

COLABORAÇÃO CIENTÍFICA E ANÁLISE DAS REDES SOCIAIS

MARIA DE FATIMA SANTOS MAIA^{*}
SÔNIA REGINA ZANOTTO^{**}
SÔNIA ELISA CAREGNATO^{***}

RESUMO

O presente estudo apresenta a análise das redes de colaboração de uma comunidade científica da área da saúde, através das co-autorias dos artigos publicados em um período de doze anos (1991-2002). Foram analisados os agrupamentos de autores, suas relações, conexões e padrões de relacionamento, com o objetivo de reponder as seguintes questões: 1) Existe relação entre produtividade e colaboração? 2) Os indivíduos que compõe a rede foram sempre os mesmos ao longo do período estudado? 3) Quais as características de agrupamentos dos autores em artigos científicos? 4) Os agrupamentos tem um tamanho constante ou se alteraram ao longo do tempo? Os resultados mostram que, nesta comunidade específica, não foi encontrada relação entre número de autores e produtividade. Foi evidenciado um padrão de publicação bastante colaborativo, pois o grafo da rede que representa as colaborações mostra um número de laços relacionais que cresceu ao longo do período.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação científica. Colaboração científica. Análise de Redes Sociais (ARS).

ABSTRACT

This study seeks to analyze the networks of scientific collaboration of a community health care, through co-authorship of articles published over a period of twelve years. We analyzed the groups of authors, their relations, connections and relationship patterns, in order to responds to questions such as: 1) Is there a relationship between productivity and collaboration? 2) The individuals that make up the network have always been the same throughout the study period? 3) What are the characteristics of groups of authors in scientific papers? 4) The clusters have a constant size or changed over time? The results show that this particular community, there was no relationship between number of authors and the number of articles published in

^{*} Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

^{**} Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

^{***} Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

the period. However, a characteristic was evident very collaborative, where most of the actors of the network connections and have many different backgrounds or groups, maintaining a central role throughout the period. Finally, social network analysis (SNA) was effective for the proposed study.

KEYWORDS: Scientific collaboration. Co-authorship. Social Network Analysis (SNA).

1 INTRODUÇÃO

A forte relação entre o desenvolvimento científico e sócio econômico tem proporcionado um interesse crescente pela compreensão dos mecanismos que envolvem as atividades científicas, sendo possível apontar diversos trabalhos que analisam elementos da sua construção, tais como, o impacto na economia (MARCONDES, 2001), a observação de sua face histórica (BURKE, 2003), as características da linguagem e dos discursos empregados na comunicação científica (HOFFNAGEL, 2009), ou ainda as relações de colaboração entre pesquisadores (DING, 2011).

No contexto dos estudos sobre colaboração científica, o presente trabalho trata a questão partindo de uma abordagem ampla para uma mais específica. No nível macro está a busca por características e propriedades referentes à construção do conhecimento científico, a seguir são analisados os artigos científicos, depois o foco passa para os seus autores e, por fim, na perspectiva mais específica, encontram-se as relações de colaboração nas autorias dos artigos analisados.

No que se refere aos aspectos metodológicos, os estudos sobre colaboração na ciência utilizam diferentes estratégias, ferramentas e delineamentos, sendo que aqui serão utilizadas as análises de redes sociais (ARS), que “colocam o foco central nas relações sociais, e não nos atributos dos grupos ou indivíduos” (MARTELETO, 2010).

Portanto, a partir das co-autorias dos artigos publicados por uma comunidade científica específica, analisaremos os agrupamentos dos autores, as suas relações, conexões, padrões e as alterações ocorridas em um determinado período de tempo.

Vale salientar que algumas indagações impulsionaram a elaboração do trabalho e, entre as principais, se pode destacar: 1) Existe uma relação entre produtividade e colaboração? 2) Os indivíduos que fazem parte das redes são sempre os mesmos? 3) Quais as características dos agrupamentos dos autores de artigos

científicos? 4) Os agrupamentos tem um tamanho constante ou se alteraram ao longo do tempo?

Portanto, buscando responder essas indagações, analisaremos as redes de colaboração de uma comunidade científica da área da saúde ao longo de um período de doze anos (1991-2002). Os dados resultantes deste trabalho podem ser entendidos como uma, entre muitas, das faces ou características da construção do conhecimento no Brasil.

2 COLABORAÇÃO CIENTÍFICA E ANÁLISES DE REDES SOCIAIS

A colaboração científica é um fenômeno complexo que pode ser definido como a interação entre dois ou mais cientistas em um determinado contexto social, que proporciona o compartilhamento de atividades no sentido de atingir objetivos comuns (SONNENWALD, 2007). Ainda segundo a mesma autora, a colaboração científica ocorre dentro do amplo contexto social da ciência, que inclui elementos como a revisão pelos pares, sistemas de recompensas, colégios invisíveis, paradigmas científicos, políticas científicas nacionais e internacionais, bem como normas disciplinares e acadêmicas que atuam como mediadoras e reguladoras dos processos de colaboração (SONNENWALD, 2007).

Atualmente, é possível observar um aumento no número de trabalhos científicos compartilhados, impulsionados, principalmente, pelas facilidades de comunicação e rapidez no intercâmbio de informações. Além disso, trabalhar em colaboração proporciona economia de tempo, de recursos financeiros e materiais e, sendo assim, é também estimulado pelas agências financiadoras de pesquisas (MEADOWS, 1999).

Neste contexto, observa-se também um esforço em buscar as melhores formas de abordagem e o desenvolvimento de métodos, procedimentos e ferramentas que auxiliam na sistematização da análise de dados que envolvem os processos de colaboração na construção do conhecimento (VANZ; STUMPF, 2010) e, entre muitos, destaca-se aqui as análises de redes sociais.

As análises de redes sociais (ARS) são utilizadas desde a metade da década de 1930, porém, só a partir da década de 90 é que houve um aumento mais significativo no interesse pelo tema e no desenvolvimento de técnicas e ferramentas que auxiliam na representação e no entendimento das relações entre, por exemplo, indivíduos, instituições ou países (CARRINGTON *et al.*, 2005).

Os estudos de redes são conduzidos a partir das análises das relações entre determinados conjuntos de objetos denominados de atores ou nós, sendo que o foco principal não está nas características de cada unidade, mas sim nas relações entre elas. As relações entre pares de atores ou nós são representados por linhas denominadas de laços relacionais.

No que se refere a metodologia, o estudo destas relações se dá a partir da construção de matrizes, denominadas sociomatrizes (*sociomatrix*) que representam o número de vezes que cada unidade se relaciona com as demais, método também conhecido como “rede de dados quem para quem” (*who to whom*) (MARSDEN, 2005). Portanto, a primeira etapa para a realização de análises de redes sociais é a construção da sociomatriz. A etapa seguinte consiste na elaboração gráfica dos relacionamentos que, construídos a partir de modelos matemáticos e da teoria dos grafos, descrevem e representam as características das relações entre os atores (HANNEMAN, 1998; BARABÁSI, 2009). A seguir destacamos alguns dos conceitos básicos das ARS:

a) Distância geodésica – é a unidade de medida de espaço entre os atores da rede ou o número de laços existentes no caminho mais curto entre um par de atores A representação gráfica da rede se denomina grafo e o diâmetro de um grafo é a maior distância geodésica entre todos os pares de nós presentes (PARREIRAS *et al.*, 2006).

b) Centralidade – é o conceito mais utilizado nas análises de redes sociais, pois quase todos os estudos empíricos tentam identificar os atores mais importantes no contexto geral da rede (EVERETT; BORGATTI, 2005). Há diferentes formas de abordar estas posições e distâncias, tais como os graus de proximidade e de intermediação.

c) Grau de proximidade – um ator possui um maior ou menor grau de proximidade de acordo com a distância geodésica que apresenta em relação aos demais. Um maior grau de proximidade significa ter mais facilidade de acesso ao contato com outro determinado ator no contexto da rede (HANNEMAN, 1998).

d) Grau de intermediação – significa a posição que determinado ator ocupa em relação a um par de atores. O grau de intermediação é calculado a partir da frequência com que cada ator aparece nos caminhos geodésicos entre todos os pares de atores da rede (HANNEMAN, 1998). Associado ao conceito de grau de intermediação está o conceito de Hubs – que são os nós ou atores que possuem um grau maior de intermediação, são os principais

conectores da rede, isto é, possuem um número elevado de *links* capazes de estabelecer a conexão de diferentes grupos. Ao abordar sobre a importância destes conectores, Barabási (2009) afirma que da perspectiva dos *hubs*, o mundo é muito pequeno, pois através deles é possível conseguir contato com um grande número de atores ou nós.

e) Coeficiente de clusterização – está associado ao conceito de densidade e coesão, significando o número total de laços relacionais encontrados em determinada rede, dividido pelo total de laços possíveis. Por exemplo: densidade 0,60, significa que a rede analisada possui 60% de links de um total possível (BARABÁSI, 2009; BROWNSON *et al.*, 2010).

f) Cluster – aglomerado gigante de nós no qual, “partindo de qualquer nó, poderemos chegar a qualquer outro navegando pelos *links* existentes entre os nós” (BARABÁSI, 2009, p.16).

No contexto das ARS, são inúmeros os conceitos que auxiliam no entendimento do fenômeno das relações entre os atores, entretanto, neste trabalho os conceitos descritos acima darão conta do que se pretende apresentar na seção de resultados.

3 METODOLOGIA

A colaboração científica pode ser medida a partir dos vínculos entre pesquisadores, instituições ou países que compartilham autoria em trabalhos acadêmicos (VANZ *et al.*, 2010). Neste estudo, as análises de colaboração foram feitas através das co-autorias em artigos de periódicos, de um grupo específico de pesquisadores da área da saúde.

O primeiro passo consistiu em reunir em um banco de dados todas as referências dos artigos publicados pelos pesquisadores que atuam no Centro de Pesquisas Epidemiológicas (CPE) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEl).

Após a limpeza e os procedimentos de consistência dos dados bibliográficos, estes foram analisados com o uso dos *softwares* Ucinet¹, BibExcel² e Microsoft Access³.

O Bibexcel é um software livre desenvolvido por Olle Persson (Umeå University, Suécia) que disponibiliza diversas ferramentas

¹ Disponível em: <http://www.analytictech.com/ucinet>

² Disponível em: <http://www8.umu.se/inforsk/Bibexcel>

³ Disponível em: <http://office.microsoft.com/pt-br/>

para análises descritivas de produtividade, citações ou análises de co-autoria, a partir dos dados bibliográficos. O *software* possibilita isolar uma variável ou combinação destas a partir da delimitação dos campos dos registros bibliográficos. Depois de isolados, vários procedimentos específicos são necessários para gerar a sociomatrix ou matriz de co-autoria.

Após gerar as matrizes no Bibexcel, as análises de redes foram realizadas com o auxílio do *software* Ucinet, desenvolvido por Steve Borgatti e colaboradores, comercializado pela *Analytic Technologies*. O Microsoft Access foi utilizado para gerar a lista de autores novos, ou que não estavam presentes nas autorias dos artigos publicados no ano anterior.

Para tratar das questões norteadoras apresentadas na introdução deste trabalho, é necessário especificar o tipo de análise que será realizada para responder cada uma delas, isso é o que se pode conferir na tabela abaixo.

TABELA 1 – Questões e utilização das estratégias de análise.

Questão	Estratégia de análise
1. Existe uma relação entre produtividade e colaboração?	Quantidade de artigos, autores e laços relacionais.
2. Os indivíduos que compõe a rede são sempre os mesmos?	Quantidade de autores novos a cada ano.
3. Quais as características dos agrupamentos dos autores de artigos científicos?	Quantidade de laços relacionais, de novos autores e subgrupos.
4. Os agrupamentos tem um tamanho constante ou se alteraram ao longo do tempo?	Quantidade de atores e clusters que compõe a rede ao longo do período.

FONTE: Dados da pesquisa

4 RESULTADOS

A seguir estão descritos os resultados, conforme as questões norteadoras e as estratégias de análise da Tabela.

Questão 1. Existe uma relação entre produtividade, número de autores e de colaborações?

Observando-se a Figura 1, não é possível afirmar que há uma relação entre número de autores e artigos publicados. Entretanto, a linha que representa a quantidade de laços relacionais tem um movimento ascendente no período estudado, o que mostra um crescimento de maior grandeza que o número de artigos e autores. Também é possível observar uma sincronia no crescimento das três

variáveis até 1996. Entretanto, em 1997 essa sincronia se desfaz, ficando claramente oposta a partir de 2000. Portanto, nos primeiros seis anos se observa uma associação entre as variáveis e, nos seis últimos, não.

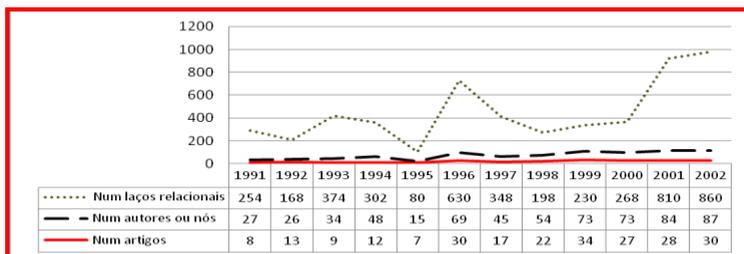


FIGURA 1 – Relação entre número de artigos, autores e laços relacionais. CPE/UFPEl (1991-2002).

Questão 2. Os indivíduos que compõe a rede forma sempre os mesmos?

Não, pois conforme nos mostra a Tabela 1 e Figura 2, no período estudado houve uma constantemente renovação de autores, em relação ao ano anterior. Por exemplo, na Tabela 2, no ano de 96, dos 68 autores que publicaram artigos, a maior parte deles (90%), não compartilhou autoria de artigos no ano anterior (1995).

TABELA 2 – Proporção de autores novos em cada ano (%)

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02
Num. autores ou nós	27	26	34	48	15	69	45	54	73	73	84	87
Num de autores novos		20	21	32	3	62	22	35	54	41	68	63
% de autores novos		77	62	67	20	90	49	65	74	56	81	72

FONTE: Dados da pesquisa

Na Figura 2 se pode verificar, por exemplo, que dos 34 autores que compartilharam autoria em 1993, 21 eram diferentes dos 26 de 1992. Essa relação entre autores novos e número de artigos é percebida, nitidamente, nos anos 1994, 95, 96, 97, 98, 99 e 2000, portanto, é possível inferir que a incorporação de novos autores está associada a produção de mais artigos

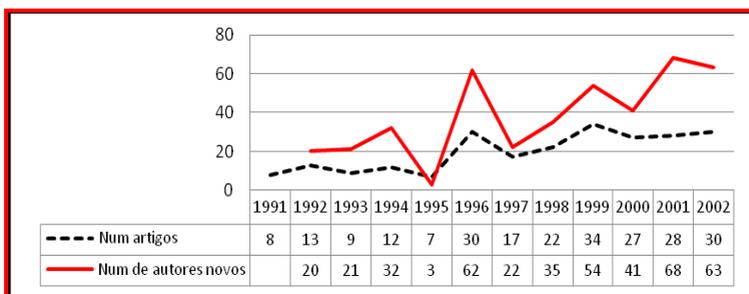


FIGURA 2 – Relação entre número de artigos e novos autores. CPE/UFPEL (1991-2002).

Questão 3. Quais as características dos agrupamentos dos autores de artigos científicos?

A comunidade científica analisada evidencia uma característica bastante colaborativa, na qual a maior parte dos atores da rede apresentam muitas conexões. Abaixo, nas Figuras, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 estão as representações gráficas das redes de colaboração ao longo dos 12 anos. Pode-se verificar que as redes foram ficando mais densas, tanto no que diz respeito ao número de autores como na quantidade de conexões ou laços relacionais.

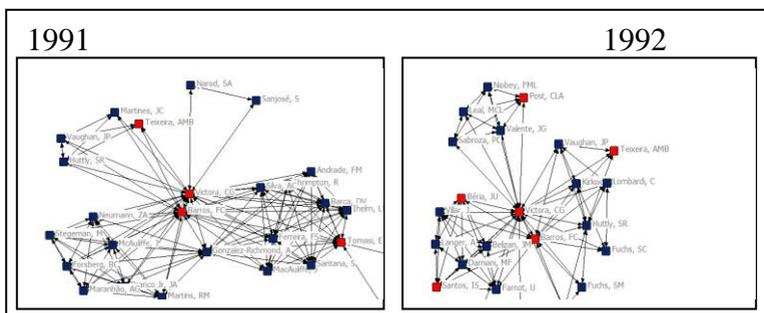


FIGURA 3 – Rede de colaborações dos pesquisadores do CPE/UFPEL (1991-92).

Em todas as redes ou grafos, estão destacados em vermelho os pesquisadores locais e em azul aqueles que não fazem parte da comunidade de pesquisadores do CPE/UFPEL. Portanto, percebe-se que constantemente novos autores compartilharam as autorias dos artigos analisados. Quanto aos laços relacionais, em 1991 não há atores desconectados dos demais, porém em 1992, no lado inferior direito da rede dois pesquisadores se desvincularam dos demais, formando um subgrupo.

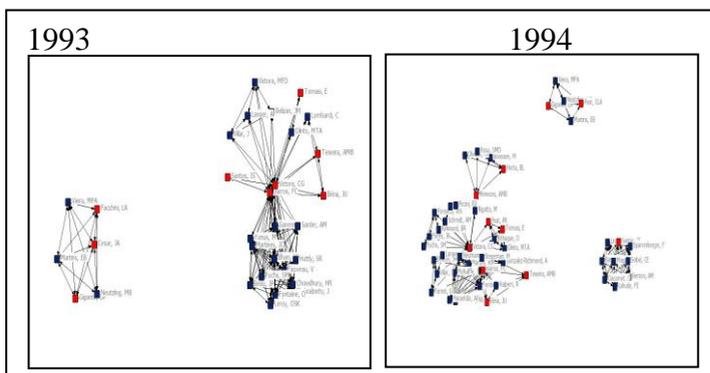


FIGURA 4 – Rede de colaborações dos pesquisadores do CPE/UFPel (1993-94).

Em 1993 também se observa um subgrupo formado por três pesquisadores da equipe, sendo que é o mesmo do subgrupo de 1992. Em 1994 formam-se dois subgrupos, um com dois e outro com um dos pesquisadores do CPE/UFPel.

Em 1991 e 1995 quando todos os pesquisadores do CPE/UFPel se relacionam, isto é, quando não houve a formação de subgrupos totalmente isolados, são os anos que apresentam um menor número de artigos publicados. Futuramente, é relevante investigar de forma mais detalhada o ano de 1995 (abaixo), pois apresentou a menor quantidade de artigos publicados, poucos laços relacionais, mas todos os pesquisadores colaboraram.

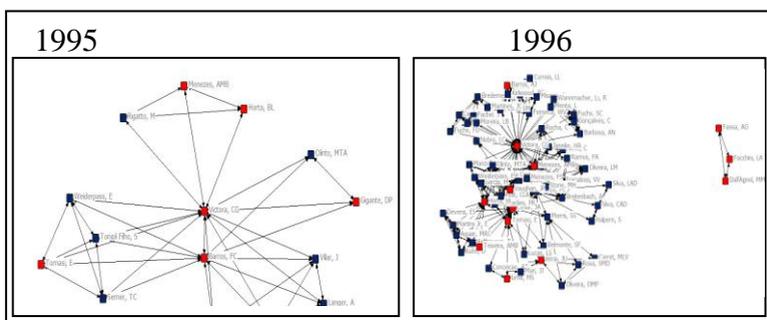


FIGURA 5 – Rede de colaborações dos pesquisadores do CPE/UFPel (1995-96).

No que se refere as características da rede, um detalhe importante a salientar é que o autor que está no espaço central do grafo, ou seja, o que possui o maior grau de centralidade, é o mesmo em todo o período analisado. Esta característica indica que

ele é o pesquisador que tem um maior poder na rede. Sendo assim, se por algum motivo houvesse a necessidade transmitir alguma informação ou influenciar este grupo de indivíduos, uma boa estratégia seria fazer contato com o ator central, pois através dele se teria mais chances de conexão com todos os demais.

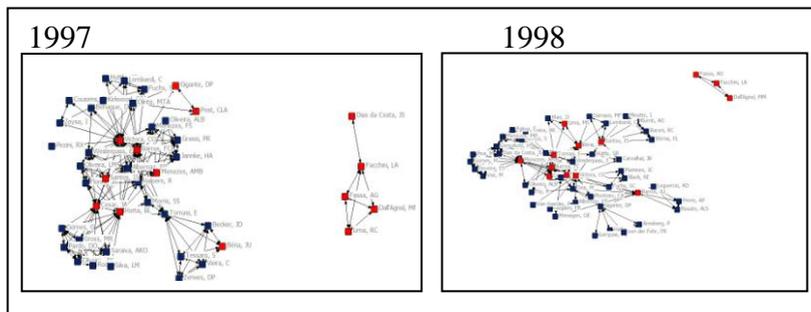


FIGURA 6 – Rede de colaborações dos pesquisadores do CPE/UFPEl (1997-98).

Em 1997 e 98, novamente se verifica a formação de subgrupos isolados do grafo maior. Nos dois anos são os mesmos pesquisadores que permanecem isolados dos demais, significando que possuem interesses diferentes do restante do grupo. Não houve, nestes dois anos, artigos compartilhados entre o grupo maior e os três componentes do subgrupo. Entretanto em 1998, dois autores que em 97 estavam no subgrupo, retornaram ao grupo maior.

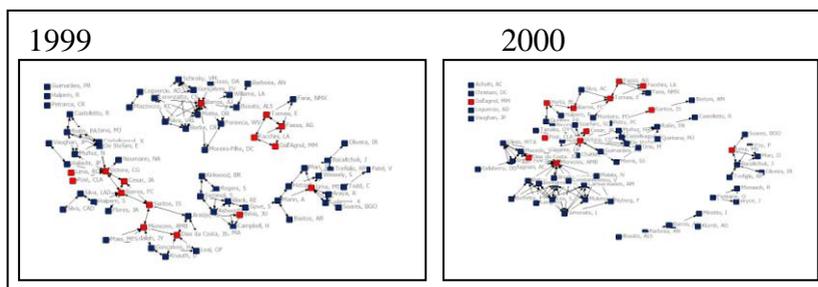


FIGURA 7 – Rede de colaborações dos pesquisadores do CPE/UFPEl (1999-2000).

Em 1999 e 2000 se observa a formação de cinco subgrupos isolados. Um deles é o mesmo dos anos anteriores, mas surgem quatro novos.

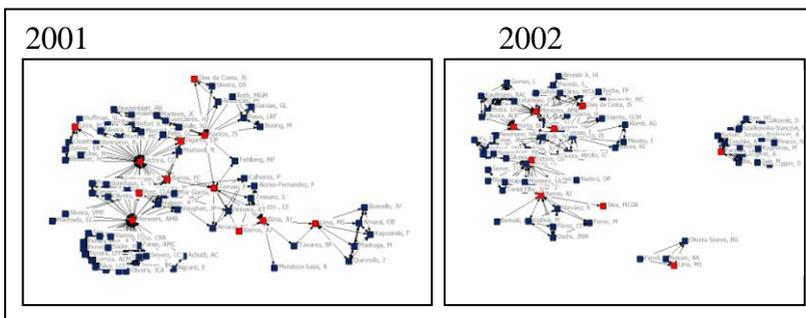


FIGURA 8 – Rede de colaborações dos pesquisadores do CPE/UFPel (2001-2002).

Questão 4. Os agrupamentos tem um tamanho constante ou se alteraram ao longo do tempo?

Para responder a questão quatro, foi necessário verificar a quantidade de atores que compões os *clusters* ou agrupamentos. Na Figuras 9 e 10 é possível visualizar os *clusters* nas redes em cada ano. Verifica-se que em 1995, 96, 97 e 2001 a equipe se encontrava mais homogênea no que diz respeito às co-autorias de artigos de periódico, ou seja, verifica-se a formação de dois *clusters* representados pelas cores vermelha e azul.

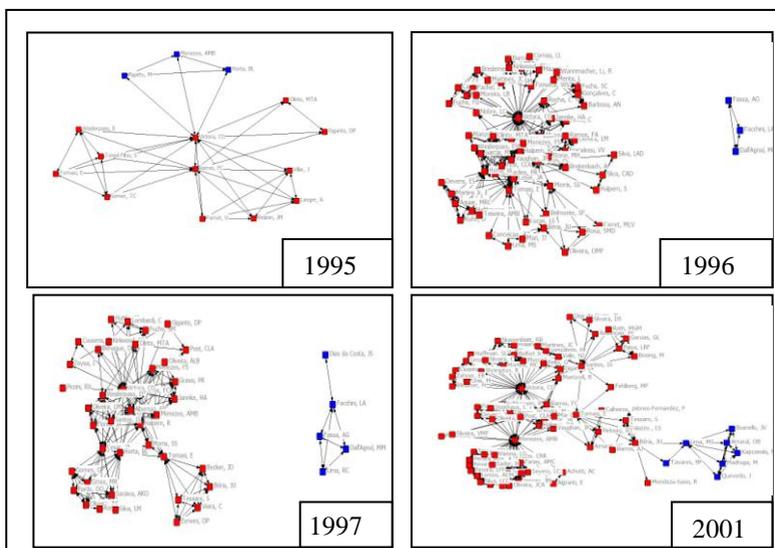


FIGURA 9 – Redes com dois subgrupos de colaborações (1995, 1996, 1997 e 2001). CPE/UFPel.

Nos anos de 1991, 92, 93, 94 e 2002 há três distintos *clusters* e, em 1998, se verifica a formação de cinco subgrupos nas redes de colaboração dos pesquisadores. Abaixo, na Figura 10, está a representação gráfica dos períodos mais heterogêneos (1999 e 2000), com seis e sete subgrupos representados por cores diferentes.

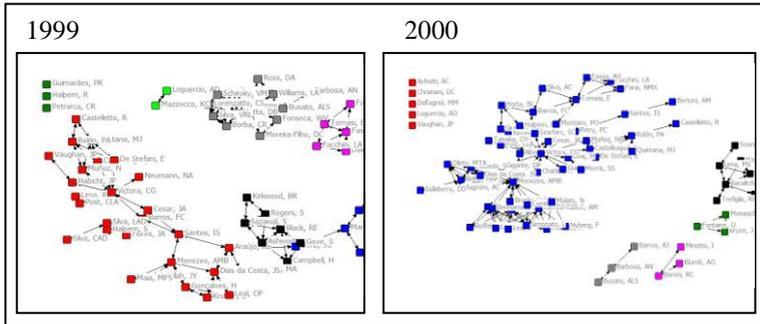


FIGURA 10 – Redes com seis e sete subgrupos de colaborações (1999 e 2000). CPE/UFPel.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de redes sociais (ARS), aplicada aos estudos de colaboração na ciência, permite que sejam evidenciados aspectos específicos de formação dos grupos e dos seus relacionamentos. Neste trabalho, a partir das ferramentas disponíveis e dos conceitos e teorias aplicadas às interpretações dos grafos, foi possível identificar peculiaridades das relações de co-autoria em trabalhos científicos, que não são visíveis com a utilização de análises estatísticas simples.

Pode-se evidenciar que o grupo de pesquisa estudado apresentou formações distintas no período analisado, com grande atividade e conexões, com diversas formações de subgrupos, sendo que a característica de centralidade se manteve em torno de poucos atores. Contudo, não foi possível evidenciar uma relação direta entre número de conexões ou relacionamentos e produtividade.

Embora a metodologia aplicada tenha se apresentado eficiente, seria relevante aprofundar as análises incluindo outras variáveis, buscando por mais evidências sobre o complexo processo de produção e de colaborações na ciência. Desta forma, por exemplo, aspectos importantes sobre o entendimento da dinâmica das formações dos *clusters* e subgrupos, do papel dos atores que

são *hubs*, isto é, que possuem um alto grau de intermediação na rede, as características dos novos autores incorporados nas autorias dos artigos ao longo do período, poderão enriquecer e complementar o estudo.

REFERÊNCIAS

- BARABÁSI, A.-L. *Linked (conectado): a nova ciência dos networks*. São Paulo: Leopardo, 2009.
- BROWNSON, R. C., et al. Assembling the puzzle for promoting physical activity in Brazil: a social network analysis. *Journal of Physical Activity & Health*, v.7 Suppl 2, p.S242-52, Jul. 2010.
- BURKE, P. *Uma história social do conhecimento: de Gutenberg a Diderot*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.
- CARRINGTON, P., J., Eds. *Models and methods in social network analysis*. Cambridge: Cambridge University Press. 2005.
- DING, Y. Scientific collaboration and endorsement: network analysis of coauthorship and citation networks *Journal of Informetrics*, v.5, n.1, p.187-203. 2011.
- EVERETT, M. G.; BORGATTI, S. P. Extending centrality. In: CARRINGTON, P., J.; SCOTT, J., et al. *Models and methods in social network analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p.57-76
- HANNEMAN, R. A. *Introducción a los métodos del análisis de redes sociales*. Riverside: Universidad de California Riverside, 1998. Disponível em: <http://revista-redes.rediris.es>
- HOFFNAGEL, J. C. A prática de citação em trabalhos acadêmicos. *Cadernos de Linguagem e Sociedade*, v.10, n.1, p.71-88. 2009.
- MARCONDES, C. H. Representação e economia da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v.30, n.1, p.61-70. 2001.
- MARSDEN, P. V. Recent developments in network measurement. In: CARRINGTON, P., J.; SCOTT, J., et al. *Models and methods in social network analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p.8-30
- MARTELETO, R. M. Redes sociais, mediação e apropriação de informações: situando campos, objetos e conceitos na pesquisa em Ciência da Informação. *Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação*, v.3, n.1, p.27-46. 2010.
- MEADOWS, A. J. *A comunicação científica*. Brasília: Briquet de Lemos, 1999. 268 p.
- PARREIRAS, F. S., et al. RedeCI: colaboração e produção científica em ciência da informação no Brasil. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.11, n.3, p.302-17. 2006.
- SONNENWALD, D. H. Scientific collaboration. *Annual Review of Information Science and Technology*, v.41, n.1, p.643-81. 2007.
- VANZ, S.; STUMPF, I. R. C. Procedimentos e ferramentas aplicados aos estudos bibliométricos., v. 20, n. 2, 2010. *Informação e Sociedade: Estudos*, v.20, n.2, p.65-75. 2010.

Recebido em: mar/2011

Publicado em: dez/2011