações; produção intelectual e inserção social.

Desde 2008, para a avaliação dos periódicos, no quesito produção intelectual, a tabela *Qualis* de qualificação dos periódicos da CAPES apresenta oito níveis de

avaliação, a saber: *Qualis* A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. A produção científica de cada programa é ponderada pelos pesos atribuídos ao nível (*Qualis*) do periódico em que os artigos foram publicados (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO..., 2013). Um artigo publicado em um periódico com *Qualis* A1 equivale à publicação de: 10 artigos publicados em periódicos *Qualis* B5; ou 4 artigos *Qualis* B4; ou 2,5 artigos publicados em periódicos *Qualis* B3; ou 1,8 artigos publicados em *Qualis* B2; ou 1,4 artigos publicados em *Qualis* B1; ou aproximadamente 1,2 artigos publicados em periódicos A2.

Nas áreas de Ciências Exatas, a produção intelectual é, praticamente, sinônimo de artigo original publicado em revista científica. Segundo ainda este sistema de qualificação, apenas 25% dos periódicos pode figurar no *Qualis* A, e a maior parte dos periódicos deve estar no *Qualis* A2 (SILVA, 2009).

Nesta pesquisa, dada a importância atribuída aos indicadores de avaliação dos programas de pós-graduação, propõe-se analisar a relação entre os indicadores quantitativos, utilizados pela CAPES, e o conceito final de cada programa de pós-graduação, por meio da aplicação de procedimentos estatísticos multivariados, a fim de contribuir para a compreensão do sistema de avaliação da pós-graduação brasileira. Considera-se que esses procedimentos podem oferecer significativa contribuição para os estudos relativos à avaliação da CAPES, ao propiciarem a análise simultânea, múltipla e articulada dos seus indicadores.

Em revisão de literatura, constatou-se que há uma ampla discussão sobre a importância e os critérios da avaliação da pós-graduação brasileira em diversas áreas do conhecimento (CASTRO; SOARES, 1983; MOREIRA; HORTALE; HARTZ, 2004; VIANA; MANTOVANI; VIEIRA, 2008). Também verificou-se que ferramentas estatísticas aplicadas aos indicadores quantitativos de avaliação da pós-graduação brasileira são utilizadas com objetivo de identificar as variáveis mais relevantes para a composição do conceito CAPES que será atribuído aos programas (MIRANDA; ALMEIDA, 2003, LEITE et al., 2007). Métodos estatísticos multivariados, como por exemplo, análise de *cluster* e análise de componentes principais nos indicadores bibliométricos são ferramentas específicas para a

identificação da correlação entre o conceito CAPES dos programas avaliados e seus respectivos indicadores (OLIVEIRA; GRÁCIO, 2009; MARTINS, 2014).

Entre os métodos multivariados que podem contribuir para a compreensão e uso mais consistente dos indicadores que subsidiam a avaliação da pós-graduação, destaca-se a Análise de *cluster*, por possibilitar uma taxonomia dos programas ao agrupá-los de forma que aqueles pertencentes a um mesmo agrupamento sejam semelhantes entre si com respeito ao conjunto de indicadores, e os programas de pós-graduação em agrupamentos distintos sejam heterogêneos em relação aos mesmos indicadores.

A Análise de *cluster* é destinada ao estudo do conjunto de relações de interdependência entre variáveis interdependentes, permitindo agrupar elementos (indivíduos) de um conjunto segundo suas características (HAIR et al., 2009). Assim, os elementos em cada *cluster* tendem a ser semelhantes entre si, mas diferentes dos outros elementos presentes em outros *clusters*. A classificação dos elementos em grupos (*clusters*) é feita com base em critérios de seleção estabelecidos previamente pelo pesquisador.

Dessa maneira, considera-se que a aplicação da análise de *cluster* para o conjunto dos programas de pós-graduação possibilita a visualização do agrupamento desses programas em função das semelhanças identificadas entre eles, por meio da análise simultânea multivariada dos indicadores de avaliação utilizados pela CAPES.

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a contribuição da análise de *cluster* como procedimento que auxilia para a melhor visualização e entendimento da complexa metodologia de avaliação de Programas de Pós-Graduação realizada pela CAPES, a partir dos indicadores da área de Matemática, referentes ao triênio 2007-2009.

De forma mais específica, o estudo busca identificar e evidenciar os agrupamentos dos Programas de Pós-Graduação em Matemática gerados pela análise de *cluster*, com base no conjunto de indicadores presentes na Planilha Comparativa da Avaliação Trienal da área na CAPES. Ainda, busca comparar os grupos de programas de pós-graduação, segundo a nota obtida pela avaliação da

CAPES, com o resultado do agrupamento obtido por meio da análise de *cluster*, a fim de visualizar a participação e suficiência dos indicadores na atribuição dos conceitos final dos programas de pós-graduação.

## 2 Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, foram identificados os Programas de Pós-Graduação em Matemática, utilizando como fonte de dados a Planilha Comparativa da Avaliação Trienal da área de Matemática, Probabilidade e Estatística, referente à avaliação do último triênio 2007-2009, realizada em 2010 (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO..., 2014b). Na planilha em questão, consta um total de 46 programas de pós-graduação, dos quais foram considerados somente aqueles restritos à área de Matemática Pura, totalizando 26 programas.

O universo da análise constitui-se da seguinte maneira: dois programas (mestrado e doutorado) nota 7, 5 programas (mestrado e doutorado) nota 6, 5 programas (mestrado e doutorado) nota 5, 9 programas (mestrado) nota 4 e 5 programas (mestrado) nota 3. Não foram observados mestrados profissionais entre os programas analisados devido às características da área em análise, a Matemática.

A partir do conjunto de indicadores da Planilha, foram extraídos os indicadores quantitativos de cada programa no triênio 2007-2009, a saber: total de artigos segundo a estratificação *Qualis*, total de teses e dissertações defendidas e a razão entre dissertações e teses.

A partir destes indicadores, calcularam-se os indicadores de Produtividade Qualificada (PQ1, PQ2 e PQ3) de cada programa, conforme estabelecido no Documento da área da Matemática, triênio 2007-2009, definidos como:

$$PQ1 = \frac{A1+A2+B1}{DP}$$

$$PQ2 = \frac{A1+A2+B1+B2+B3}{DP}$$

$$PQ3 = \frac{A1+A2+B1+B2+B3+B4+B5}{DP}$$

onde A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 é o número de artigos publicados pelos docentes permanentes no triênio por estrato *Qualis*, ponderados de acordo com os respectivos pesos atribuídos para cada *Qualis* no documento de área da CAPES, e DP é o número médio de docentes permanentes no triênio.

Utilizou-se o software *SPSS (Statistical Package for Social Science)* para construção dos dendrogramas, empregando o método Ward, a medida de distância euclidiana sem variáveis padronizadas, e tomando como variáveis para o primeiro dendrograma PQ1, PQ2, PQ3, e para o segundo PQ1, PQ2, PQ3 e o total de teses e dissertações defendidas e a razão entre dissertações e teses. Também foram calculadas a média ( $\bar{x}$ ) e o coeficiente de variação (C.V.) de cada indicador, para cada grupo, separadamente, a fim de verificar a tendência e variação de cada grupo em relação aos indicadores estudados.

Para complementar a visualização das tendências dos indicadores de produção dos Programas de Pós-Graduação em Matemática, construiu-se o gráfico do tipo diagrama de caixa (também denominado *boxplot*), que evidencia os valores mínimo e máximo, os do 1º, 2º (ou mediana) e 3º quartil, assim como os valores discrepantes (*outliers*) de cada variável, por estrato do conceito CAPES do programa. Por meio desta representação gráfica, pode-se também avaliar a assimetria e dispersão desses conjuntos de dados. Cada caixa, neste tipo de representação gráfica, é composta por dois retângulos, em que o primeiro representa a distância entre a Mediana (2º Quartil) e o Quartil Inferior (1º Quartil), e o segundo, a distância entre o Quartil Superior (3º Quartil) e a Mediana (2º). A partir dos 1º e 3º Quartis são desenhadas linhas verticais até os valores mínimo e máximo. Os valores discrepantes, quando existentes, se encontram além do limite das caixas.

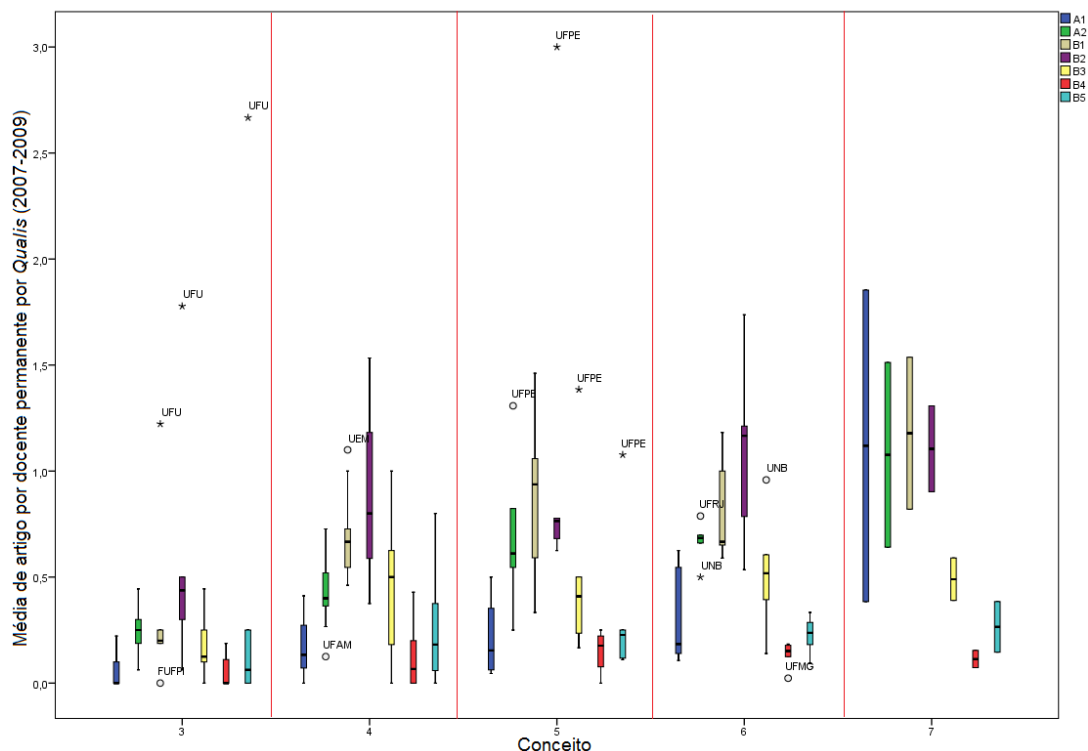
### 3 Análise dos resultados

A Figura 1 apresenta o diagrama de caixa com os dados da produção científica dos programas de pós-graduação em Matemática, separados por conceitos e estratos *Qualis*.

Em relação ao conceito CAPES 3, o diagrama apresenta quatro *outliers*, sendo três deles superiores: UFU, *Qualis* B1, B2 e B5, e um inferior: FUFPI, *Qualis* B1, o que significa que essas instituições produziram um número muito maior (UFU) e menor (FUFPI) de artigos do que o restante dos programas, neste conceito e respectivos *Qualis*, no período analisado.

Os *Qualis* A1, B1, B3, B4 e B5 apresentam assimetria positiva da mediana, com deslocamento em direção ao primeiro quartil, indicando que há uma concentração de programas que produziram um número menor de artigos nestes respectivos *Qualis* do que o restante dos programas de mesmo conceito no período analisado. Ainda, nos *Qualis* A2 e B2, a mediana apresenta uma assimetria negativa, ou seja, deslocamento em direção ao terceiro quartil, indicando que há uma concentração de programas que produziram um número maior de artigos nestes respectivos *Qualis* do que o restante dos programas de mesmo conceito no período analisado. Ainda, no conceito CAPES 3, o *Qualis* B2 é responsável pela maior parte de artigos publicados no período.

**Figura 1** – Diagrama de caixas da média de artigo por docente permanente, por *Qualis*, no período, em relação ao conceito CAPES dos programas



Fonte: elaborado pelas autoras.

Em relação ao conceito CAPES 4, o diagrama apresenta dois *outliers*, sendo um superior: UEM, *Qualis* B1, e um inferior: UFAM, *Qualis* A2, o que significa que essas instituições produziram um número muito maior (UEM) e menor (UFAM) de artigos do que o restante dos programas, neste conceito CAPES e respectivos *Qualis*, no período analisado.

Todos os estratos *Qualis* apresentam assimetria da mediana. Nos *Qualis* B1 e B3, a mediana apresenta uma assimetria negativa (deslocada em direção ao terceiro quartil), indicando que há uma concentração de programas que produziram um número maior de artigos nestes respectivos *Qualis* do que o restante dos programas de mesmo conceito CAPES no período analisado. Nos *Qualis* restantes, A1, A2, B2, B4 e B5, a mediana apresenta uma assimetria positiva (deslocamento em direção ao primeiro quartil), indicando que há uma concentração de programas que produziram um número menor de artigos nestes respectivos *Qualis* do que o restante dos programas de mesmo conceito CAPES no período analisado. Ainda, no conceito

CAPES 4, o *Qualis* B2 é responsável pela maior parte de artigos publicados no período.

Em relação ao conceito CAPES 5, o Diagrama apresenta quatro *outliers* superiores: UFPE, *Qualis* A2, B2, B3 e B5, o que significa que essa instituição produziu um número muito maior de artigos do que o restante dos programas neste conceito CAPES e respectivos *Qualis* no período analisado. Nos *Qualis* A1 e A2, pelo fato de a mediana estar deslocada em direção ao primeiro quartil, observa-se que há uma concentração de programas que produziram um número menor de artigos nestes respectivos *Qualis* do que o restante dos programas de mesmo conceito CAPES. Os *Qualis*, B1, B2, B3, B4 e B5 apresentam uma concentração de programas que produziram um número de artigos maior que a mediana (deslocada em direção ao terceiro quartil). Ainda, no conceito CAPES 5, o *Qualis* B1 é responsável pela maior parte de artigos publicados no período.

Em relação ao conceito CAPES 6, o Diagrama apresenta dois *outliers* superiores: UFRJ, *Qualis* A2, e UnB, *Qualis* B3, e dois *outliers* inferiores: UnB, *Qualis* A2, e UFMG, *Qualis* B4, o que indica que essas instituições produziram um número muito maior (UFRJ) ou menor (UFMG) de artigos do que o restante dos programas. No caso da UnB, esta instituição apresenta tanto *outliers* superiores quanto inferiores, e neste caso, a instituição foi responsável pela produção de um número maior (*Qualis* B3) e menor (*Qualis* A2) de artigos do que o restante dos programas, neste conceito e respectivos *Qualis*, no período analisado.

Nos *Qualis* A1 e B1, há uma concentração de programas que produziram um número menor de artigos nestes respectivos *Qualis* em relação ao restante dos programas com conceito CAPES 6, o que foi detectado pela assimetria positiva (mediana deslocada em relação ao primeiro quartil). Nos *Qualis* B2 e B3, a mediana apresenta uma assimetria negativa, indicando que há uma concentração de programas que produziram um número maior de artigos nestes *Qualis*. Ainda, no conceito CAPES 6, o *Qualis* B2 é responsável pela maior parte de artigos publicados no período, embora apresente quantidade significativa de publicações nos *Qualis* A1 e B1.

Em relação ao conceito CAPES 7, por abranger apenas dois programas de pós-graduação (IMPA e Unicamp), o diagrama não apresenta *outliers*. Este também apresenta uma tendência decrescente em relação ao número médio de publicações dos *Qualis* A1, A2, B1 até B2, e pouca publicação nos estratos B3, B4 e B5.

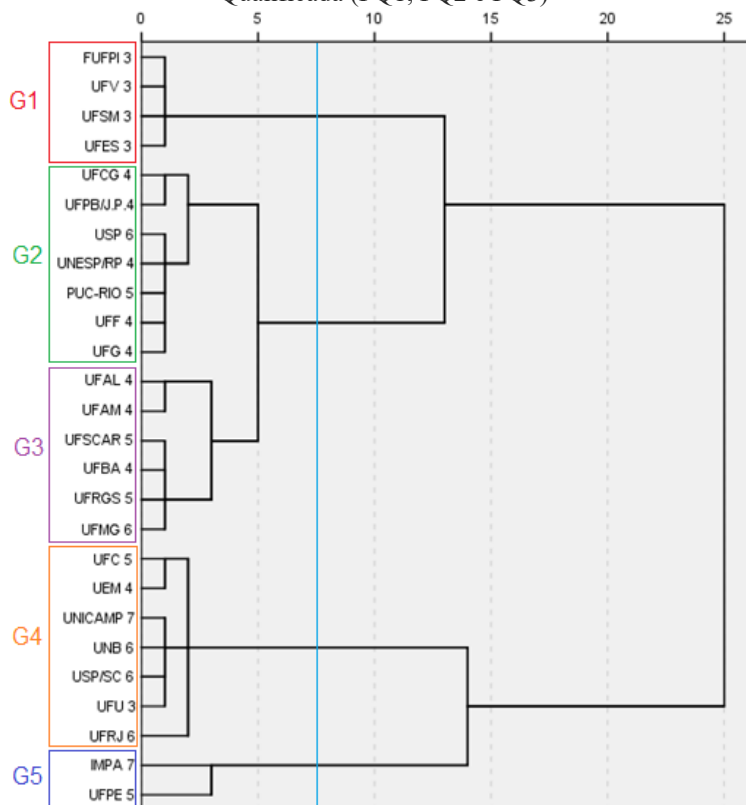
Em um panorama geral do número médio de publicações dos programas de pós-graduação em Matemática Pura, por *Qualis*, em todos os conceitos, observa-se uma tendência crescente das caixas, partindo do conceito A1, A2, B1 até B2, e a partir daí há um decrescimento, indicando a queda no número de publicações em B3, B4 e B5, haja vista que quanto mais alto o estrato *Qualis*, maior seu peso, tanto para a comunidade científica quanto para a avaliação da pós-graduação.

A Figura 2 apresenta o dendrograma gerado a partir da análise de *cluster*, tendo como variáveis somente os Indicadores de Produtividade Qualificada (PQ1, PQ2 e PQ3). No gráfico são observados cinco agrupamentos de programas de pós-graduação, segundo as similaridades relativas a estes indicadores de produtividade.

O primeiro grupo (G1) é constituído por quatro programas de pós-graduação, todos eles com conceito 3. O segundo grupo (G2) é composto por sete programas, com conceitos variando entre 4, 5 e 6. O terceiro grupo (G3) apresenta seis programas, semelhante ao G2, também com conceitos variando entre 4, 5 e 6. O quarto grupo (G4) apresenta sete programas, com maior variação entre os conceitos dos programas, apresentando os conceitos 3, 4, 5, 6 e 7. O quinto e último grupo (G5) é constituído de apenas dois programas, com conceitos 5 e 7.

Observa-se que apenas G1 constitui um grupo homogêneo, ou seja, todos os programas do grupo apresentam o mesmo conceito 3 de avaliação da CAPES. Os grupos restantes, G2, G3, G4 e G5, são grupos heterogêneos quanto ao conceito de avaliação.

**Figura 2** – Dendrograma com os *clusters* gerados em função dos Indicadores de Produtividade Qualificada (PQ1, PQ2 e PQ3)



Fonte: elaborado pelas autoras.

Desse modo, considera-se que os indicadores de Produtividade Qualificada sozinhos não foram suficientes para distinguir os programas segundo os conceitos recebidos, uma vez que eles se encontram misturados no dendrograma da Figura 2.

Na Tabela 1, apresentam-se as médias e coeficientes de variação dos indicadores PQ1, PQ2 e PQ3, utilizados na Análise de *cluster* da Figura 2, por grupo. Se observa uma grande variação (em torno de 42%) em PQ1 entre os programas que compõem os grupos G1 (programas nota 3) e G5 (programas nota 5 e 7), significando que o comportamento dos grupos G1 e G5 é bastante disperso quanto às publicações em periódicos dos estratos *Qualis* mais altos (A1 a B1). Ainda, G1 e G5 apresentam a menor e maior média, respectivamente, de publicações nos três Indicadores de Produtividade Qualificada – PQ1, PQ2 e PQ3.

Os demais grupos – G2, G3 e G4 – apresentam média de publicações pouco expressivas em relação aos três indicadores - PQ1 a PQ3- e pouca variação interna

(todos os resultados são menores que 30%), sugerindo que há baixa dispersão entre os programas do mesmo grupo em relação a esses indicadores, embora sejam compostos por programas com conceitos distintos. Este fato sugere que somente os indicadores de Produtividade Qualificada não são suficientes para discernir os programas em relação aos conceitos recebidos na avaliação do triênio analisado.

**Tabela 1** – Média ( $\bar{x}$ ) e coeficiente de variação (C.V.) de cada indicador, por grupo, oriundo do dendrograma da Figura 2

| Indicador | Estatística | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 |
|-----------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PQ1       | $\bar{x}$   | 0,10    | 0,37    | 0,30    | 0,53    | 1,08    |
|           | C.V.(%)     | 42,4    | 16,8    | 19,5    | 14,6    | 41,9    |
| PQ2       | $\bar{x}$   | 0,18    | 0,62    | 0,45    | 0,53    | 1,56    |
|           | C.V.(%)     | 22,2    | 9,2     | 16,3    | 14,6    | 5,7     |
| PQ3       | $\bar{x}$   | 0,2     | 0,64    | 0,46    | 0,88    | 1,59    |
|           | C.V.(%)     | 18,2    | 8,8     | 16,9    | 9,3     | 4,2     |

Fonte: elaborada pelas autoras.

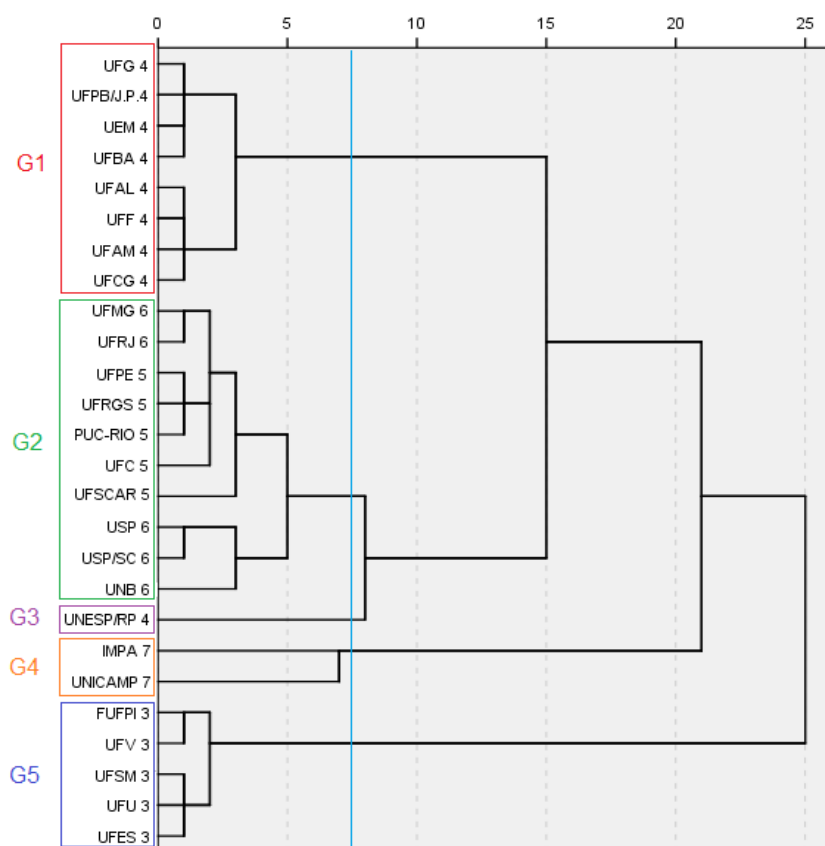
Nesse sentido, utilizando apenas os indicadores Produtividade Qualificada, o *cluster* resultante não pode ser considerado coerente com o conceito atribuído pela CAPES.

A partir do dendrograma presente na Figura 3, observa-se a formação de cinco grupos distintos, segundo padrão de similaridade dos indicadores coletados por meio da Planilha. O primeiro grupo (G1) é constituído por oito programas de pós-graduação, todos eles com conceito 4. O segundo e maior grupo (G2) é composto por 10 programas, com conceitos variando entre 5 e 6. O terceiro grupo (G3) apresenta um componente isolado, representado pelo programa de pós-graduação da UNESP/SJRP, com conceito 4. O quarto grupo (G4) apresenta os dois únicos programas de excelência (conceito 7) e o quinto e último grupo (G5) apresenta apenas programas com conceito 3.

Nota-se que G1, G4 e G5 são grupos homogêneos, ou seja, todos os programas de um mesmo grupo apresentam o mesmo conceito de avaliação da CAPES (4, 7 e 3, respectivamente). Assim, observa-se uma similaridade entre os

programas e os agrupamentos, gerados pelo *cluster*, indicando que programas com o mesmo conceito tendem a ter características semelhantes quanto aos indicadores analisados – produção de artigos qualificados e dissertações e teses. Nesse sentido, o conceito atribuído pela CAPES pode ser considerado coerente com o *cluster* resultante dos indicadores retirados da Planilha.

**Figura 3** – Dendrograma com os *clusters* gerados em função dos Indicadores de Produtividade Qualificada (PQ1, PQ2 e PQ3) e total de teses e total de dissertações defendidas no período



Fonte: elaborado pelas autoras.

O G4 é composto apenas pelo programa da UNESP/SJRP (conceito 4), possivelmente devido ao fato do alto número de dissertações (58) defendidas em um curto período de existência do programa (10 anos, em 2008), número que o equipara aos programas com os maiores conceitos (5, 6 e 7), demonstrando que o número de dissertações é um indicador relevante para a atribuição final dos conceitos.

De acordo com a Tabela 2, em relação aos indicadores analisados (média ponderada de artigos por docentes permanentes por *Qualis* – PQ –, dissertações e teses no período estudado e a relação dissertação/tese), o Grupo 4, composto apenas por programas com conceito 7, apresentou a maior média de publicação, tanto de artigos quanto de dissertações e teses, apresentando uma variação de intensidade moderada entre os programas, o que significa que o comportamento dos mesmos é parecido.

**Tabela 2** – Média ( $\bar{x}$ ) e coeficiente de variação (C.V.) de cada indicador, por grupo, oriundo do dendrograma da Figura 3

| Indicador   | Cálculo   | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 |
|-------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PQ1         | $\bar{x}$ | 0,35    | 0,48    | 0,33    | 0,95    | 0,18    |
|             | C.V.(%)   | 27,1    | 32,3    | -       | 67,0    | 98,1    |
| PQ2         | $\bar{x}$ | 0,57    | 0,76    | 0,55    | 1,22    | 0,32    |
|             | C.V. (%)  | 27,0    | 41,1    | -       | 46,5    | 98,6    |
| PQ3         | $\bar{x}$ | 0,58    | 0,78    | 0,59    | 1,24    | 0,34    |
|             | C.V. (%)  | 28,0    | 40,9    | -       | 45,0    | 103,22  |
| Dissertação | $\bar{x}$ | 26      | 31      | 58      | 59      | 4,40    |
|             | C.V. (%)  | 12,2    | 23,1    | -       | 50,3    | 91,8    |
| Tese        | $\bar{x}$ | -       | 14      | -       | 49      | -       |
|             | C.V. (%)  | -       | 31,6    | -       | 2,9     | -       |
| Di/Te       | $\bar{x}$ | -       | 2,33    | -       | 1,20    | -       |
|             | C.V. (%)  | -       | 29,2    | -       | 47,8    | -       |

Fonte: elaborada pelas autoras.

Em relação ao Grupo 3, não foi possível realizar o cálculo, pois trata-se de apenas um componente; e em relação aos Grupos 1 e 5, estes são compostos apenas por programas com conceito CAPES 4 e 3, respectivamente, não sendo possível calcular a razão entre teses e dissertações. Ainda, os Grupos 1, 2 e 5 apresentam o mesmo padrão de comportamento, com um total intermediário de publicações e pouca variação.

Destaca-se ainda que a maior média de publicações é do Grupo 4, e o Grupo 5, composto apenas por programas com conceito 3, apresentou a maior variabilidade de publicação em relação ao *Qualis*. Por fim, observa-se que, em relação ao total de publicações, quanto maior o conceito dos programas, maior sua produtividade.

#### **4 Considerações finais**

De acordo com os resultados obtidos nas análises multivariadas, observou-se, a partir do dendrograma construído, que a primeira análise de *cluster*, realizada apenas com os indicadores de Produtividade Qualificada, é pouco significativa, pois agrupou os programas de pós-graduação de uma forma heterogênea e desordenada, o que sugere que apenas as publicações em periódicos não foram suficientes para determinar o conceito de um programa, em concordância com o documento de área, que embora atribua grande peso a este quesito, aponta ainda outros indicadores importantes na avaliação dos programas de pós-graduação.

A segunda análise de *cluster*, realizada com indicadores de Produtividade Qualificada e total de dissertações e teses defendidas no período, apresentou um agrupamento mais consistente, ou seja, os grupos são formados por programas com o mesmo conceito ou conceitos próximos, sendo eles: G1- formado por programas com conceito CAPES 4, G2 – programas com conceito CAPES 5 e 6, G4 - com programas com conceito CAPES 7, G5 - com conceito CAPES 6, e G3, que apresenta o componente isolado UNESP/SJRP, provavelmente devido ao seu alto número de defesa de dissertações no período analisado.

Ainda, o resultado desta análise foi o mais próximo dos resultados da avaliação da pós-graduação realizada pela CAPES, pois o dendrograma não agrupou programas com conceito CAPES distintos, com exceção do G2, em que foram reunidos programas com conceito CAPES 5 e 6, distinguíveis em especial pela questão da internacionalização, não quantificada na planilha analisada. Desse modo, destaca-se que a produção bibliográfica qualificada e total de dissertações e teses defendidas no período constituem indicadores com um forte papel na atribuição das notas aos programas. Segundo o documento de área, esses quesitos possuem peso igual a 40% e 30%, respectivamente, na avaliação dos programas de pós-graduação.

Destaca-se, assim, que a adição de indicadores de desempenho acadêmico na análise propiciou um resultado da análise de *cluster* mais consistente com o conceito atribuído pela CAPES.

Desse modo, considera-se que a inclusão de outros indicadores na análise de *cluster*, que não estão presentes na Planilha, mas que podem ser extraídos de outras fontes, como os Documentos de área e o Caderno de Indicadores da própria CAPES, entre eles indicadores relativos aos convênios, cotutela, Minter/Dinter, solidariedade e nucleação, entre outros indicadores, poderiam complementar a descrição dos programas e gerar resultados ainda mais objetivos e concordantes com a avaliação da CAPES, contribuindo para o aprimoramento do sistema de avaliação ao utilizar procedimentos objetivos e multivariados, como a análise de *cluster*, como aporte metodológico no processo de avaliação dos programas de pós-graduação.

Considera-se que esta pesquisa contribuiu para o debate referente à questão da influência e uso dos indicadores quantitativos discriminados nas planilhas da CAPES, e à existência de elementos qualitativos não mensurados, como aqueles mencionados acima, na avaliação dos programas de pós-graduação.

Observou-se que nas duas análises de *cluster* realizadas, os programas com conceito CAPES 3 aglutinaram-se sempre em um único grupo, sugerindo assim que os programas com conceito CAPES 3 apresentam-se bastante distintos dos programas com os outros conceitos de avaliação, durante o período, e bastante semelhantes entre si quanto aos indicadores presentes na Planilha de avaliação Comparativa da área.

Pondera-se, também, que os procedimentos estatísticos multivariados, mais especificamente a análise de *cluster*, se mostraram ferramentas importantes ao propiciar análises simultâneas e articuladas dos múltiplos indicadores utilizados pela CAPES, que evidenciaram agrupamentos de programas de pós-graduação semelhantes àqueles gerados pela atribuição dos conceitos finais pela CAPES, oferecendo assim uma contribuição efetiva para os estudos relativos à avaliação da CAPES.

Ainda, observou-se que o método multivariado de análise de *cluster* possibilitou uma taxonomia dos programas de pós-graduação muito próxima àquela efetuada pela CAPES, agrupando-os de forma que aqueles pertencentes a um mesmo agrupamento fossem semelhantes entre si com respeito ao conjunto de indicadores, e

os programas de pós-graduação em agrupamentos distintos fossem heterogêneos em relação aos mesmos indicadores.

Em consequência, considera-se que este método contribuiu para a proposição de um agrupamento dos programas com base no perfil multivariado de indicadores utilizados pela CAPES.

Em síntese, considera-se que a análise dos indicadores quantitativos da pós-graduação por meio de procedimentos estatísticos multivariados contribuiu tanto para novos olhares sobre a avaliação da CAPES quanto para os estudos na área da Ciência da Informação, especialmente da Bibliometria e Cientometria, ao colaborar para a compreensão, discussão e visualização do papel dos indicadores bibliométricos no processo avaliativo do conhecimento científico em um espaço basilar do fazer científico brasileiro – a pós-graduação, estudada na área de Matemática.

Conclui-se que ferramentas multivariadas, em especial a análise de *cluster*, que foi utilizada nesta pesquisa, são consideradas como subsídio significativo na identificação das similaridades e dissimilaridades dos programas de pós-graduação em Matemática, constituindo assim um importante aporte para a avaliação da CAPES na atribuição dos conceitos aos programas de pós-graduação em Matemática. Em relação às pesquisas futuras, considera-se significativo realizar essa análise para triênios anteriores e posteriores dos cursos de pós-graduação em Matemática, e também estender esta análise a um número maior de cursos de pós-graduação de diferentes áreas do conhecimento, de modo que os indicadores possam ser comparados para identificar características próprias de cada uma das áreas e respectivos cursos.

## Referências

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Plano Nacional de Pós-Graduação 2005- 2010**. Brasília: CAPES, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/sobre-a-capes/planonacional-de-posgraduacao/pnpgs-anteriores>>. Acesso em: 25 maio 2014.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Avaliação trienal 2013**: documento de área 2013, Matemática/Probabilidade e Estatística. Brasília: CAPES, 2013, documento eletrônico. Disponível em: <[http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacaotrienal/Docs\\_de\\_area/Matematica\\_Probabilidade\\_Estatistica\\_doc\\_area\\_e\\_comiss%C3%A3o\\_att08deoutubro.pdf](http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacaotrienal/Docs_de_area/Matematica_Probabilidade_Estatistica_doc_area_e_comiss%C3%A3o_att08deoutubro.pdf)>. Acesso em 22 dez. 2014.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Avaliação da pós-graduação**. Brasília: CAPES, maio 2014a. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/avaliacao-da-pos-graduacao>>. Acesso em: 21 maio. 2014.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Planilhas comparativas da avaliação trienal 2010**. Brasília: CAPES, maio 2014b. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/avaliacao-da-pos-graduacao>>. Acesso em: 21 maio. 2014.

CASTANHA, Renata Cristina Gutierrez. **Indicadores de avaliação de programas de pós-graduação no Brasil**: uma análise multivariada na área de Matemática. 2014. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Programa de pós-graduação em Ciência da Informação, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2014.

CASTRO, Cláudio de Moura; SOARES, Gláucio Ary Dillon. Avaliando as avaliações da Capes. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 63-73, jul./set. 1983.

GATTI, Bernardete Angelina. Reflexão sobre os desafios da pós-graduação: novas perspectivas sociais, conhecimento e poder. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 18, p. 108-116, set./dez. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n18/n18a10.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2014.

HAIR, Joseph F. et al. **Multivariate data analysis**. 7 ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2009.

LEITE, Maria Flávia Barbosa et al. Análise dos programas de pós-graduação em Administração reconhecidos pela CAPES: uma abordagem multivariada por análise cluster. **FACEF Pesquisa**, Franca, v. 10, n. 1, p. 20-34, 2007.

MACCARI, Emerson Antonio; LIMA, Manolita Correia; RICCIO, Edson Luiz. Uso do Sistema de Avaliação da CAPES por Programas de Pós-Graduação em Administração no Brasil. **Revista de Ciências da Administração**, Florianópolis, v. 11, n. 25, p.68-96, set./dez., 2009.

MARTINS, Dalton Lopes. Uso de análise multivariada para mapeamento do perfil de internacionalização das Universidades Federais Brasileiras: um estudo exploratório a partir de dados disponíveis na base Web of Science. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 4., Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2014.

MIRANDA, Caroline Maria Guerra de; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Avaliação de pós-graduação com método ELECTRE TRI: o caso de engenharias III da CAPES. **Production**, São Paulo, v. 13, n. 3, 2003.

MOREIRA, Carlos Otávio F.; HORTALE, Virgínia Alonso; HARTZ, Zulmira de Araújo. Avaliação da Pós-graduação: Buscando consenso. **Revista Brasileira de Pós-graduação, Brasília**, v. 1, n. 1, p. 26-40, jul. 2004.

VIANA, Adriana Backx Noronha; MANTOVANI, Daielly Melina Nassif; VIEIRA, Amanda Ribeiro. Análise dos programas de pós-graduação avaliados pela Capes: relação entre conceitos dos programas e índice de publicação. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 32., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2008, p. 1-10.

OLIVEIRA, Ely Francina Tannuri de; GRÁCIO, Maria Cláudia Cabrini. A produção científica em organização e representação do conhecimento no Brasil: uma análise bibliométrica do GT-2 da ANCIB. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 10., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2009.

SILVA, Maurício da Rocha e. O novo *Qualis* e o futuro dos periódicos científicos brasileiros. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 96-97, 2009.

## **Contribution of multivariate analysis for evaluation indicators of graduate programs: an analysis in Mathematics (2007-2009)**

**Abstract:** The aim of this study is to analyze the relationship between the quantitative indicators used by CAPES and the final grade of each graduate program through the application of multivariate statistical procedures, in order to contribute to a better understanding of the Brazilian graduate program evaluation system. We evaluated all 26 graduate programs in the area of Mathematics during the 2007-2009 triennium through multivariate methods according to the following indicators: total number of theses and dissertations defended and average of published articles per permanent professor, according to Qualis stratification. It was observed that, in all cluster analyses, graduate programs with grade 3 were always gathered in one single group, while the ones with other grades were gradually separated with the insertion of more analysis of indicators. In addition, the more indicators were included in the

**Contribuição da análise multivariada para os indicadores de avaliação dos programas de pós-graduação: uma análise na área de Matemática (2007-2009)**

*Renata Cristina Gutierrez Castanha, Maria Cláudia Cabrini Grácio*

analysis, the more refined and close to the grades attributed by CAPES were the results.

**Keywords:** Bibliometric indicators. Evaluation of graduate programs. Graduate courses in Mathematics.

Recebido: 29/07/2014

Aceito: 04/02/2015

