

# O papel dos docentes em programas de pós graduação: uma abordagem baseada em redes.

Maria Teresinha Tamanini Andrade<sup>1</sup>, Marcos Grilo Rosa<sup>2,4</sup>,  
Inácio de Sousa Fadigas<sup>2</sup>, Hernane Borges de Barros Pereira<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFBA), Simões Filho, BA – Brasil

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA – Brasil

<sup>3</sup>Universidade Estadual da Bahia (UNEB), Salvador, BA – Brasil

<sup>4</sup>Programa de Doutorado Multiinstitucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento – Universidade Federal da Bahia (Sede), Salvador, BA – Brasil

<sup>5</sup>Programa de Modelagem Computacional, SENAI Cimatec, Salvador, BA – Brasil

tamanini@ifba.edu.br, grilo@uefs.br,  
{isfadigas, hbbpereira}@gmail.com

**Abstract.** *In this paper we characterize the networks of Graduate Programs (PPG) using the distribution of component size and analyze the collaboration between teachers of the programs from the co-authorship networks, distinguishing them from other participants. We used metrics such as components, points cutting and hubs, and their combinations. Methods and indices of the Social Network Analysis were used for the analysis. Results show that researchers tend to cluster together, forming a core, consequently scientific collaboration increases over the years. PPG teachers have a key role in network connectivity, being mostly cut points.*

**Resumo.** *Neste artigo caracterizamos as redes de Programas de Pós-Graduação (PPG) usando a distribuição do tamanho dos componentes e analisamos a colaboração entre os docentes dos programas a partir das redes de coautoria, distinguindo-os de outros participantes. Usamos métricas como componentes, pontos de corte e hubs e suas combinações. Métodos e índices da Análise de Redes Sociais foram utilizados para a análise. Os resultados mostram que os pesquisadores tendem a se agrupar, formando um núcleo, consequentemente a colaboração científica aumenta ao longo dos anos. Os docentes dos PPGs têm um papel fundamental na conectividade das redes, sendo em sua maioria pontos de corte.*

## 1. Introdução

Pesquisas como a de [Andrade 2013], indicam que a colaboração entre pesquisadores na atualidade é importante para a produção científica. [Sonnenwald 2006] define a

colaboração como a interação que facilita não só a realização de tarefas, mas, também, o compartilhamento do significado desta tarefa, relacionada a um objetivo maior compartilhado entre dois ou mais cientistas. Assim, a coautoria é um indicador de colaboração e tem se intensificado com o passar dos anos [e.g. Andrade et al. 2014a; Andrade et al. 2014b]. Alguns estudos recentes sobre colaboração científica foram feitos por [Andrade et al. 2014b] que estudaram a evolução da colaboração em comunidades científicas; [Boaventura et al. 2014] caracterizaram temporalmente redes de colaboração científica; [Fadigas 2011, Vanz e Stump 2010] estudaram redes de colaboração científica no Brasil; [Lopes et al. 2011] desenvolveram um processo para a avaliação de programas de pós-graduação com base nas colaborações entre seus pesquisadores e redes de coautoria.

O objetivo deste artigo é caracterizar as redes de Programas de Pós-Graduação (PPG) usando a distribuição do tamanho dos componentes e analisar a colaboração entre os docentes dos programas, distinguindo-os de outros participantes. Usamos métricas como o número de componentes, pontos de corte e *hubs* e suas combinações. A importância deste trabalho, diferente dos demais encontrados na literatura, é que, ao analisar a colaboração por meio dos pontos de corte, podemos verificar a importância de um pesquisador em um programa e o quanto ele pode contribuir nos grupos de pesquisadores e em grupos interuniversidades.

## 2. Metodologia

Para realizar a pesquisa proposta, usamos os cadernos de indicadores de produção bibliográfica de três Programas de Pós-Graduação (PPG) inseridos na área interdisciplinar da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que oferecem curso de mestrado e doutorado. Coletamos manualmente as coautorias das produções bibliográficas (artigos em periódicos, trabalhos em anais, livros e capítulos de livro) e construímos redes de coautoria. Os cadernos de indicadores são preparados com base nos dados que os PPGs informam todos os anos e são publicados pela CAPES considerando o período das avaliações trienais e relatórios do Coleta CAPES disponíveis. Os PPGs foram denominados de PPG1, PPG2 e PPG3. Assim, para esta pesquisa analisamos os seguintes períodos: a) **PPG1** analisamos 5 triênios no período entre 1998 a 2012; b) **PPG2** analisamos 4 triênios no período entre 2001 a 2012; c) **PPG3** analisamos 3 triênios no período entre 2004 a 2012.

Então construímos redes de coautoria, onde os vértices são autores e arestas são estabelecidas se dois autores publicaram em coautoria. Dessa forma, todos os autores de um mesmo artigo conectam-se mutuamente, formando uma *clique*, abordagem estudada por [Fadigas e Pereira 2013] e aplicada em [Rosa et al. 2014, Andrade et al. 2014b]. As análises foram feitas segundo dois critérios: a) Caracterização das redes de cada programa por triênio por meio da distribuição do tamanho dos componentes para cada triênio dos PPGs; b) Análise da colaboração (a colaboração docente *versus* componentes; a colaboração docente *versus* pontos de corte).

## 3. Resultados e Discussões

### 3.1 Caracterização das redes de cada programa por triênio

Notamos um crescimento do maior componente do 1º ao último triênio analisado dos programas do PPG1 e do PPG2. No PPG3, em todos os triênios, a maior componente é

superior a 95%. O comportamento das redes mostra que a fragmentação das redes diminuiu significativamente ( $1,0 < \text{fragmentação PPG1} < 0,2$ ;  $0,7 < \text{fragmentação PPG2} < 0,2$ ;  $0,07 < \text{fragmentação PPG3} < 0,01$ ) e a maior componente das redes cresceu ( $4,76\% < \text{maior componente PPG1} < 89,13\%$ ;  $51,20\% < \text{maior componente PPG2} < 86,76\%$ ;  $95,99\% < \text{maior componente PPG3} < 99,24\%$ ), sugerindo a formação e/ou consolidação de um núcleo de pesquisadores conectados cuja colaboração científica mútua aumentou ao longo dos triênios, também constatado em [Andrade et al. 2014b]. O número de docentes e outros participantes (participantes externos e discentes) aumentou do primeiro para o último triênio aproximadamente em 1433% no PPG1, em 247% no PPG2 e em 31% no PPG3.

### 3.2 Análise da colaboração

A análise foi realizada segundo os aspectos da colaboração docente *versus* componentes; da colaboração docente *versus* pontos de corte.

**A colaboração docente *versus* componentes** - Para a análise da colaboração dos docentes do programa, entre si e com os demais, as redes foram providas de atributos. Para cada rede total (todos os triênios juntos), os vértices são separados em dois grupos: um grupo formado com os docentes do programa e outro grupo com os demais participantes.

A rede do PPG1 possui um total de 639 participantes, dos quais 42 (6,6%) são docentes. A rede total possui o maior componente com cerca de 94% dos vértices. Esse padrão não ocorre com a rede formada apenas pelos docentes do programa, pois esta possui o maior componente com 83,3% dos vértices. No que se refere apenas aos docentes, dos 23 autores que publicaram isoladamente na rede total, apenas 7 são docentes. Pode-se dizer então que houve um aumento expressivo da colaboração entre os docentes, no decorrer dos triênios.

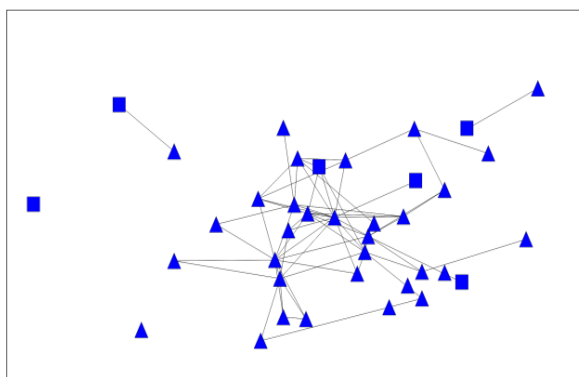
Quando os docentes são retirados, a rede apresenta-se com 181 componentes, e o maior deles contém 47,7% dos integrantes do programa que não são docentes. Portanto, este comportamento topológico da rede é um forte indício da contribuição dos docentes no fortalecimento da colaboração dos participantes do PPG1.

Para a rede do PPG2, tem-se um total de 1308 participantes, dos quais 48 (3,7%) são docentes. Um fato importante é que a rede formada apenas com os docentes, não é muito fragmentada, pois apenas 5,88% dos vértices não estão conectados. Este comportamento é similar ao comportamento da rede total. Por outro lado, a rede formada quando se retira os docentes apresenta 159 componentes, o maior deles com cerca de 60% dos vértices. Estes resultados mostram que os docentes do PPG2 têm uma razoável colaboração interna, em termos de coautoria, e essa colaboração repercute na rede como um todo, quando se analisa a participação docente e dos demais participantes.

A rede do PPG3, por sua vez, possui 1468 integrantes, dos quais 49 são docentes, o que torna a rede com a menor proporção entre docentes e demais integrantes (3,3%). A topologia da rede total apresenta o maior componente com 99% dos vértices, e é a maior proporção entre as redes dos programas analisados. Destacando-se a rede formada apenas pelos docentes, tem-se que 94% dos vértices estão no componente principal. Apesar da diferença de 5 pontos percentuais, pode-se comparar a topologia da rede formada apenas com os docentes com a topologia da rede total, ou seja, pode-se dizer que os docentes do programa têm uma contribuição significativa, no que se refere à colaboração via

coautoria. A retirada dos docentes da rede faz com que esta passe a apresentar 188 componentes, sendo que 73,4% dos participantes estão no componente principal. Isso mostra que a participação dos demais participantes contribui substancialmente para a colaboração em termos de coautoria, ou seja, os demais participantes também têm uma forte colaboração entre si.

**A colaboração docente versus pontos de corte** - Um vértice é chamado de vértice ou ponto de corte quando a sua retirada da rede conectada a desconecta ou a fragmenta em dois ou mais componentes. Esta característica contribui para conduzir uma análise da colaboração ao se investigar o atributo dos pontos de corte, ou seja, se são docentes do programa ou outro participante. Da rede total do PPG1 resultaram duas subredes: uma formada apenas com os docentes e a outra com os vértices da rede total que são pontos de corte (Figura 1). Pode-se notar que entre estes também estão presentes os docentes, simbolizados por triângulo, e outros participantes (quadrados). A maioria dos docentes do programa apresenta-se na rede como pontos de corte (76%), o que os coloca como integradores dos grupos. No que se refere à rede dos pontos de corte, mostrada na Figura 1, os participantes que não são docentes do programa somam cerca de 16%, ou seja, a contribuição de outros participantes como elementos integradores da colaboração é menos evidente.

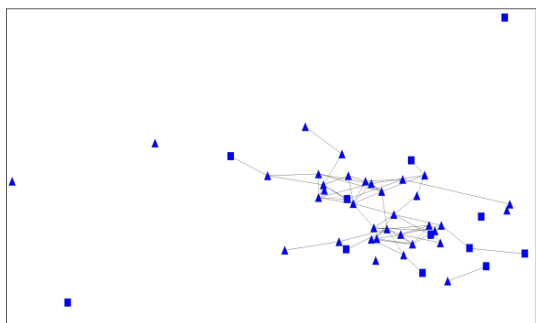


**Figura 1. Subrede da rede PPG1 dos vértices de corte. Os triângulos representam os docentes e os quadrados os demais colaboradores.**

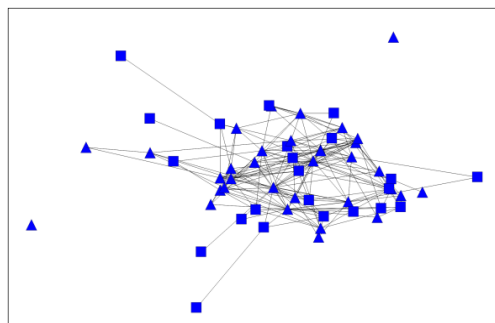
Da rede PPG2 resultaram duas outras subredes, uma formada pelos docentes e outra com os vértices de corte, exibida na Figuras 2. Na subrede apenas com os docentes, a maior parte, cerca de 73%, são pontos de corte. Significa que os docentes têm importância na ligação entre grupos distintos na rede. Quanto à subrede do PPG2 formada apenas com os vértices de corte (Figura 2), entre estes estão presentes docentes (triângulos) e outros participantes (quadrados), cerca de 26%, o que mostra a participação não só dos docentes do programa na ligação entre os grupos distintos.

Quanto ao programa PPG3, da subrede de docentes, a maioria dos docentes (69%) são pontos de corte. Por outro lado, a Figura 3 mostra a subrede apenas com os pontos de corte, e destes, 46% não são docentes do programa. Portanto, para que a rede do PPG3 mantenha-se conectada, pelo menos em seu maior componente, é necessária a presença de integrantes que não são docentes do programa.

Para analisar a influência da retirada dos vértices que são pontos de corte, para cada uma das redes, usamos apenas o maior componente conectado. Fizemos então a retirada, não simultânea, dos pontos de corte de duas categorias: os pontos de corte que representam docentes e os pontos de corte que representam outros colaboradores. Os resultados encontrados estão resumidos na Tabela 1.



**Figura 2. Subrede da rede PPG2 dos vértices de corte. Os triângulos representam os docentes e os quadrados os demais colaboradores.**



**Figura 3. Subrede da rede PPG3 dos vértices de corte. Os triângulos representam os docentes e os quadrados os demais colaboradores.**

**Tabela 1. Dados relativos à retirada dos pontos de corte.**

PPG	Número de vértices do maior componente	Número de vértices de corte	Vértices de corte docentes	Vértices de corte outros	Componentes sem docentes de corte	Componentes sem docentes outros
PPG1	601	38	32	6	163	29
PPG2	1262	43	33	10	132	27
PPG3	1454	57	34	23	147	14

Com base nos resultados, podemos inferir que os docentes desempenham um papel fundamental na conexão do maior componente das redes, pois a retirada específica dos vértices docentes que também são pontos de corte, desconecta ou fragmenta a rede em um número de componentes muito superior àquele que se obtém quando retirados apenas os vértices de corte que representam outros colaboradores. A rede PPG3 é a que apresenta a maior proporção, que chega a mais de 10 vezes.

Do exposto anteriormente, sobre a análise da colaboração entre os participantes dos três programas, podemos inferir: os participantes docentes têm um papel fundamental na conectividade das redes; há uma tendência de a rede total ser uma extensão da topologia da rede formada apenas com os docentes, em termos de fragmentação e proporção do tamanho do maior componente; em todas as redes, os vértices que se constituem em pontos de corte são, em sua maioria, representantes de docentes do programa; uma parcela considerável de participantes que não são docentes do PPG3 contribui para a agregação da rede

## 5. Considerações Finais

Por meio das análises efetuadas, constatamos a formação e/ou consolidação de um núcleo de pesquisadores que se conectam (aglutinam, interagem) por meio de sua produção científica. Os pesquisadores analisados tendem a se agrupar, formando um núcleo de pesquisadores, cuja colaboração científica aumentou ao longo dos anos. Os docentes dos PPGs têm um papel fundamental na conectividade das redes e em todas as redes, os vértices que se constituem em pontos de corte são, em sua maioria, docentes do programa e os pontos de corte também são *hubs*.

Observamos que há uma tendência da rede total ser uma extensão da topologia da rede formada apenas com os docentes, em termos de fragmentação e proporção do tamanho do maior componente.

Finalmente, constatamos que a abordagem usada para a análise da colaboração, que inclui propriedades das redes como componentes, pontos de corte e *hubs*, e as combinações entre estas, bem como o destaque dos docentes dos programas constitui-se em uma ferramenta apropriada, e até em um instrumento metodológico a ser acrescido aos já existentes, para a análise da colaboração por coautoria, dentro de um programa de pós-graduação ou similar.

## Referências

- Andrade, M. T. T., Braga, P. F., Carneiro, T. K. G., Ribeiro, N. M., Moret, M. A., Pereira, H. B. B. (2014a). “Contextualized Analysis of Social Networks: Collaboration in Scientific Communities”, *Social Networking*, v. 3, p. 71-79.
- Andrade, M. T. T., Rosa, M. G., Fadigas, I. S., Cunha, M. V., Pereira, H. B. B. (2014b). “A evolução da colaboração em uma comunidade científica”, In CSBC-BraSNAM, p. 297-302.
- Andrade, M. T. T. (2013). “A colaboração em comunidades científicas interdisciplinares: das redes de coparticipação à difusão do conhecimento”, Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Universidade Federal da Bahia. 228 p.
- Boaventura, M., Bonson, K., Silva, A. P. C., Veloso, A., Meira Jr, W. (2014). “Caracterização temporal das redes de colaboração científica nas universidades brasileiras: anos 2000-2013”, BRASNAM – III Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining, CSBC, Brasília.
- Fadigas, I. S. e Pereira, H. B. B. (2013). “A network approach based on cliques”, *Physica A*, v. 392, p. 2576-2587.
- Fadigas, I. S. (2011). “Difusão do Conhecimento em Educação Matemática sob a perspectiva das Redes Sociais e Complexas”, tese doutorado em difusão do conhecimento, UFBA.
- Lopes, G. R., Moro, M. M., Silva, R., Barbosa, E. M, Oliveira, J. P. M. (2011). “Ranking Strategy for Graduate Programs Evaluation”, In: ICITA - 7th International Conference on Information Technology and Application, Sydney.
- Rosa, M. G., Fadigas, I. S., Andrade, M. T. T., Pereira, H. B. B. (2014). “Clique Approach for Networks: Applications for Coauthorship Networks”. *Social Networking*, v. 3, p. 80-85.
- Sonnenwald, D. H. (2006). “Scientific Collaboration”, In: *Annual Review of Information Science and Technology*, Medford, NJ: Information Today, ed. B. Cronin, v. 41, p. 643–681.
- Vanz, S. A. S., Stumpf, I. R. C. (2010). “Colaboração científica: revisão teórico conceitual”, *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 15, n. 2, p. 42–55.