Estrutura da rede de colaboração entre pesquisadores e *performance*: evidências em custos de produção agropecuária

Recebimento dos originais: 16/05/2015
Aceitação para publicação: 30/11/2015

Cristiane Chaves Gattaz
Doutora em Engenharia de Produção pela USP
Instituição: Centro Universitário FEI
Endereço: Rua Tamandaré, 688, São Paulo/SP.
E-mail: **cristiane.gattaz@gmail.com**

Wesley Mendes-Da-Silva
Livre Docente na área de Finanças pela USP
Instituição: Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas
Endereço: Rua Itapeva, 474/8º Andar, CFC, São Paulo/SP.
E-mail: **mr.mendesdasilva@gmail.com**

Paulo Estevão Cruvinel
Doutor em Automação pela UNICAMP
Instituição: Embrapa Instrumentação
Endereço: Rua XV de Novembro, 1452, São Carlos/SP.
E-mail: **paulo.cruvinel@embrapa.br**

Resumo

No âmbito do agronegócio, a evolução dos processos produtivos, sociais e ambientais tornou explícita a necessidade de buscar-se maior competitividade baseada em cooperação para as suas cadeias produtivas, fazendo imperativo o aperfeiçoamento do conhecimento acerca dos custos de produção. No entanto, um exame da literatura aponta o declínio da comunidade de pesquisadores nesse tema. Este trabalho analisa as propriedades estruturais da rede de relações entre os pesquisadores na área de Custos de Produção Agropecuária no Brasil. A partir de dados pertencentes a 606 artigos produzidos por 1.846 pesquisadores, entre 1980 e 2015, identificados nas bases de dados de um dos principais *players* de pesquisa agropecuária no Brasil, a Embrapa, utilizando-se de forma inovadora a Análise Formal de Redes Sociais, os principais resultados sugerem que a proeminência social dos pesquisadores, no âmbito da rede de colaboração e cooperação, bem como a eficiência dos laços constituídos com outros autores induz o aumento de sua produção na área de Custos de Produção Agropecuária. Além disso, considerando uma topologia de rede cooperativa, a mesma apresenta-se segmentada, o que indica que se poderia contribuir mais efetivamente para a redução de esforços redundantes na pesquisa acerca destes custos. Como implicações deste trabalho se pode observar que existem oportunidades para uma melhor estruturação da rede de pesquisadores, por meio da gestão dos canais de comunicação e da forma de coordenação da rede.

Palavras-Chave: Agricultura. Colaboração em Pesquisa. Análise de Redes Sociais.

1. Motivação

Uma mudança fundamental está em curso na geografia da ciência, tecnologia e inovação: a implantação e a gestão das redes de colaboração e cooperação na pesquisa científica e tecnológica, as quais estão expandindo-se globalmente em centros e instituições de pesquisa, em diversos campos do conhecimento (ADAMS, 2012). Em adição, o processo de inovação é dependente da criatividade dos pesquisadores, a qual é influenciada pela configuração da rede de colaboração entre eles (UZZI e SPIRO, 2005). No âmbito do agronegócio, a evolução dos processos produtivos, sociais e ambientais tornou explícita a necessidade de buscar-se maior competitividade para as suas cadeias produtivas, assim como para o gerenciamento agrícola e o desenvolvimento de novas tecnologias, seja para a inovação tecnológica, ou para a intensificação e a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (TEGTMEIER e DUFFY, 2004).

Em consequência das mudanças no contexto econômico, geopolítico e climático na última década (WORLD ECONOMIC FORUM, 2015, p. 14) e da necessidade de melhorar a produtividade agrícola, o campo de pesquisa científica e tecnológica em custos de produção agropecuária tem constituído problema de destacado interesse. Em adição, esta temática tem-se apresentado como um dos principais desafios para as economias emergentes (TAYLOR, CARANDANG, ALEXANDER, e CALLEJA, 2012).

A partir disso no Brasil, um dos maiores produtores de alimentos, houve a construção de redes de pesquisa e inovação como estratégia focada em arranjo colaborativo e cooperativo para a promoção do processo de inovação, competitividade e sustentabilidade setorial. Entre diversas iniciativas nesse sentido, podem ser citadas: Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio (CT-Agro/Finep/CNPq); Rede de Pesquisa para a Aplicação Aérea de Agrotóxicos como Estratégia de Controle de Pragas Agrícolas de Interesse Nacional; Rede de Pesquisa em Agricultura de Precisão para a Sustentabilidade de Sistemas Produtivos do Agronegócio Brasileiro; Rede de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação sobre Normalização e Qualidade da Irrigação e Drenagem - REQUAI (CNPq-REPENSA); Programa da Rede Cooperativa de Pesquisa; Rede ANSP; Rede de Tecnologia Social, entre outras.

O presente estudo tem sua relevância e sua contribuição apoiadas no seguinte: o Brasil é um dos atuais principais países produtores de alimentos, ao qual se credita um dos maiores níveis de produção futura de alimentos para o planeta, o quê torna o Brasil um dos principais *players* do setor de produção agropecuária ao redor do mundo. Um argumento que tem recebido crescente atenção na comunidade de negócios é que o processo de inovação está, ao menos em parte, apoiado no arranjo, de pessoas e de instituições, em rede (CHASSAGNON e AUDRAN, 2011). Assim, assumindo que o processo de inovação está em grande medida apoiado na condução de pesquisas, não é equívoco supor que – o sucesso de propostas inovadoras em ferramentas e práticas de gestão financeira, incluindo-se a área de custos, dependerá da colaboração e da cooperação em pesquisa (CRUVINEL, 2010; ALLEN, 2012; SHILLER, 2013; MENDES-DA-SILVA e SAITO, 2014; MENDES-DA-SILVA, 2015, MENDES-DA-SILVA *et al*., 2016).

Todavia, ainda não se tem conhecimento de estudos acerca da rede de colaboração e cooperação entre pesquisadores na área de custos de produção agropecuária – foco deste trabalho, constituindo-se na principal contribuição desta pesquisa (CHAN *et al*., 2007; CHAN *et al*., 2009; PEPE, 2010; LEMARCHAND, 2012). A premissa central sobre a qual este estudo está apoiado sugere que o conhecimento científico e tecnológico, materializado na publicação de tais artigos, é socialmente construído, a partir da cooperação entre pesquisadores no processo de investigação e teorização. Também, o estudo do relacionamento entre eles pode trazer contribuições significativas para o entendimento da dinâmica do campo de conhecimento (MERTON, 1973; KUHN, 1978).

Isto posto, este artigo analisa as propriedades estruturais das redes de relações entre pesquisadores na área de Custos Agropecuários no Brasil. Para tanto, considera-se um conjunto de dados pertencentes a 606 artigos produzidos por 1.846 pesquisadores, entre 1980 e 2015, identificados nas bases de dados de um dos principais *players* de pesquisa agropecuária no Brasil, a Embrapa, com o emprego de Análise Formal de Redes Sociais. A pesquisa identifica os pesquisadores mais prestigiosos na rede de pesquisadores de custos de produção agropecuária no ambiente brasileiro, classificando-os segundo a regularidade de sua produção. Além disso, verifica a existência de associações entre proeminência social do pesquisador na rede, e sua produção na área.

O artigo está organizado em cinco seções, incluindo esta introdução. Na seção 2 são apresentados elementos teóricos e empíricos da Análise Formal de Redes Sociais (AFRS), os

quais suportam o presente trabalho. A seção 3 detalha os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento desta pesquisa. Em seguida, a seção 4 apresenta e discute os resultados obtidos. Por último, são apresentadas as considerações finais.

2. Bases teóricas e empíricas do estudo

A análise de redes de colaboração e cooperação entre pesquisadores constitui poderosa ferramenta de planejamento de pesquisa (MOREL, SERRUYA, PENNA, e GUIMARÃES, 2009). A questão do papel das redes de colaboração e cooperação no contexto da produtividade acadêmica nos diversos campos do conhecimento tem sido alvo constante de pesquisas ao redor do mundo nos últimos anos (PLUCKNETT e SMITH, 1984; BRAUN et al., 2001; BARABÁSI et al., 2002; NEWMAN, 2004; GLANZEL e SCHUBERT, 2004; LEE e BOZEMAN, 2005; CASTELLS e CARDOSO, 2005; ACEDO *et al*., 2006; PEPE, 2010; CASSAGNON e AUDRAN, 2011; GATTAZ, AMATO NETO, GATTAZ SOBRINHO, BOLAND, e BANGALORE, 2012; LEMARCHAND, 2012), incluindo-se trabalhos desenvolvidos no Brasil, tais como Rossoni e Machado-da-Silva (2008); Martins *et al*. (2012); Mendes-Da-Silva *et al*. (2013). Contudo, em que pese a existência de trabalhos que discutem a relevância das redes de colaboração e cooperação entre pesquisadores interessados em problemas da agricultura, tais como Plucknett e Smith (1984) e Faris (1991), os mesmos não apresentaram como alvo de pesquisa as redes de colaboração e cooperação em pesquisa.

2.1. Análise de redes sociais

Conforme Castells e Cardoso (2005) e Nohria e Ecles (1992) a sociedade está organizada na forma de redes e a investigação das instituições, pode ser conduzida sob a perspectiva das redes. A literatura a respeito redes está organizada em torno de dois paradigmas principais: o racional-econômico e o social. O paradigma racional-econômico assume que as redes são construções planejadas, principalmente para a solução de dependência de recursos e de custos (GULATI e GARGIULO, 1999).

O paradigma social, foco deste trabalho, assume que as redes se formam a partir do contexto das relações sociais. A relação social diz respeito à conduta de múltiplos agentes que se orientam reciprocamente em conformidade com um conteúdo específico do próprio sentido

das suas ações. Na ação social, a conduta do agente está orientada significativamente pela conduta de outro ou outros, ao passo que na relação social a conduta de cada qual entre múltiplos agentes envolvidos orienta-se por um conteúdo de sentido reciprocamente compartilhado (WEBER, 1991). Isto inclui as relações de aproximação (com experiências de confiança e comprometimento) e as relações de distanciamento (com as experiências de competição e jogos de poder), tal como detalha Granovetter (1985). Dito de outra forma, duas ou mais pessoas tendem a trabalhar em conjunto quando existem laços sociais entre elas. Esta perspectiva de análise das relações sociais entre atores de uma rede é um campo de muitas expressões, entre elas a AFRS, que por sua vez deve ser entendida em duas perspectivas basilares.

A primeira perspectiva da AFRS é a teórica, e a segunda é a metodológica. A perspectiva teórica segue o paradigma social das teorias de redes. Ou seja, assume o princípio de que existem relações sociais entre atores, além das relações de cunho racional e econômico. Já na perspectiva metodológica, designa-se um conjunto de técnicas de análise das relações, as quais buscam analisar a estrutura da rede e a posição dos atores que dela fazem parte. A partir do entendimento da estrutura da rede e do posicionamento dos atores é possível discutir questões de explícita relevância, e.g. poder, *clusters* e liderança, entre outros. Entre os conceitos de AFRS que interessam aos propósitos do presente trabalho ressalta-se: a centralidade e a eficiência dos laços constituídos pelos pesquisadores, a densidade e a configuração de *clusters* por eles formados.

2.1.1 Densidade

A densidade (Δ) é um parâmetro relativo à configuração geral da rede, que expressa a relação entre o número de laços constituídos (l) no âmbito de um grupo de (n) atores e o número de laços que poderiam ser constituídos no âmbito dessa rede (Knoke & Kuklinski, 1982), tal como apresentado em (1).

$$\Delta = \frac{l}{n(n-1)/2} \qquad (1)$$

Esse indicador estrutural da rede varia no intervalo $[0,1]$, se $\Delta \to 0$, menos conectada é a rede. De forma alternativa, as redes em que $\Delta \to 1$ serão mais conectadas. Em ambientes de alta densidade de relações, o conteúdo da rede, i.e., os laços constituídos por um ator, pode se

tornar redundante (KOGUT e WALKER, 2001). De forma alternativa, redes de baixa densidade podem ser caracterizadas por laços fracos, i.e., de baixa redundância ou mais eficientes (BURT, 1992). A esse respeito, Kuhn (1978) aponta que novas formas de pensamento podem ser vistas como inconsistentes, se acaso considerar-se comunidades científicas altamente coesas (mais densas, e, portanto redundantes). Assim, interações com outros pesquisadores, externos ao seu grupo, são vistas como relevantes.

2.1.2 *Clusters*

Conforme Wasserman e Faust (1994) e Scott (2000), uma rede pode conter diversos subgrupos (componentes) que constituem *clusters* com alta densidade interna e fraca densidade externa. Os *clusters* podem existir por vários motivos, entre os quais o compartilhamento de interesses, expectativas, valores éticos comuns e conhecimentos semelhantes.

2.1.3. Centralidade

Centralidade é uma propriedade de um determinado ator (ou nó) i, que reflete o quão central ele é na rede da qual faz parte. É freqüente, em AFRS, atribuir à identificação dos atores mais centrais da rede a relevância de seu posicionamento no contexto da rede. Existem diversas *proxies* para estimar a centralidade de um ator no âmbito de uma rede. Entre essas, as mais populares são: i) centralidade de grau (*Degree*), e ii) centralidade de intermediação (*Betweenness*), conforme advogam Scott (2000) e Wasserman e Faust (1994). Em termos formais, *Degree* é o número de laços que um ator i constitui com outros atores a ele adjacentes (Wasserman & Faust, 1994). Segundo Scott (2000), *Degree* leva em consideração apenas as relações adjacentes, mostrando a centralidade local do ator i. Em termos absolutos, um ator inserido em uma rede composta por g atores pode alcançar, no máximo, $(g-1)$ laços. Para Freeman (1979), o índice de centralidade de grau, definido por $C_D(n_i)$ de um ator n_i, participante de uma rede, é dado por (2).

$$C_D(n_i) = d(n_i) = x_{i+} = \sum_j x_{ij} = \sum_j x_{ji} \qquad (2)$$

Contudo, interações entre dois atores não-adjacentes podem depender de um conjunto de outros atores, os quais podem exercer algum controle sobre as interações entre dois atores não adjacentes. Desse modo, se para colocar em contato dois atores n_2 e n_3, e o menor caminho for $n_2 \rightarrow n_1 \rightarrow n_4 \rightarrow n_3$, então, pode-se dizer que os atores n_1e $n_4$controlam as interações entre os atores n_2 e n_3. Trata-se, portanto, do conceito de *Betweenness* que contempla a interação entre atores não-adjacentes. Nesse sentido, conforme argumentos de Freeman (1979) e de Wasserman e Faust (1994), um ator é um agente se ele está conectado a vários outros atores não diretamente conectados entre si. Uma ideia formal para o conceito de *Betweenness* é apresentada por Pitts (1979, p. 507), o qual supõe que se um ator j deseja contatar um ator k, então, um ator i necessita ser usado como uma estação de intermediação.

Então, o ator i, possui certa "responsabilidade" na rede de relacionamentos para com os atores j e k. Desse modo, se forem contadas todas as comunicações de distância $d(n_j, n_k)$ as quais passam através do ator i, tem-se uma medida de "*stress*". Quando existe mais de um caminho possível entre j e k, todos os caminhos que passam pelo ator *i* são considerados equiprováveis. Dessa forma, *Betweenness* para n_i é a soma das probabilidades estimadas para todos os pares de atores não se incluindo o *i*-ésimo ator, e é dada por (3):

$$C_B(n_i) = \sum_{j<k} \frac{g_{jk}(n_i)}{g_{jk}} \qquad (3)$$

onde g_{jk} é o número de caminhos que ligam dois atores. Assim, se todos esses caminhos são equiprováveis para escolha para estabelecer comunicação, a probabilidade de um caminho ser escolhido é simplesmente $\frac{1}{g_{jk}}$. Contudo, Freeman (1979) considera a possibilidade de ator i distinto estar "envolvido" na comunicação entre dois atores, a qual contém o ator i. Nessa situação, a probabilidade seria dada por $\frac{g_{jk}(n_i)}{g_{jk}}$, assumindo a premissa de que os caminhos são equiprováveis para escolha no estabelecimento da comunicação.

2.1.4. *Structural Holes*

Se pesquisadores individualmente se beneficiam da colaboração e da cooperação para ter maior produtividade (LEE e BOZEMAN, 2005), espera-se que aqueles mais centrais possuam maior produtividade. Além da quantidade de laços diretos desenvolvidos por cada

autor (*i.e.* centralidade de grau), a eficiência destes laços permite avaliar como as lacunas estruturais (*Structural Holes*) da rede são exploradas (Burt, 1992). Pressupõe-se que, quanto maior a diversidade dos laços de um indivíduo na rede, maior o acesso a recursos diferentes do grupo social que interage com maior frequência (Lin, 2001; Mizruchi, 1996).

Assim, para Burt (1992), os *Structural Holes* são caracterizados pelos relacionamentos não redundantes entre atores. Quanto menor o número de laços redundantes, maior o número de lacunas estruturais na rede, havendo menor redundância de informação (BORGATTI, 1997). O elemento fundamental das lacunas estruturais está na extensão que a estrutura social de uma arena competitiva cria oportunidades para certos agentes, por meio de seus relacionamentos. Nesses termos, o controle e a participação na difusão da informação definem o capital social das lacunas estruturais (BURT, 1992).

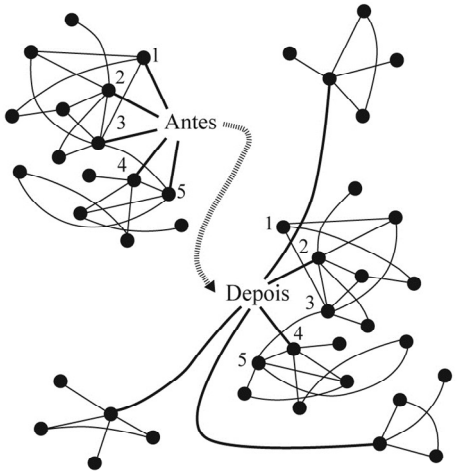

Figura 1: Exemplo de otimização de *structural holes* em uma rede social
Fonte: Elaborado pelos autores. Nota: Esta figura ilustra o processo de otimização de *structural holes* por parte de um nó da rede, com a finalidade de aumentar a eficiência, reduzindo a redundância de laços. Isto colabora para o aumento do acesso a novos recursos, incluindo-se ideias. Desse modo, laços com os pesquisadores representados pelos nós 1 e 5 deveriam ser substituídos por dois novos nós.

2.2. Estrutura de redes de colaboração e cooperação na pesquisa

A premissa central do presente estudo é que o conhecimento é socialmente construído, e que, por extensão: a promoção da produção no campo de custos de produção agropecuária está vinculada ao entendimento da rede de pesquisadores que nele atuam (CHAN, CHEN e STEINER, 2004). Em adição, a formação de redes de colaboração e cooperação entre

pesquisadores na área de agricultura não se constitui em um tema novo. Neste contexto, nas últimas décadas tal formação tem experimentado crescimento sem precedentes, conforme discutem Dupont (1983); Plucknett e Smith (1984).

Conforme argumentos apresentados por Morel *et al*. (2009), e adotados por Mendes-Da-Silva *et al*. (2013), investigar a produção de um campo constitui algo relevante, tendo em vista o potencial de revelar: i) as tendências temáticas; ii) os centros de pesquisa mais produtivos; iii), os autores mais proeminentes; iv) os artigos mais citados; v) as questões de pesquisa repetidas; e vi) caminhos futuros de pesquisa. Um dos usos possíveis desses trabalhos está em desempenhar o papel de guia para a construção e a proposição de temas e problemas em novas pesquisas de fronteira, na medida em que se busca entender a configuração estrutural da rede de pesquisadores, foco desta pesquisa.

A configuração estrutural das redes, que reflete a forma segundo a qual seus componentes e entidades estão ligados, e como eles interagem, explica uma parcela expressiva do seu funcionamento e da sua dinâmica. A esse respeito representações gráficas das organizações são frequentemente utilizadas para explicitar a estrutura de uma organização e as diversas relações entre as partes que a compõem.

Em se tratando de redes, elas podem ser representadas graficamente, o que possibilita a identificação de fragilidades e forças. A título de ilustração, a Figura 2 apresenta a rede africana de pesquisa em feijão, composta por uma série de círculos, o que oferece indicações das relações entre grupos e entidades na rede, mas com pouca informação acerca do funcionamento dos diferentes componentes da rede. Uma tentativa de dirimir o problema de melhor entendimento da dinâmica de funcionamento da rede, em termos de coordenação e comunicação pode ser vista, de forma simplificada, em modelos de círculos para a rede africana de feijão (FARIS, 1991, p. 13).

A Figura 3, no seu trecho mais à esquerda, representa o *hub* – a unidade de coordenação, que conecta dos nós por meio de seus comunicados. Por sua vez, os nós podem comunicar-se diretamente, por meio da promoção de eventos, como *workshops*, formando um "círculo", que faz parte do componente de comunicação, representados pela porção central da Figura 3. As redes que funcionam conjuntamente constituem um círculo. Desse modo, as redes de pesquisa podem, conforme Plucknett e Smith (1984, p. 989) evitar esforços redundantes por parte de seus participantes, colaborar por meio de unidades cooperativas, representadas na parte mais à direita da Figura 3.

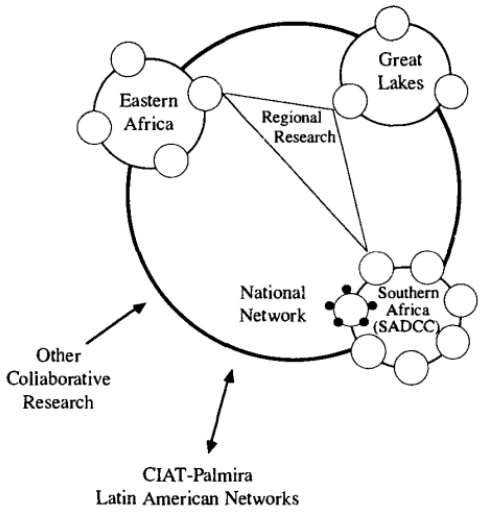

Figura 2: Representação Esquemática da Rede Africana de Feijão
Fonte: Adaptado de Faris (1991, p. 13). Nota: Esta estrutura representa esquematicamente a rede de feijão africana. Em primeira ordem está o círculo pan-africano. Em segunda ordem estão os círculos regionais, e em terceira ordem estão os círculos do NARS (National Agricultural Research System). Algumas indicações de ligações externas (como redes latino-americanas) também estão representadas.

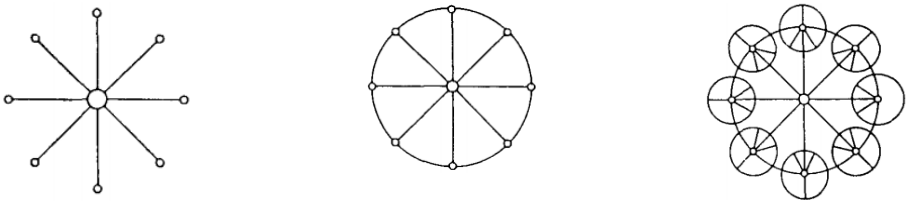

Figura 3: Representação esquemática das funções de coordenação e de comunicação da rede de pesquisa em agricultura
Fonte: Adaptado de Faris (1991, p. 13). Nota: Esta figura representa os tipos de redes de pesquisa. Na figura à esquerda nota-se um hub coordenador no centro da rede e os laços de comunicação com os nós. Já na porção central desta figura, é acrescido um aro que interliga os nós, os quais desempenham o papel de unidades de pesquisa ou subredes, na porção à direita da figura (CGIAR, 1983).

A literatura cerca do papel das redes de colaboração e cooperação entre pesquisadores, na gestão de ciência e tecnologia credita ao gerenciamento da estruturação da rede, uma parcela expressiva dos avanços no campo de conhecimento de interesse (ADAMS, 2012; MOREL *et al*., 2009). Com base nesse argumento, entende-se que existe possibilidade de gestão do posicionamento dos diversos participantes da rede, em seus diversos níveis. Assim, cada pesquisador pode contribuir para o desempenho do campo de conhecimento, por meio de

melhor posicionamento no âmbito da rede. A esse respeito, a Figura 4 apresenta uma vista esquemática de uma rede composta por pesquisadores e instituições.

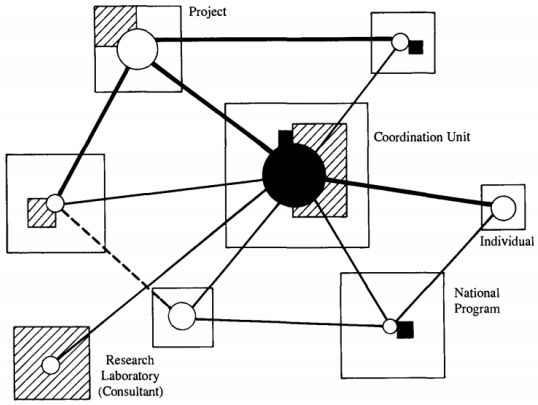

Figura 4: Representação esquemática de uma rede de pesquisa agropecuária
Fonte: Adaptado de Faris (1991, p. 13). Nota: Este diagrama apresenta um esquema de representação gráfica de redes colaborativas. O tamanho dos elementos indica sua relevância relativa. a) área hachurada: pesquisa colaborativa realizada com planejamento conjunto; b) Círculo vazio: componente de coordenação, em cada componente de pesquisa; c) círculo negro: unidade de coordenação; d) linhas: canais de comunicação.

3. Método

Este trabalho utiliza Análise Formal de Redes Sociais aplicada às relações de colaboração e cooperação entre pesquisadores na área de Custos de Produção Agropecuária. Adiante encontram-se detalhados os procedimentos de coleta de dados, bem como as ferramentas de análise empregadas.

3.1. Coleta de dados

Os dados empregados na presente pesquisa são oriundos de 43 periódicos (ver

Tabela 1) indexados nas bases de dados da principal empresa de pesquisa agropecuária do Brasil - a Embrapa. Para tanto, na segunda semana do mês de abril de 2015, foi buscado o termo "`custos`" no título e/ou no resumo dos trabalhos indexados nas bases de dados: BDPA e SABIIA.

Os dados empregados neste trabalho refletem um conjunto total de 606 artigos publicados no campo de Custos de Produção Agropecuária, por 1.846 autores, no período janeiro/1980- março/2015. Com base nos argumentos de Jacques e Sebire (2010), os quais

defendem a relevância dos títulos de artigos científicos para o seu impacto na comunidade, e com o intuito de expressar, de forma resumida, o conteúdo predominante nos títulos dos 606 artigos considerados, foi construída uma nuvem de palavras, conforme ilustra a Figura 5, na qual se nota a predominância de termos que remetem ao tema de custos de produção nas diferentes atividades agropecuárias.

Tabela 1: Distribuição dos artigos acerca de custos de produção agropecuária a partir das revistas selecionadas (1980-2015)

#	Revista	ISSN	Freq	%
1	Revista de Economia e Sociologia Rural	0103-2003	60	9,90
2	Revista Brasileira de Zootecnia	1806-9290	55	9,08
3	Pesquisa Agropecuária Brasileira	1678-3921	53	8,75
4	Ciência Rural	0103-8478	45	7,43
5	Ciência e Agrotecnologia	1413-7054	43	7,10
6	Revista Brasileira de Fruticultura	0100-2945	37	6,11
7	Engenharia Agrícola	1809-4430	35	5,78
8	Revista de Política Agrícola	1413-4969	34	5,61
9	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	1807-1929	32	5,28
10	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	0102-0935	23	3,80
11	Horticultura Brasileira	0102-0536	21	3,47
12	Revista Brasileira de Ciência do Solo	0100-0683	21	3,47
13	Boletim CBLeite	n.d.	16	2,64
14	Cadernos de Ciência & Tecnologia	0104-1096	14	2,31
15	Ciência e Tecnologia de Alimentos	1678-457X	13	2,15
16	Informe Agropecuário	0100-3364	13	2,15
17	Boletim de Pesquisa Florestal	1517-6371	7	1,16
18	Acta Amazonica	0044-5967	6	0,99
19	Scientia Agrícola	0103-9016	6	0,99
20	Bragantia	1678-4499	5	0,83
21	Neotropical Entomology	1519-566X	5	0,83
22	Revista de Economia Rural	0100-4905	5	0,83
23	Balde Branco	0005-4275	4	0,66
24	Planta Daninha	0100-8358	4	0,66
25	Revista Ceres	0034-737X	4	0,66
26	Revista Ciência Agronômica (RCA)	1806-6690	4	0,66
27	Agroanalysis	0100-4298	3	0,50
28	Amazonia: Ciência & Desenvolvimento	1809-4058	3	0,50
29	Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science	1413-9596	3	0,50
30	Ciência Florestal	1980-5098	3	0,50
31	Informações Econômicas	0100-4409	3	0,50
32	Pesquisa Florestal Brasileira	1983-2605	3	0,50
33	Revista Brasileira de Sementes	0101-3122	3	0,50
34	Bahia Agrícola	1414-2368	2	0,33
35	Biota Neotropica	1676-0603	2	0,33
36	Custos e @gronegocio Online	1808-2882	2	0,33
37	Floresta	1982-4688	2	0,33
38	Perspectiva	0101-2908	2	0,33
39	Research in Agricultural & Applied Economics (AgEcon)	1074-0708	2	0,33
40	Revista Árvore	0100-6762	2	0,33
41	Revista Brasileira de Milho e Sorgo	1980-6477	2	0,33
42	Revista de Oleaginosas e Fibrosas	1980-4830	2	0,33
43	Summa Phytopathologica	0100-5405	2	0,33
	Total		606	100

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados. Nota: Esta tabela apresenta a composição do conjunto das 43 revistas que publicaram ao menos dois trabalhos no período considerado (1980-2015) nesta pesquisa, e que se encontravam indexadas nas bases de dados da Embrapa, BDPA e Sabiia, em abril de 2015.

Figura 5: Nuvem de palavras a partir dos títulos dos artigos considerados nesta pesquisa
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos 606 títulos dos artigos considerados nesta pesquisa.

Após coletados os dados relativos aos artigos indexados foi necessário um procedimento de mitigação de ambiguidades de nomes de autores, assim como definição das atribuições de autorias, pois essas informações são essenciais para a adequada formação da rede de autores.

A título de exemplo desse procedimento, aplicado a cada nome de autor individualmente, por duas oportunidades consecutivas, foram identificadas diversas inconsistências nos nomes dos pesquisadores, tais como: i) Um autor aparecia em um artigo como "Pompamayer, R. de S.", e como "Pompermayer, R.S." em outro artigo, sendo correto o último nome; ii) Um autor aparecia em um artigo como "Laranjeira, Francisco Ferraz", e em outro artigo como "Laranjeiras, Francisco Ferraz", sendo correta a primeira forma. Para efeito de dirimir as dúvidas e inconsistências acerca da identificação de autorias foi empregado o currículo de cada autor, disponível na Plataforma Lattes.

3.2. Ferramentas de análise

A análise de dados foi conduzida mediante três etapas distintas: i) análise da configuração estrutural da rede e da evolução da cooperação entre os pesquisadores identificados na pesquisa; ii) identificação e classificação (BRAUN *et al.*, 2001) dos autores

mais prestigiosos e prolíficos da área de Custos de Produção Agropecuária; iii) verificação da existência de associações entre posicionamento do pesquisador na rede e sua produção, por meio de regressões OLS. Na classificação dos pesquisadores quanto à sua regularidade na área de custos agropecuários tomou-se o conjunto de trabalhos nos últimos 12 anos do período estudado, foram adotadas seis categorias, considerando: i) o número de artigos publicados por um pesquisador, ii) o momento em que sua produção ocorreu e iii) a distribuição da produção ao longo dos anos. As categorias são:

- Continuantes: os pesquisadores que publicaram em 5 ou mais diferentes anos do período em estudo, com intervalo de não mais do que dois anos entre cada publicação e pelo menos uma nos últimos três anos.
- Transientes: possuem mais de uma publicação distribuídas ao longo do período analisado em não mais do que quatro anos diferentes, sendo ao menos uma nos últimos três anos.
- Entrantes: apresentam mais de uma publicação, exclusivamente, em um ou mais anos diferentes dos últimos três anos do período em estudo.
- *One-timers*: possuem apenas uma única publicação em todo o período analisado.
- Retirantes: são os pesquisadores com mais de uma publicação em um ou mais diferentes anos, mas sem publicações nos últimos três anos.
- Ausentes: são os pesquisadores que não publicaram qualquer trabalho nos últimos 12 anos do período estudado (1980-2015).

3.3. Modelo empírico

Com a intenção de testar a existência de associações entre posicionamento do i-ésimo pesquisador na rede e sua produção (MIZRUCHI, 1996; BORGATTI, 1997; LIN, 2001; BARABÁSI *et al*., 2002; LEE e BOZEMAN, 2005; MOREL *et al*., 2009; ADAMS, 2012; COLLINS e WEEKS, 2014), foi testado o modelo de regressão expresso em (4).

$$Produção_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot Degree_i + \beta_2 \cdot Betweenness_i + \beta_3 \cdot Structural\ Hole \quad (4)$$

Em que as variáveis independentes são as duas *proxies* de centralidade (uma de grau, *Degree*; e uma de intermediação, *Betweenness*) e a métrica de eficiência de laços constituídos

pelo pesquisador (*Structural Holes*). Os erros ε_i são assumidos não-correlacionados e $E(\varepsilon|X) = 0$.

4. Resultados Empíricos

Esta seção, inicialmente, apresenta a evolução da configuração estrutural da rede de colaboração e cooperação em pesquisa na área de Custos de Produção Agropecuária no Brasil, em termos do número de autores, número de artigos e de co-autorias. Em segundo lugar aborda-se a regularidade da produção desses pesquisadores, bem como é discutido o posicionamento daqueles mais prolíficos. Por último, são apresentados e discutidos os resultados acerca da verificação de associações entre posicionamento na rede de autores e produção dos pesquisados, conforme argumentos defendidos por Acedo *et al*. (2006).

4.1. Colaboração e cooperação entre os pesquisadores de Custos de Produção Agropecuária

A respeito da evolução do nível de colaboração e cooperação entre os pesquisadores, entre 1980 e 2015, nesta seção, inicialmente é analisada a estrutura da rede de cooperação dos autores no campo ao longo do período, e analisa-se a evolução das medidas estruturais da rede e das medidas de relacionamento. A respeito da evolução dos indicadores de produção, produtividade e cooperação na área de custos agropecuários no Brasil, os resultados obtidos sugerem que o número de publicações, entre 2000 e 2010, experimentou explícito crescimento. Mas nos últimos 5 anos vem gradativamente diminuindo (Figura 6).

Entre 1980 e 1991, 37 artigos foram publicados nessa área; já entre 1992 e 2003 foi de 127. E, nos últimos 12 anos (2004-2015) são encontrados 440, sugerindo um crescimento de ~244% a cada período de 12 anos. É possível também verificar que a área de custos de produção agropecuária não cresceu apenas em termos de número de artigos publicados, mas especialmente na quantidade de pesquisadores. Isso ocasionou o crescimento do número de autorias (a cada participação que um autor é encontrado, considera-se uma autoria diferente).

Tal como têm documentado em outros campos, Newman (2001), Barabási *et al*. (2002) e Moody (2004), neste trabalho observa-se o crescimento da cooperação entre pesquisadores. A partir de 1995 observa-se, na Figura 6, certo descolamento entre o volume de autorias, e o número de autores que produziam nessa área de pesquisa. Isto denotaria

aumento da produtividade dos pesquisadores, mas não se verifica aumento do número médio de autorias por autor (Tabela 3).

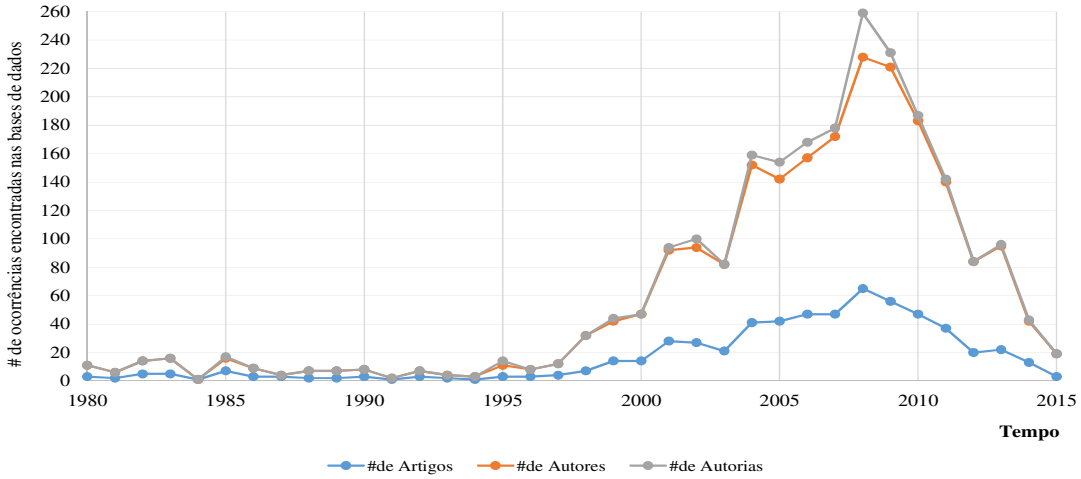

Figura 6: Evolução do número de autorias, artigos e autores do campo de Custos Agropecuários

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados. Nota: Um mesmo autor pode ter sido co-autor de mais de artigo, a cada participação considera-se uma autoria diferente para o mesmo autor. Assim, a título de exemplo ilustrativo, em 2014, 24 autores produziram 7 artigos, os quais ocasionaram 25 autorias.

Entre os autores que mais contribuíram para a literatura de custos agropecuários realizada no Brasil, conforme ilustra a Tabela 2, encontram-se: Reis, R.P. – Universidade Federal de Lavras (no Estado de Minas Gerais), com 15 artigos publicados, tendo construído 38 laços diretos decorrentes de parcerias de pesquisa, seguido de Lopes, M.A.– Universidade Federal de Lavras (no Estado de Minas Gerais), com 14 artigos e 20 laços diretos e Carneiro, A.V. - Embrapa Gado de Leite, com 11 artigos e 9 laços diretos.

Esses pesquisadores lideram o conjunto de pesquisadores mais prolíficos na área de custos de produção agropecuária, no período analisado, 1980-2015, ao menos se considerados os trabalhos indexados nas bases de dados da Embrapa. Ainda na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é possível notar que, entre os 27 autores apontados como os mais produtivos no período, três Instituições se destacam: Embrapa Gado de Leite, Universidade Federal de Lavras, e Universidade Federal de Viçosa, com 5 pesquisadores apontados como pertencentes ao conjunto dos mais prolíficos no Brasil.

A Tabela 3 apresenta a evolução do número de artigos, autores e autorias, conforme ilustrado anteriormente pela Figura 6. Tais medidas foram utilizadas para calcular os indicadores de cooperação e produtividade dos autores da área de custos agropecuários. A

cooperação, que indica o número médio de autorias por artigo em cada ano, experimentou incremento, embora irregular. O número de artigos publicados e de autores atuantes na área de custos agropecuários cresceu exponencialmente. A produtividade total, que reflete o número médio de autorias de cada autor, contudo, parece não ter crescido ao longo do período estudado.

Já a produtividade fracionada, que aponta a quantidade média de artigos por autor apresenta-se relativamente estável. Entre 2005 e 2014 manteve valor ao redor de 0,3 artigo por autor. Assim, apesar de o número de artigos publicados em cada ano, no campo, ter crescido consideravelmente, i.e. ~244% a cada doze anos, nos últimos 36 anos (1980-2015), a produtividade média por autor decresceu no período analisado. É possível constatar que há mais autorias por artigos, o que indica tendência de os pesquisadores buscarem maior cooperação para a produção de artigos.

4.2. Posicionamento dos pesquisadores na rede de colaboração e cooperação

Nesta subseção são identificados os atores mais centrais na rede de pesquisadores. A centralidade, ou prestígio, é discutida tanto em termos do número de laços, em primeiro nível, estabelecidos por um pesquisador (centralidade de grau, *Degree*), como também na capacidade de o pesquisador posicionar-se como um intermediador de relações entre outros participantes da rede (centralidade de intermediação, *Betweenness*). Em adição, são apresentados e discutidos, os coeficientes estimados, via regressão linear OLS, a respeito da associação de tais medidas de centralidade, bem como eficiência dos laços (*Structural Holes*), com o volume de produção científica dos pesquisadores.

A Tabela 4 apresenta os autores mais centrais, em ambos os conceitos. Nas duas métricas de centralidade, o Pesquisador Reis, R.P. – Universidade Federal de Lavras destaca-se como o mais proeminente da rede de Pesquisadores, com 38 laços diretos, que permitiram a produção de 15 artigos no período estudado.

Tabela 2: Posicionamento na rede e produção dos autores mais prolíficos no campo de Custos de Produção Agropecuária no Brasil (1980-2015)

#	Pesquisador	Instituição atual	# de Artigos	Degree	Efficienc	Betweenness
1	Reis, R.P.	Universidade Federal de Lavras	15	38	0,89	21184
2	Lopes, M.A.†	Universidade Federal de Lavras	14	20	0,80	1370
3	Carneiro, A.V.	Embrapa Gado de Leite	11	9	0,70	3409

#	Pesquisador	Instituição atual	# de Artigos	Degree	Efficienc	Betweenness
4	Carvalho, F.M.	Universidade Federal de Lavras	11	22	0,81	11389
5	Carvalho, G.R.	Embrapa Gado de Leite	10	6	0,83	708
6	Tarsitano, M.A.A.†	Universidade Estadual Paulista	10	19	0,84	202
7	Lima, A.L.R. ‡	Universidade Federal de Lavras	7	16	0,70	4497
8	Yamaguchi, L.C.T.	Embrapa Gado de Leite	7	6	0,72	4461
9	Martins, M.I.E.G	Pontifícia Universidade Católica	6	22	0,76	366
10	Milan, M.	Escola Superior de Agricultura	6	13	0,83	118
11	Pereira, J.C.	Universidade Federal de Viçosa	6	20	0,76	3891
12	Stock, L.A.	Embrapa Gado de Leite	6	7	0,59	35
13	Esperancini,	Universidade Estadual Paulista	5	11	0,84	44
14	Ferreira Filho,	Escola Superior de Agricultura	5	8	0,78	29
15	Frizzone, J.A. †	Escola Superior de Agricultura	5	15	0,83	83
16	Resende, J.C.	Embrapa Gado de Leite	5	8	0,68	1422
17	Teixeira, E.C. †	Universidade Federal de Viçosa	5	9	0,85	1551
18	Vilela, N.J.	Embrapa Hortaliças	5	8	0,87	105
19	Baggio, A.J.	Embrapa Florestas	4	7	0,76	62
20	Boliani, A.C.	Universidade Estadual Paulista	4	6	0,67	25
21	Cecilio Filho, A.B.	Universidade Estadual Paulista	4	9	0,63	287
22	Cecon, P.R. †	Universidade Federal de Viçosa	4	19	0,75	7661
23	Mancio, A.B.	Universidade Federal de Viçosa	4	14	0,63	578
24	Oliveira, E.B.	Embrapa Florestas	4	10	0,84	134
25	Shikida, P.F.A. †	Universidade Estadual do Oeste	4	8	0,78	37
26	Silva, F.M. †	Universidade Federal de Lavras	4	11	0,66	10010
27	Valadares Filho,	Universidade Federal de Viçosa	4	23	0,76	3699

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados. Nota: Esta tabela apresenta os 27 autores mais prolíficos no campo de custos de produção agropecuária delineado pelas bases de dados mantidas pela Embrapa. Estão reportados dados relativos aos pesquisadores com pelo menos 4 artigos no período estudado. (†)Pesquisador Bolsista de Produtividade pelo CNPq (em abril de 2015), segundo registros no currículo disponível na plataforma Lattes do CNPq. (‡)Pesquisador classificado como *Continuante*, mediante critérios propostos por Braun, Glänzel e Schubert (2001).

Outros autores que não apareciam com grande centralidade de grau, apresentaram-se com grande capacidade de intermediar relações na rede, como, por exemplo, os pesquisadores Oliveira, Ronaldo L. – Universidade Federal da Bahia, e Yamaguchi, L.C.T. – Embrapa Gado de Leite, que se apresentam como alguns dos mais centrais da rede, segundo esta métrica de centralidade. Em outras palavras, estes pesquisadores têm um posicionamento central na rede tal que lhes permitem intermediar um elevado número de relações, mesmo que não as tenham em quantidade de forma direta. Outros pesquisadores, que possuem alta centralidade de grau e intermediação, combinam as duas características: possuem muitos relacionamentos diretos e outras relações indiretas se originam destes.

Tabela 3: Evolução das Medidas de Cooperação e Produtividade do Campo de Custos Agropecuários

					Produtividade na área	
Ano	#de Artigos	#de Autores	#de Autorias	Cooperação[(a)]	Total[(b)]	Fracionada[(c)]
1980	3	11	11	3,67	1,00	0,27
1981	2	6	6	3,00	1,00	0,33

					Produtividade na área	
Ano	#de Artigos	#de Autores	#de Autorias	Cooperação[a]	Total[b]	Fracionada[c]
1982	5	14	14	2,80	1,00	0,36
1983	5	16	16	3,20	1,00	0,31
1984	1	1	1	1,00	1,00	1,00
1985	7	16	17	2,43	1,06	0,44
1986	3	9	9	3,00	1,00	0,33
1987	3	4	4	1,33	1,00	0,75
1988	2	7	7	3,50	1,00	0,29
1989	2	7	7	3,50	1,00	0,29
1990	3	8	8	2,67	1,00	0,38
1991	1	2	2	2,00	1,00	0,50
1992	3	7	7	2,33	1,00	0,43
1993	2	4	4	2,00	1,00	0,50
1994	1	3	3	3,00	1,00	0,33
1995	3	11	14	4,67	1,27	0,27
1996	3	8	8	2,67	1,00	0,38
1997	4	12	12	3,00	1,00	0,33
1998	7	32	32	4,57	1,00	0,22
1999	14	42	44	3,14	1,05	0,33
2000	14	47	47	3,36	1,00	0,30
2001	28	92	94	3,36	1,02	0,30
2002	27	94	100	3,70	1,06	0,29
2003	21	82	82	3,90	1,00	0,26
2004	41	152	159	3,88	1,05	0,27
2005	42	142	154	3,67	1,08	0,30
2006	47	157	168	3,57	1,07	0,30
2007	47	172	178	3,79	1,03	0,27
2008	65	228	259	3,98	1,14	0,29
2009	56	221	231	4,13	1,05	0,25
2010	47	183	187	3,98	1,02	0,26
2011	37	140	142	3,84	1,01	0,26
2012	20	84	84	4,20	1,00	0,24
2013	22	95	96	4,36	1,01	0,23
2014	13	42	43	3,31	1,02	0,31
2015	3	19	19	6,33	1,00	0,16

Fonte: Cálculos dos autores a partir dos dados coletados. Nota: [a]autorias/artigo; [b]autorias/autores; [c]artigos/autores.

A Tabela 5 apresenta os valores médios obtidos para diferentes métricas de posicionamento dos pesquisadores no âmbito da rede, mediante a regularidade e volume de sua produção nos últimos 12 anos, expressa na forma de categorias, por meio da adoção do critério proposto por Braun *et al*. (2001). Nota-se que aproximadamente 70% dos autores publicaram apenas um trabalho ao longo dos últimos 12 anos (*One-Timers*). Em adição, apenas 1 dos 1.846 pesquisadores apresentou publicação julgada regular nos 12 últimos anos. Ou melhor, o pesquisador classificado como *Continuante* apresentou centralidade de grau (*Degree*) de 16 laços, que possibilitaram a produção de 7 artigos.

Tendo em vista resultados obtidos em estudos anteriores, tais como Lee e Bozeman (2005), existe a expectativa de que métricas de centralidade e de produção estejam associadas

de forma significante. Assim, os autores Continuantes, na maioria das oportunidades, são responsáveis por constituir parcerias de pesquisa cujo resultado é o acúmulo de vantagens cumulativas.

Em outras palavras, os Continuantes assumem papel essencial no campo de conhecimento, já que sendo atores mais centrais tendem a possuir maior poder de difusão e de legitimação do conhecimento acumulado na área de conhecimento, em decorrência de seu capital social, conforme argumentação apresentada por Zucker e Darby (1996).

Tabela 4: Autores com maior centralidade de grau e de intermediação no período 1980-2015

Pesquisador	Degree	Pesquisador	Betweenness
Reis, R.P.	38	Reis, R.P.	21184
Valadares Filho, S.C. †	23	Ladeira, M.M.	12510
Carvalho, F.M.	22	Carvalho, F.M.	11389
Martins, M.I.E.G	22	Oliveira, Ronaldo L. †	11226
Lopes, M.A. †	20	Silva, F.M.	10010
Pereira, J.C.	20	Cecon, P.R. †	7661
Silva, F.F.	20	Salvador, N.	4928
Tarsitano, M.A.A. †	19	Lima, A.L.R. ‡	4497
Cecon, P.R. †	19	Yamaguchi, L.C.T.	4461
Lima, A.L.R. ‡	16	Benez, S.H.	4256
Frizzone, J.A. †	15	Souza, Z.M.	4056
Castro, E.M.	15	Pereira, J.C.	3891
Lana, R.P.	15	Santana, M.J.	3842
Mancio, A.B.	14	Valadares Filho, S.C. †	3699
Milan, M.	13	Carneiro, A.V.	3409
Cabral, L.S.	13	Moura, A.D.	3206
Zervoudakis, J.T.	13	Lirio, V.S.	2772
Veloso, C.M.	13	Lima, J.E.	2106
Ladeira, M.M.	12	Silva, F.F.	1960
Silva, M.A.A.	12	Siqueira, D.S.	1880

Fonte: Cálculos dos autores a partir dos dados coletados. Notas: Nesta tabela estão representados os 20 pesquisadores de maior centralidade, sejam eles quando a *proxy* é *degree* (de grau), ou *betweeness* (de intermediação). Tendo em vista a adoção da identificação dos pesquisadores mais produtivos por parte do órgão de gestão de pesquisa do governo brasileiro, o CNPq, esta tabela também aponta quais dos autores mais centrais acumulam a classificação de bolsista produtividade: (†)Pesquisador bolsista de produtividade pelo CNPq. (‡)Pesquisador classificado como *Continuante*, mediante critérios propostos por Braun, Glänzel e Schubert (2001).

Desse modo, se acaso a quantidade de Continuantes é reduzida, há motivos para se considerar aspectos de baixo acúmulo de conhecimento, e potencialmente aumento de esforços redundantes. A Figura 7 ilustra a rede de relações de colaboração e cooperação em co-autoria entre os pesquisadores de custos de produção agropecuária. É possível observar seis cores diferentes para os nós presentes na rede, i.e., os pesquisadores. Para cada cor existe uma categoria de pesquisador associada. Já a Figura 8 apresenta a estrutura da rede de

pesquisadores, destacando a formação de clusters (ou componentes). Cada nó representa um pesquisador, e as diferentes cores indicam diferentes componentes da rede, ou sub-redes em que os nós estão conectados entre si (WASSERMAN e FAUST, 1994; De NOOY *et al*., 2005).

A partir da identificação de um grande número de cores, verifica-se a existência de um grande número de autores que não cooperam diretamente, ou mesmo indiretamente, entre si. A existência de vários grupos de autores, i.e., componentes ou *clusters*, indica fragmentação da área de Custos de Produção Agropecuária. Conforme Moody (2004), quando em redes de colaboração e cooperação, os pesquisadores tendem a possuir maior facilidade de compartilhar ideias, de tal maneira que um pesquisador possa influenciar a atividade científica do outro.

Tabela 5: Média de indicadores de posicionamento na rede de pesquisadores (por categoria de pesquisadores)

Categoria do Pesquisador	Freq.	%	#artigos	Degree	Betweenness	Efficienc
Ausente	368	19,93	1,10	3,16	4,21	0,43
One-Timer	1.291	69,93	1,03	3,76	7,65	0,36
Transiente	20	1,08	2,15	5,75	511,85	0,52
Entrante	2	0,11	3,00	5,50	14,50	0,74
Retirante	164	8,88	2,87	7,37	752,81	0,50
Continuante	1	0,05	7,00	16,00	4.497,23	0,70
Total Geral	1.846	100	1,23	3,99	81,07	0,39

Fonte: Cálculos dos autores com base nos dados coletados. Nota: Para classificação dos pesquisadores foram empregados os procedimentos indicados por Braun *et al*. (2001). Os valores médios reportados nesta tabela refletem todo o período analisado. Contudo, a classificação acerca da regularidade dos pesquisadores considera apenas os últimos 12 anos do período estudado. As categorias de pesquisadores são: [(a)]Ausente: pesquisadores sem quaisquer produções nos últimos 12 anos. [(b)]*One-timers*: possuem apenas uma única publicação nos últimos 12 anos. [(c)]Transientes: possuem mais de uma publicação distribuídas ao longo do período analisado em não mais do que quatro anos diferentes, sendo ao menos uma nos últimos três anos. [(d)]Entrantes: apresentam mais de uma publicação, exclusivamente, em um ou mais anos diferentes dos últimos três anos do período em estudo. [(e)]Retirantes: são os pesquisadores com mais de uma publicação em um ou mais diferentes anos, mas sem publicações nos últimos três anos. [(f)]Continuantes: os pesquisadores que publicaram em 5 ou mais diferentes anos do período em estudo, com intervalo de não mais do que dois anos entre cada publicação e pelo menos uma nos últimos três anos.

A esse respeito, a Tabela 6 apresenta as estatísticas descritivas das estruturas de relacionamentos entre os autores. Ao constatar que o número de autorias cresceu mais intensamente que o volume de artigos, indicando mais autoria por artigo e, consequentemente, maior relacionamento entre os autores, tal relacionamento reflete-se no número médio de laços por autor (número de autores com que cada autor colaborou, onde não se considera o

número de vezes que colaborou, conforme estabelecem De Nooy, *et al.* (2005)), demonstrando uma estrutura de colaboração e cooperação.

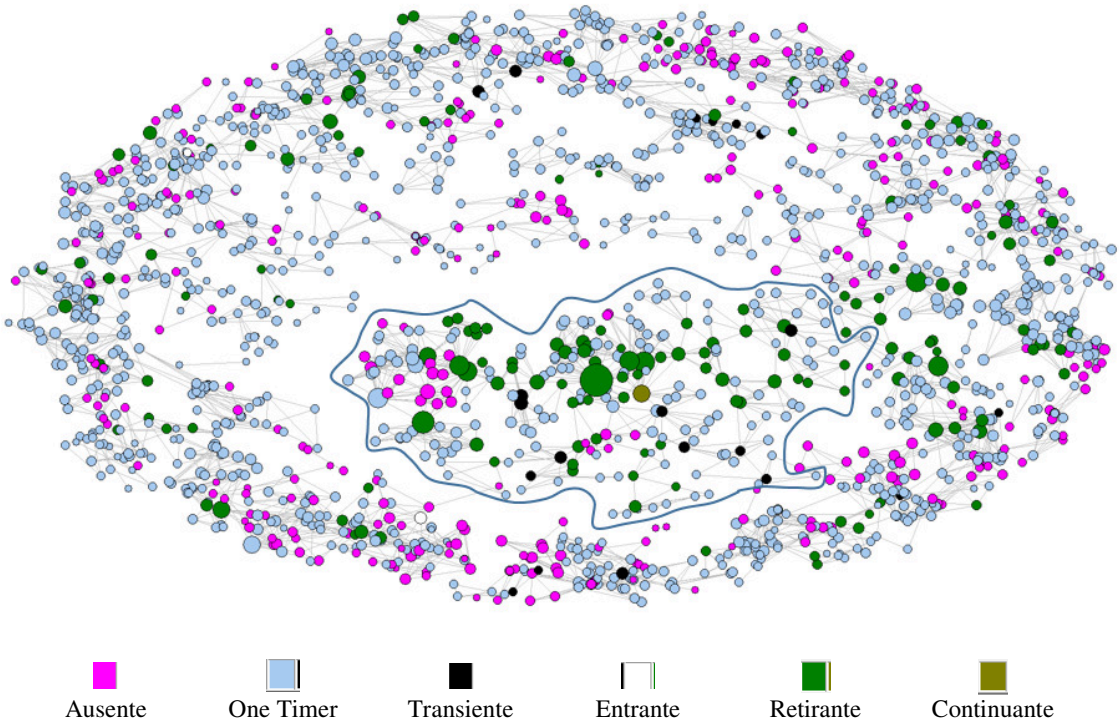

Figura 7: Representação da rede de colaboração e cooperação entre pesquisadores em custos de produção agropecuária (por categoria de Pesquisador)
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados coletados nas bases de dados da Embrapa. Nota: Para classificação dos pesquisadores foram empregados os procedimentos indicados por Braun *et al*. (2001). A classificação acerca da regularidade dos pesquisadores considera apenas os últimos 12 anos do período estudado. As categorias de pesquisadores são: [(a)]Ausente: pesquisadores sem quaisquer produções nos últimos 12 anos. [(b)]*One-timers*: possuem apenas uma única publicação nos últimos 12 anos. [(c)]Transientes: possuem mais de uma publicação distribuídas ao longo do período analisado em não mais do que quatro anos diferentes, sendo ao menos uma nos últimos três anos. [(d)]Entrantes: apresentam mais de uma publicação, exclusivamente, em um ou mais anos diferentes dos últimos três anos do período em estudo. [(e)]Retirantes: são os pesquisadores com mais de uma publicação em um ou mais diferentes anos, mas sem publicações nos últimos três anos. [(f)]Continuantes: os pesquisadores que publicaram em 5 ou mais diferentes anos do período em estudo, com intervalo de não mais do que dois anos entre cada publicação e pelo menos uma nos últimos três anos.

Segundo De Nooy *et al*. (2005), quando há queda no ritmo de crescimento da rede de relacionamentos ao longo dos períodos, há indicação de amadurecimento da estrutura da rede. A partir desse argumento, nota-se que o campo de custos de produção agropecuária ainda pode ser visto como pouco maduro, tendo em vista o explícito crescimento obtido nos últimos anos (ver Figura 6 e Tabela 3). Verifica-se ainda que o indicador de densidade ($\Delta \approx 0{,}22\%$) dos relacionamentos na rede global foi baixo, mas esse resultado permite supor que da rede de

custos de produção agropecuária apresenta-se duas vezes mais densa que a de Organizações e Estratégia ($\Delta \approx 0{,}11\%$), analisada por Rossoni e Machado-da-Silva (2008), e a área de Gestão de Operações ($\Delta \approx 0{,}08\%$), estudada por Martins *et al.* (2010). Para avaliar os padrões de cooperação local, torna-se mais interessante avaliar a formação dos componentes, i.e., clusters, ou agrupamento de pesquisadores ligados entre si.

Tabela 6: Estatísticas Descritivas da estrutura da rede de pesquisadores em Custos de Produção agropecuária no Brasil (1980-2015)

Parâmetros	Valores encontrados na rede
# de Artigos	606
# de Autores	1.846
# de Autorias	2.269
# Total de laços constituídos na rede de autores	7.364
Média de laços constituídos por Autor	3,989
Densidade da rede de pesquisadores (Δ)	0,22%
# de Componentes (*clusters*)	345
# de Autores no Componente Principal	244 (13,2%)
# de Autores Isolados	30 (1,62%)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados.

Essa fragmentação da rede, ilustrada na Figura 8, decorrente da constatação do elevado número de componentes (345 componentes), se considerada a quantidade de pesquisadores na rede, associada à reduzida parcela de pesquisadores no componente principal (13,2%), aponta para a predominância de laços fracos, i.e., maior eficiência dos laços, ou possibilidade de verificação de *Structural Holes*. A título de comparação com resultados anteriormente obtidos para outros campos de conhecimento, tomando como base a literatura internacional, convém observar o que é ilustrado na Tabela 7.

De forma consolidada, na rede do total do período analisado, o componente principal é composto por 244 autores, o que equivale a 13,2% dos autores do campo. Segundo Newman (2004), nos campos de biologia, física e matemática no contexto internacional, o componente principal representa de 82% a 92%; para Ciência da Computação, essa proporção foi de 57,2% (NEWMAN, 2001).

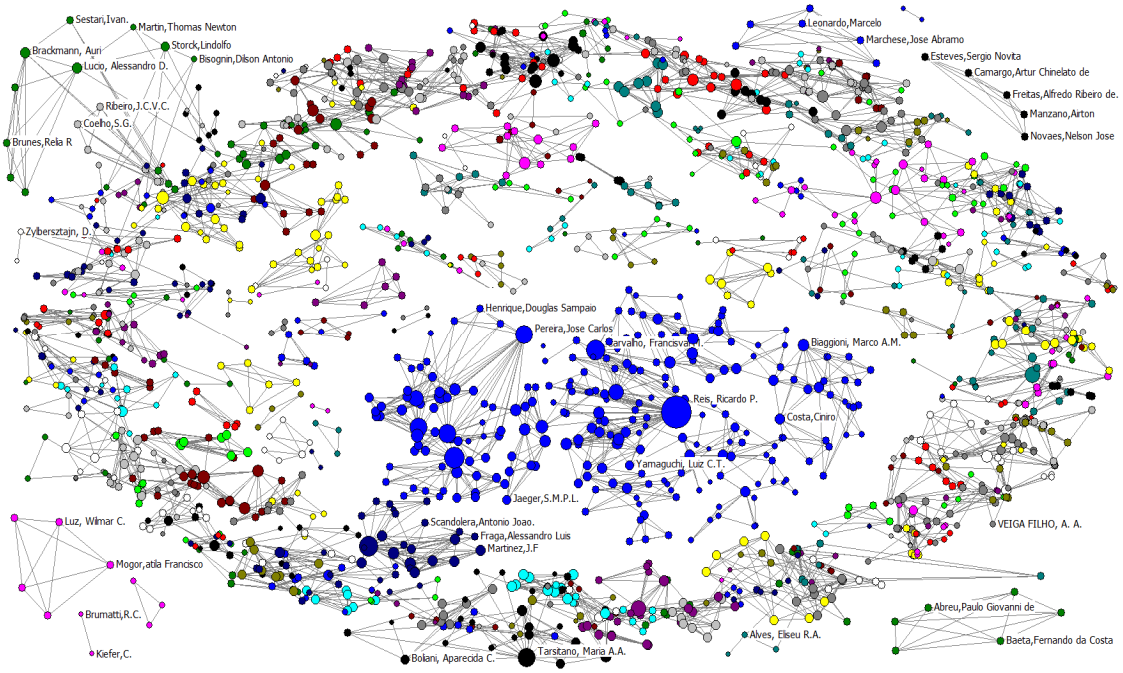

Figura 8: Estrutura da Rede de Colaboração e cooperação entre pesquisadores da área de Custos de Produção Agropecuária (1980-2015)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados coletados. Nota: Esta Figura apresenta a rede de pesquisadores em custos de produção agropecuária entre 1980 e 2015, com trabalhos indexados nas bases de dados BDPA e Sabiia, da Embrapa. Cada unidade círcular representa um pesquisador, cada laço expressa o compartilhamento de autoria de trabalho indexado, o diâmetro de cada círculo é função da centralidade de intermediação do pesquisador, na rede de colaboração e cooperação. Cada um dos 345 componentes (i.e., agrupamento de pesquisadores ligados entre si) da rede está representado por uma cor diferente, o componente principal (ver Figuras 7 e 9) contém 244 pesquisadores, e é liderado pelo pesquisador Ricardo P. Reis, que detém a maior centralidade no âmbito da rede (Tabela 4). Não estão representados na figura os 30 autores isolados, i.e., aqueles que produziram artigos sem que tenha sido estabelecida alguma parceria de pesquisa.

Desta forma, o componente principal da área de custos de produção agropecuários é relativamente menor que os encontrados em outros campos internacionais. No Brasil, Rossoni e Machado-da-Silva (2008) encontraram que o componente principal do campo de Estratégia e Estudos Organizacionais foi de 37,9%; em Administração da Tecnologia da Informação, esse número foi de aproximadamente 12% dos pesquisadores do campo (ROSSONI e HOCAYEN-DA-SILVA, 2008). Portanto, além de o componente principal da rede de pesquisadores atuantes no campo de custos de produção agropecuária ser menor que os padrões encontrados internacionalmente, este se apresenta próximo aos mais baixos já encontrados em outras áreas de pesquisa, uma vez considerado o contexto de pesquisadores no Brasil, tal como ilustra a Tabela 7.

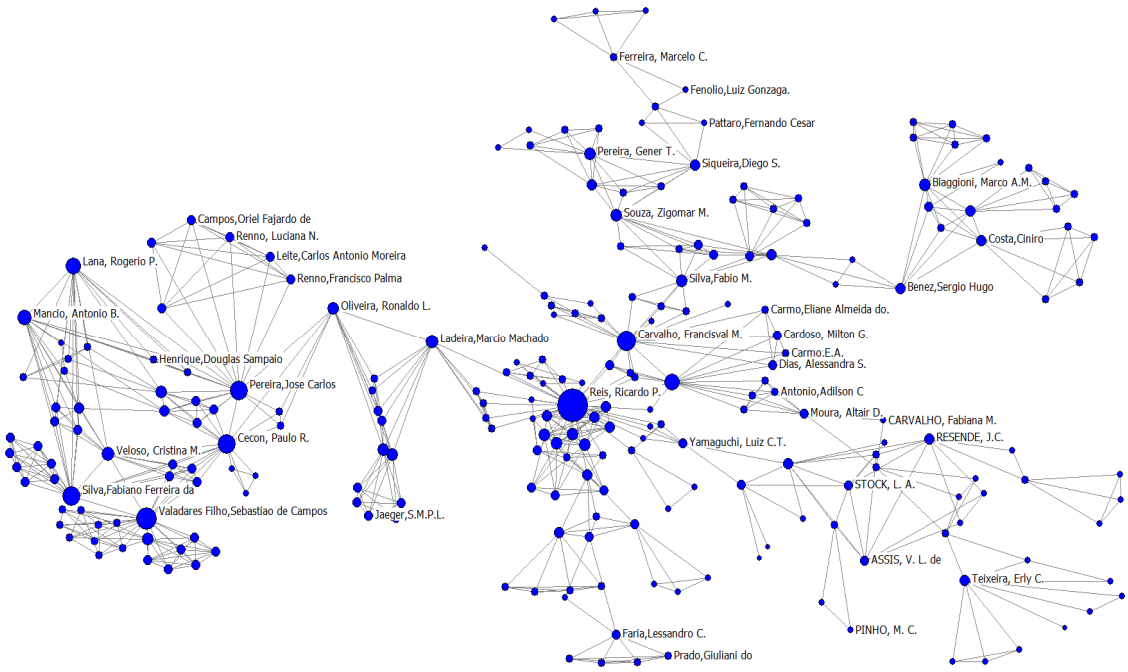

Figura 9: Configuração estrutural do componente principal da rede de pesquisadores em Custos de Produção Agropecuária

O conjunto de nós representados nesta figura indica a configuração do componente principal (destacado na Figura 7) da rede de pesquisadores de custos de produção agropecuária, onde estão 244, dos 1.846 pesquisadores identificados, representando13, 2% da rede de pesquisadores.

4.3. Associações entre posicionamento na rede e produção dos pesquisadores

A respeito das associações entre produção científica e posicionamento do pesquisador na rede, foram conduzidas regressões lineares via procedimento OLS, com variável dependente sendo o número de artigos publicados pelo i-ésimo pesquisador ao longo de todo o período estudado (1980-2015). As variáveis independentes foram as métricas de centralidade de grau (Degree) e de intermediação (Betweenness), além da eficiência dos laços constituídos pelo pesquisador, cuja *proxy* é *Structural Holes*, i.e., proporção dos laços não-redundantes que o pesquisador constituiu ao compartilhar autorias de trabalhos publicados nas revistas científicas consideradas nesta pesquisa.

A Tabela 8 apresenta os coeficientes obtidos na simulação do modelo (4). As métricas de fit do modelo foram escolhidas mediante proposta de Vartanian et al. (2013, p. 85-92). Assim, foi verificada a existência de heterocedasticidade por meio do teste de Breusch-Pagan, cuja hipótese nula, i.e. inexistência de heterocedasticidade foi rejeitada ao nível de

significância de 1%. A partir disso optou pelos erros-padrão robustos à heterocedasticidade (variante HC1). Ainda no que se refere às métricas de ajustamento do modelo, convém ainda destacar que não foram encontrados indícios de multicolinearidade entre essas variáveis independentes, via Fator de Inflação da Variância (VIF), conforme estabelecem Tabachnik e Fidell (2007).

Tabela 7: Comparação dos estudos em diferentes campos do conhecimento

Campo de conhecimento	Período estudado	# de Autores	#Médio de laços por autor	%dos Autores no componente principal
Internacional				
Negócios[a]	1980-2002	10.176	2,86	45,4
Serviços[b]	1995-2010	2.457	2,55	28,4
Medicina[c]	1995-1999	1.520.251	16,93	92,6
Física[d]	1995-1999	52.909	9,27	85,4
Matemática[d]	1995-1999	253.339	3,90	82,0
Sociologia[e]	1963-1999	197.976	1,88	34,5
Brasil				
Gestão de Operações[f]	1997-2009	3.148	2,52	48,5
Estratégia e Organizações[g]	1997-2005	2.072	2,25	37,9
Finanças[h]	2003-2012	806	2,55	32,3
Custos agropecuários[i]	1980-2015	1.846	3,99	13,2

Fonte: Cálculos dos autores e revisão de literatura. Nota: [a]Acedo et al. (2006), [b]Martins et al. (2012), [c]Newman (2001), [d]Newman (2004), [e]Moody (2004), [f]Martins *et al*. (2010), [g]Rossoni e Machado-da-Silva (2008), [h]Mendes-Da-Silva *et al*. (2013), [i]esta pesquisa.

A respeito das estimativas dos coeficientes para a equação (4), no Modelo I, constata-se que, em média, os autores de maior centralidade de grau $\left(\widehat{\beta_1} \cong 0{,}2618; p < 0{,}01\right)$ e de maior eficiência de laços $\left(\widehat{\beta_3} \cong 1{,}7418; p < 0{,}01\right)$ tenderam a apresentar maior número de artigos publicados. Dito de outra forma, conforme argumentos defendidos por Acedo et al. (2006), pesquisadores mais proeminentes na rede alcançam produção científica mais expressiva. Esse resultado apoia os argumentos de Merton (1973), Kuhn (1978), Pepe (2010) e Lemarchand (2012), segundo os quais o conhecimento é socialmente construído. E, nesse sentido, o entendimento da estrutura e da dinâmica da colaboração e cooperação na pesquisa científica em custos de produção agropecuária parece exercer papel preponderante na promoção do amadurecimento do campo de conhecimento.

Tabela 8: Efeito marginal do posicionamento do pesquisador na rede sobre sua produção

	Modelo I		Modelo II		Modelo III	
const	-0,5051	***	0,9336	***	-0,2920	**
	(0,1456)		(0,0289)		(0,1459)	
Degree	0,2618	***	-		0,2251	***
	(0,0247)				(0,0246)	
Betweenness	-		$5{,}58.10^{-4}$	***	$1{,}96.10^{-4}$	***
			$(9{,}08.10^{-5})$		$(7{,}17.10^{-5})$	
Eficiência de laços	1,7418	***	0,6520	***	1,5336	***
	(0,1479)		(0,1020)		(0,1525)	
R-quadrado ajustado	0,586		0,338		0,610	
F	69,418	***	41,686	***	58,863	***
Critério de Akaike	3008,094		3861,775		2901,01	
N	1816		1816		1816	

Fonte: Cálculos dos autores com base nos dados coletados. Nota: entre parênteses está o erro-padrão da estimativa de cada coeficiente. Não foram encontrados indícios de multicolinearidade entre as variáveis independentes, mediante procedimento do VIF, já que não foram observados valores próximos de 10. Variável dependente = número de artigos publicados no período de 1980 a 2014. A verificação de existência *a priori* de heteroscedasticidade foi verificada com emprego do Teste de Breusch-Pagan, para o qual foi rejeitada a hipótese nula de inexistência de heteroscedasticidade, nos três modelos simulados. Portanto foi utilizada estimativa por erros-padrão robustos à heteroscedasticidade (variante HC1). Os parâmetros estimados para os coeficientes sugerem que os autores de maior centralidade e maior eficiência de laços tenderam a apresentar maior número de artigos publicados no período estudado. **p-value < 0,05; ***p-value < 0,01.

Os resultados encontrados para o Modelo I parecem manter-se similares (ao menos em se tratando do sinal dos coeficientes), nos Modelos II e III. Destaque-se que, nesse último, as duas proxies de centralidade do pesquisador são consideradas concomitantemente, sem que indícios de multicolinearidade da regressão tenham sido verificados por meio da verificação dos Fatores de Inflação da Variância (VIF) e de tolerância.

5. Considerações Finais e Implicações do Estudo

Com base nos argumentos de Pluckenett e Smith (1984), Faris (1991) e Collins e Weeks (2014), para quem redes de colaboração e cooperação entre pesquisadores em agricultura não são uma panaceia, existindo custos e benefícios associados a elas, este trabalho teve como objetivo analisar as propriedades estruturais das redes de relações entre os pesquisadores na área de custos de produção agropecuária em dos principais mercados produtores mundiais – o Brasil, no período 1980-2015. Para tanto, são empregados dados obtidos a partir das bases de dados de uma das principais empresas de pesquisa agropecuária do Brasil, a Embrapa. Com o emprego da palavra "custos" como argumento de busca nos títulos ou resumo dos artigos pertencentes a essa base de dados, foram encontrados 606

artigos publicados por 1.846 diferentes pesquisadores, a partir dos quais este trabalho foi desenvolvido.

Os principais resultados obtidos são três. Primeiro, quanto maior a visibilidade do pesquisador no campo de conhecimento, medida por duas métricas de centralidade, i.e. Degree e Betweenness, juntamente com maior eficiência de laços, medida por Structural Holes; maior foi a quantidade de artigos publicados. Em outras palavras: aqueles autores com maior centralidade e menor redundância de laços, em média, obtiveram maior número de artigos publicados em periódicos selecionados no Brasil, considerando o período em tela.

Em segundo lugar, mas não menos relevante, o campo de custos agropecuários tem crescido em número de pesquisadores e número de trabalhos publicados, mas especialmente no que se refere ao número de pesquisadores no campo, o que reforça a suposição de que se pode classificar o campo como ainda pouco maduro, conforme discutem De Nooy *et al.* (2005). Mas, esse resultado quando considerada a regularidade da produção científica dos pesquisadores dessa área, releva-se crítico, pois existem indícios de baixa taxa de renovação dos recursos humanos dedicados ao estudo dos custos de produção agropecuária, já que um percentual próximo de 70% dos pesquisadores publicou apenas um único trabalho nos últimos 12 anos; e um em cada 5 autores não publicou artigo algum nos últimos 12 anos.

A presente pesquisa possui sua relevância principalmente apoiada na sua capacidade de, pioneiramente no Brasil, evidenciar a evolução da estrutura da rede de pesquisadores de custos de produção agropecuária nas três últimas décadas, por meio da utilização de metodologia até então não empregada – AFRS, a qual possibilita entender aspectos estruturais da rede de pesquisadores, bem como o posicionamento dos atores. Esta questão está em linha com recomendações e sugestões anotadas por Adams (2012), quando esse cita redes de pesquisadores como proposta de caminhos para a expansão das fronteiras do estudo em diversos campos do conhecimento, e de seu potencial de contribuição para inovação, pensamento compartilhado por Chassagnon e Audran (2011) e por Morel *et al*. (2009).

O trabalho indica ainda um movimento de abertura da rede de co-autores, significando que a tarefa de construção de artigos segue cada vez mais a afirmativa de Castells e Cardoso (2005) e Nohria e Ecles (1992), segundo a qual a forma de organização dos campos de conhecimento, sendo parte da sociedade, constitui rede. Como consequência disso, torna-se paulatinamente mais evidente a necessidade de interação com públicos externos (sejam indivíduos ou instituições) para construção de conhecimento, com menor esforço redundante,

i.e., aproveitando as oportunidades de compartilhamento de competências e habilidades. Isto reforça a necessidade de coordenação e comunicação da rede de pesquisadores, o que se acredita seja um indutor de desempenho global do aparelho de pesquisa em temas relacionados à agricultura ~~(FARIS, 1991).~~

Na perspectiva prática, ou na gerencial, este trabalho é importante já que indica ~~os~~ caminhos de reflexão e ações das instituições que abrigam ~~os~~ autores. Uma delas indica a oportunidade de analisar especificamente no seu grupo de pesquisadores qual a situação de rede dominante e relacionar os dados com a produção de artigos científicos. Outra ação gerencial, considerando que a maioria dos autores tem baixa produção no período considerado, indica a necessidade da instituição incentivar os ex-alunos a continuarem investigando e escrevendo sobre os assuntos pesquisados, indo além do ritual de escrever um artigo que é o resumo de sua dissertação, ou tese.

Uma possível terceira ação gerencial das instituições seria a de realizar um trabalho de incentivo à produção com fóruns, intercâmbios e outras ações de aproximação, de forma interorganizacional, uma vez que os dados mostraram tendência de clusters definidos pela região e pela instituição. Finalmente, para a comunidade cientifica e os reitores de programas de graduação e pós-graduação, o trabalho pode servir de modelo para a investigação de outros campos de conhecimentos, utilizando a perspectiva das afirmativas sobre redes sociais.

O presente trabalho possui limitações que são decorrentes das escolhas em termos de desenho de pesquisa, tais como – período de tempo estudado e a consideração exclusiva de revistas indexadas nas bases de dados da Embrapa. Mas, em que pese à existência de limitações decorrentes do desenho da presente pesquisa, os resultados alcançados neste trabalho contribuem para o melhor entendimento da dinâmica de colaboração e cooperação entre os pesquisadores de Custos de Produção Agropecuária, assim como aponta para um campo de pesquisa relevante e ainda pouco explorado.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Rede de Pesquisa para o Desenvolvimento da Aplicação Aérea de Agrotóxicos como Estratégia para o Controle de Pragas Agrícolas de Interrese Nacional, MP2 no 02.11.07.025.00.00, liderada pela Embrapa Instrumentação, pela oportunidade desta pesquisa e à Fapesp pelo financiamento desta oportunidade por meio do processo nº. 2011/21548-9.

7. Referências

ACEDO, F.J.; BARROSO, C.; CASANUEVA, C.; GALAN, J.L. Co-authorship in management and organizational studies: an empirical and network analysis, *Journal of Management Studies*, v. 43, n. 5, p. 957-83, 2006.

ADAMS, J. Collaborations: The rise of research networks, *Nature*, v. 490, p. 335-336, 2012. doi:10.1038/490335a

ALLEN, F. Trends in financial innovation and their welfare impact: an overview. *European Financial Management*, v. 18, n. 4, p. 493–514, 2012. doi: 10.1111/j.1468-036X.2012.00658.x

BARABÁSI, A.L.; JEONG, H.; NÉDA, Z.; RAVASZ, E.; SCHUBERT, A.; VICSEK, T. Evolution of the Social Network of Scientific Collaborations, *Physica A*, v. 311, n. 3-4, p. 590-614, 2002.

BORGATTI, S. Structural holes: Unpacking Burt's redundancy measures. *Connections*, v. 20, n. 1, p. 35-38, 1997.

BRAUN, T.; GLÄNZEL, W.; SCHUBERT, A. Publication and Cooperation Patterns of The Authors of Neuroscience Journals. *Scientometrics*, v. 51, n. 3, p. 499-510, 2001.

BURT, R. *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Cambridge: Harvard University Press, 1992.

CASTELLS, M.; CARDOSO, G. *The network society: from knowledge to policy*. Washington: John Hopkins, 2005.

CGIAR. *1983 Report on the Consultive Group and the international agricultural research it supports: an integrative report*. Consultive Group on International Agricultural Research Secretariat, Washington, DC, USA. ICW/83/07, 39pp, 1983.

CHAN, K.C.; CHEN, C.R.; FUNG, H.G. Pedigree or Placement? An Analysis of Research Productivity in Finance, *The Financial Review*, v. 44, p. 87-111, 2009.

CHAN, K.C.; CHEN, C.R.; LUNG P.P. One-and-a-half decades of global research output in Finance: 1990–2004. *Rev Quant Finance Account*, v. 28, n. 4, p. 417-439, 2007.

CHAN, K.C.; CHEN, C.R.; STEINER, T.L. Who Is Publishing? An analysis of Finance Research Productivity in the European Region, *Journal of Business Finance & Accounting*, v. 31, p. 401-437, 2004.

CHASSAGNON, V.; AUDRAN, M. The Impact of Interpersonal Networks On The Innovativeness Of Inventors: From Theory To Empirical Evidence, *International Journal of Innovation Management*, v. 15, n. 5, p. 931-958, 2011.

CRUVINEL, P. E. Rede de inovação e pesquisa para a agricultura do Brasil baseada em modelo de desenvolvimento regional, *Revista Labor & Engenho*, v.4, n.4, 2010.

COLLINS, A.; WEEKS, E. *Review of the International Collaboration Landscape in Sustainable Agriculture*, National Land Resource Centre, 2014.

De NOOY, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. Exploratory Social Network Analysis with Pajek. New York: Cambridge University Press, 2005.

DUPONT, J. Mutual aid: the network approach to research. IDRC Reports. v. 11, n. 4, p. 18-19, 1983.

FARIS, D.G. (1991). Agricultural Research Networks as Development Tools: Views of a Network Coordinator. Ottawa, Canada: International Development Research Centre; and Patancheru, A.P. 205324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Disponível em: <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/11939/1/88651.pdf>

FREEMAN, L.C. Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification. Social Networks, v. 1, p. 215-239, 1979.

GATTAZ, C.C.; AMATO NETO, J.; GATTAZ SOBRINHO, F.; BOLAND, M.; BANGALORE, R. Critical factors to explicit required knowledge to manage the virtual innovation society network. *Journal of Integrated Design & Process Science*, v. 15, p. 13-26, 2012.

GLANZEL, W.; SCHUBERT, A. Analyzing scientific network through co-authorship. Handbook of Quantitative Science and Technology Research, 2004.

GRANOVETTER, M. Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*, v. 91, n. 3, p. 481-510, 1985.

GULATI, R.; GARGIULO, M. Where do interorganizational networks come from? *The American Journal of Sociology*, v. 104, n. 5, p. 1439-1493, 1999.

JACQUES, T.S.; SEBIRE, N.J. The impact of article titles on citation hits: an analysis of general and specialist medical journals. *Journal of The Royal Society of Medicine*, v. 1, n. 12, p. 1-5, 2010. doi: 10.1258/shorts.2009.100020

KNOKE, D.; KUKLINSKI, J.H. *Network Analysis*, Sage, Beverly Hills, CA, 1982.

KOGUT, B.; WALKER, G. The small world of Germany and the durability of national networks. *American Sociological Review*, v. 66, n. 3, p. 317-335, 2001.

KUHN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

LEE, S.; BOZEMAN, B. The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity. *Social Studies of Science*, v. 35, n. 5, p. 673-702, 2005.

LEMARCHAND, G. A. The Long-Term Dynamics of Co-Authorship Scientific Networks: Iberoamerican Countries (1973-2010). *Research Policy*, v. 41, n. 2, 2012.

LIN, N. *Social Capital: A Theory of Social Structure and Action*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

MARTINS, G. S., ROSSONI, L., CSILLAG, J. M., MARTINS, M. E.; PEREIRA, S. C. F. Gestão de Operações no Brasil: Uma Análise do Campo Científico a Partir da Rede Social de Pesquisadores, RAE Eletrônica, v. 9, n. 2, Art. 8, 2010.

MARTINS, M.E.; MARTINS, G.S.; CSILLAG, J.M.; PEREIRA, S.C.F. Service's scientific community: a social network analysis (1995-2010), *Journal of Service Management*, v. 23, n. 3, p. 455-469, 2012.

MENDES-DA-SILVA, W. Financial Innovation: An Expanding Research Field, *Journal of Financial Innovation*, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2015. doi: 10.15194/jofi_2015.v1.i1.14

MENDES-DA-SILVA, W.; ROSSONI, L.; CONTE, B.S.; GATTAZ, C.C.; FRANCISCO, E.R. The Impacts of Fundraising Periods and Geographic Distance on Financing Music Production via Crowdfunding in Brazil. *Journal of Cultural Economics*, 2016. doi: 10.1007/s10824-015-9248-3

MENDES-DA-SILVA, W.; SAITO, R. Stock Exchange Listing Induces Sophistication of Capital Budgeting. *Revista de Administração de Empresas*, v. 54, p. 560-574, 2014.

MENDES-DA-SILVA, W.; ONUSIC, L.M.; GIGLIO, E.M. Rede de pesquisadores de finanças no Brasil: um mundo pequeno feito por poucos. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 17, p. 739-763, 2013, 2013.

MERTON, R. *The Sociology of Science*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

MIZRUCHI, M. What do interlocks do? An analysis, critique, and assessment of research on interlocking directorates. *Annual Review of Sociology*, v. 22, p. 271-298, 1996.

MOODY, J. The Structure of a Social Science Collaboration Network: Disciplinary Cohesion from 1963 to 1999. *American Sociological Review*, v. 69, p. 213-238, 2004.

MOREL, C.M.; SERRUYA, S.J.; PENNA, G.O.; GUIMARAES, R. Co-authorship Network Analysis: A Powerful Tool for Strategic Planning of Research, Development and Capacity Building Programs on Neglected Diseases, *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 3, n. 8, 2009. doi: 10.1371/journal.pntd.0000501

NEWMAN, M. The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of National Academic Sciences*, v. 98, n. 2, p.404-409, 2001.

NEWMAN, M. Coauthorship Networks and Patterns of Scientific Collaboration. *Proceedings of the National of Academic Sciences*, v. 101, p. 5200-5205, 2004.

NOHRIA, N.; ECLES, R. *Networks and organizations: Structure, form, and action*. Boston: Harvard Business School, 1992.

ORSATO, R.; GARCIA, A.S.; MENDES-DA-SILVA, W. SIMONETTI, S.; MONZONI, M. Sustainability indexes: why join in? A study of the 'Corporate Sustainability Index (ISE)' in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 96, n. 1, p. 161-170, 2015. doi:10.1016/j.jclepro.2014.10.071

PEPE, A. *Structure and Evolution of Scientific Collaboration Networks in a Modern Research Collaboratory*. Dissertation of PhD, Harvard University, 2010. Disponível em: http://ssrn.com/abstract=1616935. Acesso em 15/05/2015.

PITTS, F.R. The Medieval river trade network of Russia revisited. *Social Networks*, v. 1, n. 3, p. 285-292, 1979.

PLUCKNETT, D.J.; SMITH, N.J.H. Networking in International Agricultural Research, *Science*, v. 225, n. 4666, p. 989-993, 1984. doi:10.1126/science.225.4666.989

ROSSONI, L.; MACHADO-DA-SILVA, C.L. Análise institucional da construção do conhecimento científico em mundos pequenos. *Faces*, v. 7, n. 1, p. 25-43, 2008.

ROSSONI, L.; HOCAYEN-DA-SILVA, A.J. Cooperação entre Pesquisadores da Área de Administração da Informação: Evidências Estruturais de Fragmentação das Relações no Campo Científico. *Revista de Administração da USP*, v. 43, p. 138-151, 2008.

SCOTT, J. *Social Network Analysis: a handbook*. 2 ed. London: Sage Publications, 2000.

TABACHNIK, B.G.; FIDELL, L.S. *Using Multivariate Statistics*, 5th ed. Pearson : Boston, 2007.

TAYLOR, R.W.; CARANDANG, J.S.; ALEXANDER, C.; CALLEJA, J.S. Making Global Cities Sustainable: Urban Rooftop Hydroponics for Diversified Agriculture in Emerging Economies. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 5(7): 11-28, 2012. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=2192203

TEGTMEIER, E.M.; DUFFY, M.D. External Costs of Agricultural Production in The United States. *International Journal of Agricultural Sustainability*, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2004.

UZZI, B.; SPIRO, J. Collaboration and creativity: the small world problem. *American Journal of Sociology*, v. 111, n. 2, p. 447-504, 2005.

VARTANIAN, P.R.; CIA, J.C.; MENDES-DA-SILVA, W. *Econometria: Análise de Dados com Regressão Linear*, 1ª. ed. Saint Paul : São Paulo, 2013.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

WEBER, M. *Selections in Translation* (Editor: RUNCIMAN, W.G.) Cambridge University Press, 1991.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Global Risks 2015*, 10th edition, 2015. Disponível em: < http://reports.weforum.org/global-risks-2015/ >. Acesso em 15/05/2015.

ZUCKER, J. G., & DARBY, M. R. Star scientists and institutional transformation: patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 93, n. 23, p. 12709-12719, 1996.