

Análise de redes em uma Instituição Pública Federal e seus aspectos estruturais

Thiago Rafael Nogueira Cardoso –thiagocardoso@yahoo.com.br
CEFET-MG

Crystyane Ferreira Bernardino –crys.ferber@gmail.com
CEFET-MG

Uajará Pessoa Araújo – uajara@yahoo.com.br
CEFET-MG

Área Temática: Inovação, Cooperação e Redes Organizacionais

Resumo

O presente artigo tem como objetivo analisar as redes dos programas de pós-graduação stricto sensu no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), em um corte transversal dos anos de 2013 a 2016. A investigação empregou métodos sócio-bibliométricos, utilizando os testes estruturais da teoria como (*small-world* e homofilia), e se embasou na teoria de redes. O método utilizado teve uma abordagem objetivista. Conclui-se ao avaliar as redes a presença de homofilia entre os programas e que as mesmas se comportam segundo a teoria de *small-world*. As redes apresentam características diferentes em sua composição podendo ser verificado através das análises sociométrica.

Palavras-chave: Redes Sociais; Sociometria; Produção Bibliográfica; CEFET-MG.

Abstract

The present article aims to analyze the networks of the graduate programs stricto sensu in the Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), in a transversal section from the years 2013 to 2016. The research employed socio-bibliometric methods, using the structural tests of theory as (*small-world* and homophilia), and based on the networks theory. The method used had an objectivist approach. It concludes by evaluating the networks the presence of homophilia between the programs and that they behave according to the theory of *small-world*. The networks present different characteristics in their composition and can be verified through the sociometric analysis.

Keywords: Social Networks; Sociometry; Bibliographic Production; CEFET-MG.

1. Introdução

No campo científico existem relações entre atores ou coletividades, constituindo-se como um sistema social (GIDDENS, 1989), de relações objetivas entre posições adquiridas que concorrem por uma espécie particular de capital, a legitimidade e a autoridade científica (BOURDIEU, 1998). Neste contexto, observa-se a forma como os pesquisadores se conectam através da produção de artigos científicos. Estas conexões são produzidas através de trabalhos colaborativos, nos quais ocorrem o compartilhamento de dados, equipamentos ou ideias que derivam em experimentos, análises de pesquisa e produtos científicos (KATZ; MARTIN, 1997).

Diversas pesquisas foram feitas para melhor entender o campo científico em todo o mundo utilizando-se da Análise de Redes Sociais, dada a disseminação da técnica nas mais diversas áreas, como por exemplo: Microeletrônicos (BALCONI; LABORANTI, 2006), Química (BADAR; HITE; BADIR, 2013), Biotecnologia (KARLOVČEC; MLADENIĆ, 2015), Psicologia (CUDINA; OSSA, 2016), Ciências Contábeis (NASCIMENTO; BEUREN, 2011). Este artigo se propõe a analisar as conexões geradas pela coautoria nos cursos de pós-graduação oferecidos no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), que contava com nove programas, no período de 2013 a 2016, sendo eles os Programas de Pós-Graduação em: Administração, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Engenharia da Energia, Engenharia de Materiais, Estudos de Linguagens, Educação Tecnológica, Multicêntrico em Química de Minas Gerais, e Modelagem Matemática e Computacional.

As atividades de Pesquisa e Pós-Graduação no CEFET-MG foram iniciadas no final da década de 80, com a criação da Assessoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão (AEPEX), e aprovação pela CAPES do primeiro Curso de Mestrado da Instituição, o Mestrado em Tecnologia, o qual foi instituído a partir de um convênio com a Loughborough University, Inglaterra. No Curso de Mestrado em Tecnologia foram defendidas 198 dissertações no período de 1992 a 2005, ano de sua extinção.

A partir de 2005, iniciou-se uma forte expansão da Pós-Graduação stricto sensu no CEFET-MG, com a recomendação, pela CAPES, de dois novos Cursos de Mestrado: Educação Tecnológica e Modelagem Matemática e Computacional. Nos anos seguintes mais seis propostas de Cursos de Mestrado foram recomendadas pela CAPES, dando origem aos Cursos de Mestrado em Engenharia Civil (2007), Engenharia da Energia (2008), Engenharia Elétrica (2009), Estudos de Linguagens (2009), Engenharia de Materiais (2010) e Administração (2014). Recentemente, o CEFET-MG passou a integrar o Programa de Pós-

Graduação Multicêntrico em Química de Minas Gerais (2016). E conta com os cursos de Doutorado em Modelagem Matemática e Computacional e o de Estudos de Linguagens iniciaram suas atividades em 2013 e 2015, respectivamente.

O número de matrículas (alunos regulares e especiais) nos cursos de pós-graduação stricto sensu aumentou de 195 no ano de 2005 para 1.207 no ano de 2016 (um aumento de mais de 500%). E o número de defesas de mestrado aumentou de 29 no ano de 2005 para 135 no ano de 2016 (um aumento de aproximadamente 465%). A produção científica no CEFET-MG acompanhou este crescimento e teve aumento expressivo a partir do ano de 2013, principalmente.

O presente artigo está organizado de forma a apresentar o referencial teórico através da teoria de redes sociais e os principais indicadores sociométricos. Em seguida apresenta-se a metodologia. O resultado é apresentado com gráficos das redes e análises bibliométricas dos programas. Finaliza-se com as principais observações encontradas e sugestões de temas futuros.

2. Referencial Teórico

2.1 Redes Sociais

A análise de redes é uma ferramenta para o estudo da ação social aplicável em níveis estrutural, individual e relacional, aplicando métricas para a investigação das relações sociais. No nível estrutural, a conectividade define os componentes de rede, com propriedades específicas de coesão, como a densidade. No nível do indivíduo, o principal conceito é a centralidade, relacionado à importância estrutural e proeminência de um indivíduo na rede. E ainda no nível relacional, que diz respeito a forma na qual os atores ocupam papéis nas redes (BARBOZA; LARUCCIA, 2016).

Entende-se redes sociais como um conjunto de participantes autônomos, unidos por ideias e recursos, em torno de valores e interesses compartilhados através dos contatos que se relacionam (MARTELETO, 2001). Esses laços podem ser fortes ou fracas (GRANOVETTER, 1973), sendo a força de uma relação uma combinação de muitos fatores como tempo, intensidade e intimidade. Entre os grupos que não se conectam, existem os chamados buracos estruturais. Para Burt (2017), estes buracos estruturais são uma oportunidade para intermediar os fluxos de informação entre as pessoas e ser o elo de controle de projetos que reúnem pessoas dos lados opostos do buraco.

As relações sociais facilitam a obtenção de recursos, entre eles a informação, pois por estas

relações a informação flui (COLEMAN, 1988). Quanto mais recurso perpassa por uma rede, mais qualificada ela se torna. Para Bourdieu (1998), esses recursos ajudam na explicação do conceito de capital social como recursos reais ou potenciais ligados a posse de uma rede.

A premissa por trás do conceito de capital social é bastante simples e direta, investimento nas relações sociais com retornos esperados (LIN, 2017). Segundo o mesmo autor, três situações podem ser oferecidas como resultados desta ação como a facilidade de acesso ao fluxo de informação, a possibilidade influenciar os agentes que desempenham um papel crítico nas decisões e utilização como credencial social.

A busca do capital social pode ser observada em diversas áreas da sociedade, inclusive na academia. Uma das aplicações que reúne estes conceitos é o estudo de redes de coautoria, que são um tipo de rede social baseada na investigação de colaboração entre unidades de pesquisa. Esta pode ser construída a partir de indivíduos (autores) ou instituições participantes na elaboração de artigos (LIU et al., 2005). Netas redes ocorrem o compartilhamento de ideias e técnicas de pesquisa, além de influência mútua entre os autores participantes (MOODY, 2004).

O estudo de redes colaborativas já tem certa tradição na academia brasileira, usualmente emprega análise sociométrica das ligações estabelecidas por coautoria ou parceria em projetos para traçar a estrutura do arranjo, discutir a sua dinâmica e revelar a lógica e o impacto das ligações (ARAÚJO ET AL, 2016).

2.2. Indicadores Sociométricos

Para o melhor entendimento do arranjo das redes é possível aplicar, além do sociograma, o uso de testes como Scale-free, *Small World*, Centro Periferia, Homofilia (ARAÚJO ET AL., 2017).

Para o teste de Scale-free Barabasi e Albert (1999) propuseram que algumas redes, quando complexas e grandes, apresentam um alto grau de auto-organização, sendo caracterizado pelo estado livre escala. Por esta teoria, independente do sistema ou dos constituintes da rede, a probabilidade $P(k)$ de um vértice na rede interagir com outros k vértices decai conforme a seguinte expressão: $Pk \sim k^{-\gamma}$. Este resultado indica que as grandes redes se auto-organizam em um estado de livre escala quando o valor de γ é um valor real positivo $2 < \gamma < 3$ medido para várias redes reais.

A teoria *Small World* (mundo pequeno) foi desenvolvida por Watts e Strogatz (1998) indicando que dois elementos quaisquer na rede estariam separados por um número pequeno

de intermediários, quando se toma o caminho mais curto (geodésia) (ARAÚJO ET AL., 2017). Estes autores ressaltam que o fenômeno *small worlds* ocorre quando atores em uma rede esparsa estão fortemente agrupados.

Segundo Rossoni e Guarido Filho (2009), *small worlds* remete ao contexto de que um indivíduo consegue acessar qualquer outro a partir dos relacionamentos que já possui. Ou seja, as pessoas mantêm uma quantidade de contatos pessoal e profissional limitada, no entanto um conjunto muito maior de pessoas poderá ser acessado devido às redes criadas por esses contatos, por acesso indireto.

Como pode haver uma diversidade de tamanho das redes, é relevante a comparação com redes aleatórias de mesmo tamanho. Somente assim é possível comparar as medidas de agrupamento e distância (WATTS,1999). Para a avaliação do fenômeno *small world* neste trabalho seguiu-se o formato utilizado por Rossoni (2013), onde o coeficiente de agrupamento aleatório é definido como k/n e a distância média aleatória como $\ln(n)/\ln(k)$, no qual n é o número de pesquisadores e k é a quantidade de laços. Faz-se uma comparação do modelo real com o modelo aleatório. Foi considerado a PL (Distância média real/ distância média observada) próxima de 1 e taxa e CC (Coeficiente de agrupamento real/ coeficiente de agrupamento observado) maiores que 1 (ROSSONI, 2013). E por fim é verificado o valor do coeficiente *small world* W criado por Uzzi e Spiro (2005), sendo necessário um valor maior que 1 para indicação dos mundos pequenos. Quanto maior o valor, maior a força de ocorrência desse fenômeno.

Outro teste interessante na ARS é o de homofilia, que demonstra que indivíduos tendem a formar laços com outros indivíduos que possuem características similares as suas (MCPHERSON; SMITH-LOVIN; COOK, 2001). O motivo para que isso ocorra é a lei do menor esforço, pelo qual a energia gasta para contactar alguém mais próximo é menor do que para outra mais distante (ROSSONI; GRAEML, 2009). O vínculo organizacional é uma fonte de homofilia, uma vez que permite ausências de barreiras e contatos contínuos, que podem ser observados na academia, local de trabalho dos pesquisadores.

A presença de homofilia é ratificada pelo indicador E-I Index. O indicador é o quociente entre o número de laços externos menos o número de laços internos de uma categoria e o número total de laços. O indicador varia de -1,0 a +1,0, e quanto mais próximo de -1,0 maior o índice de homofilia. Este número pode ser atestado pelo p-valor associado ao teste, que deve ser menor que 0,05 para que o mesmo seja significativo (ARAÚJO ET AL., 2017).

Além da homofilia, algumas redes apresentam a hipótese de centro periferia. Estrutura na qual

os atores do centro estão fortemente conectados entre si, enquanto os atores da periferia apresentam maior densidade de laços com os vértices centrais do que com seus pares periféricos (MCPHERSON; SMITH-LOVIN; COOK, 2001). Para Everett & Borgatti (1999) existem dois tipos de modelos centro-periferia. O primeiro é o modelo discreto contendo dois grupos distintos. O segundo é o modelo contínuo em que cada autor recebe um score na relação tornando mais flexível a quantidade de grupos estabelecida.

A centralidade é um outro conceito primordial na teoria das redes. Ela confere ao indivíduo uma vantagem estratégica. Quanto maior o número de conexões, maiores os recursos de rede que um indivíduo pode acionar. Os atores centrais têm uma situação social mais favorável quando comparados aos periféricos na rede. Eles possuem mais alternativas para satisfazer suas necessidades, uma vez que acumulam mais vínculos (FREEMAN, 1977).

Estes conceitos foram aplicados às redes dos programas de pós-graduação do CEFET-MG e os resultados se encontram no quarto capítulo deste trabalho. A seguir é apresentada a metodologia utilizada para se alcançar tais resultados.

3. Metodologia

A pesquisa tem uma abordagem quantitativa utilizando da sociobibliometria para seus fins descritivos. O método utilizado teve uma abordagem objetivista sendo respaldado pelas teorias de redes. Borgatti, Everett e Johnson (2013) apresentaram algumas implicações de alguns erros possíveis como na coleta de dados, omissão de algum vértice, inclusão indevida de uma ligação. No entanto, para a realização da pesquisa, toda atenção foi tomada desde a pesquisa para a composição da base até o tratamento dos dados.

Para a construção da base foram utilizados dados secundários extraídos da plataforma de dados abertos da Capes dos programas da instituição, no período de 2013 a 2016. Este conjunto de dados contém informações sobre a produção intelectual dos Programas de Pós-Graduação no Brasil tais como identificação do Programa, área de concentração, linha de pesquisa e publicações dos autores.

Nos dados extraídos foi realizado um double-check das informações e dos nomes dos autores uma vez que nomes identificados incorretamente poderiam prejudicar as análises em questão. Para se obter as redes e seus indicadores foram utilizados os softwares Pajek (DE NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2018) e Ucinet (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002).

O Pajek é um programa não comercializável desenvolvido em novembro de 1996 por Andrej Mrvar (Faculty of Social Sciences, University of Ljubljana) e Vladimir Batagelj (Faculty of

Applied Mathematics, University of Ljubljana). O software realiza análise de rede e visualização, e foi especialmente projetado para lidar com grandes conjuntos de dados. A versão utilizada foi o Pajek 5.4 32-bit.

O Ucinet desenvolvido nos anos 80 pela empresa Analytic Technologies é um software utilizado para análise de dados sociais. O sistema que até sua versão 4.0 operava em DOS, a partir da versão 5.0 o programa foi aprimorado para que atuasse na plataforma Windows. Para a elaboração da pesquisa, foi utilizada a versão 6.658 de 32-bit.

Os dados foram submetidos a um corte transversal, dos anos de 2013 a 2016. O fato de a maioria dos programas terem sua consolidação recentemente e a variação no tempo de funcionamento dos programas dificultou uma análise de corte longitudinal.

Para análise de nuvem de palavras foi utilizado o software Wordle. O sistema foi criado por Jonathan Feinberg em 2014 utilizando a plataforma em Java. Para as análises entre os programas retirou-se os artigos e preposições em português e inglês para melhor visualização das palavras mais importantes dos títulos dos artigos.

Considerou-se que a cada ligação de publicação tornou-se um “edge” pelo qual A publica com B, por consequência B publica com A. As principais análises serão apresentadas na próxima sessão.

4. Análise dos resultados

O estudo em questão buscou avaliar o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais e realizar análises dos seus programas de pós-graduação. Foram realizadas análises descritivas, bibliométricas e sociométricas dos 9 programas da instituição: P1 –Administração, P2 - Educação tecnológica, P3 - Engenharia Civil, P4 - Engenharia de Energia, P5 - Engenharia de Materiais, P6 - Engenharia Elétrica, P7 - Estudos de Linguagem, P8 - Modelagem Matemática e Computacional, P9 - Multicentro em Química. Para cada programa realizou-se também desenhos sociométricos com aplicação de algumas das principais teorias de redes para melhor compreensão da dinâmica estrutural. Na figura seguinte é possível observar além da estrutura da rede a filiação entre os programas. Através do indicador $E-I = -0.926$ verifica-se fortemente a presença de homofilia na rede do CEFET-MG. Ou seja, os pesquisadores do programa publicam entre pessoas do mesmo programa. A seguir é possível demonstrar alguns exemplos

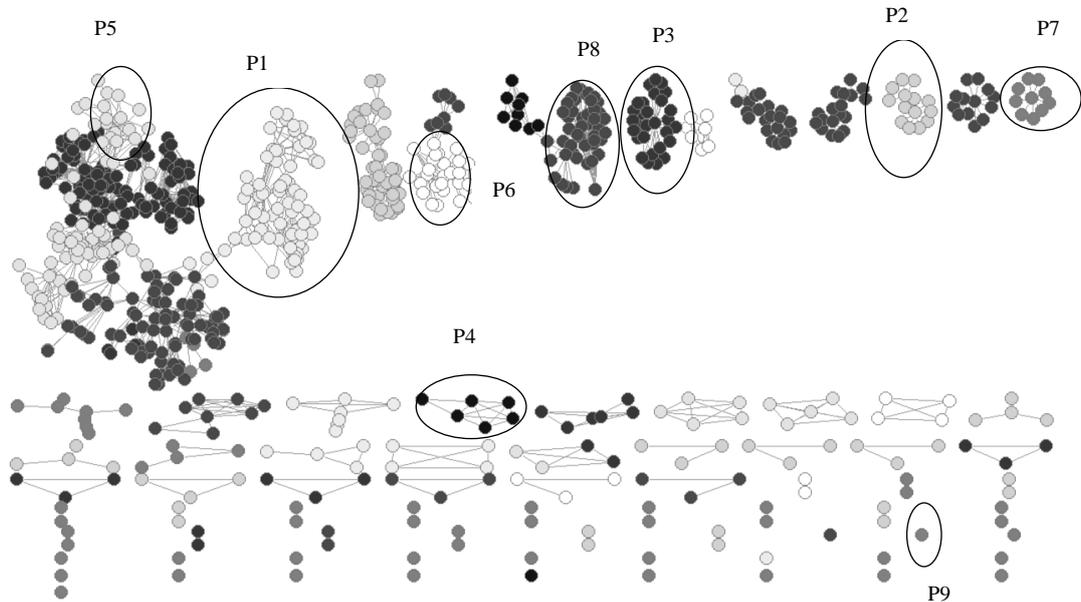


Figura 01. Características estruturais do Arranjo do Cefet-MG 2013-2016

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram considerados 773 pesquisadores entre docentes, dicentes e participantes externos ao programa, gerando um total de 572 artigos no período de 2013 a 2016. O ano de 2016 foi o ano de maior publicação do período com 207 artigos publicados.

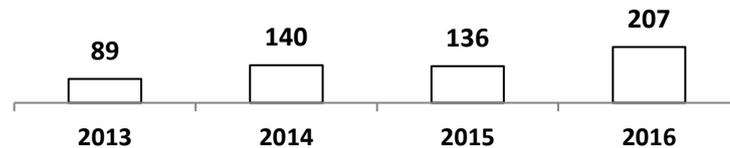


Gráfico 01. Quantidade de artigos publicados no Cefet-MG 2013-2016

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em média, os artigos publicados por pesquisadores vinculados ao Cefet-MG no período de 2013 a 2016 apresentam 3 autores por publicação com as seguintes quantidades de publicações: para um autor (142), dois autores (119), três autores (115), quatro autores (97), cinco autores (50) e seis ou mais autores (49). O curso de Modelagem e Matemática e Computacional lidera com 26% das publicações, seguidos por Estudos de Linguagens com 19% e Educação Tecnológica com 15%.

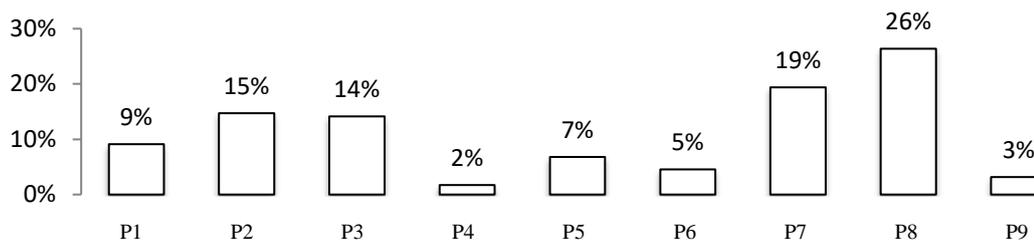


Gráfico 02. Percentual de publicações por programas de pós graduação Cefet-MG 2013-2016

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os programas de Modelagem Matemática e Computacional e Estudos de Linguagem foram os programas que alcançaram a maior pontuação. A pontuação foi obtida através dos seguintes critérios (A1: 100 pontos, A2: 80, B1: 60, B2: 50, B3: 30, B4: 20, B5:10, C e D: zero). As avaliações das revistas foram realizadas através da Plataforma Sucupira por classificação de periódicos quadriênio 2013-2016 em suas respectivas áreas. Ao se comparar o percentual de produção qualificada pelo total de produção do programa tem-se que o curso de Engenharia de Energia (UFSJ) possui 80% de suas publicações qualificadas, seguido por Engenharia Elétrica (UFSJ) com 73% das publicações qualificadas e Multicêntrico em Química com 72% das publicações qualificadas. Estes centros apesar de numericamente ocuparem entre as menores em quantidades de publicação, apresentam *high performance* nas publicações.

Tabela 01: Comparação pontuação entre os programas de pós graduação Cefet-MG 2013-2016

Classe	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total Geral
A1	2	7	15	0	6	4	8	25	5	72
A2	12	10	17	4	3	10	2	29	5	92
B1	7	23	22	4	2	5	30	40	3	136
B2	9	12	5	0	4	2	28	20	4	84
B3	9	9	3	0	12	0	9	11	0	53
B4	3	5	1	0	2	0	7	15	1	34
B5	1	13	11	0	7	4	17	8	0	61
C	0	4	4	0	2	1	7	3	0	21
N/C	9	1	3	2	1	0	3	0	0	19
Total Geral	52	84	81	10	39	26	111	151	18	572
A1 + A2 + B1	21	40	54	8	11	19	40	94	13	300
% Prod. Qualif.	40%	48%	67%	80%	28%	73%	36%	62%	72%	52%
Pont. Avaliada	2370	3980	4650	560	1630	1640	4740	8930	1300	29800
Pont. Média	45,6	47,4	57,4	56,0	41,8	63,1	42,7	59,1	72,2	52,1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os artigos quando publicados em A1, A2 e B1 são chamados de produção qualificada. O programa de Modelagem e Matemática Computacional e Engenharia Civil são os programas de maior número de produções qualificadas no período avaliado com 94 e 54 publicações, respectivamente.

Tabela 02: Autores com maior publicação entre os programas de pós graduação Cefet-MG

Pesquisadores	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total Geral
PATRICIA SANTIAGO DE OLIVEIRA PATRICIO			22		1				7	30
MARCIA GORETT RIBEIRO GROSSI		26								26
GRAY FARIAS MOITA			11					14		25
FLAVIO LUIS CARDEAL PADUA	1						3	19		23
ANA ELISA FERREIRA RIBEIRO							19			19
MARCONE JAMILSON FREITAS SOUZA								17		17
PATTERSON PATRICIO DE SOUZA			15						1	16
PAULO EDUARDO MACIEL DE ALMEIDA			4					11		15
PAULO HENRIQUE RIBEIRO BORGES			15							15
GIANI DAVID SILVA							8	6		14
LEONARDO DOS SANTOS LIMA								13		13
ALLBENS ATMAN PICARDI FARIA								13		13
LUIZ CARLOS ALVES DE OLIVEIRA			12							12
AUGUSTO CESAR DA SILVA BEZERRA			1		11					12
ADRIANA MARIA TONINI		12								12
TULIO HALLAK PANZERA			11							11
MARIA TERESA PAULINO AGUILAR			2		9					11
HUDSON FERNANDES AMARAL	11									11
ELIZABETH FIALHO WANNER	1		1		1			8		11
UAJARA PESSOA ARAUJO	10									10

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao avaliar os autores com maior número de publicações no Cefet-MG no período de 2013 a 2016 verifica-se que Patricia Santiago obteve 30 publicações no período com interações em 3 programas diferentes como de Civil, Materiais e de Química. Já a Marcia Gorete foi a segunda maior publicadora atuando apenas em um programa de Pós graduação de Educação Tecnológica. Para evidenciar os arranjos dos programas será apresentada a estrutura em redes dos pesquisadores. Em sequência é apresentada a tabela de indicadores contendo os principais índices utilizados para mensuração e comparabilidade das redes (número de vértices, densidade, total de linhas, grau médio entre outras). Percebe-se uma diferença na composição das redes, sendo algumas muito conectadas entre si e já outras mais esparsas.

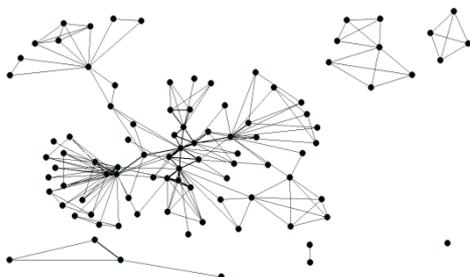


Figura 02. Administração 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.

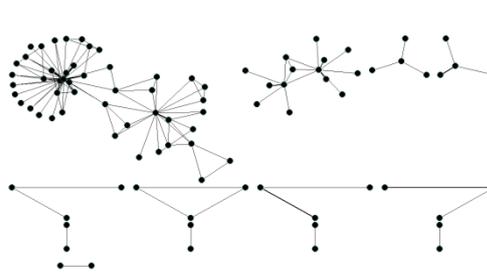


Figura 03. Educação Tecnológica 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.

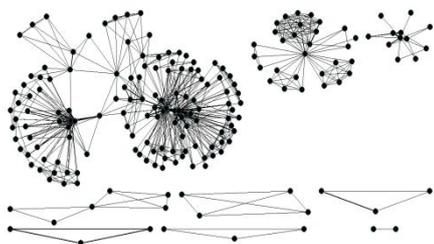


Figura 04. Engenharia Civil 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.

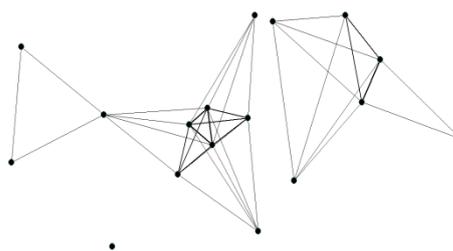


Figura 05. Engenharia de Energia 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.

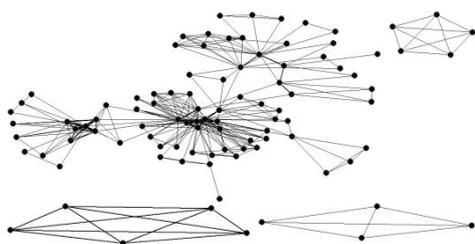


Figura 06 Eng. Materiais 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 07. Eng. Elétrica 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.

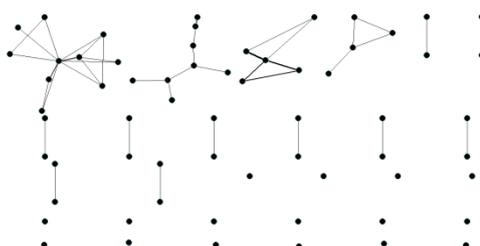


Figura 08. Estudos de Linguagem 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.

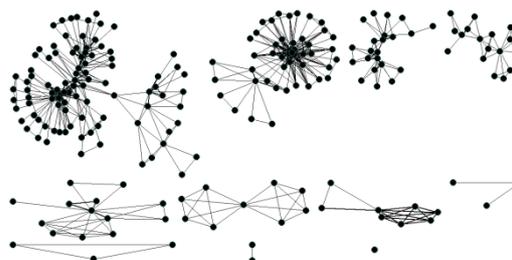


Figura 09. Matemática 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 10. Estudos de Química 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.

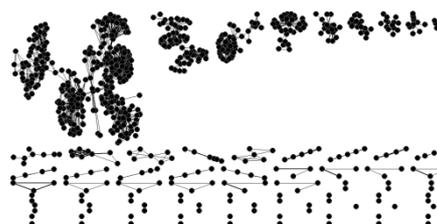


Figura 11. Estudos Cefet-MG 2013-2016
 Fonte: Elaborado pelos autores.

A seguir é apresentado os principais indicadores da rede. O programa de Estudos de Química não possui muito indicadores disponíveis uma vez que a rede não possui ligações.

O programa de maior densidade é o de Engenharia de Energia com uma densidade de 0,28. Este programa apresenta o mais alto número de ligações comparado as possíveis ligações que poderiam ser feitas; O programa de Estudos de Linguagem apresenta o maior número de componentes com 30 sub-redes totalmente conectadas entre si. Já o menor número de componentes é de Engenharia de Energia com apenas 3 componentes.

Tabela 03: Comparação pontuação entre os programas de pós graduação Cefet-MG

ID	Indicador	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total Geral
1	Grau médio	4213	2703	6342	4471	5711	5238	1333	4982	0	4864
2	Índice-H entrada	8	6	12	6	10	8	3	12	0	18
3	Grau de Centralidade	0,21	0,30	0,24	0,18	0,26	0,28	0,13	0,16	0,00	0,06
4	Centralização	0,20	0,30	0,24	0,17	0,26	0,27	0,13	0,16	0,00	0,06
5	Densidade	0,05	0,03	0,03	0,28	0,06	0,13	0,02	0,02	-	0,01
6	Componentes	6,00	13,00	9,00	3,00	4,00	5,00	30,00	11,00	7,00	73,00
7	Razao de componentes	0,05	0,13	0,04	0,13	0,03	0,10	0,47	0,05	1,00	0,09
8	Conectividade	0,66	0,29	0,49	0,44	0,74	0,41	0,05	0,25	-	0,24
9	Fragmentação	0,34	0,71	0,51	0,56	0,26	0,59	0,95	0,75	-	0,76
10	Fechamento	0,40	0,21	0,43	0,80	0,47	0,59	0,40	0,45	-	0,43
11	Distância média	3359	2623	2987	1467	3239	1927	1788	3253	-	5636
12	Dp da distância	1273	1056	1135	1	1313	1	1	1452	-	2545
13	Diâmetro	6	5	5	3	6	4	5	7	-	12
14	Indice Wiener	19376	6300	53878	176	22212	1372	354	40162	-	813500
15	Soma de Dependência	13608	3898	35842	56	15354	660	156	27814	-	669148
16	Largura	0,76	0,87	0,81	0,65	0,72	0,75	0,97	0,90	-	0,94
17	Compactação	0,24	0,13	0,20	0,35	0,28	0,26	0,04	0,10	-	0,06
18	Small Worldness	8471	1914	13231	3917	6857	5733	132390	21725	-	52861
19	Mutual	0,05	0,03	0,03	0,28	0,06	0,13	0,02	0,02	-	0,01
20	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00
21	Nulos	0,96	0,97	0,97	0,72	0,94	0,87	0,98	0,98	-	0,99

Fonte: Elaborado pelos autores.

O diâmetro do Programa de Engenharia de Energia é 3. Ou seja, a distância máxima de um pesquisador ao outro é alcançada em três passos. Esta medida de distância é importante por estar relacionada à capacidade de difusão da informação entre os autores do programa (CRUBELLATE ET AL., 2004). O programa de Matemática e Modelagem Computacional tem o diâmetro de 7. A seguir foi realizado a análise dos títulos das publicações realizadas pelos programas do Cefet-MG no período de 2013-2016. Verifica-se que existe uma relação entre a frequência de uma dada palavra e suas respectivas posição no ranking (GUEDES; BORSCHIVER, 2005).



Figura 12. Administração 2013-2016

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 13. Educação Tecnológica 2013-2016

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 14. Engenharia Civil 2013-2016
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 15. Engenharia de Energia 2013-2016
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 16. Eng. Materiais 2013-2016
Fonte: Elaborado pelos autores.

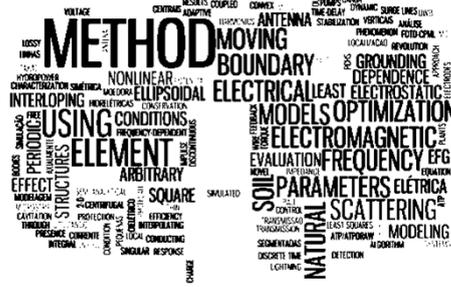


Figura 17. Eng. Elétrica 2013-2016
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 18. Estudos de Linguagem 2013-2016
Fonte: Elaborado pelos autores.

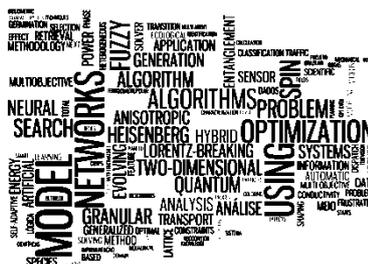


Figura 19. Matemática 2013-2016
Fonte: Elaborado pelos autores.

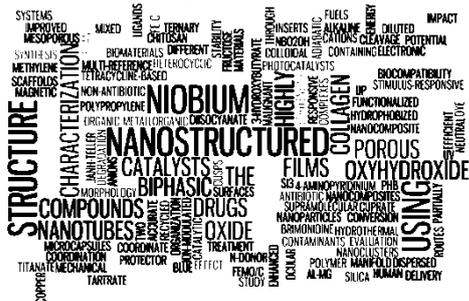


Figura 20. Estudos de Química 2013-2016
Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 21. Estudos Cefet-MG 2013-2016
Fonte: Elaborado pelos autores.

Procurou-se testar a hipótese de que as redes dos programas do Cefet-MG no período de 2013-2016 apresentam uma lógica do tipo *Small-World*. A hipótese não foi observada no programa de Química, uma vez que apresenta o maior componente com apenas 1 vértice e sem ligações. Este programa publicou um total de 18 artigos, todos individualmente pelos 7 pesquisadores. Segundo os parâmetros de Uzzi e Spiro (2005), todos os programas podem ser

considerados *Small-World* uma vez que o indicador Q foi superior a 1 em todos os casos. Neste caso pode-se acessar qualquer pesquisador da rede.

Tabela 04
Small-Worlds entre os programas de pós graduação Cefet-MG

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Geral	
Dados Observados	Vértices (n)	76	47	131	10	83	26	10	96	1	364
	Ligações (L)	175	87	453	26	251	86	15	216	0	1055
	$k = (L) / (n)$	2,30	1,85	3,46	2,60	3,02	3,31	1,50	2,25	0,00	2,90
	Densidade	0,06	0,08	0,05	0,57	0,07	0,26	0,33	0,05	0,00	0,02
	Distância Média Observada (PLObservado)	4,60	3,70	6,91	5,20	6,04	6,62	3,00	4,50	0,00	5,79
	Coefficiente de Agrupamento Observado (CC Observado)	1,41	2,17	1,71	1,38	1,42	2,29	1,17	1,47	-	1,42
Dados Aleatórios	Distância média Aleatória (PLaleatória= $\ln(n)/\ln(k)$)	5,19	6,25	3,93	2,41	3,99	2,72	5,68	5,63	-	5,54
	Coefficiente de Agrupamento Aleatório (Ccaleatório= $k/(n)$)	0,03	0,04	0,03	0,26	0,04	0,13	0,15	0,02	0,00	0,01
Small World	PLTaxa = PLObservado/Plaleatória	0,89	0,59	1,76	2,16	1,51	2,43	0,53	0,80	-	1,04
	Cctaxa = Ccobservado/Ccaleatório	46,47	55,15	64,59	5,32	39,03	17,99	7,78	62,63	-	177,96
	Coefficiente Small World Q Cctaxa/ PLtaxa	52,46	93,20	36,73	2,47	25,80	7,41	14,73	78,34	-	170,33

Fonte: Elaborado pelos autores.

5. Considerações Finais

Os programas de pós-graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) se diferem muito na configuração de suas redes, bem como nos indicadores que derivam dela. O próprio layout das redes já demonstram tal diferença e indicadores relevantes como densidade, número de componentes, conectividade, e o grau médio apresentaram bastante variação de um programa para outro. O programa de pós-graduação em Química apresenta uma estrutura mais atípica comparada com os demais. Os programas de Engenharia de Energia (UFSJ), Engenharia Elétrica (UFSJ) e Multicêntrico em Química apesar de não publicarem em grande quantidade fazem suas publicações geralmente em periódicos bastante qualificados (A1, A2, B1). O programa de modelagem em Matemática e Computacional apresentou o maior número de publicações.

Observa-se ainda pouca interação entre os programas. Os pesquisadores publicam, na grande maioria das vezes, apenas com pesquisadores de seu programa, não ocorrendo uma maior interdisciplinariedade.

As redes avaliadas se comportam segundo a teoria de *small world* o que remetem à situação de que “um indivíduo pode acessar qualquer outro a partir de seus relacionamentos” (ROSSONI, 2013 p.208). A hipótese de *Small worlds* pode ser observada dentro dos programas de pós-graduação, mas também na rede geral do Cefet como um todo.

Através da nuvem de palavras foi possível identificar alguns tópicos importantes dentro de cada Programa de pós-graduação. Como por exemplo, no programa de Modelagem Matemática e Computacional palavras como Networks, Fuzzy, Optimization, Models

ganharam destaque. Este estudo pode servir como comparativo para futuras análises sociobibliométricas do CEFET-MG, uma vez que os Programas de Pós Graduação da instituição tiveram sua consolidação há poucos anos. Os dados aqui demonstrados evidenciam as redes iniciais de alguns Programas.

Para análises futuras é interessante buscar os motivos que levam as diferentes topologias de rede. O fator tempo de funcionamento do programa poderia ser uma explicação para maior coesão da rede ou se o programa produzisse mais publicações. Outras análises possíveis seriam a comparação do CEFET-MG com outras instituições CEFET como no caso do Rio de Janeiro. Posteriormente comparar com o CEFET-PR, que em 2005 se transformou em Universidade Tecnológica. A comparação permitiria abordar diferenças e semelhanças entre as diversas estruturas.

6. Referências

- Araújo, U. P., de Brito, M. J., de Pádua Ribeiro, L. M., & Lopes, F. T. (2016).** Metainterpretação: quinze anos de pesquisa com o relatório da administração. *revista contabilidade & finanças*, 27(71), 217-231.
- Araújo, U. P., de Lourdes Mendes, M., Gomes, P. A., Coelho, S. D. C. P., Vinícius, W., & de Brito, M. J. (2017).** Trajetória e estado corrente da sociometria brasileira. *Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 28(2), 97-128.
- Badar, K., Hite, J. M., & Badir, Y. F. (2013).** Examining the relationship of co-authorship network centrality and gender on academic research performance: the case of chemistry researchers in Pakistan. *Scientometrics*, 94(2), 755-775.
- Balconi, M., & Laboranti, A. (2006).** University–industry interactions in applied research: The case of microelectronics. *Research Policy*, 35(10), 1616-1630. DOI:
- Barabasi, A.-l., & Albert, R. (1999).** Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286, 509-512.
- Barboza, A. P. C., & Laruccia, M. M. (2016).** Redes de Inovação: Os efeitos da colaboração em indústrias de petróleo e gás. *Revista de Administração*, 14(1), 220-241.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002).** Ucinet for Windows: Software for social network analysis.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2013).** Analyzing social networks. London: Sage.
- Bourdieu, P. (1998).** *O Capital Social–Notas Provisórias*. En Nogueira, MA; Catani, A.(Orgs.). *Escritos de Educação*.
- Burt, R. S. (2017).** Structural holes versus network closure as social capital. In *Social capital* (pp. 31-56). Routledge.
- CAPES.** Disponível em: < <http://www.capes.gov.br/acessoainformacao/institucional>>. Acesso em 3 de outubro de 2018.
- Coleman, J. S. (1988).** Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology*, 94, S95-S120
- Cudina, J. N., & Ossa, J. C. (2016).** The top 100 high-impact papers in Colombian psychology: a bibliometric study from WoS and Scopus. *Informação & Sociedade: Estudos*, 26(2).

- Crubellate, J. M., Rossoni, L., Mello, C. M., & Valenzuela, J. B. (2008).** Respostas estratégicas de programas paranaenses de mestrado/doutorado em administração à avaliação da CAPES: configurando proposições institucionais a partir de redes de cooperação Acadêmica. *Revista de Negócios*, Blumenau, 13 (2), 77-92.
- De Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2018).** *Exploratory social network analysis with Pajek*. Cambridge University Press.
- Everett, M. G., & Borgatti, S. P. (1999).** The centrality of groups and classes. *The Journal of mathematical sociology*, 23(3), 181-201.
- Freeman, L. C. (1977).** A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 35-41.
- Giddens, A. (1989).** *A Constituição da sociedade*. São Paulo: Martins Fontes.
- Granovetter, M.** The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, Chicago, v. 6, p. 1360- 1380. 1973.
- Guedes, V. L., & Borschiver, S. (2005).** Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. CINFORM–Encontro Nacional de Ciência da Informação, 6.
- Karlovčec, M., & Mladeníc, D. (2015).** Interdisciplinarity of scientific fields and its evolution based on graph of project collaboration and co-authoring. *Scientometrics*, 102(1), 433-454.
- Katz, J. S.; Martin, B. R.** What is research collaboration? *Research Policy*, Amsterdam, n. 26, p. 1-18, 1997.
- Lin, Nan.** Building a network theory of social capital. In: *Social capital*. Routledge, 2017. p. 3-28.
- Liu, X., Bollen, J., Nelson, M. L., & Van de Sompel, H. (2005).** Co-authorship networks in the digital library research community. *Information Processing & Management*, 41(6), 1462-1480.
- Marteleto, R. M.** Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 30, n. 1, p. 71-81, jan./abr. 2001.
- Mcperson, M., Smith-lovin, L., and Cook, J. M.** Birds of a Feather: Homophily in Social Networks . *Annual Review of Sociology* 27 (1): 415–444, 2001.
- Moody, J. (2004).** The structure of a social science collaboration network: disciplinary cohesion from 1963 to 1999. *American Sociological Review*, 69(2), 213-238.
- Nascimento, S. D., & Beuren, I. M. (2011).** Redes sociais na produção científica dos programas de pós-graduação de ciências contábeis do Brasil. *RAC-Revista de Administração Contemporânea*, 15(1).
- Rossoni, Luciano.** Agência e redes mundos pequenos: uma análise multinível da produtividade acadêmica. *Revista de Administração Mackenzie (Mackenzie Management Review)*, v. 15, n. 1, 2013.
- Rossoni, Luciano; Guarido Filho, Edson Ronaldo.** Cooperação entre programas de pós-graduação em administração no Brasil: evidências estruturais em quatro áreas temáticas. *RAC-Revista de Administração Contemporânea*, v. 13, n. 3, 2009.
- Uzzi, B., & Spiro, J. (2005).** Collaboration and creativity: the small world problem. *American Journal of Sociology*, 111(2), 447-504.
- Watts, D. J. (1999).** Networks, dynamics, and small-world phenomenon. *American Journal of Sociology*, 105(2), 493-527.
- Watts, D. J., Strogatz, S. H. (1998).** Collective dynamics of “small-world” networks. *Nature*, 393(4), 440-442.