



Redes de Colaboração Científica: Um Estudo de Coautoria Através da Análise de Redes Sociais

Taís Araldi Reichert, Tiago Novaes, Munique Rech, Pelayo Munhoz Olea

RESUMO

As redes de colaboração científica são formadas quando dois ou mais pesquisadores cooperam através da troca de conhecimentos e experiências e esta troca resulta em uma publicação. A análise de redes sociais é uma ferramenta utilizada para descrever as relações que acontecem nas interações entre os indivíduos. Entender como estas relações acontecem nas universidades é o primeiro passo para o crescimento da produção científica, pois a formação de futuros pesquisadores parte delas. O objetivo deste estudo foi traçar o perfil da rede de colaboração científica dos professores permanentes do programa de Pós-Graduação em administração da Universidade de Caxias do Sul. Para a realização da pesquisa optou-se por um estudo exploratório de caráter qualitativo com dados coletados na Plataforma Lattes-CNPQ, e da aplicação de pesquisa quantitativa através dos softwares Ucinet e Netdraw, sendo os dados apresentados através da pesquisa descritiva. Os resultados da análise da rede apresentaram densidade de 48,35%, como ator central da rede o ator MC com centralidade de 11.000 e como nó solto o ator GV. O grau de intermediação concentrou-se nos nós MC, PO, ED com os respectivos percentuais de 11,5%, 9,6% e 8,3%. O ator MC apresentou o melhor grau de proximidade com distância de 27.000.

Palavras-chave: Redes de colaboração científica; Coautoria; Análise de redes sociais.

1 INTRODUÇÃO

As Redes de colaboração surgem a partir dos mais diversos contextos resultantes dos relacionamentos das pessoas. Podemos identificar a presença de redes na formação de grupos de moradores de uma mesma comunidade, funcionários de uma empresa, alunos de uma escola, participantes de um movimento social, bem como na colaboração de pesquisadores em projetos em comum e na coautoria de artigos científicos (MARTINS, 2012).

A Colaboração científica vem ao encontro do conceito de redes propiciando uma ponte de apoio, por meio da qual, diferentes colaboradores se relacionam como forma de maximizar o potencial da produção científica (GONÇALVES, 2011). A ideia de cientistas produzindo isoladamente, sob um único ponto de vista e alheios ao que acontece ao seu redor não pode mais ser sustentada. A comunicação científica é primordial para disseminar a produção da ciência, premissas estas que vão ao encontro da necessidade de inserção dos conceitos de rede de colaboração através da interação dos pesquisadores para o fortalecimento da produção do conhecimento (NASCIMENTO, 2011).

A colaboração científica é resultado da interação de indivíduos para alcançar um determinado objetivo em comum, os seus efeitos são o ponto de estudo das redes de colaboração (NASCIMENTO, 2011; MENG; GUO, 2015). A formação da representação de redes obtida através da análise de redes sociais serve como técnica para o estudo e representação das relações de coautoria. (PARK; YOON; LEYDESDORF, 2016).

A coautoria pode ser encontrada na cooperação em projetos, artigos ou experimentos. Nas universidades a cooperação na produção em artigos recebe atenção especial, pois ela pode ser mensurada (MENG; GUO, 2015). A produção científica no Brasil é incentivada e parametrizada pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior),



órgão do governo federal que define os critérios de avaliação da produção intelectual e avalia como se desenvolvem as instituições de pesquisa, e grupos de pesquisadores. Também cabe destacar que o nível de produção científica da instituição e do pesquisador são avaliados para obtenção de recursos financeiros na aplicação de pesquisas (MARTINS, 2012). Identificar como as redes estão se desenvolvendo dentro das Universidades auxilia no desenvolvimento pedagógico, na medida em que a formação de pesquisadores parte delas. Medir se realmente há produção científica e de que forma ela acontece, se por meio de coautorias ou não, é justificável para se verificar se as propostas de ensino e pesquisa estão sendo aplicadas.

A partir das contribuições que a rede de colaboração e a coautoria representam para a difusão da produção científica, este artigo teve por objetivo traçar o perfil da rede de colaboração científica dos professores permanentes do programa de pós-graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul. Para a análise dos dados coletados foi utilizada a técnica de análise de redes sociais, através da qual é possível identificar os laços estabelecidos pelos atores da rede, estimar como se dá a colaboração entre eles e verificar de que modo a informação é disseminada, permitindo assim o alcance do objetivo proposto (NASCIMENTO, 2011).

Este artigo está organizado da seguinte forma: primeiramente apresenta-se uma revisão teórica dos conceitos de rede de colaboração, coautoria e análise de redes sociais, em seguida apresenta-se a metodologia utilizada incluindo os softwares que subsidiaram a análise, detalha-se o universo de pesquisa, as análises e os resultados encontrados e por fim apresentam-se as considerações finais e discutem-se possíveis trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 REDES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA E A COAUTORIA

Conceitos teóricos de rede são aplicados em estudos na área da colaboração científica, como forma de verificação do crescimento e evolução das colaborações, através da análise dos autores e das suas ligações, as quais indicam a força de interação em termos de colaboração entre os pares de autores (CHAKRABORTY; CHANDRA, 2016). Uma rede de colaboração é constituída por pesquisadores e artigos, e a rede por sua vez representa as relações de colaboração entre os pesquisadores (TIAN; LIAO; WANG, 2014; NEWMAN, 2001).

A colaboração científica ocorre quando dois ou mais pesquisadores trocam ideias, dados, ou compartilham seus laboratórios e geram como resultado desta colaboração a publicação de um artigo (GONÇALVES, 2011). Para medir a força da colaboração científica entre os autores são quantificados os artigos publicados em coautoria (EOM; FORTUNATO, 2011). Com o intuito de produzir melhor em menos tempo a coautoria foi instituída na produção de trabalhos científicos (NASCIMENTO, 2011). Uma coautoria ocorre quando dois autores publicam em conjunto um mesmo estudo (KOSEOGLU, 2016).

A intensidade da colaboração varia de acordo com a área de estudo em que é aplicada, estando presente de maneira acentuada nas ciências sociais, sendo portanto alvo de estudo através da análise qualitativa da literatura (MADAAN; JOLAD, 2014). As investigações a cerca da coautoria têm sido utilizadas para analisar fatores, comportamentos, desempenhos e motivações nas colaborações científicas. São aplicadas análises estatísticas por meio da representação de gráficos, adotando medidas de rede social como: centralidade, proximidade e intermediação (UDDIN; HOSSAIN; RASMUSSEN, 2013).

2.2 Análise de redes sociais

A construção do modelo de análise de redes sociais (ARS) advém de um esforço interdisciplinar, que se inicia com contribuições da sociologia, da psicologia e da antropologia.



A partir das ciências sociais e do comportamento foram construídos os conceitos, relações e estruturas da análise de redes sociais, os quais posteriormente passaram a contar com a inserção de conceitos da matemática, da estatística e da computação auxiliando nos esforços de investigação de trabalhos em todas as disciplinas (WASSERMAN; FAUST, 1994).

As pesquisas empíricas ou estudos teóricos realizados por meio da análise de redes sociais têm sido motivados em grande parte pelo interesse nos padrões de comportamento humano, possibilitando a disseminação deste conhecimento (NEWMAN, 2001). A análise de redes sociais é um campo de pesquisa das ciências sociais através da qual os investigadores tentam compreender as influências sociais e agrupamentos formados de um conjunto de pessoas ou grupos (MADAAN; JOLAD, 2014; NEWMAN, 2001). Parand, Rahimi e Gorzin (2016) complementam o conceito de análise de redes sociais definindo-a como uma estratégia que serve para investigar as estruturas sociais por meio do uso de teorias de rede que são representadas através de gráficos.

As redes ou sua representação gráfica são utilizadas como importante ferramenta para representar e facilitar a visualização das interações entre os indivíduos ou grupo de indivíduos. O conceito de rede pode ser entendido como “um grupo de indivíduos que, de forma agrupada ou individual, se relacionam uns com os outros, com um fim específico, caracterizando-se pela existência de fluxos de informação” (ALEJANDRO; NORMAN, 2005, p.2). As redes são compostas por três elementos básicos: nós (atores), vínculos (relações ou laços) e fluxos (ALEJANDRO; NORMAN, 2005; ANDRADE; DAVID, 2015). Na estrutura das redes os nós podem ser atores individuais, pessoas, equipes ou organizações que se conectam por meio de laços ou bordas os quais representam as relações ou interações de uma determinada rede (PARAND; RAHIMI; GORZIN, 2016, BORGATTI; FOSTER, 2003, CASTELLS, 1999).

As redes estão conectadas por meio de relacionamentos ou interações sociais provenientes de amizades, relações de trabalho, compartilhamento de informações, construindo ligações que vão formando ou modificando a estrutura de uma rede social (ANDRADE; DAVID, 2015). Um conjunto de laços distintos constitui uma relação e cada relação define uma rede diferente (BORGATTI; FOSTER, 2003). Uma estrutura social baseada em rede é um sistema dinâmico aberto. As redes por sua vez também são estruturas abertas que podem ser expandidas de forma ilimitada, integrando novos nós, desde que os mesmos sejam capazes de se comunicar dentro da rede (CASTELLS, 1999). As relações na análise de redes sociais podem ser direcionais, na qual um ator é tido como transmissor e outro como receptor, ou não direcionais na qual a relação é recíproca, ou seja, acontece a coautoria, dicotômicas as quais não apresentam relações entre os autores e valorada por meio da qual indica-se a força, a intensidade e a frequência das relações (NASCIMENTO, 2011).

Os dados coletados para análise das redes sociais são sistematizados por meio de matrizes. A análise estrutural da matriz utiliza operações matemáticas para mensurar os padrões da rede através de cálculos estruturais. As medidas de importância do pesquisador dentro da rede representam os principais cálculos utilizados na análise de redes sociais. Dentre essas medidas estão a densidade representada por meio de percentual e as medidas de centralidade atribuindo pesos às distâncias e ligações nas interações dos atores da rede (CERVANTES, 2015; MARTINS, 2012).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Definida a rede de estudo como sendo a análise da produção científica dos professores do Programa de Pós-Graduação da Universidade de Caxias do Sul, a pesquisa iniciou-se por meio de uma análise exploratória de cunho qualitativo, a partir da qual se utilizou como fonte para coleta de dados a Plataforma Lattes – CNPq, a qual dispõe da produção científica de todos os professores integrantes do programa. O primeiro passo foi quantificar a produção científica



de cada professor a partir das publicações de artigos existentes em cada currículo. Em seguida todos os artigos foram analisados para que se pudesse identificar a presença de coautoria entre os mesmos em suas publicações. A plataforma sucupira também subsidiou a pesquisa exploratória, fornecendo dados referentes a publicações do programa desde o seu surgimento no ano de 2006 até o ano de 2014.

Identificadas e quantificadas as relações de coautoria existentes entre os professores do programa, partiu-se para a análise quantitativa da pesquisa. Para isso, utilizou-se como fonte de compilação dos dados os Softwares Ucinet versão 6.620 e Netdraw versão 2.159. Estes softwares foram utilizados para aplicação dos conceitos de análise de redes sociais a verificação da produção científica dos professores do PPGA. Foi aplicada a matriz de coautoria gerada a partir da análise da Plataforma Lattes dos professores e os resultados foram apresentados através do auxílio da pesquisa descritiva.

3.1 UNIVERSO DE PESQUISA E ANÁLISES PRELIMINARES

Para a aplicação do objetivo proposto neste artigo convencionou-se como universo da pesquisa o corpo docente de professores permanentes do Curso de Pós-Graduação em Administração (PPGA) da Universidade de Caxias do Sul. O PPGA entrou em funcionamento em 2006, e se insere na política de pós-graduação da Universidade de Caxias do Sul (UCS), no tocante à expansão do ensino, pesquisa e extensão, com qualidade.

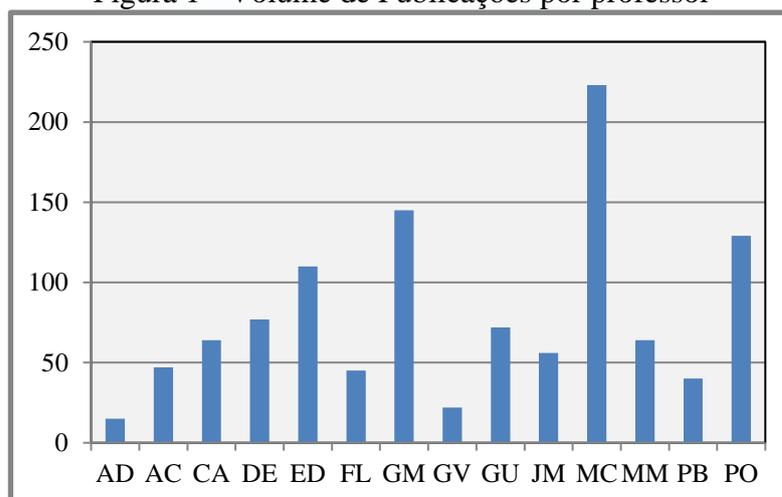
O programa mantém como áreas de concentração a estratégia e a inovação as quais se dividem em duas linhas de pesquisa: estratégia e operações e inovação e competitividade (UCS; PLATAFORMA SUCUPIRA, 2016). O curso oferecido pelo PPGA é formado por um corpo docente de 14 professores permanentes e demais professores colaboradores e visitantes (UCS, 2016). Para este estudo foram considerados somente os professores permanentes do programa, o qual se convencionou a utilização de siglas para facilitar a análise.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Análises quanto a publicações foram realizadas preliminarmente a aplicação dos conceitos de ARS, para verificar a existência de redes de colaboração, coautoria e volume de produção científica. Para isso, verificou-se por meio da Plataforma CNPq – Lattes o currículo de todos os professores permanentes do programa, de forma a investigar suas publicações (artigos). A partir dos dados apresentados na Figura 1, pode-se concluir que dos 14 professores permanentes do programa, os professores CA, DE, ED, GM, GU, JM, MC, MM, possuem individualmente mais de 50 artigos publicados em seus Lattes, sendo MC o que apresenta o volume visivelmente maior de publicação em relação aos demais totalizando 223 artigos publicados. Após a análise de todos os currículos chegou-se a um total de somente 41 artigos publicados individualmente pelos professores, demonstrando a presença de redes de colaboração em suas pesquisas, as quais foram verificadas com a constatação de coautorias com alunos, professores do programa, professores da instituição, e demais professores parceiros de outras instituições.



Figura 1 - Volume de Publicações por professor



Fonte: Elaborada pelos autores.

Dados constantes na Plataforma Sucupira (2016), representados na Tabela 1, demonstram a existência de produção científica através da coautoria com alunos do programa desde o seu início no ano de 2006. Conforme verificado, mantém-se acima de 50% o percentual de alunos que realizaram publicações conjuntamente com seus professores, tendo alcançado o percentual de 100% nos anos de 2011 e 2012, o que corrobora com os resultados encontrados na pesquisa realizada na plataforma CNPq - Lattes que apontou a presença das redes de colaboração nas publicações entre alunos e professores do PPGA.

Tabela 1 - Produção Científica PPGA

Turma	Ano	Percentual de publicações com professores
1	2006	81,81%
2	2007	80%
3	2008	90%
4	2009	94,73%
5	2010	93,75%
6	2011	100%
7	2012	100%
8	2013	92,31%
9	2014	82,27%

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.1 ANÁLISES E RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA ARS

Os demais resultados das análises da presença de redes de colaboração e da constatação da coautoria entre os professores do PPGA (UCS) são apresentados através da análise de redes sociais, uma ferramenta que permite conhecer as interações entre os indivíduos a partir da coleta de dados qualitativos. Aplicou-se uma série de técnicas com o auxílio de softwares, os quais permitiram ordenar essas interações, de modo que elas pudessem ser representadas por meio de gráficos ou redes (ALEJANDRO; NORMAN, 2005).



Para Cervantes (2015) uma rede ou gráfico $G = (V, E)$ é uma estrutura que consiste em um conjunto finito não vazio de vértices $V=V(G)$ e um conjunto $E = E(G)$ formado por pares de elementos de V , chamados de arestas. Para diagramação do gráfico utilizado nesta pesquisa, foi convencionada a utilização de uma matriz adjacente conforme modelo apresentado da Figura 2, na qual cada nó ou interação foi representada por “1”, e a não existência de interação representada por “0”.

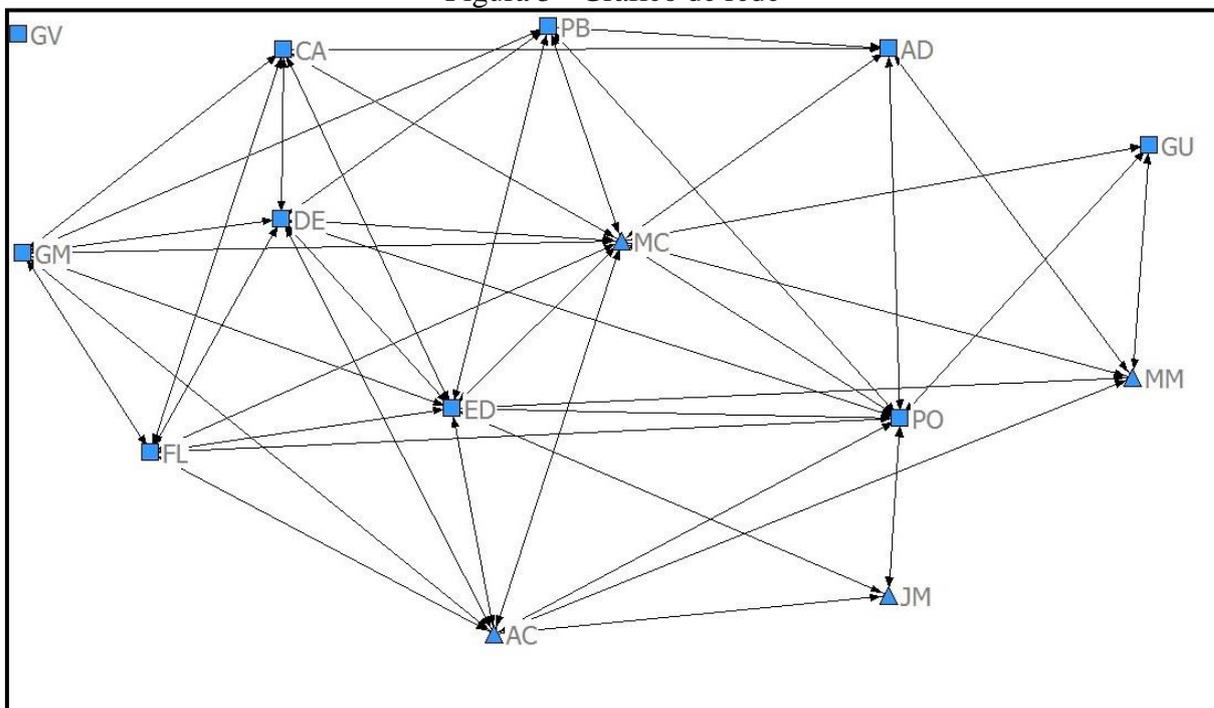
Figura 2 - Matriz

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Fonte: Adaptado de Cervantes (2015).

Construída a matriz de interações entre os atores estudados, o primeiro passo para poder analisar uma rede é a construção do gráfico. A representação da rede em forma de gráfico facilita a visualização das interações entre os professores e a compreensão das análises retiradas a partir dela. A Figura 3 apresenta o gráfico de rede de coautoria entre os professores do PPGA (UCS), construído com as seguintes características: as letras representam os professores e as formas dos nós o gênero (quadrado representa homens e triângulo mulheres).

Figura 3 - Gráfico de rede



Fonte: Ucinet.



A partir da visualização das interações apresentadas no gráfico de rede, observa-se que o professor GV não está conectado com os demais (isolado), ou seja, não apresenta nenhuma rede de colaboração com os professores do PPGA. Quando um ator não estabelece qualquer tipo de vínculo, diz-se que o nó está “solto” dentro da rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005). Dos restantes, todos apresentam interações. O sentido das setas indica o fluxo de interações entre os nós que pode ser unidirecional ou bidirecional. Para melhor entendimento pode-se observar na interação de MM com GU, na qual o sentido da seta aponta para ambos os lados, isto indica uma interação bidirecional. Neste gráfico em questão todos os nós que apresentam fluxos e interação são bidirecionais, pois em uma coautoria os artigos são citados sempre por todos os participantes da rede de colaboração. Quando a rede apresenta somente fluxos bidirecionais, isto quer dizer que temos uma matriz simétrica.

Após a análise gráfica do estudo de redes, aplicou-se uma análise mais detalhada das características da rede e de cada um de seus componentes através da análise de indicadores de rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005). O primeiro indicador calculado foi a densidade, a qual é expressa em porcentagem e apresenta a alta ou baixa conectividade da rede. A densidade indica o número de conexões presentes em uma determinada rede dividida pelo número máximo de conexões que poderiam existir se todos os atores estivessem conectados entre si, ou seja, mede o quociente entre o número de relações existentes pelas relações possíveis (ALEJANDRO; NORMAN, 2005; MARTINS, 2012). A medida de densidade de uma rede é expressa pela seguinte fórmula:

$$D = 2 \cdot L/g \cdot (g-1)$$

Interpreta-se a fórmula de modo que o L representa o número de conexões e o g representa o número de vértices presentes no gráfico (MARTINS, 2012). Com base na métrica calculou-se a densidade da rede em estudo e obteve-se o percentual de densidade de 48,35%, o que representa uma taxa de conectividade mediana.

Na análise de redes sociais um dos pontos de maior destaque é dado à significância do vértice, a qual indica a influência que o vértice representa na rede (CERVANTES, 2015). Os vértices recebem como parâmetro o nome dos atores (nós) da rede, que neste estudo foram representados pelos professores do PPGA (MARTINS, 2012). A forma que permite analisar o número de conexões de cada nó é chamada de centralidade. Dentro do conceito de centralidade utilizaram-se as suas abordagens mais usuais: o grau de centralidade (*degree centrality*), a centralidade de intermediação (*betweeness centrality*), e a centralidade de proximidade (*closeness centrality*).

O grau de centralidade mede o número de atores aos quais um ator está diretamente ligado e divide-se em grau de entrada e grau de saída. O grau de entrada representa a soma das interações que os outros nós têm com um determinado ator. O grau de saída representa a soma das interações que um determinado ator tem com os demais (ALEJANDRO; NORMAN, 2005). O grau de centralidade é obtido através da seguinte fórmula:

$$C_d(n_i) = d(n_i)/g-1$$

Na fórmula do grau de centralidade $d(n_i)$ representa a proporção de vértices que estão conectados ao nó que desejamos calcular o grau de centralidade, e g representa o número de vértices total da rede (MARTINS, 2012). A partir destas considerações analisou-se o grau de centralidade da rede conforme dados apresentados nas Tabelas 2 e 3. Os dados resultantes da análise de centralidade apontaram que o MC é o ator central da rede por apresentar os maiores graus de entrada e saída de interações respectivamente 11.000. Este ator também apresentou os



graus normalizados de entrada e saída no percentual de 84,6%, acima dos percentuais apresentados pelos demais professores confirmando a sua representatividade na rede.

Tabela 2 - Grau de centralidade

Professor	Grau de saída	Grau de entrada	Grau de saída normalizado	Grau de entrada normalizado
MC	11.000	11.000	84.615	84.615
ED	10.000	10.000	76.923	76.923
PO	9.000	9.000	69.231	69.231
AC	8.000	8.000	61.538	61.538
DE	8.000	8.000	61.538	61.538
FL	7.000	7.000	53.846	53.846
GM	7.000	7.000	53.846	53.846
CA	6.000	6.000	46.154	46.154
PB	6.000	6.000	46.154	46.154
MM	5.000	5.000	38.462	38.462
AD	5.000	5.000	38.462	38.462
GU	3.000	3.000	23.077	23.077
JM	3.000	3.000	23.077	23.077
GV	0.00	0.00	0.00	0.00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas do grau de centralidade

Estatística descritiva	Grau de saída	Grau de entrada	Grau de saída normalizado	Grau de entrada normalizado
Média	6.286	6.286	48.352	48.352
Desvio-padrão	2.864	2.864	22.033	22.033
Soma	88.000	88.000	676.923	676.923
Variância	8.204	8.204	485.449	485.449
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	11.000	11.000	84.615	84.615

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na sequência da análise foi calculada a centralidade por intermediação, a qual mede o número total de caminhos mais curtos entre os vértices (nós) (CERVANTES, 2015). A medida de intermediação de um nó é obtida calculando-se as vezes em que este aparece nos caminhos que ligam todos os nós da rede. Estes nós (atores) são chamados de atores ponte (ALEJANDRO; NORMAN, 2005). A centralidade por intermediação é calculada pela fórmula:

$$C_b(n_i) = \sum_{j < k} g_{jk}(n_i) / g_{jk}$$

Para o cálculo da centralidade por intermediação $g_{jk}(n_i)$ representa o número de caminhos mais curtos que interliga dois atores e que passam pelo ator i , para o qual se quer calcular o grau de intermediação (MARTINS, 2012). A rede estudada apresentou os graus de intermediação apresentados nas Tabelas 4 e 5. Conforme dados da Tabela 4, o nó MC deteve o



maior grau de intermediação 8.983, enquanto os nós PO, ED, AC, MM, AD, DE, CA, PB, GM, FL e GU, apresentaram graus menores e os nós JM e GV apresentaram grau de intermediação 0. Nesta condição o nó MC é o ator que aparece no maior número de caminhos para interligar outros nós, ou seja, o ator ponte. Os atores MC, PO, ED representaram em percentual respectivamente 11,5%, 9,6% e 8,3% do grau de intermediação da rede. Na comparação de todos os nós através do cálculo da média obteve-se o resultado de 6.286, a partir da qual se constatou que na totalidade da rede, o grau de intermediação é baixo e concentra-se em 3 nós.

Tabela 4 - Grau de intermediação

Professor	Grau de intermediação	Grau de intermediação normalizado
MC	8.983	11.517
PO	7.517	9.637
ED	6.533	8.376
AC	3.367	4.316
MM	1.533	1.966
AD	1.267	1.624
DE	1.167	1.496
CA	1.117	1.432
PB	0.950	1.218
GM	0.800	1.026
FL	0.567	0.726
GU	0.200	0.256
JM	0.00	0.00
GV	0.00	0.00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas da centralidade por intermediação

Estatística descritiva	Grau de intermediação	Grau de intermediação normalizado
Média	6.286	6.286
Desvio-padrão	2.864	2.864
Soma	88.000	88.000
Variância	8.204	8.204
Mínimo	0.00	0.00
Máximo	11.000	11.000

Fonte: Elaborada pelos autores.

A análise do grau de proximidade também contribuiu para a pesquisa da rede em estudo. O grau de proximidade representa a capacidade de um nó se ligar a todos os atores de uma rede. A proximidade nos diz o quão próximo um vértice (nó) se encontra em relação aos principais atores que estabelecem os fluxos em uma determinada rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005; MARTINS, 2012). A fórmula do grau de proximidade é representada da seguinte forma:



$$C_c(n_i) = 1 / \left[\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j) \right]$$

Para interpretação da fórmula entende-se que o membro $d(n_i, n_j)$, representa o número de linhas que existem no menor caminho que conecta o nó i e j dentro da rede (MARTINS, 2012). As tabelas 6 e 7 apresentam o resultado do cálculo de grau de proximidade da rede. As análises realizadas a partir dos resultados de proximidade demonstraram que o ator MC possui a menor distância calculada 27.000 para os demais nós da rede e apresentou um grau de proximidade normalizado de 48,1% o que indica uma melhor capacidade deste nó em ligar-se com os demais nós da rede. O Grau de proximidade baixo indica que o ator não se encontra bem posicionado dentro da rede. Conforme apresentado na Tabela 6 os atores GU e JM apresentaram as distâncias de 35.000 e o menor percentual de proximidade de 37,1% diante dos demais atores da rede.

Tabela 6 - Grau de proximidade

Professor	Distância	Grau de proximidade normalizado
MC	27.000	48.148
ED	28.000	46.429
PO	29.000	44.828
AC	30.000	43.333
DE	30.000	43.333
FL	31.000	41.935
GM	31.000	41.935
CA	32.000	40.625
PB	32.000	40.625
MM	33.000	39.394
AD	33.000	39.394
GU	35.000	37.143
JM	35.000	37.143
GV	0.00	0.00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 7 - Estatística descritiva da centralidade por proximidade

Estatística descritiva	Distância	Grau de proximidade normalizado
Média	31.231	41.867
Desvio-padrão	2.358	3.202
Soma	406	544.266
Variância	5.562	10.253
Mínimo	27	37.143
Máximo	35	48.148

Fonte: Elaborada pelos autores.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa propôs uma análise da rede de colaboração científica com o objetivo de traçar um perfil da produção científica encontrada na rede de colaboração dos professores do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul. Para compreender como as interações na produção científica acontecem, utilizaram-se como ferramentas, as técnicas de análise de redes sociais, as quais facilitaram a compreensão por meio de suas representações gráficas e dos resultados estatísticos que as análises disponibilizam.

As primeiras análises realizadas através do currículo Lattes dos professores apontaram a existência de redes de colaboração na produção de seus artigos, tanto com professores do programa, como com alunos e demais pesquisadores de outras instituições. Porém a análise das publicações isoladamente não é suficiente para traçar o perfil de produção científica da rede. Para reforçar os achados e complementar a pesquisa, adotou-se a metodologia de análise de redes sociais por meio da qual se utilizaram os recursos gráficos e estatísticos para medir a rede estudada.

Das técnicas utilizadas de análise de redes sociais a primeira aplicação foi a representação gráfica. As análises preliminares partiram da visualização do comportamento da rede, por meio da qual se constatou que o nó GV não apresentava conexões com a rede, e que os demais nós, apresentavam ligações bidirecionais, ou seja, interagem entre si. Porém cabe destacar que a rede apresentou densidade mediana, e a mesma é afirmada pela representação gráfica, de modo que os nós não apresentam a mesma quantidade de ligações, e quanto menor a densidade, mais baixa se encontra a conectividade.

Nas análises de centralidade os resultados da análise de grau apresentaram somente o nó MC como ator central, o que demonstra concentração no pesquisador. Na análise da centralidade por intermediação o ator MC também apareceu como único ator ponte, e os graus JM e GV apresentaram grau de intermediação 0. Na análise da média do grau de intermediação de toda a rede, confirmou-se o baixo grau de intermediação e a concentração nos nós MC, PO e ED. Os resultados do grau de proximidade também apontaram o ator MC, com a maior capacidade de se interligar aos demais nós da rede, e os atores JM e GU com as menores capacidades de interligação aos demais nós da rede.

Com base em todas as técnicas de análise aplicadas pode-se afirmar que a rede não é homogênea quanto a publicações. As análises apontaram concentração no ator MC nas interligações da rede e o ator GV como nó solto, ou seja, não faz parte da rede. Demais atores como JM e GU também apresentaram conectividade baixa com a rede, o que pode ser motivado pelo fato de os atores pertencerem a outras redes de colaboração, o que não foi alvo deste estudo. Considerando-se a rede na totalidade a colaboração apresenta baixa densidade, de modo que as redes internas de colaboração no programa devem ser reforçadas e incentivadas para tornar a produção conjunta um alicerce da produção científica, e um incentivo a cooperação científica para os alunos que ingressam no programa.

Este modelo de estudo pode ser aplicado a outras redes de colaboração e para pesquisas futuras as técnicas analisadas podem ser ampliadas conforme ferramentas disponíveis nos softwares de análise sociais, para análises de clusters, quantificação de publicações e verificação dos índices de confiabilidade. Quanto às limitações da pesquisa, a mesma concentrou-se na rede de professores do PPGA, porém o estudo pode ser expandido, para comparações com alunos, e análise das redes de professores que apresentaram mais conectividade na rede estudada.



REFERÊNCIAS

- ALEJANDRO, Velasquez Alvarez O; NORMAN, Aguilar Gallegos. **Manual introdutorio à análise de Redes Sociais**. 2005. Disponível em: <http://www2.unicentro.br/lmqqa/files/2016/05/Manualintrodutorio_ex_ucinet.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- ANDRADE, Deyvyd Manoel Condé; DAVID, Helena Maria Scherlowski Leal. Análise de redes sociais: uma proposta metodológica para a pesquisa em saúde e na enfermagem. **Revista de Enfermagem UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 23, p.852-855, 23 dez. 2015. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/enfermagemuerj/article/view/14861>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- BORGATTI, Stephen P.; FOSTER, Pacey C. The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology. **Journal Of Management**. Boston, p. 991-1013. 21 mar. 2003.
- CASTELLS, Manuel. **A era da informação: economia, sociedade e cultura**. São Paulo: Paz e Terra Ltda., 1999.
- CERVANTES, Evelyn Perez. **Análise de Redes da Colaboração Científica: Uma abordagem baseada em grafos relacionais com atributos**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/45/45134/tde-18122015-114014/pt-br.php>>. Acesso em: 25 jul. 2016.
- CHAKRABORTY, Roshni; CHANDRA, Joydeep. Link Dynamics in Scientific Collaboration Networks. **Comsnets**. Patna, p. 1-2. 23 mar. 2016. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7440004>>. Acesso em: 04 jul. 2016.
- EOM, Young-ho; FORTUNATO, Santo. Characterizing and Modeling Citation Dynamics. **Plos One**. Maribo, p. 23-35. 19 ago. 2011. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0024926>>. Acesso em: 04 jul. 2016.
- GONÇALVES, Viviane. **Colaboração científica em rede: caracterização dos pesquisadores integrantes do grupo de elite para formação da área de ciência da informação do Brasil**. 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência, Gestão e Tecnologia da Informação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/25552>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- KOSEOGLU, Mehmet Ali. Growth and structure of authorship and co-authorship network in the strategic management realm: Evidence from the Strategic Management Journal. **Business Research Quarterly**. Ankara, p. 153-170. 19 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2340943616300019>>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- MADAAN, Gaurav; JOLAD, Shivakumar. Evolution of Scientific Collaboration Networks. **Nternational Conference**. Washington, p. 7-13. 27 out. 2014. Disponível em:



<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7004346>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

MARTINS, Dalton Lopes. **Análise de redes sociais de colaboração científica no ambiente de uma federação de bibliotecas digitais**. 2015. 255 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência da Informação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000350852>>. Acesso em: 25 jun. 2016.

MENG, Jiana; GUO, Jun. Analysis of Researcher Co-authorship Network. **Ieee Computer Society**. Dalian, p. 283-286. 27 mar. 2015. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7096188>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

NASCIMENTO, Bruna S. do. **A ciência da informação do Brasil: um retrato da área através do estudo de autoria e da análise das redes de colaboração científica**. 2011. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Informação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/7846>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

NEWMAN, M. E. J. The structure of scientific collaboration networks. **Santa Fe Institute**. Santa Fe, p. 404-409. 16 jan. 2001. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/98/2/404.full.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

PARAND, Fereshteh Azadi; RAHIMI, Hossein; GORZIN, Mohsen. Combining fuzzy logic and eigenvector centrality measure in social network analysis. **Elsevier: Physica A**. Tehran, p. 378-437. abr. 2016. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0378437116300772/1-s2.0-S0378437116300772-main.pdf?_tid=1187a7a4-4f9d-11e6-8cbd-0000aacb35e&acdnat=1469144850_283fbf4b36c9c40f1c87b27af1fd9f0a>. Acesso em: 11 jul. 2016.

PARK, Han Woo; YOON, Jungwon; LEYDESDORFF, Loet. The normalization of co-authorship networks in the bibliometric evaluation: the government stimulation programs of China and Korea. **Springer**. Budapes, p. 712-749. 09 jul. 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11192-016-1978-2>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

SUCUPIRA, Plataforma. **Proposta do programa**. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/propostaPrograma/listaProposta.jsf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

TIAN, Sheng-wen; LIAO, Jian-xin; WANG, Jing-yu. Evolution model for scientific collaboration network with local-world information. **Sciencedirect**. Yanta, p. 15-20. 21 abr. 2014. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S1005888514602818/1-s2.0-S1005888514602818-main.pdf?_tid=ef913cc0-5120-11e6-b21f-0000aacb362&acdnat=1469311438_51b5065f7b6e4b8cf8b23a1dfe214ec4>. Acesso em: 23 jul. 2016.

UCS. **Programa de Pós-Graduação em Administração**. Disponível em: <<http://www.ucs.br/site/pos-graduacao/formacao-stricto-sensu/administracao/>>. Acesso em: 01 jul. 2016.



UDDIN, Shahadat; HOSSAIN, Liaquat; RASMUSSEN, Kim. Network Effects on Scientific Collaborations. **Plos One**. Sydney, p. 1-12. 28 fev. 2013. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0057546>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. **Social network analysis: methods and applications**. New York, U.S.: Cambridge University Press, 1994.