



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE - FACE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – PPGA

VIVIANE MOURA MARTINS

**COAUTORIA, COOPERAÇÃO E PRODUTIVIDADE CIENTÍFICAS EM REDES DE
PESQUISADORES EM ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS NA
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA**

BRASÍLIA – DF
2013

VIVIANE MOURA MARTINS

**COAUTORIA, COOPERAÇÃO E PRODUTIVIDADE CIENTÍFICAS EM REDES DE
PESQUISADORES EM ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS NA
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em
Administração da Universidade de Brasília como requisito
parcial à obtenção de grau de Mestre.

Prof. Dr. Tomás de Aquino Guimarães

**BRASÍLIA, DF
2013**

VIVIANE MOURA MARTINS

**COAUTORIA, COOPERAÇÃO E PRODUTIVIDADE CIENTÍFICAS EM REDES DE
PESQUISADORES EM ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS NA
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre.

Aprovada por:

Professor Doutor Tomás de Aquino Guimarães
Programa de Pós-Graduação em Administração
Universidade de Brasília (UnB)
Orientador

Professora Doutora Catarina Cecília Odelius
Programa de Pós-Graduação em Administração
Universidade de Brasília (UnB)
Examinador Interno

Professor Doutor Luciano Rossoni
Programa de Pós-Graduação em Administração
Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO)
Examinador Externo

Brasília, 22 de maio de 2013.

A tua luz acendeu meu coração
E eu pude ver em meio à escuridão
Tua Presença, tua fidelidade, graça e amor
Me levantaram outra vez
Me deram forças e prosseguirei
Irei contigo, onde quer que fores, meu Senhor
O Teu chamado cumprirei na alegria ou na dor
E toda vez que eu chorar
Ou quiser desanimar
O Teu Espírito
Me consolará
Se é na fraqueza do meu ser
Que manifestas teu poder
Eis-me aqui
Dependo de Ti,
Preciso de Ti
Toda Glória, toda Vitória eu sei
Pertence a Ti
Toda honra, todo o louvor entrego a Ti
Porque sem Ti, Não estaria aqui

Eis-me Aqui

Diante do Trono

Ana Paula Valadão Bessa e Ludimila Ferber

AGRADECIMENTOS

Chegar até este momento com a preocupação de escrever os agradecimentos significa que o pior passou. E se cheguei até aqui, depois de 24 meses de muita dedicação e superação, foi única e exclusivamente pela graça e misericórdia de Deus. Em vários momentos em que me achava incapaz de prosseguir, a presença do Senhor me fez seguir adiante. Inspiração e sabedoria eram pedidos frequentes, mas a cada dificuldade Deus me respondia de uma forma diferente. Por isso, obrigada Espírito Santo de Deus por estar ao meu lado nessa caminhada! Não poderia deixar de agradecer o apoio do meu marido Sergio, companheiro de todos os momentos, ombro amigo pra chorar e para dizer “você consegue amor”. Aos meus filhotes Gabriela e Pedro, alegrias da minha vida! Quem não recarregaria as baterias depois de horas em frente ao computador com abraços e beijos tão intensos desses dois anjos? Só tenho a agradecer muito o apoio de toda a família: a minha mãe Sonia, à minha avó Didi, ao meu irmão Marcos, às cunhadinhas queridas Andrea e Carolina, muito obrigada por me escutarem!

Mas nem só de aflições vive um mestrando. Por isso, não poderia deixar de lado os colegas da “Turma da Cebola”. As disciplinas não seriam tão divertidas sem os nossos planos infalíveis. As disciplinas não seriam tão divertidas sem os nossos planos infalíveis. À amiga Rayssa pelos muitos momentos de desabafo mas também (e principalmente) pela parceria e amizade! Aos demais colegas de sala, especialmente, Leonardo, Marília, Marizaura, Renata, Késia e Natália foi muito bom trocar ideias, experiências e risadas com todos vocês.

Aos professores do Programa, um agradecimento especial pela forma com que conduziram as disciplinas. As leituras e as discussões de cada aula contribuíram não somente para a realização deste estudo mas, principalmente, para o meu amadurecimento e aperfeiçoamento acadêmico.

Não poderia deixar de agradecer o apoio, a compreensão e a paciência do meu orientador Prof. Dr. Tomás de Aquino, cuja orientação foi fundamental para o meu crescimento na pesquisa e para a estruturação deste trabalho.

Agradeço ainda, aos colegas do grupo de pesquisa, Marina, Luis Akutsu, Sueli e Adalmir, pela ajuda e solidariedade nos diversos encontros que tivemos; a experiência de vocês foi enriquecedora para a elaboração deste estudo.

Não posso deixar de agradecer também aos colegas da Embrapa, principalmente, à Paule Jeanne, além de conselheira acadêmica, uma profissional que admiro e respeito. Ao colega André Dusi, obrigada pela paciência de me fazer entender o que é e qual é a importância da biotecnologia. Às amigas: Maristela, Eliane e Adriana, agradeço pela torcida sempre presente e energias positivas, mesmo que nos encontros rápidos pelos corredores.

RESUMO

Este estudo assume como pressuposto que a construção do conhecimento científico é um reflexo das práticas de pesquisa e da estrutura de relações existentes entre os pesquisadores. Assim, buscou-se com este estudo identificar características de redes de coautoria de publicações científicas sobre organismos geneticamente modificados e sua relação com a cooperação e produtividade científicas no campo da pesquisa agropecuária brasileira. Para tanto, foi realizado um estudo longitudinal no qual foram considerados os artigos publicados em periódicos científicos no período de 2003 a 2012. A análise dos dados foi feita considerando duas perspectivas. A primeira contempla um diagnóstico da produção científica, que utiliza as medidas de cooperação e produtividade e demonstra a evolução do campo, considerando a quantidade de artigos publicados, os pesquisadores e as organizações mais atuantes no campo, comparando o seu resultado com o padrão internacional de produtividade científica (Lei de *Lotka*). A segunda perspectiva contempla a análise dos relacionamentos entre os autores, por meio da Análise de Redes Sociais, em especial, sobre as propriedades estruturais e posicionais da rede. Neste estudo a colaboração científica é compreendida como o trabalho conjunto entre dois ou mais pesquisadores evidenciado por meio da publicação de artigos realizados em coautoria. Os resultados do estudo apontam para o crescimento da produção científica, assim como da colaboração entre os pesquisadores ao longo do tempo. Apesar do crescimento da produção de artigos no campo, observou-se que uma pequena parcela de autores tem produzido muitos estudos, enquanto uma parcela expressiva tem publicado muito pouco, de forma que comparado com o padrão internacional de produtividade, o campo apresentou-se menos produtivo, apesar de o seu resultado estar próximo a outros estudos realizados nas ciências sociais no Brasil. A análise da rede demonstrou que seus autores não são totalmente conectados e estão distribuídos em grupos que não cooperam entre si, de modo que, a rede se apresentou fragmentada em uma perspectiva global. Todavia, verificou-se que a rede se comporta como um mundo pequeno (*small world*), na medida em que apresentou uma baixa densidade e um alto grau de agrupamento local, ao mesmo tempo em que seus pesquisadores se conectavam a outros por meio de um pequeno número de intermediários. Além disso, a análise dos aspectos posicionais da rede demonstrou que os pesquisadores com maior produtividade no campo são aqueles que apresentaram maior quantidade de laços diretos e maior capacidade de intermediar relações entre outros (facilitando a fluidez de informações, recursos e conhecimentos por meio da rede). No que se refere à participação das organizações na produção do conhecimento sobre organismos transgênicos, no Brasil, verificou-se que apesar de as universidades brasileiras apresentarem uma participação mais acentuada no campo em termos de quantidade de organizações, pesquisadores e artigos produzidos, os centros de PD&I foram os mais produtivos e colaborativos e seus pesquisadores ocuparam posições centrais na rede, associando-se a novos pesquisadores e atuando como referência nos estudos sobre organismos geneticamente modificados na agropecuária brasileira. Além disso, chama a atenção a participação quase inexpressiva de empresas do setor privado de PD&I na rede de pesquisa, assim como para o baixo percentual de parcerias com universidades e centros de PD&I, em outros países, indicando a necessidade de investigar os fatores que limitam ou favorecem a articulação e formação de parcerias entre pesquisadores das diferentes organizações, que atuam no campo para a elaboração de estudos colaborativos.

Palavras-chave: análise de redes sociais; cooperação e produtividade científicas; redes de colaboração; organismos geneticamente modificados.

ABSTRACT

This study takes as a premise that the creation of scientific knowledge is a reflection of the research practices and the kind of relationships between researchers. Thus, we tried in this study to identify characteristics of networks of co-authorship of scientific publications on genetically modified organisms and their relation to scientific productivity and scientific cooperation in the field of Brazilian agricultural research. Therefore, we did a longitudinal study in which we considered the articles published in scientific journals in the period from 2003 to 2012. Data analysis was done considering two perspectives. The first consists of a diagnosis using scientific measures of cooperation and productivity showing the evolution of the field taking into account the amount of articles published by researchers and organizations that are most active in the field and comparing its results to the international standard of scientific productivity (Law of *Lotka*). The second approach involves the analysis of relationships between authors by analyzing social networks, in particular on the structural properties and positional network. In this study the scientific collaboration is understood as the joint work between multiple researchers, proven by the publication of articles written in co-authorship. The study results point to a growth in scientific production over time, with increased collaboration among researchers. Despite the increased production of articles in the field, we noticed that a small number of authors did many studies, while a significant portion of others has published very little, so that compared to the international standard of productivity, the field has become less productive. This result resembled other studies in the social sciences in Brazil. The network analysis showed that the authors aren't really connected and are divided in groups which don't cooperate well, so that the network appears fragmented in a global perspective. However, it was found that the network behaves like a small world, in that it has a low density and a high degree of local grouping, while other researchers were connected through a small number of intermediaries. Furthermore, analysis of the positional aspects of the network demonstrated that researchers with higher productivity are those with more connections and higher capacity of networking (facilitating the flow of information through the resources and knowledge of the network). With regards to the participation of organizations in the production of knowledge about genetically modified organisms in Brazil it was found that despite the Brazilian universities having a strong involvement in the field in terms of number of organizations, researchers and articles produced, the centers of RD&I were the more productive and collaborative researchers occupied a central positions in the network, associating with new researchers and acting as a reference in studies on genetically modified organisms in Brazilian agriculture. In addition, what calls attention is the almost meaningless involvement of private sector firms RD&I in the network, as well as the low percentage of partnerships with universities and RD&I in other countries, indicating the need to investigate the factors limiting or favoring management and creation of partnerships between researchers from different organizations working in the field for the development of collaborative studies.

Key-words: social network analysis, cooperation and scientific productivity; collaborative networks; genetically modified organisms

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espiral de criação do conhecimento.....	29
Figura 2. Representação de laços fortes e fracos.....	34
Figura 3. Tríade fechada.....	35
Figura 4. Tríade hierárquica	35
Figura 5. Estrutura hierárquica	35
Figura 6. Estrutura não hierárquica	35
Figura 7. Rede 2-mode entre artigos e autores	36
Figura 8. Rede 1-mode entre autores.....	37
Figura 9. Subgrafo e seus cliques	41
Figura 10. Distâncias geodésicas e diâmetro de um grupo.....	42
Figura 11. Conceito de n-clique	43
Figura 12. Buracos Estruturais	47
Figura 13. Modelo Genérico de Lotka	71
Figura 14. Evolução do número de autorias, artigos e autores (2003/2012).....	81
Figura 15. Cooperação e produtividade dos autores (2003/2012).....	84
Figura 16. Evolução estrutural da rede de relacionamentos dos pesquisadores do campo	102
Figura 17. Estrutura da rede de colaboração entre pesquisadores (2003/2012)	103
Figura 18. Rede Ego dos autores com maior centralidade de grau (2003/2012)	113
Figura 19. Estrutura da rede de colaboração entre pesquisadores (2003/2007)	123
Figura 20. Componentes principais do primeiro período (2003/2007)	124
Figura 21. Estrutura da rede de colaboração entre pesquisadores (2008/2012)	131
Figura 22. Componente principal do segundo período (2008/2012).....	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Conceitos Essenciais na Análise de Redes Sociais	33
Tabela 2: Artigos e suas Respectivas Coautorias	36
Tabela 3: Definição das Medidas de Centralidade	39
Tabela 4: Exemplificação do Conceito de Densidade	40
Tabela 5: Produção Científica sobre Coautoria de Publicações entre 2008 e 2012	50
Tabela 6: Resultado da busca de artigos científicos sobre OGM publicados em periódicos indexados no período de 2003 a 2012	65
Tabela 7: Categorias de Análise e Definições	68
Tabela 8: Fases da Pesquisa.....	69
Tabela 9: Categorização dos Autores Segundo sua Produção Científica.....	72
Tabela 10: Evolução das medidas de cooperação e produtividade dos pesquisadores (2003/2012)	82
Tabela 11: Comparação dos padrões de produtividade do Campo de OGM com os parâmetros da Lei de <i>Lotka</i>	85
Tabela 12: Comparação entre a produtividade do campo de OGM com outros campos no Brasil.....	86
Tabela 13: Categorização dos autores e a participação na produção científica do campo.....	88
Tabela 14: Classificação dos pesquisadores mais produtivos do campo de OGM (5 ou mais artigos).....	90
Tabela 15: Relacionamento entre Categorias de Pesquisadores.....	91
Tabela 16: Medidas de cooperação e produtividade das categorias de pesquisadores (2003/2012)	93
Tabela 17: Medidas de cooperação e produtividade dos tipos de instituições (2003/2012)	96
Tabela 18: Medidas de cooperação e produtividade das regiões do Brasil (2003/2012)	98
Tabela 19: Medidas de cooperação e produtividade dos cinco Estados mais produtivos (2003/2012)	99

Tabela 20: Estatística Descritiva das Estruturas de Relações.....	104
Tabela 21: Estatística Descritiva de <i>Small World</i>	108
Tabela 22: Autores com maior centralidade de grau e a eficiência de seus laços (2003/2012)	111
Tabela 23: Autores com maior centralidade de intermediação no período (2003/2012)	114
Tabela 24: Agrupamento dos autores entre os períodos.....	117
Tabela 25: Autores mais produtivos no período (2003/2007).....	119
Tabela 26: Medidas de cooperação e produtividade dos tipos de instituições (2003/2007) ..	120
Tabela 27: Organizações mais produtivas período (2003/2007).....	122
Tabela 28: Autores com maior centralidade de grau no período (2003/2007).....	125
Tabela 29: Autores com maior centralidade de intermediação no período (2003/2007)	126
Tabela 30: Autores mais produtivos no período (2008/2012).....	127
Tabela 31: Medidas de cooperação e produtividade dos tipos de instituições (2008/2012) ..	128
Tabela 32: Organizações mais produtivas no período (2008/2012).....	129
Tabela 33: Autores com maior centralidade de grau no período (2008/2012).....	133
Tabela 34: Autores com maior centralidade de intermediação no período (2008/2012)	134

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
SUMÁRIO.....	12
1. Introdução.....	14
1.1 Pesquisa em organismos geneticamente modificados no Brasil	16
1.2 Questão de pesquisa	18
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Objetivo geral.....	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Justificativa	19
1.5 Estrutura da dissertação.....	21
2. Base Teórico-Conceitual.....	22
2.1 Construção social do conhecimento científico.....	23
2.2 Redes de colaboração científica	25
2.3 Análise de redes sociais	29
2.3.1 Propriedades estruturais	38
2.3.2 Papéis e posições	43
2.3.3 Análise estatística dos relacionamentos	45
2.3.4 A abordagem Small Worlds	45
2.4 Redes de colaboração científica: estado da arte no período de 2008 a 2012	49
3. Definições Metodológicas.....	62
3.1 Natureza e delimitação da pesquisa	62
3.2 Procedimentos de coleta e de tratamento dos dados	64
3.3 Definição das categorias de análise.....	68
3.4 Procedimentos de análise dos dados	69
3.5 Descrição da População	73
3.6 Limitações da Pesquisa	78

4. Análise e Discussão dos Resultados	80
4.1 Categorias de Autores, Cooperação e Produtividade Científicas.....	80
4.1.1 Atributo: categorização do pesquisador	93
4.1.2 Atributo: vínculo institucional	94
4.1.3 Atributo: região e unidade da federação	97
4.2 Rede de colaboração científica entre pesquisadores do campo de organismos geneticamente modificados na agropecuária brasileira	100
4.2.1 Análise da evolução da rede no período de 2003 a 2012.....	101
4.2.1.1 O campo de OGM no Brasil como um mundo pequeno.....	107
4.2.1.2 Centralidade dos autores	110
4.2.1.3 Coesão estrutural entre os autores.....	115
4.2.2 Análise da evolução da rede no primeiro período (2003/2007).....	119
4.2.3 Análise da evolução da rede no segundo período (2008/2012)	126
5. Conclusões e Recomendações.....	135
Referências	145
APÊNDICE A – Pesquisadores, nome em formato de citação, número de artigos e categorias.....	157
APÊNDICE B – Organizações e Siglas	161
APÊNDICE C – Grupos formados a partir da medida <i>n-clan</i>	165

1. Introdução

Durante as últimas décadas, observou-se uma mudança no modelo de investigação científica, em busca de processos que respondessem de maneira mais efetiva à complexidade dos desafios do século XXI. Novos mecanismos de associação mostram-se necessários para o compartilhamento de informações, assim como a união de competências e esforços para a produção e disponibilização de conhecimentos. As redes de colaboração entre pesquisadores apresentam-se como dispositivos que têm permitido a exploração de complementaridades nos diferentes campos da ciência, promovendo a aprendizagem e um ambiente no qual se torna possível explorar as sinergias decorrentes das diferentes competências congregadas (Lastres, 1995; Pellegrin, Balestro, Antunes, & Caulliriaux, 2007).

A colaboração científica é o processo pelo qual, diferentes partes, com domínio sobre um problema e percebendo seus diferentes aspectos, exploram suas diferenças em processo interativo, usando a divisão de papéis, as normas e as estruturas, para agir ou decidir questões relacionadas ao problema (Olave & Amato, 2001). Portanto, é um fenômeno caracterizado por diferentes tipos de interação que pressupõem comunicação e compartilhamento de competências para a produção do conhecimento científico. A colaboração na pesquisa pode ser definida como o trabalho conjunto de pesquisadores, com o propósito comum de produzir novos conhecimentos científicos (Cruz, Espejo, Costa, & Almeida, 2011; Gossart & Özman, 2009; Hossain & Fazio, 2009), compartilhando méritos e responsabilidades, sem que, necessariamente, estejam organizados nas linhas formais da estrutura organizacional das organizações, onde as atividades são conduzidas, possibilitando, assim, o incremento de resultados e a maximização do potencial de produção científica (Perianes-Rodríguez, Olmeda-Gómez & Moya-Anegón, 2010; Souza & Barbastefano, 2011).

A partir da década de 2000, diversos estudos sobre o fenômeno da coautoria na produção científica foram realizados (Newman, 2000, 2001c; Barabási *et al.*, 2002; Moody, 2004; Powell, Koput, White & Owen-Smith, 2005; Wagner & Leydesdorff, 2005) não somente por sua importância como indicador de colaboração, mas principalmente, pelo seu papel no desenvolvimento da ciência e na compreensão da relevância da comunicação e da difusão do conhecimento científico (Acedo, Barroso, Casanueva, & Galán, 2006; Barabási *et al.*, 2002; Rorissa & Yuan, 2012). A coautoria de publicações científicas é um tipo de manifestação formal sobre a colaboração intelectual na pesquisa e envolve a participação de dois ou mais autores na produção de um estudo, cujos resultados não poderiam ser obtidos por uma ação individual (Acedo *et al.*, 2006).

Para analisar a estrutura da rede de pesquisa sobre organismos geneticamente modificados (OGM), no campo da agropecuária brasileira, este estudo entende a colaboração científica como o trabalho conjunto entre dois ou mais pesquisadores para a construção e a difusão de conhecimentos, evidenciado por meio da publicação de artigos realizados em coautoria. Este trabalho assume como pressupostos que (i) a produção de novos conhecimentos é uma das funções centrais da pesquisa e da ciência (Jansen, Görtz, & Heidler, 2010); (ii) o conhecimento científico é construído socialmente e influenciado pelos pares (Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008; Rossoni, Hocayen-da-Silva & Ferreira, 2008a); e (iii) a construção do conhecimento científico é um reflexo das práticas de pesquisa e da estrutura de relações existentes entre os pesquisadores (Rossoni, 2006). Tendo como referência as experiências de estudos de outras áreas do conhecimento, como as de Rossoni (2006), Guarido Filho (2008) e de Martins (2009), esta pesquisa propõe-se a utilizar a análise de redes sociais para estudar a estrutura da rede de coautoria de publicações científicas sobre organismos geneticamente modificados no Brasil.

1.1 Pesquisa em organismos geneticamente modificados no Brasil

No que se refere ao campo da agropecuária brasileira, o agronegócio tem-se mostrado como um componente fundamental para o desenvolvimento e a integração econômica do país, baseado no desenvolvimento sustentável e alicerçado no conhecimento científico e tecnológico (Mendes, 2009). Além disso, o crescimento da população mundial tem contribuído para o surgimento de novos e complexos desafios, como o aumento de problemas ambientais (e.g. a contaminação de lençóis freáticos por agrotóxicos), o uso inadequado do solo para o plantio, a falta de alimentos adequados para uma dieta equilibrada, que contribui para a contração de doenças decorrentes da deficiência nutricional. Dessa forma, os avanços na biotecnologia moderna, como a criação de organismos transgênicos ou organismos geneticamente modificados (OGM), têm possibilitado a aplicação de técnicas biológicas de manufatura de produtos, colaborando com a melhoria da saúde humana e do meio-ambiente.

A biotecnologia é um campo científico de caráter multidisciplinar, pois a geração de produtos e processos biotecnológicos envolve conhecimentos de diferentes áreas e de competências diversas. Seu desenvolvimento viabilizou a criação de OGM, usualmente conhecidos como transgênicos. De maneira geral, a biotecnologia pode ser definida como um conjunto de processos tecnológicos, que permitem o uso de material biológico (organismos vivos ou parte deles) para o desenvolvimento de produtos, processos e serviços de interesse econômico e/ou social, que modificam a saúde humana ou o ambiente em benefício do homem (Capalbo *et al.*, 2009; Faleiro & Andrade, 2011; Santos, Quirino & Caldas, 2008; Serafini, Barros & Azevedo, 2002).

Os estudos sobre organismos transgênicos no Brasil são conduzidos em sua maioria por pesquisadores vinculados às universidades e centros de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e contam também com a participação de pesquisadores de organizações de

outros países (especialmente das parcerias estabelecidas durante a realização de cursos de doutorado e estágios pós-doutoral). Os pesquisadores brasileiros atuantes no campo procuram associações em grupos de pesquisa, os quais estão organizados na plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Até junho de 2013, foram identificados 23 grupos destinados à pesquisa de OGM compostos por cerca de 550 pessoas (pesquisadores, estudantes e técnicos). A maior parte destes grupos são liderados por pesquisadores vinculados à universidades (70%), mas existem grupos liderados por centros de PD&I, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

Vale destacar que metade destes grupos foi criada antes do ano 2000 (o mais antigo constituído pelo IAPAR em 1974), e que em média estes grupos têm 15 anos de duração sinalizando a importância do tema para a comunidade científica. O fato destes grupos apresentarem certa estabilidade no que se refere ao tempo de existência não significa que exista uma intensa difusão dos conhecimentos e das tecnologias desenvolvidas ao longo dos projetos de pesquisa, já que seu tempo de duração pode variar substancialmente considerando a variedade de produtos que podem ser objeto de pesquisa utilizando OGM. Portanto, há que se considerar o tempo de maturação das pesquisas até que o projeto tenha dados consistentes para a elaboração e a publicação de um estudo científico.

Outra observação importante sobre a difusão dos resultados das pesquisa em OGM refere-se ao prazo de publicação de estudos em periódicos científicos. De acordo com a análise feita sobre as datas de envio e de publicação dos artigos selecionados para a realização deste estudo, o intervalo entre estas duas datas pode variar de dois meses até um ano e meio, de forma que os artigos publicados em determinado ano não referem-se necessariamente aos resultados desenvolvidos no ano da publicação, podendo inclusive serem resultantes de

estudos conduzidos por mais de uma década. Sobre a importância dos periódicos identificados, ressalta-se que mais da metade dos artigos sobre OGM utilizados neste estudo foram publicados em periódicos de outros países com fator de impacto JCR (*Journal Citation Reports*) até 9,924, indicando a relevância das pesquisas realizadas no Brasil para o desenvolvimento do conhecimento científico do campo.

1.2 Questão de pesquisa

Que aspectos caracterizam redes de coautoria de publicações científicas sobre organismos geneticamente modificados e qual a sua relação com cooperação e produtividade científicas no campo da pesquisa agropecuária brasileira?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Identificar características de redes de coautoria de publicações científicas sobre organismos geneticamente modificados e sua relação com cooperação e produtividade científicas no campo da pesquisa agropecuária brasileira.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar publicações científicas de pesquisadores, que atuam no campo da pesquisa agropecuária brasileira, e que divulgaram estudos sobre organismos geneticamente modificados, entre 2003 a 2012.
- b) Verificar indicadores de cooperação e produtividade científicas sobre organismos geneticamente modificados, no campo da pesquisa agropecuária brasileira.
- c) Analisar propriedades estruturais na rede de relações de coautoria.
- d) Identificar a relação entre características da rede de coautoria e cooperação e produtividade científicas no campo.

1.4 Justificativa

A realização deste estudo mostrou-se relevante em três dimensões. A primeira refere-se à sua contribuição para o aumento do conhecimento científico, especialmente pela aplicação da Análise de Redes Sociais (ARS) em uma rede de colaboração científica do campo de ciências agrárias e biológicas, mas especificamente na área de biologia molecular e celular. A biotecnologia tem-se destacado como um importante fator para o desenvolvimento da ciência e tecnologia brasileiras, seja por meio do aprimoramento de técnicas para o tratamento de doenças, do desenvolvimento e melhoria de alimentos ou do melhoramento genético de espécies vegetais e animais. Dada a importância do tema para o desenvolvimento da agropecuária brasileira assim como pela carência de estudos no Brasil sobre este tema, este estudo buscou analisar os padrões de cooperação e produtividade de pesquisadores do campo visando compreender a dinâmica da estrutura de colaboração entre os pesquisadores atuantes nas universidades, nos centros de pesquisa e no setor privado. Além disso, este estudo aplica-

se a um campo do conhecimento distinto das ciências sociais a qual abriga a maior parte dos estudos sobre redes de colaboração no Brasil.

A segunda dimensão está relacionada à contribuição metodológica do estudo. A análise longitudinal da produção acadêmica, com base em dois períodos de cinco anos cada (2003/2007 e 2008/2012) e no período global (2003/2012), permitiu observar tanto a dinâmica de relacionamento entre os pesquisadores para a produção de artigos em coautoria, quanto à tendência dos relacionamentos na estrutura da rede ao longo do tempo. A utilização das propriedades estruturais da ARS (centralidade, densidade e coesão) aliada à categorização dos pesquisadores propostas por Braun, Glänzel e Schubert (2001) e Gordon (2007) permitiu uma melhor compreensão sobre o comportamento da rede e a associação entre os pesquisadores, de tal forma que foi possível verificar a evolução da rede evidenciando a ARS como uma abordagem importante para a compreensão das relações entre entidades sociais, independentemente do campo de aplicação.

A terceira dimensão refere-se à contribuição do estudo para a possibilidade de aplicação social de seus resultados. Do ponto de vista organizacional, o estudo alerta para a necessidade de investimento na formação de arranjos institucionais entre as organizações de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e o setor privado, de forma que os conhecimentos e as tecnologias geradas nas universidades e nos centros de pesquisa possam ser absorvidos mais rapidamente pelo setor produtivo. Para tanto é importante o envolvimento e a participação de pesquisadores vinculados às diferentes organizações da cadeia produtiva no desenvolvimento de projetos de pesquisa, de forma que as publicações científicas resultantes destes projetos possam evidenciar as parcerias entre as diferentes instituições e a colaboração científica entre seus pesquisadores. Além disso, os resultados deste estudo reforçam a importância do Estado no que se refere à elaboração de políticas públicas e de programas de apoio à formação e ao aperfeiçoamento de pesquisadores com o intuito de estabelecer parcerias entre os

pesquisadores brasileiros com os de outros países, por meio do intercâmbio e da mobilidade internacional, impactando na geração de inovações e no aumento da fronteira do conhecimento da pesquisa agropecuária brasileira.

1.5 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em cinco capítulos. Este primeiro capítulo contempla a descrição geral do fenômeno, incluindo a questão de pesquisa, objetivos gerais e específicos. O segundo capítulo é destinado à construção da base teórico-conceitual, resultante do levantamento do estado da arte sobre a colaboração em redes de pesquisa (explicitada por meio das coautorias de publicações científicas), no qual são explorados os conceitos e estudos que subsidiam a análise da questão de pesquisa. Além disso, apresenta uma breve contextualização sobre o processo de construção social do conhecimento científico e também uma revisão sobre análise de redes sociais, abordando os principais conceitos utilizados na realização deste estudo. O terceiro capítulo destaca os procedimentos metodológicos e analíticos utilizados na pesquisa, em especial, a natureza e o delineamento da pesquisa, os procedimentos de coleta e de tratamento dos dados, as categorias de análise e os procedimentos de análise dos dados. O quarto capítulo é destinado à análise e discussão dos resultados encontrados, bem como à descrição das limitações do estudo. Finalmente, o quinto capítulo contempla as conclusões e as recomendações para estudos futuros.

2. Base Teórico-Conceitual

Este capítulo conta com quatro seções. A primeira apresenta uma breve contextualização sobre a construção social do conhecimento científico. A segunda faz uma revisão sobre a abordagem de redes de colaboração e descreve a relevância desse tipo de arranjo para o desenvolvimento da pesquisa científica. A terceira expõe os principais conceitos sobre a metodologia de análise de redes sociais utilizados neste estudo. Na quarta descreve-se o estado da arte sobre coautorias de publicações científicas, no qual são explorados os conceitos e os estudos que subsidiam a análise da questão de pesquisa proposta.

Para o levantamento da produção acadêmica recente sobre colaboração em redes de pesquisa, realizou-se a busca por artigos publicados em periódicos que investigassem o fenômeno de coautoria de publicações científicas. Foram consultadas as seguintes bases de dados: *ABI/Inform Global (Proquest)*, *Academic Search Premier EBSCO*, *EBESCOHost SocIndex*, *JSTOR Arts & Sciences I Collection*, *Oxford Journal*, *Sage Journals*, *Science Direct*, *Springer Link*, *Web of Science*, *Wiley Online Library*, *Scielo* e *Spell*. Para a busca dos artigos utilizou-se, nas bases selecionadas, a combinação das palavras-chave: “redes”, “pesquisadores”, “colaboração” e “coautoria”, nas línguas portuguesa e inglesa. Para a seleção dos artigos analisados foram aplicados os seguintes critérios: (i) artigos que descrevem pesquisas empíricas; (ii) artigos publicados entre janeiro de 2008 e fevereiro de 2012; e (iii) estudos que analisam a produção científica de pesquisadores que atuam em redes de colaboração.

2.1 Construção social do conhecimento científico

A sociologia do conhecimento trata não só da diversidade empírica do conhecimento nas sociedades humanas, mas também dos processos pelos quais qualquer corpo de “conhecimento” chega a ser socialmente estabelecido como “realidade”, portanto, a sociologia do conhecimento refere-se à análise da construção social da realidade. A sociologia do conhecimento científico defende a inexistência de fatos ou entidades, mas sim de construções resultantes das interações sociais (Guarido Filho, 2008). Na visão construtivista social, o conhecimento científico é um produto da atividade humana, desenvolvido por pesquisadores, cujas percepções da realidade são moldadas em razão de suas capacidades, crenças e experiências anteriores. Para Weber (1949, p. 81) “todo conhecimento da realidade cultural é sempre um conhecimento derivado de uma perspectiva em particular”.

Portanto, os construtivistas sociais acreditam que a ciência é essencialmente uma atividade contextualizada, ou, mais precisamente, que os produtos da ciência são construções próprias de cada contexto, marcadas pela contingência situacional e pela estrutura de interesse do processo pelo qual são gerados (Knorr-Cetina, 1981; Lievrouw, 1987; Zuccala, 2006). Nesse sentido, a sociologia do conhecimento procura tanto compreender as ideias desenvolvidas por especialistas quanto analisar as estruturas de conhecimento ou consciência que direcionam o pensamento das pessoas. No que se refere ao campo da produção científica é possível assumir que as publicações influenciam a estrutura do conhecimento, como repositório de informações proporcionando elementos que afetam não somente a dinâmica do conhecimento, por meio da análise de conteúdos, relações de autoria, como também os padrões de autoridade e de organização social (Guarido Filho, 2008).

Crane (1972), Kuhn (1970) e Solla Price (1963) definiram as bases da visão “construtivista social” da ciência, assumindo como pressuposto que os fatores sociais e

econômicos, no contexto da pesquisa científica, têm grande influência e importância na condução da ciência (Lievrouw, 1987). Em sua obra *The Structure of Scientific Revolutions*, Kuhn (1970), questionou a ideia de que o desenvolvimento científico é um processo gradual no qual fatos, teorias e métodos são adicionados a um estoque crescente de técnicas e conhecimentos científicos. Em vez disso, esse autor propõe que a ciência se move por meio de "paradigmas". Solla Price (1963), por sua vez, argumenta que o desenvolvimento da ciência segue uma curva logística; enquanto, Crane (1972) sugere que os pesquisadores se organizem em redes informais interpessoais, denominadas "colégios invisíveis", estabelecidas não pela proximidade geográfica, mas sim pela comunhão de interesses científicos, constituindo-se como um elemento essencial para o crescimento da ciência. Para Solla Price (1963), os colégios invisíveis são grupos de elite, que interagem mutuamente, integrados por pesquisadores dispersos geograficamente e que trocam informações para monitorar o progresso em seu campo. Nos colégios invisíveis, os pesquisadores frequentemente comunicam-se e colaboram com outros que pertencem a um mesmo grupo ou instituição de pesquisa e que compartilham as mesmas tradições acadêmicas e culturais, desenvolvendo um mesmo capital humano (como laços profissionais, habilidades técnicas e recursos), para a composição de uma rede exclusiva entre eles (Jeong, Choi & Kim, 2011; Shapiro, So & Park, 2010). Em síntese, os colégios invisíveis podem ser compreendidos como um conjunto de pesquisadores vinculados a instituições de pesquisa, geograficamente dispersas, que interagem mutuamente de maneira formal ou informal e que compartilham valores e interesses semelhantes de pesquisa, visando monitorar o desenvolvimento de seu campo científico (Racherla & Hu, 2010; Rijnsoever, Hessels & Vandeber, 2008; Zuccala, 2006).

2.2 Redes de colaboração científica

Até a primeira metade do século XX raros eram os estudos realizados por mais de um autor. Durante os últimos 40 anos, o modelo tradicional de ciência transforma-se, evoluindo de um cenário de isolamento e individualismo para o de cooperação em grandes redes de conhecimento, capazes de promover a interdisciplinaridade e conduzir esforços colaborativos de pesquisa para a resolução de problemas complexos (Klenk, Hickey & MacLellan, 2010). Na era de pesquisa em rede, os pesquisadores não são mais componentes independentes de um sistema nacional de PD&I, mas, sim, integrantes de redes de cooperação (ou de colaboração) científica destinadas à solução de problemas sociais, econômicos e tecnológicos, os quais exigem a utilização de abordagens multidisciplinares e a união de pesquisadores com competências complementares (Aleixandre-Benavent *et al.*, 2008; Yang, Park & Heo, 2010).

A colaboração científica é uma das características marcantes da pesquisa contemporânea (He, 2009). Por meio da colaboração, os pesquisadores podem estabelecer redes de comunicação acadêmica, compartilhar ideias, recursos e informações, gerar novos conhecimentos e disponibilizar inovações, reduzindo o custo e aumentando a produtividade da pesquisa (He, 2009; Nikzad, Jamali & Hariri, 2011). As redes de colaboração científica configuram-se como arranjos capazes de unir pesquisadores de áreas diversas, a fim de compartilhar conhecimentos, recursos, materiais e capacidades científicas e tecnológicas (de diferentes níveis), para a produção de novos conhecimentos que podem ser utilizados em campos da ciência distintos, promovendo a geração de valor e o alcance de benefícios coletivos. A colaboração científica pode, então, ser definida como um conjunto de interações que ocorrem dentro de um contexto social, entre dois ou mais indivíduos, que facilitam a partilha de significado e a conclusão das tarefas em relação a um objetivo mutuamente

compartilhado (Abbasi, Hossain, Uddin, & Rasmussen, 2011; Klenk, Hickey, & MacLellan, 2010).

Essa mudança de paradigma tem despertado o interesse de pesquisadores de diferentes domínios para o estudo de redes de colaboração, especialmente no que se refere à investigação do fenômeno de redes de coautoria de publicações científicas. Os artigos científicos consistem em uma importante fonte de informação tanto para identificar o desenvolvimento do conhecimento quanto para reconhecer como a pesquisa de um campo está organizada e estruturada, baseando-se nas relações de coautoria (Souza & Barbastefano, 2011). O crescente número de artigos elaborados em coautoria e publicados em periódicos científicos, de diversas áreas, pode ser explicado pelo envolvimento de órgãos governamentais, educacionais e de financiamento na formação de redes colaborativas de pesquisa, considerando a possibilidade de redução de custos de equipamentos, maior geração de ideias e eficiência no alcance das metas (Hu & Racherla, 2008). Além disso, o aumento da especialização, a divisão do trabalho (motivada pela continua expansão do estoque de conhecimento), os novos métodos de comunicação (que minimizam a distância geográfica entre pesquisadores), as pesquisas interdisciplinares (que requerem a interação entre pesquisadores dos diferentes campos) e o compartilhamento de equipamentos e infraestrutura de laboratórios (Acedo *et al.*, 2006) são fatores que contribuem para a difusão e a apropriação desse tipo de arranjo entre grupos de pesquisa.

Desde os anos 1930, as técnicas bibliométricas são utilizadas para compreender o desenvolvimento do campo científico, mas, somente nos anos 1960, Eugene Garfield e Henry Small transformaram a bibliometria em uma metodologia reconhecida nas ciências sociais, por meio da formulação de procedimentos para a análise das co-citações (Lievrouw *et al.*, 1987), onde a conexão entre os pesquisadores se estabelece nas referências dos autores em suas pesquisas e publicações (Racherla & Hu, 2010). Apesar de relativamente simples, a

análise das co-citações é útil para o estudo do crescimento do conhecimento científico, medindo não apenas a quantidade de literatura gerada, mas também os padrões de citações. No entanto, a análise da co-citação é incapaz de avaliar se as relações sociais existentes entre os pesquisadores podem (ou não) ser influenciadas na medida em que os autores citam os trabalhos uns dos outros (Lievrouw *et al.*, 1987). Desse modo, este tipo de análise possibilita o mapeamento da estrutura cognitiva das comunidades científicas, mas não reflete, necessariamente, a estrutura social e as redes que se formam em torno da colaboração (Racherla & Hu, 2010). Por outro lado, a análise de coautoria permite identificar e medir a extensão da atividade social e a influência nas especialidades científicas, refletindo a natureza e a estrutura de relações formais entre os membros de uma comunidade de pesquisa (Newman, 2001b). Em síntese, a análise das citações contribui na identificação dos artigos científicos centrais e mais relevantes, enquanto a análise das coautorias destaca os pesquisadores mais importantes (Racherla & Hu, 2010).

A rede de coautoria é um importante tipo de rede social e tem sido amplamente usada para detectar a estrutura de colaborações científicas, as relações existentes e o *status* de seus pesquisadores. Portanto, a coautoria é um fenômeno de interesse do campo de análise de redes sociais, pois implica uma forte ligação social entre pesquisadores que apresentam relações (pessoal, temporal, acadêmica), estimulando o desenvolvimento de trabalhos conjuntos (Yu, Shao, & Duan, 2011).

O reconhecimento da colaboração como fator relevante na pesquisa resultou no desenvolvimento de ferramentas e métodos que evidenciam o desenvolvimento e a evolução das redes sociais. Acedo *et al.* (2006) descrevem duas principais abordagens nos estudos em coautoria. A primeira destinada à análise das razões pelas quais os autores colaboram entre si na elaboração de seus artigos e as consequências de tal colaboração. Já, a segunda preocupa-se com a análise das redes sociais de pesquisadores que se baseiam na colaboração. As redes

de coautoria permitem registros minuciosos sobre as redes sociais e profissionais dos pesquisadores, além de proporcionar espaços para o compartilhamento de ideias e técnicas (Moody, 2004), que levam a um processo mútuo de influências (Newman, 2004). Desse modo, é possível verificar a interdependência dessas abordagens, já que a identificação e a análise das redes sociais permitem uma compreensão das razões pelas quais os pesquisadores colaboram, assim como a determinação do impacto de tal colaboração (Moody, 2004).

Nesse sentido, a cooperação acadêmica que ocorre nas redes sociais tem-se destacado como mecanismo que favorece a proximidade e a coesão entre pesquisadores, possibilitando o crescimento científico (Rossoni & Guarido Filho, 2009). A estrutura da rede atua como um canal de comunicação entre seus membros, onde cada um assume um papel de receptor e de transmissor da informação, agindo como um mecanismo de difusão da informação e de facilitador do compartilhamento do conhecimento. As redes são capazes de proporcionar espaços de colaboração para a construção do conhecimento, nos quais a informação flui com maior rapidez inspirando maior colaboração (Yan, Ding, & Zhu, 2010). O compartilhamento de informações, valores e opiniões, assim como a colaboração e mobilização para a investigação de problemas de gestão, científicos ou tecnológicos, converge para a ampliação do conhecimento, conforme evidenciado na Figura 1 (Balestrin, Vargas, & Fayard, 2005).

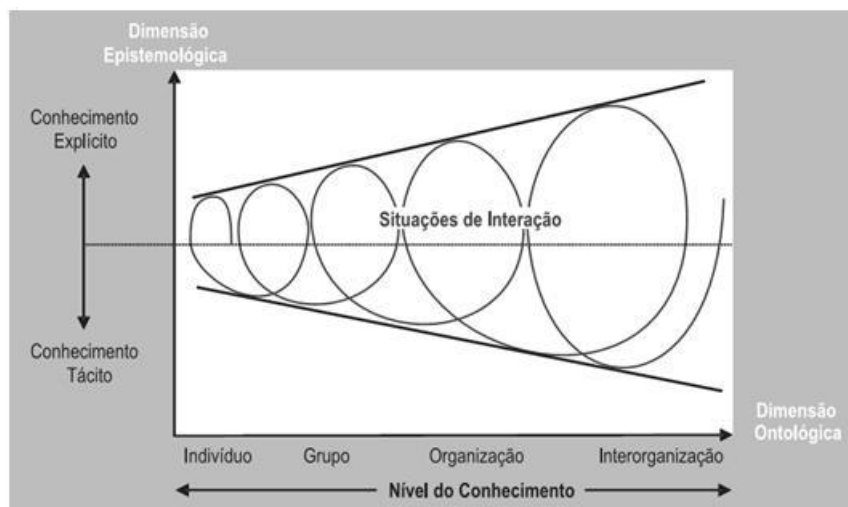


Figura 1. Espiral de criação do conhecimento

Fonte: Balestrin, A.; Vargas, L. M., & Fayard, P. (2005). O efeito rede em polos de inovação: um estudo comparativo (p. 162). *Revista de Administração de São Paulo*, 40 (2), pp. 159-171.

Esse processo é proporcionado pela interação entre os conhecimentos tácitos e explícitos de um indivíduo, de um grupo e de uma organização, assim como por um ambiente de sinergia e de estímulo, no qual as experiências possam ser comunicadas e partilhadas (Guarido Filho, Machado-da-Silva & Rossoni, 2010). O crescimento da complexidade do conhecimento e a demanda por competências mais especializadas e interdisciplinares na pesquisa reforçam a necessidade de relações de colaboração e cooperação científica. Portanto, a análise das relações de colaboração pode revelar o grau de compartilhamento e de difusão de ideias, conceitos e parâmetros para a prática científica.

2.3 Análise de redes sociais

As relações sociais têm sido objeto de estudo nas últimas décadas por pesquisadores de diferentes campos do conhecimento, em especial das ciências sociais, com o intuito de compreender seus impactos sobre a vida social. A análise de redes sociais (ARS) é uma abordagem construída com base na sociologia, na psicologia social e na antropologia (Freeman, 1996; Wasserman & Faust, 1994) com contribuições relevantes do campo da matemática, da estatística, da computação, especialmente, decorrentes da teoria dos grafos, dos modelos algébricos e da teoria estatística e da probabilidade (Wasserman & Faust, 1994). A abordagem de redes sociais estabelece um novo paradigma na pesquisa sobre a estrutura social, na medida em que utiliza como unidade de análise não mais os atributos individuais – sexo, idade, gênero, nível social, escolaridade – mas, sim, o conjunto de relações estabelecidas resultantes das interações entre os indivíduos (Marteleto, 2001).

A associação entre o comportamento e a estrutura social, na qual o indivíduo está inserido, constitui a ideia central da sociometria, que utiliza diagramas de rede para a visualização das estruturas formadas (Marteletto & Silva, 2004; Silva, Matheus, F. Parreiras & T. Parreiras, 2006a), permitindo não somente a identificação da natureza e dos padrões de relacionamento entre os atores de um mesmo contexto social, como também suas alterações no decorrer do tempo (Hu & Racherla, 2008; Marques, 1999). O crescente interesse pela compreensão das redes sociais pode ser explicado tanto pela ênfase dada à análise das relações entre entidades sociais e padrões de comportamento e de seus impactos, quanto pelo desenvolvimento das áreas de informática e de processamento de dados, que tem possibilitado o tratamento de grandes bases de dados e a sua análise na forma de redes (Marteletto, 2004; Mizruchi, 2006; Silva *et al.*, 2006a).

O pressuposto básico da análise de redes é de que o ambiente social é estruturado com base nas relações decorrentes das diversas redes pessoais e organizacionais que o compõem (Marques, 1999). Para Recuero (2004) a análise de redes pode evidenciar tanto a relação estrutural da rede com o grupo social (identificando os padrões de relacionamento entre os indivíduos e mapeando suas preferências e características), quanto o papel social de cada indivíduo na rede (compreendido não somente por meio dos grupos aos quais pertence, mas também a partir do papel que ocupa na rede). Marteletto (2001) ressalta que a análise de uma díade (interação entre duas pessoas) só faz sentido se comparada ao conjunto de outras díades da rede, já que suas funções, formas e conteúdos são influenciados diretamente pela posição estrutural dos elos e pelo *status* e papéis atribuídos aos seus atores. Nesse contexto, observa-se a valorização das ligações informais e das relações entre os diferentes atores da rede, em uma lógica associativa e espontânea, que não requer um centro de poder hierárquico e uma organização verticalizada (o que significa a existência de relações de poder e de dependência nas conexões internas e externas entre seus atores).

A estrutura da rede e as posições de seus atores são fatores que direcionam as ações e estratégias de associação dos indivíduos e o desenvolvimento de suas preferências, como também o acesso diferenciado a recursos de poder (*status*, prestígio, informação e recursos financeiros). Assim, a ARS consiste em uma ampla estratégia de investigação das estruturas sociais (Rossoni, Hocayen-da-Silva & Ferreira Júnior, 2008b), pois permite identificar as relações de poder, de influência mútua e de troca de informações entre seus atores (Mello, Crubellate, & Rossoni, 2009). Tomaél e Marteleto (2006) corroboram com essa ideia ao considerarem a análise de redes como um recurso estratégico para a estruturação e criação de ligações, assim como para a identificação dos atores mais influentes na rede e dos indicadores de padrões de relacionamento.

Assim, as redes sociais possibilitam o estabelecimento de conexões entre indivíduos articulados de forma ativa, voluntária e não necessariamente hierárquica, com o intuito de apoiarem-se mutuamente, de compartilhar opiniões, informações, valores e recursos em torno de interesses e propósitos comuns (Marteleto, 2001; Martins, 2009; Mesquita, Landim, Collares & Luna, 2008). Além disso, promovem o encontro entre conhecimentos heterogêneos, facilitam o fluxo e a troca de ideias e permitem a cooperação entre membros que, de outra forma, estariam desconectados (Jasen, Gortz & Heidler, 2010). A rede social constitui, portanto, um conjunto de relacionamentos (motivados pela amizade, por relações de trabalho ou pela necessidade de compartilhar informações), que constroem e reconstroem uma estrutura social na qual cada ator, indivíduo ou participante autônomo, ocupa uma determinada posição com características específicas (Marques, 1999; Tomaél & Marteleto, 2006).

O reconhecimento da importância da análise das relações entre indivíduos e de seus impactos na estrutura social resultou na definição de métodos e ferramentas, que disponibilizam evidências matemáticas e visuais sobre o desenvolvimento e a evolução das

redes de colaboração. A análise de redes sociais caracteriza-se como um método de investigação dos mecanismos de comunicação e colaboração, existentes entre indivíduos de diferentes grupos, e que permite identificar padrões de interação entre os atores, a quantidade e a estrutura dos subgrupos, bem como a organização e evolução da rede ao longo do tempo (Racherla & Hu, 2010). Assim, a diferença básica entre outros estudos e a análise de redes sociais é que a sua unidade de observação é composta pelo conjunto de atores e seus laços e não simplesmente, pelos atributos dos atores (Silva *et al.*, 2006b). As redes sociais podem ser estudadas por meio de uma representação gráfica (sociograma), que possibilita a visualização de sua estrutura e suas posições, ou por uma reconstituição matemática do padrão de vínculos (matriz de relações, grafos), que permite a análise quantitativa de sua estrutura e suas posições (Marques, 1999; Silva *et al.*, 2006b). Um grafo é uma representação de um conjunto de nós conectados por arestas (laços), que formam uma rede (Recuero, 2004).

De forma geral, a abordagem de redes sociais trata os indivíduos ou grupos como atores ou nós e as relações ou conexões entre eles como laços, elos ou ligações. Em função da questão de interesse, um ator pode ser uma pessoa, uma equipe ou uma organização, enquanto um laço pode ser uma amizade ou uma relação de negócios entre empresas (Abbasi *et al.*, 2011). Wasserman e Faust (1994) apresentam em sua obra os elementos essenciais para a discussão da análise de redes sociais (Tabela 1).

Tabela 1:

Conceitos Essenciais na Análise de Redes Sociais

Ator	Entidade social (e.g. Indivíduo, organização, unidade social coletiva). Atores podem ser pessoas de um grupo, departamentos de uma organização, unidades da federação de um país.
Laço Relacional	Refere-se à ligação, conexão, entre um par de atores, de diferentes origens, graus e tipos. Pode expressar uma amizade, uma coautoria de artigos, uma parceria entre organizações, uma migração entre cidades.
Díade	É a ligação ou relacionamento estabelecido entre dois atores. A análise da díade foca nas propriedades das relações do par de atores e consiste, frequentemente, na unidade básica de análise estatística da rede social.
Tríade	Uma tríade é um conjunto de três atores e os possíveis laços entre eles. Sua análise apresenta implicações importantes para a análise de redes, especialmente para a teoria de equilíbrio e na análise de transitividade.
Subgrupo	Assim como nas díades e tríades, o subgrupo consiste em um conjunto de atores e todos os laços possíveis entre eles e sua análise utiliza critérios específicos.
Grupo	É uma coleção de atores na qual todos os seus possíveis laços podem ser medidos. Consiste em um conjunto finito de atores e de ligações que, por razões conceituais, teóricas ou empíricas, são considerados como tal, nos quais são realizadas as mensurações da rede.
Relação	Consiste em uma coleção de laços de um determinado tipo entre membros de um grupo. Utilizando um mesmo conjunto de atores, é possível analisar diferentes tipos de relações (e.g. amizade entre crianças de uma mesma sala).
Rede Social	É um conjunto de atores (ou nós, pontos ou agentes) entre os quais existem vínculos (ou relações). Pode haver muitos ou poucos atores em uma rede e pode existir um ou mais tipos de relações entre eles.

Nota. Fonte: Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis* (pp. 17-20). Cambridge: Cambridge University Press.

Em artigo seminal, Granovetter (1973) analisa os tipos de ligações possíveis entre os atores da rede, classificando-as como laços fortes ou fracos (Marteleto, 2001). São consideradas como laços fortes as ligações entre indivíduos que se relacionam durante mais tempo, com mais intensidade e trocas (e.g. amizade), e como laços fracos aquelas em que o investimento é menor ou quase nulo (e.g. colegas, conhecidos) (Figura 2). São os laços fracos os responsáveis pela expansão e força da rede, na medida em que são essas ligações que ampliam suas fronteiras, baseadas na conexão com outras redes não conectadas entre si. Atores que estão mais visíveis e socialmente melhor conectados podem controlar mais recursos e receber mais informações, reconhecimentos e recompensas, do que seus pares que

estão menos visíveis ou não tão bem conectados socialmente (Racherla & Hu, 2010). Entretanto, observa-se que os indivíduos tendem a buscar o estabelecimento de relações com aqueles que apresentam características sociais e demográficas semelhantes às suas próprias, conhecido como o princípio da homofilia. Como resultado, as redes podem se tornar homogêneas em relação aos aspectos comportamentais e sociodemográficos, influenciando o fluxo de informações e recursos recebidos, podendo limitar o mundo social de um ator (Roebken, 2008).

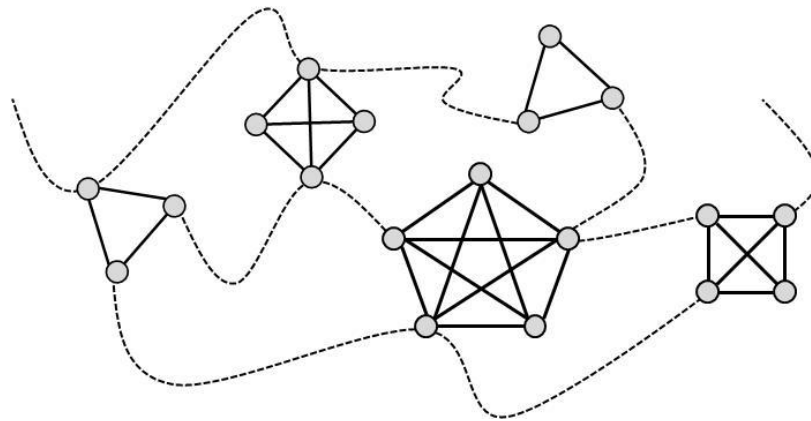


Figura 2. Representação de laços fortes e fracos

Na Figura 2 os círculos representam os atores (nós), as linhas indicam as relações estabelecidas entre eles, sendo que as contínuas indicam os laços fortes, enquanto as tracejadas representam os laços fracos.

Fonte: Martins, G. (2009). *A Construção do Conhecimento Científico no Campo de Gestão de Operações no Brasil: uma análise sob a ótica de Redes Sociais do período 1997-2008* (p. 50). Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, Brasil.

A importância atribuída à centralidade do ator e a sua influência na rede sobre os demais membros foi objeto de estudo de Leavitt (1951), o qual demonstrou que diferentes influências podem ser exercidas pelos atores, considerando o tipo de estrutura da rede (Mizruchi, 2006). Segundo a teoria das redes, dois atores podem estar conectados por meio de uma tríade ou por uma ponte. A associação por meio de uma tríade implica que exista uma ligação entre AB e AC, logo BC apresenta uma relação (Figura 3). Já a associação por ponte, significa que um ator possibilita uma ligação entre outros dois pertencentes a grupos distintos,

os quais não estariam conectados sem a presença desse ator (Figura 4). Além disso, estruturas do tipo tríade fechada e hierárquica podem criar formas de interação distintas entre atores de um mesmo grupo. Em uma tríade fechada (Figura 3) cada ator interage com outros dois, enquanto em uma tríade hierárquica (Figura 4) o ator central (A) desempenha uma função de “corretor” podendo obter benefícios e vantagens de qualquer situação de comunicação e de troca de informações entre os outros dois atores (B, C).

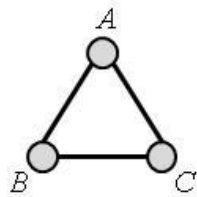


Figura 3. Tríade fechada

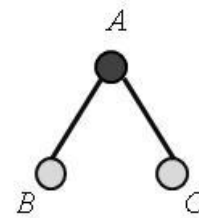


Figura 4. Tríade hierárquica

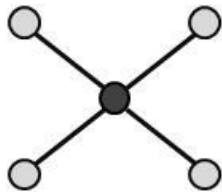


Figura 5. Estrutura hierárquica

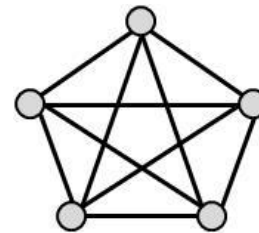


Figura 6. Estrutura não hierárquica

Fonte: Mizruchi, M. S. (2006). Análise de redes sociais: avanços recentes e controvérsias atuais (p. 74). *Revista de Administração de Empresas*, 46 (3), pp. 72-86.

Da mesma forma, uma estrutura do tipo hierárquica (Figura 5) possibilita o controle do fluxo de informação pelo ator central para qualquer uma das díades e, por isso, apresenta um alto grau de centralização, enquanto na estrutura do tipo não hierárquica (Figura 6) qualquer ator pode comunicar-se com outro, já que todas as possíveis ligações estão disponíveis, e assim, apresenta um baixo grau de centralidade. Portanto, pela abordagem de redes é possível observar o impacto das relações sociais sobre o seu conteúdo, já que tanto a natureza da tríade em si quanto o aparecimento de um terceiro ator são capazes de alterar o relacionamento entre os dois atores originais (Mizruchi, 2006).

O exemplo a seguir descreve como pode ser realizado o procedimento de identificação e contabilização dos artigos, autores e relações de coautoria. Na Tabela 2 observa-se que cada artigo conta com um número n de autores, destacando-se que: o autor 6 colaborou em três artigos, o autor 2 colaborou em dois artigos (A, B) e os demais colaboraram em um artigo cada.

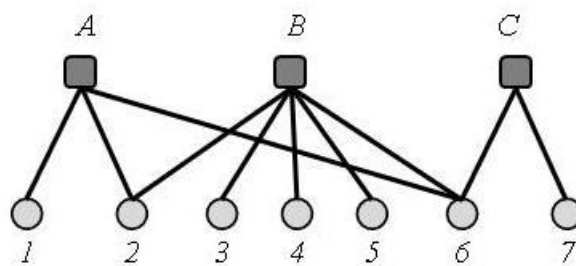
Tabela 2:

Artigos e suas Respectivas Coautorias

Artigo	Autores
Artigo A	Autores (1); (2); (6)
Artigo B	Autores (2); (3); (4); (5); (6)
Artigo C	Autores (7); (6)

Fonte: Rossoni, L. & Hocayen-da-Silva, A. J. (2008). Cooperação entre pesquisadores da área de administração da informação: evidências estruturais de fragmentação das relações no campo científico (p. 141). *Revista de Administração São Paulo*, 43 (2), 138-151.

Com esses dados é possível elaborar uma rede *2-mode* ou bipartide (Figura 7) na qual se verifica que o autor 6 apresenta laços em três artigos, o autor 2 em dois artigos, enquanto os autores 1, 3, 4, 5 e 7 apresentam apenas um laço cada.

**Figura 7.** Rede *2-mode* entre artigos e autores

Fonte: Rossoni, L. & Hocayen-da-Silva, A. J. (2008). Cooperação entre pesquisadores da área de administração da informação: evidências estruturais de fragmentação das relações no campo científico (p. 141). *Revista de Administração São Paulo*, 43 (2), 138-151.

A rede formada por sete colaboradores nos três artigos pode ser transformada em uma rede *1-mode* (matriz quadrática) apresentando a configuração da Figura 8.

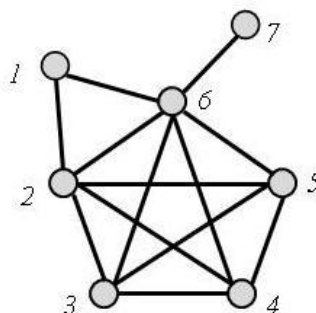


Figura 8. Rede *1-mode* entre autores

Fonte: Rossoni, L. & Hocayen-da-Silva, A. J. (2008). Cooperação entre pesquisadores da área de administração da informação: evidências estruturais de fragmentação das relações no campo científico (p. 141). *Revista de Administração São Paulo*, 43 (2), 138-151.

Neste tipo de configuração, pode-se observar que (i) o autor 6 possui laços diretos com todos os demais membros da rede, visto que colaborou nos três artigos; (ii) o autor 7 apresenta laço direto apenas com o autor 6; (iii) o autor 1 possui laços diretos com os autores 2 e 6; (iv) os autores 2, 3, 4, 5, e 6 estabeleceram laços diretos entre si decorrentes do artigo elaborado em conjunto; e (v) os autores 1 e 7 apresentam laços indiretos intermediados pelo autor 6.

Wasserman e Faust (1994) apresentam dois tipos de variáveis que compõem a análise de redes sociais, as variáveis estruturais (descrevem os laços entre as díades) e as de composição (apresentam as características dos atores), as quais permitem avaliar tanto os relacionamentos existentes na rede quanto os efeitos dos atributos dos atores em tais relacionamentos. Os autores agrupam os métodos relacionados à análise de redes em (i) propriedades estruturais (centralidade, densidade, transitividade e coesão); (ii) papéis e posições (análise de equivalência estrutural, de *cluster* e de *blockmodels*); e (iii) análise estatística dos relacionamentos (teste de proposições teóricas acerca das propriedades relacionais). Adicionalmente, as redes sociais podem ser analisadas segundo a abordagem de *small worlds* (mundos pequenos), cuja estrutura apresenta baixa densidade da rede, e, ao mesmo tempo, um alto nível de agrupamento local (grupos mais coesos) e baixa distância média entre os grupos.

2.3.1 *Propriedades estruturais*

Para descrever e compreender as relações entre os atores componentes de uma rede, são utilizados neste estudo três grupos de medidas estruturais: (i) centralidade e prestígio; (ii) densidade; e (iii) coesão social.

Atores mais importantes ou com maior notoriedade estão normalmente localizados em posições estratégicas dentro da rede (Wasserman & Faust, 1994). O prestígio (*status*, popularidade, deferência) pode ser compreendido como a decisão de associação a um determinado ator, tomada por diversos outros atores de uma rede. Quanto mais conexões diretas forem estabelecidas com um ator, maior será o seu prestígio na rede (sem que necessariamente este ator tome a iniciativa de provocar ou estabelecer as relações) (Wasserman & Faust, 1994). A centralidade de um ator na rede é evidenciada pela possibilidade de sua comunicação direta com muitos outros atores (centralidade de grau) ou quando um ator assume uma posição estratégica de intermediação da comunicação entre diferentes atores (centralidade de intermediação) (Rossoni *et al.*, 2008a, 2008b; Tomaél & Marteleto, 2006). Essas diferentes ligações podem conferir uma posição de vantagem na satisfação de necessidades, no aproveitamento de recursos da rede e na diminuição da dependência em relação aos demais atores da rede (Tomaél & Marteleto, 2006). Por isso, quanto mais central for o ator, maior será sua importância e influência na rede (Rossoni & Guarido Filho, 2007). Entretanto, é preciso observar também a qualidade de suas conexões, já que é possível que dois ou mais atores apresentem um mesmo grau de centralidade (o que não os torna igualmente centrais na rede). Neste caso, é preciso analisar a quantidade de laços estabelecidos pelo ator (quando este busca estabelecer novas ligações) e no ator (quando outros atores da rede procuram associar-se a esse ator). O grau de entrada é utilizado para medir a ocorrência dos laços recebidos e pode indicar o prestígio e a importância do ator na

rede, enquanto o grau de saída é usado para medir a quantidade de laços “prospectados” pelo ator e pode revelar atores mais influentes, pois apresentam a habilidade de acessar recursos e informações na rede (Wasserman & Faust, 1994). A Tabela 3 apresenta três medidas de centralidade: (i) centralidade de grau (*degree*); (ii) centralidade de proximidade (*closeness*); e (iii) centralidade de intermediação (*betweenness*).

Tabela 3:

Definição das Medidas de Centralidade

Tipo de Centralidade	Definição
Centralidade de Grau	É definida pelo número de laços diretos que um ator possui com outros em uma rede. Esse tipo de medida evidencia a centralidade local do ator, uma vez que considera apenas suas ligações adjacentes.
Centralidade de Proximidade	É definida pela proximidade ou distância de um ator em relação a todos os outros atores de uma rede, oferecendo condições para sua rápida interação com os demais componentes. É utilizada, portanto, para identificar a centralidade global do ator na rede.
Centralidade de Intermediação	É definida pela atuação como ponte de comunicação entre atores que não estão conectados diretamente. Quanto maior for o grau de centralidade maior será o controle de um ator sobre aqueles que dele dependem para interagir.

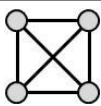
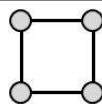
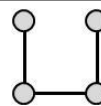
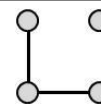
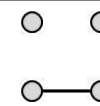
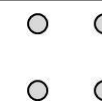
Nota. Fonte: Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis* (pp. 17-20). Cambridge: Cambridge University Press.

A densidade, por sua vez, representa o grau de ligação entre os atores de uma rede (Tabela 4), demonstrando a relação entre o número total de possibilidade de laços e a quantidade de laços efetivamente realizados, que pode variar entre um intervalo [0, 1] – uma rede menos conectada aproxima-se de 0, enquanto uma rede mais conectada está mais próxima de 1 (Martins, 2009). Quando muitas possibilidades de relacionamento estão ausentes, formam-se ligações fracas entre os atores indicando uma baixa densidade da rede. Por outro lado, a presença de muitas possibilidades de ligações indica uma consistência e uma proximidade entre os indivíduos tornando-os densamente conectados (Tomaél & Marteleto, 2006). Contudo, destaca-se que uma rede muito densa pode impedir a construção de novos conhecimentos, em razão da falta de acesso às novas fontes de recursos e informações,

decorrentes do não relacionamento com indivíduos de outros subgrupos da rede. Uma rede com alta densidade (onde todas as possibilidades de relacionamento entre os nós estão presentes) também pode ser caracterizada como um componente, desde que nenhum desses nós apresente uma relação com um ator externo (Wasserman & Faust, 1994).

Tabela 4:

Exemplificação do Conceito de Densidade

Exemplos de Rede	A	B	C	D	E	F
Parâmetros da Rede						
Número de laços realizados	6	4	3	2	1	0
Número de laços possíveis	6	6	6	6	6	6
Densidade	1	0,7	0,5	0,3	0,1	0

Nota: Martins, G. (2009). *A Construção do Conhecimento Científico no Campo de Gestão de Operações no Brasil: uma análise sob a ótica de Redes Sociais do período 1997-2008* (p. 45). Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, Brasil.

A coesão social é compreendida como subconjuntos de atores que apresentam laços relativamente fortes, diretos, coesos, intensos e frequentes (Wasserman & Faust, 1994), que podem estabelecer suas próprias normas, orientações, valores e culturas, resultando na formulação de uma identidade e em um comportamento coletivo entre seus membros. Esse sentimento de confiança mútuo na consecução das tarefas designadas a cada membro, segundo as habilidades e dificuldades individuais (Kuzhabekova, 2011). Wasserman e Faust (1994) apresentam quatro propriedades gerais que influenciam a formalização desse conceito: (i) mutualidade dos laços; (ii) proximidade e alcance entre os membros dos subgrupos; (iii) frequência dos laços entre os membros; e (iv) frequência relativa dos laços entre os membros fora e dentro dos subgrupos.

A identificação dos subgrupos, neste estudo, baseou-se nas propriedades de mutualidade dos laços e de proximidade e alcance entre os membros do subgrupo. A mutualidade dos laços

permite verificar em que medida todas as escolhas de associação em um subgrupo são recíprocas, formando *cliques* entre os atores (Figura 9). Um *clique* é definido como uma sub-rede ou subgrafo, composto por três ou mais nós em que todos estejam diretamente conectados (Wasserman & Faust, 1994). É importante ressaltar que um nó pode pertencer simultaneamente a mais de um *clique*, de forma que este membro torna-se um ator com alta centralidade, pois facilita e influencia o fluxo de recursos e informações no *clique* (Martins, 2009).

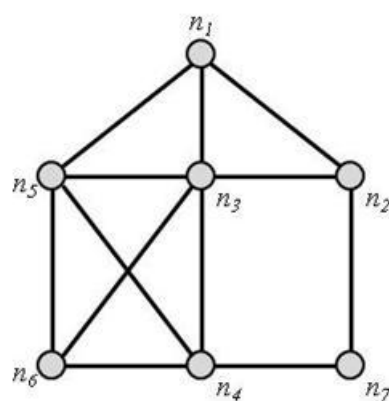


Figura 9. Subgrafo e seus *cliques*

Na Figura 7, identificam-se os *cliques*: {1, 2, 3}, {1, 3, 5} e {3, 4, 5, 6}

Fonte: Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis* (p. 255). Cambridge: Cambridge University Press.

A distância entre os nós é um importante aspecto na análise de redes sociais, especialmente para a medida de centralidade e para a construção de grupos coesos. Existem diversos caminhos entre um dado par de nós, sendo que estes caminhos diferem segundo a sua distância (Figura 10). A distância geodésica é definida pela menor extensão entre dois nós. Caso não exista nenhum caminho entre os nós, então se assume a distância como infinita ou indefinida. A distância geodésica entre os nós n_i e n_j é representada como $d(i, j)$. Já o diâmetro de um grupo corresponde à maior distância geodésica entre qualquer par de nós e é representado por $\max d(i, j)$ (Wasserman & Faust, 1994).

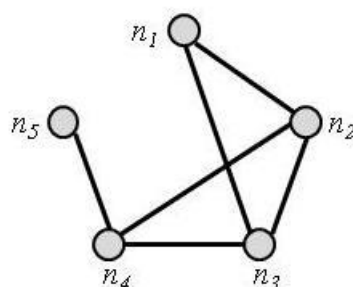


Figura 10. Distâncias geodésicas e diâmetro de um grupo

Na Figura 8, identificam-se as distâncias geodésicas e o diâmetro do grupo: $d(1, 2) = 1$; $d(1, 3) = 1$; $d(1, 4) = 2$; $d(1, 5) = 3$; $d(2, 3) = 1$; $d(2, 4) = 1$; $d(2, 5) = 2$; $d(3, 4) = 1$; $d(3, 5) = 2$; $d(4, 5) = 1$; $\max d(i, j) = d(1, 5) = 3$.

Fonte: Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis* (p. 111). Cambridge: Cambridge University Press.

A proximidade e o alcance dos indivíduos consideram os intermediários do processo social. Para tanto, subgrupos coesos preconizam que a distância geodésica entre seus nós seja pequena, formalizados no conceito de *n-clique*. Um *n-clique* é um subgrupo em que a maior distância geodésica entre dois nós deve ser menor ou igual a n , sendo que n é o caminho máximo pelo qual os membros de um *clique* podem estar conectados. Esse tipo de subgrupo favorece a homogeneidade dos comportamentos em razão de sua proximidade, aumentando a velocidade das trocas e absorção das informações por seus membros (Wasserman & Faust, 1994). No exemplo da Figura 11, verifica-se a existência de *1-clique* e *2-cliques*, os quais compartilham 4 dos 5 nós. Embora se tenha utilizado a distância geodésica máxima de $n = 2$ para identificar os *2-cliques*, seu diâmetro é equivalente a 3 (e.g. $\max d(i, j) = d(1, 5) = 3$). Além disso, um dos caminhos possíveis entre os nós 4 e 5 passa pelo nó 6, porém como este nó não pertence ao primeiro *2-clique* $\{1, 2, 3, 4, 5\}$, o menor caminho entre este dois nós é o 4, 2, 3, 5, cuja extensão é igual a 3 (Wasserman & Faust, 1994).

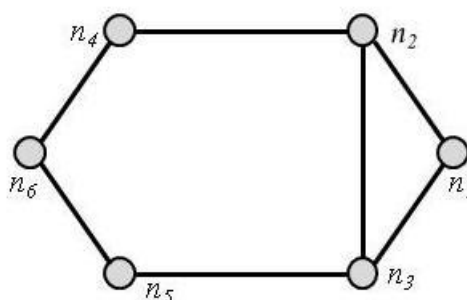


Figura 11. Conceito de *n-clique*

Na Figura 9, identificam-se *1-clique*: {1, 2, 3}; *2-clique*: {1, 2, 3, 4, 5} e {2, 3, 4, 5, 6} e *2-clan*: {2, 3, 4, 5, 6}

Fonte: Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis* (p. 259). Cambridge: Cambridge University Press.

Embora o *n-clique* seja uma medida robusta, sua aplicação permite que o diâmetro do grupo seja maior que n , já que alguns nós podem ser incluídos sem participar do *n-clique* (Wasserman & Faust, 1994). Nesse sentido, a participação de atores em um subgrupo pode ser medida, de forma mais restritiva, por meio do *n-clan*, que consiste em um tipo de *n-clique*, no qual o diâmetro máximo do subgrupo é exclusivamente menor ou igual a n (Wasserman & Faust, 1994), possibilitando a formação de grupos realmente coesos, já que os atores se posicionam em uma mesma esfera de influência (Rossoni, 2006). De forma prática, para identificar-se o *n-clan* basta observar os *n-cliques* e eliminar aqueles com diâmetro maior do que n (Wasserman & Faust, 1994).

2.3.2 Papéis e posições

Na análise de redes sociais, a “posição” refere-se ao conjunto de indivíduos que de forma similar participam de uma rede, seja em atividades sociais, laços, seja em interações com outros atores. Para sua identificação utiliza-se a abordagem de equivalência estrutural. Considera-se que dois atores são estruturalmente equivalentes quando apresentam os mesmos

laços com outros em uma rede (Rossoni, 2006). Na visão de Wasserman e Faust (1994) a análise posicional requer quatro passos: (i) definição formal de equivalência; (ii) identificação da medida de equivalência estrutural; (iii) representação das equivalências; (iv) avaliação da adequação da representação.

A análise de papéis foca os laços entre atores ou entre conjunto de atores, relaciona-se, portanto, às características das relações que ligam os atores sociais de uma rede (Wasserman & Faust, 1994). Esta análise pode ser usada em três níveis: (i) um grupo inteiro (*global role structures*); (ii) um subconjunto de atores (*local roles*), e (iii) atores individuais (*individual* ou *ego roles*) (Rossoni, 2006). Para sua modelagem, pode-se aplicar o método de *blockmodels* e de álgebra relacional. O primeiro consiste em um método utilizado para identificar as características gerais de uma rede, tanto os laços entre posições, quanto as informações sobre os atores individuais, baseando-se nas premissas de que (i) posições são uma partição de atores em uma rede; e (ii) cada par de posições estabelece a existência ou não de um laço (Rossoni, 2006).

Assim, *blockmodels* constituem hipóteses sobre a estrutura de relações em uma rede social e podem ser validados com base nos atributos dos atores; na descrição das posições individuais e na sua descrição como um todo (Wasserman & Faust, 1994). O segundo método, a álgebra relacional ou a álgebra de papéis, foca na estrutura global dos papéis e assim possibilita a comparação entre estruturas de papéis em diferentes populações ou contextos, evidenciando tanto as relações e suas associações quanto as propriedades de atores, assim como permite verificar como os papéis sociais estão relacionados com uma estrutura. (Rossoni, 2006).

2.3.3 *Análise estatística dos relacionamentos*

A utilização de métodos estatísticos na análise de redes sociais possibilita descrever e analisar padrões de comportamento individual dos atores e da rede como um todo, assim como permite, baseada na probabilidade de ações dos atores, compreender o processo de evolução de redes ao longo do tempo (Wasserman & Faust, 1994). A avaliação de redes pode ser feita tanto em nível local quanto global. Em nível local, utilizam-se como unidade de análise as díades e tríades, iniciando-se pelas probabilidades de relacionamentos entre dois e três atores, respectivamente (Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008). Já, em nível global, utilizam-se métodos para a análise das propriedades dos relacionamentos, de forma geral, ou a análise posicional (*Stochastic Blockmodel*). Além disso, por meio de *softwares* de análise de redes sociais, é possível utilizar ferramentas estatísticas para (i) comparar duas relações no mesmo conjunto de atores; (ii) explicar o impacto de atributos nos relacionamentos, e vice-versa; e (iii) explicar as relações entre os atores na rede (Rossoni, 2006).

2.3.4 *A abordagem Small Worlds*

A lógica da abordagem *small worlds* (mundos pequenos) tem como pressuposto que um indivíduo pode acessar qualquer outro de seus relacionamentos, por meio de poucos intermediários. Esse fenômeno é usualmente conhecido como “seis graus de separação” (Newman, 2000). A primeira evidência prática sobre esse fenômeno foi realizada por estudo de Milgram (1967), cujo resultado foi considerado como ponto de partida para analisar a estrutura subjacente das relações de coautoria em publicações científicas (Kronneger, Mali, Anuška, & Doreian, 2012). Embora a maioria das pessoas tenha um número limitado de contatos, uma quantidade maior de outras pessoas pode ser acessada indiretamente pelos

relacionamentos estabelecidos por esses contatos, que podem apresentar vínculos diferentes, em razão de seus círculos sociais (familiares, amizade, profissionais). Assim, entende-se que qualquer grupo social pode apresentar certo grau de abertura e que a ocorrência de relacionamentos externos a esse grupo representa um aumento considerável de possibilidades de novos contatos (Rossoni & Guarido Filho, 2009).

Em se tratando de setores dinâmicos, como os de pesquisa e inovação tecnológica, a busca por informações novas e não redundantes é facilitada em redes difusas. Especialmente no campo científico, observa-se alto grau de agrupamento (apesar de a distância entre os pesquisadores ser pequena), o que leva a crer que estes atores operam em uma configuração do tipo *small worlds*. Neste tipo de estrutura, ao contrário das redes aleatórias, a distância entre os atores (nós) não acompanha o crescimento da rede (Quintella, Freitas, Ventura, Santos & Antonio, 2009). Para o desenvolvimento das atividades de P&D, os pesquisadores procuram estabelecer vínculos diretos, dos quais se espera que mecanismos de homofilia e de reciprocidade influenciem a criação de elementos geradores de padrões institucionalizados de ação (Machado-da-Silva, Guarido Filho, Rossoni & Graeff, 2008). Desse modo, a ideia de coesão não é suficiente para compreender os mecanismos de geração do conhecimento em redes de pesquisa, já que o processo de desenvolvimento científico não ocorre segundo uma lógica de fragmentação, com grupos de pesquisa distintos, sem interface entre si (Quintella *et al.*, 2009; Rossoni & Guarido Filho, 2009).

Nesse sentido, a ideia de *small worlds*, desenvolvida por Watts e Strogatz (1998), procura integrar os conceitos de coesão (Coleman, 1988), buracos estruturais (Burt, 1992) e laços fracos (Granovetter, 1973), demonstrando que, ao mesmo tempo em que ocorrem ligações com outros grupos, nos quais a informação não é redundante, existe um nível de coesão necessário para que o relacionamento entre os atores se torne familiar. Quanto mais características de *small worlds* a rede apresenta, mais conectados estão seus atores. Dessa

forma, os indivíduos com um maior número de ligações fracas têm maiores oportunidades de mobilidade, autonomia, flexibilidade cognitiva e capacidade de agir em grupos, em oposição àqueles com ligações fortes que, embora apresentem ótima coesão local, tendem a fragmentar a rede global. Neste sentido, os buracos estruturais (Figura 12) são entendidos como *gaps* que permitem o fluxo de informação não redundante em redes que apresentam simultaneamente baixa densidade global e alta coesão e densidade em nível local (redes compostas por grupos fortes e coesos apesar de estarem significativamente afastados uns dos outro) (Quintella *et al.*, 2009).

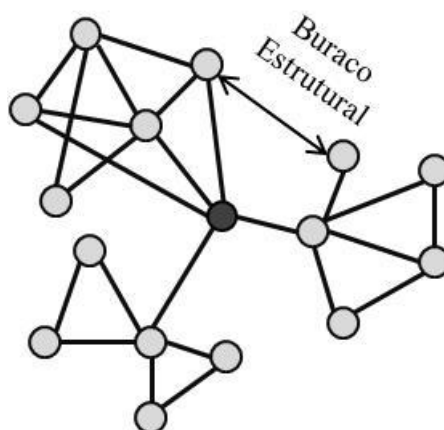


Figura 12. Buracos Estruturais

Fonte: Kuzhabekova, A. (2011). *Impact of co-authorship strategies on research productivity: A social-network analysis of publications in Russian cardiology*. Tese de Doutorado, University of Minnesota, US.

O modelo *small worlds* apresenta dois atributos bem definidos: (i) agrupamento (*clustering coefficient*); e (ii) distância média entre os atores (*path length*) (Watts e Strogatz, 1998; Newman, 2000). Enquanto a distância do caminho mede o número médio de intermediários entre todos os pares de atores da rede, o agrupamento é medido por meio do coeficiente de *clustering*, o qual indica a fração da média de colaboradores de um ator que também colabora com outros (Zhao & Guan, 2011). Assim, uma rede do tipo *small worlds* apresenta muitos atalhos pelos quais os atores podem alcançar ou serem alcançados por

outros, utilizando para tanto poucos laços. Esse cenário de colaboração facilita a circulação de novos conhecimentos entre os diversos grupos da rede, de maneira que esse conhecimento, gradativamente, tenha credibilidade e valor em novos contextos, podendo ser utilizado de forma produtiva por atores de outros grupos (Uzzi & Spiro, 2005; Yan *et al.*, 2010).

Nesse tipo de configuração também é possível verificar a existência de ligações preferenciais entre os atores da rede (Barabási & Albert, 1999). As ligações preferenciais são evidenciadas quando atores com alto prestígio científico e com conexões estabelecidas com muitos outros colaboradores obtêm maior atenção e criam novas conexões com atores iniciantes na rede (Moody, 2004). A ideia de ligações preferenciais está associada à capacidade de atração de um número significativamente maior de colaboradores, que alguns atores apresentam em relação aos demais. Quanto mais ligações um ator possui com outros, mais central será a sua posição na rede. A maior centralidade na rede implica em (i) aumentar as chances de estabelecer e manter novos relacionamentos; (ii) ser responsável por conectar a rede ao seu redor; e (iii) atuar como direcionador dos desenvolvimentos teóricos a serem difundidos (Rossoni & Guarido Filho, 2009). A existência de atores mais centrais implica considerá-los como elementos importantes para a difusão e legitimação do conhecimento, bem como para a mobilização de estruturas e a geração de produção científica. As ligações preferenciais podem criar condições que levam a um amplo grau de isomorfismo, já que atores novos na rede buscam associar-se aos pesquisadores de maior prestígio, que, de certa forma, direcionam o comportamento e as práticas de pesquisa na rede (Rossoni, 2006).

2.4 Redes de colaboração científica: estado da arte no período de 2008 a 2012

Os estudos sobre as relações de cooperação científica voltaram-se inicialmente ao campo das ciências físicas e naturais (Barabasi *et al.*, 2002; Newman, 2001a, 2001b, 2004), mas têm sido realizados em diferentes campos do conhecimento, como na sociologia (Moody, 2004), nas ciências sociais aplicadas (Acedo *et al.*, 2006; Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008; Rossoni *et al.*, 2008a, 2008b) e em áreas como a astrofísica (Heidler, 2011), a biomedicina (McFadyen, Semadeni & Cannella, 2009), a epidemiologia (Katsouyanni, 2008; Maia & Caregnato, 2008) e a nanotecnologia (Larsen, 2008; Zhao & Guan, 2011). Além disso, diversos estudos têm se preocupado com a colaboração internacional entre pesquisadores, com ênfase na produção científica decorrente das relações entre países europeus, asiáticos e norte-americanos (Abbasi *et al.*, 2011; Choi, 2012; Furukawa, Shirakawa & Okuwada, 2011; Lemarchand, 2012; Li *et al.*, 2010; Mattsson, Laget, Vindefjärd, & Sundberg, 2010; Wagner & Leydesdorff, 2005; Zhao & Guan, 2011; Zimmerman, Glänzel & Bar-Ilan, 2009). Nesses estudos a cooperação entre pesquisadores é analisada com base na produção de artigos em coautoria, uma vez que esse tipo de análise consiste em uma forma objetiva e eficiente para se medir a colaboração entre dois ou mais pesquisadores (Acedo *et al.*, 2006; Jeong *et al.*, 2011).

De modo geral, esses estudos apontam para o aumento da cooperação entre pesquisadores, no que se refere tanto à frequência em suas relações quanto ao aumento do número de colaboradores na rede (explicado pela tendência de vinculação de novos colaboradores ao autor que possui maior número de colaboradores a ele vinculados). Além disso, evidenciam que os pesquisadores conectados e posicionados de melhor forma na rede tendem a controlar mais recursos e a receber mais informações, agradecimentos e recompensas do que aqueles menos visíveis ou menos conectados socialmente com seus pares. A distribuição dos estudos selecionados para análise, segundo o campo da ciência,

revelou não somente a concentração de estudos nas ciências sociais aplicadas, mas também uma variedade de áreas nas quais a abordagem de redes sociais pode ser utilizada para compreensão do fenômeno de coautoria de publicações científicas em toda a sua complexidade e dinâmica, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5:

Produção Científica sobre Coautoria de Publicações entre 2008 e 2012

Campo	Nr.	Artigos
Ciências Sociais Aplicadas	17	Bales <i>et al.</i> (2011); Capobiango, Silveira, Zerbato & Mendes (2011); Cruz <i>et al.</i> (2011); Evans, Lambiotte & Panzarasa (2011); Nikzad <i>et al.</i> (2011); Fatt, Abu & Ratnavelu (2009); Gossart & Özman (2009); Guimarães, Gomes, Odelius, Zancan & Corradi (2009); Martins, Rossoni, Csillag, Martins & Pereira (2010); Mello, Crubellate & Rossoni (2009, 2010); Nascimento & Beuren (2011); Racherla & Hu (2010); Rossoni & Guarido Filho (2009); Rossoni & Hocayen-da-Silva (2008); Rossoni <i>et al.</i> (2008a); Yan <i>et al.</i> (2009).
Ciências Biológicas e Saúde	6	Aleixandre-Benavent <i>et al.</i> (2008); Hu & Racherla (2008); Maia & Caregnato (2008); Mattsson <i>et al.</i> (2010); McFadyen <i>et al.</i> (2009); Yu <i>et al.</i> (2011).
Ciências Exatas e da Terra	4	Heidler (2011); Kronegger, Mali, Ferligoj & Doreian (2012); Quintella, Freitas, Ventura, Santos & Antonio (2009); Velden, Haque & Lagoze (2010);
Engenharias e Tecnologias	9	Abbasi <i>et al.</i> (2011); Fischbach, Putzk & Schoder (2011); Kronegger <i>et al.</i> (2011); Larsen (2008); Liao (2010); Moura & Caregnato (2011); Pepe & Rodriguez (2010); Uddin, Hossain, Abbasi & Rasmussen (2012); Zhao & Guan (2011).
Multidisciplinar	4	Roebken (2008); Rossoni <i>et al.</i> (2008b); Shapiro <i>et al.</i> (2010); Yang <i>et al.</i> (2010).
Total	40	

Fonte: ASP (EBESCO), ABI Informal Global/Proquest, Scielo, Science Direct, SpringerLink, Spell.

As ciências sociais aplicadas contam com estudos nas áreas de administração, administração pública, administração financeira, contabilidade, gestão da informação, gestão de operações, gestão e negócios e turismo. As ciências biológicas e saúde contemplam estudos nas áreas de biologia, biomedicina, epidemiologia, oncologia, farmácia e gestão hospitalar. Já as ciências exatas e da terra congregam estudos nas áreas da astrofísica, química, física e matemática. As engenharias e tecnologias apresentam estudos nas áreas da engenharia, biotecnologia, nanotecnologia e tecnologias de rede. Ainda foram identificados estudos, denominados como multidisciplinares, nas áreas de ciência e tecnologia e também

artigos que comparam a produção científica entre áreas distintas como física, engenharia, artes e humanas, economia e estatística.

No Brasil destacam-se pesquisas cuja ênfase é a produção científica dos pesquisadores de universidades, vinculados a programas de pós-graduação e participantes de encontros e congressos acadêmicos (Capobianco *et al.*, 2011; Cruz *et al.*, 2011; Guimarães *et al.*, 2009; Maia & Caregnato, 2008; Martins *et al.*, 2010; Mello *et al.*, 2009, 2010; Nascimento & Beuren, 2011; Quintella *et al.*, 2009; Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008; Rossoni *et al.*, 2008a, 2008b; Rossoni & Guarido Filho, 2007). Por outro lado, os estudos realizados em outros países, nos diferentes campos do conhecimento, evidenciam a análise da produção científica de um país ou de regiões, como também as relações entre pesquisadores de institutos de pesquisa e de universidades (Abbasi *et al.*, 2011; Aleixandre-Benavent *et al.*, 2008; Bales *et al.*, 2011; Fatt *et al.*, 2010; Fischbach *et al.*, 2011; Gossart & Özman, 2009; Heidler, 2011; Hu & Racherla, 2008; Kronegger *et al.*, 2011, 2012; Larsen, 2008; Liao, 2010; Mattsson *et al.*, 2010; McFadyen *et al.*, 2009; Nikzad *et al.*, 2011; Pepe & Rodriguez, 2010; Racherla & Hu, 2010; Roebken, 2008; Shapiro *et al.*, 2010; Uddin *et al.*, 2012; Yan *et al.*, 2010; Yang *et al.*, 2010; Yu *et al.*, 2011; Zhao & Guan, 2011).

O aumento acentuado da produção científica sobre redes de pesquisadores em administração no Brasil pode ser explicado pelo surgimento de periódicos especializados e eventos acadêmicos na área, os quais oferecem espaços de discussão e compartilhamento de conhecimentos entre os pesquisadores do campo (Rossoni & Guarido Filho, 2009). Nas ciências sociais aplicadas, parte dos estudos conduzidos por pesquisadores brasileiros preocupa-se em analisar a produção científica, utilizando como fonte artigos publicados em congressos e eventos científicos (Capobianco *et al.*, 2011; Cruz *et al.*, 2011; Martins *et al.*, 2010; Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008; Rossoni *et al.*, 2008a, 2008b). Outros estudos utilizam a abordagem de redes sociais para compreender as estruturas de cooperação entre

programas de pós-graduação (Guimarães *et al.*, 2009; Mello *et al.*, 2009, 2010; Nascimento & Beuren, 2011; Rossoni & Guarido Filho, 2009). As redes de colaboração entre pesquisadores também são analisadas utilizando como lócus de investigação a produção científica de universidades (Maia & Caregnato, 2008; Quintella *et al.*, 2009).

Dessa forma, destacam-se nessa seção os estudos que analisaram redes de colaboração científica entre pesquisadores, no período de janeiro de 2008 a fevereiro de 2012. Inicialmente, serão descritos três estudos realizados em 2011 e 2012, especificamente, sobre o campo da biotecnologia. Ressalta-se que outros artigos do campo da biotecnologia foram identificados, contudo, estes estudos abordam a temática sob a ótica organizacional, buscando compreender a associação estratégica das organizações integrantes da rede para a potencialização e o incremento de inovações tecnológicas e, portanto, não apresentam alinhamento ao objetivo proposto neste estudo. Na sequência, descrevem-se os estudos realizados em redes de pesquisadores brasileiros pertencentes a outros campos do conhecimento, especialmente na área de Administração.

Moura e Caregnato (2011) buscam compreender os relacionamentos entre coautoria e coinvenção, por meio dos artigos científicos e de patentes (publicadas ou depositadas) desenvolvidas por pesquisadores brasileiros na área de biotecnologia. Apesar de apresentar diferenças significativas (especialmente quanto ao debate crítico, troca de ideias e de experiências entre os pesquisados *versus* manutenção do sigilo dos produtos e processos gerados pela pesquisa), artigos e patentes são expressões de pesquisa que podem ser produzidas pelas mesmas pessoas, grupos ou instituições. Os autores analisaram as patentes depositadas na Base de Patentes do INPI e os artigos indexados na base *Web of Science*, no período de 2001 a 2005, com o objetivo de identificar quando as coautorias se repetiam em patentes e artigos. Os resultados encontrados indicaram que existe uma correlação significativa entre publicação de artigos e patentes (aqueles depositantes que mais publicam

são os mais produtivos em patentes), e que os artigos são uma variável dependente das patentes. Ao verificar se as parcerias formadas durante a elaboração da patente repetem-se na coautoria em artigos, os autores observam uma repetição na coautoria de publicações científicas e patentes o que indica uma interação entre ciência e tecnologia, contestando a crença de que a atuação nestes campos é excludente ou competitiva.

Kronegger *et al.* (2011, 2012) investigam a produção científica de pesquisadores da Eslovênia que atuam em redes de colaboração em quatro disciplinas: biotecnologia, matemática, física e sociologia. No primeiro estudo, Kronegger *et al.* (2011) realizam uma análise longitudinal das redes, no período de 1986/2005. Os autores examinam como a estrutura *blockmodel* das redes de colaboração relaciona-se com a estrutura organizacional das instituições de pesquisa da Eslovênia, bem como evidenciam as mudanças ocorridas nas estruturas de coautoria dessas disciplinas. Kronegger *et al.* (2011) ressaltam que as diferenças entre as disciplinas não dependem apenas do objeto de pesquisa, mas também da natureza do trabalho: disciplinas cuja atividade científica não dependem tanto de grupos de pesquisa apresentarem menor atividade de colaboração. Entre os resultados encontrados, destaca-se que as quatro disciplinas apresentam estruturas com múltiplos e pequenos centros, nos quais os pesquisadores colaboram entre si. Autores que apresentam poucos trabalhos em coautoria ou que não apresentam padrões sistemáticos de colaboração com pesquisadores do mesmo campo formam uma grande semiperiferia na rede. Já no segundo estudo, Kronegger *et al.* (2012) utilizam as abordagens *small worlds* (distância média entre pesquisadores e *clustering*) e ligações preferenciais para analisar as redes de colaboração nas quatro disciplinas, no período de 1991 a 2005. Os resultados indicam (i) a presença do fenômeno *small worlds*; (ii) que o mecanismo de ligação preferencial interfere na estrutura da rede; e (iii) que os contextos organizacional e institucional promovem a formação das redes, mesmo que em diferentes aspectos, em todas as disciplinas.

Rossoni e Hocayen-da-Silva (2008) analisam a cooperação entre pesquisadores da área de Administração da Informação com base em artigos publicados no Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Pesquisa em Administração (EnANPAD), no período de 2002 a 2006. O estudo aponta para a forte relação entre centralidade e produtividade, já que os resultados evidenciam que os autores que cooperam mais tendem a atrair maior número de colaboradores, assim como a intermediar, cada vez mais, as relações entre os diferentes pesquisadores da rede. Rossoni (2006) verifica que os autores que atraem mais colaboradores, são preferencialmente professores de programas de pós-graduação, uma vez que orientam normalmente muitos alunos, resultando em trabalhos publicados em conjunto.

Os trabalhos de Rossoni *et al.* (2008a, 2008b) procuram compreender a relação entre cooperação e produtividade de instituições de ensino, por meio da análise dos artigos publicados no EnANPAD (2000 a 2005). Além disso, no estudo de Rossoni *et al.* (2008b) são analisados também os artigos publicados no Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica (SGIT) nos anos 2000, 2002 e 2004. Enquanto o estudo de Rossoni *et al.* (2008a) busca compreender como a estrutura de uma rede afeta a produção do conhecimento no campo de Administração Pública e Gestão Social no Brasil, Rossoni *et al.* (2008b) investigam a cooperação e produção acadêmica de instituições de C&T. Apesar de constatarem uma relativa fragmentação dos campos, identifica-se, em cada um dos estudos, um grande componente que engloba mais da metade das instituições. Cria-se, então, um núcleo pelo qual a informação circula dinamicamente, favorecendo a troca de experiências e o compartilhamento do conhecimento entre as instituições, o que mantém um canal aberto para que a inovação aconteça de forma mais dinâmica e veloz. Rossoni *et al.* (2008a) verificam que as questões regionais influenciam fortemente a estrutura das relações, com laços entre pesquisadores dentro dos limites estaduais, de maneira que as instituições mais centrais apresentam maior número de laços e representam importantes elos de coesão na rede. Rossoni

et al. (2008b) concluem que as instituições com maior capacidade de estabelecer relacionamentos de colaboração apresentam maior potencial de influência sobre o campo, seja por meio de sua produtividade, seja pela influência das perspectivas, conceitos, ideias ou metodologias adotadas. Esses dois estudos corroboram o trabalho de Rossoni e Hocayen-da-Silva (2008) ao concluir que “a importância de uma instituição na rede não se dá somente pelo número de contatos diretos que mantém, mas também pelas intermediações que realiza” (Rossoni *et al.*, 2008a, p. 41).

Martins *et al.* (2010) analisam a rede de pesquisadores do campo de Gestão de Operações no Brasil, formada com base nos artigos publicados no período de 1997 a 2009, no EnAnpad, no Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), e também nos principais periódicos brasileiros da área de administração. O estudo aponta para a fragmentação do campo e a concentração de pesquisadores em um grande número de componentes em consonância com outros estudos da área de administração (Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008; Rossoni *et al.*, 2008a, 2008b) o que contribui para a similaridade de práticas de pesquisa e de definição de temáticas, promovendo a maior homogeneidade no campo. A avaliação desse grande componente demonstra a presença de *clusters* coesos e próximos, configurando a rede como *small worlds*, apesar de esses grupos não serem isolados uns dos outros, estimulando o compartilhamento de significados e o intercâmbio de conceitos e técnicas de pesquisa.

Capobianco *et al.* (2011) procuram identificar as redes de pesquisa entre instituições formadas pelos artigos publicados sobre o tema “avaliação de políticas públicas” no EnANPAD (2000 a 2009) e no Encontro de Administração Pública e Governança (EnAPG) nos anos de 2004, 2006 e 2008. A análise demonstra a baixa densidade da rede, considerando que a maioria das ligações entre os autores deu-se uma única vez e de forma isolada e ainda a existência de autores que não publicaram em coautoria. A existência de relações fracas entre

os autores impacta no isolamento das instituições e evidencia o não estabelecimento de vínculos. Os autores refletem sobre a importância atribuída ao tema pelos pesquisadores e reforçam a necessidade de estimular a pesquisa no campo.

Cruz *et al.* (2011) analisam as redes de cooperação formadas pelos pesquisadores que publicaram artigos no Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, no período de 2001 a 2009, organizado em três triênios. A rede apresenta uma estrutura fragmentada com a presença de lacunas estruturais concedendo uma posição privilegiada a alguns pesquisadores que atuam como pontes entre pesquisadores de grupos distintos, que não estariam conectados sem a sua presença. O perfil da rede mostrou-se predominantemente marcado pela presença de laços fortes, que enriquecem as relações de dependência, acomodação, resistência à mudança e à inovação, o que pode frear a evolução do conhecimento do campo. Os autores ressaltam a importância dos laços fracos como alavancas para os processos de mudança e inovação, baseados no relacionamento com grupos mais distantes e que podem proporcionar o desenvolvimento de pesquisas sob nova ótica.

Guimarães *et al.* (2009) investigam a influência das relações acadêmicas e de atributos de programas brasileiros de pós-graduação em administração na estruturação de suas redes. O estudo foi realizado em 32 programas de pós-graduação considerando as seguintes atividades: pesquisas conjuntas, produção intelectual compartilhada, realização de eventos científicos, disciplinas compartilhadas, intercâmbio de professores, intercâmbio de estudantes e participação em comissões examinadoras. O estudo evidencia seis programas que não apresentam relacionamentos com outros, expondo a fraca relação entre os programas. A rede também apresenta um grande número de lacunas estruturais revelando uma baixa densidade. Assim como evidenciado no estudo de Rossoni *et al.* (2008a), a proximidade geográfica apresenta-se como um fator de explicação para a formação de subgrupos na rede, associado à questão das ligações afetivas entre indivíduos que atuam em subgrupos da rede. Além disso, a

natureza da instituição (pública ou privada) não representa um fator preponderante para a formação da rede. Rossoni *et al.* (2008a) ressaltam a necessidade de políticas institucionais que visem ao fortalecimento da rede de programas de pós-graduação em administração, no Brasil, com o objetivo de maximizar os mecanismos de cooperação, resultando em relações mais frequentes, laços mais fortes e, portanto, maior fluxo de geração e intercâmbio de conhecimento científico.

Mello *et al.* (2009, 2010) investigam as características e mudanças ocorridas na configuração da rede de coautorias formada por professores de programas brasileiros de pós-graduação em Administração, entre os anos de 2001 e 2006. O estudo realizado em 2009 compara a evolução da produção científica da rede em dois triênios 2001/2003 e 2004/2006, enquanto em 2010, com base na teoria institucional, os autores discutem as respostas estratégicas desses programas à avaliação realizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) no mesmo período.

Os resultados do estudo de Mello *et al.* (2009) sinalizam para a evolução da rede, passando de uma rede difusa e pouco densa (cerca de 40% dos pesquisadores não apresentavam relações de coautoria) para uma rede com maior cooperação nas publicações entre docentes dos programas e com maior intensidade nas interações, promovendo uma velocidade no fluxo de informações. Os autores observam que pesquisadores com centralidade de intermediação alta podem exercer algum grau de controle e influência sobre aqueles que se conectam a ele, permitindo compreender as relações de poder, acesso facilitado a recursos e influência no campo. Além disso, e em consonância com estudos anteriores, o estudo revela que os pesquisadores mais centrais atraem maior quantidade de colaboradores, possibilitando um maior número de publicações (Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008; Rossoni *et al.*, 2008a, 2008b). Mello *et al.* (2010) constata que programas de pós-graduação com maior índice de centralidade de grau estão mais propensos a oferecer respostas aos critérios da

Capex e, provavelmente, a influenciar a resposta daqueles programas que mantêm relações diretas com eles, já que os programas que possuem mais colaboradores são considerados os mais influentes na capacidade de disseminar ideias e informações.

Rossoni e Guarido Filho (2009) verificam a existência de estruturas de cooperação entre programas de pós-graduação em Administração no Brasil em quatro áreas temáticas: ciência e tecnologia; estratégia; administração pública e estudos organizacionais. A análise dos resultados permite constatar que (i) os programas de pós-graduação formam grupos bem definidos, interligados por meio de poucos intermediários, coerentes com a caracterização estrutural do tipo *small worlds*; (ii) as áreas temáticas organizam-se com base nos relacionamentos, sua participação não se restringe apenas à troca de conhecimento no momento da produção científica, mas pela garantia de durabilidade das suas interações; (iii) há uma tendência à homofilia de programas considerados centrais quanto ao volume de artigos produzidos (programas com maior produção tendem a interagir com mais intensidade), enquanto os programas periféricos tendem a se relacionar, de forma mais frequente, com os centrais. O estudo corrobora os resultados de outros estudos (Mello *et al.*, 2009; Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008; Rossoni *et al.*, 2008a, 2008b), evidenciando a forte relação entre centralidade e produtividade, pois aproveitam de melhor forma seus colaboradores.

O estudo de Nascimento e Beuren (2011) insere-se no contexto das pesquisas que buscam entender as redes sociais no âmbito da produção científica, visando quantificar a troca de informações e a construção do conhecimento científico no âmbito das ciências sociais aplicadas. Para tanto, identificam a formação de redes sociais na produção científica dos programas de pós-graduação de ciências contábeis do Brasil, no triênio 2007/2009. Foram analisados 21 cursos de mestrado e doutorado dos programas de pós-graduação em ciências contábeis, distribuídos em 17 instituições de ensino superior. Os autores observam a presença de lacunas estruturais na rede, identificando o predomínio da presença de laços fracos. Tais

resultados assemelham-se às conclusões sobre as redes de programas de pós-graduação em administração do estudo realizado por Guimarães *et al.*, 2009.

O estudo sobre o processo de colaboração científica entre professores do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia (PPGE) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), realizado por Maia e Caregnato (2008), no período de 1991 a 2002, evidencia uma cultura estabelecida para a colaboração em artigos científicos. Porém, diferentemente dos estudos realizados na área de administração, os autores não encontraram uma relação entre o crescimento da produtividade com o aumento do número de colaboradores, mas sim com o reforço de seus laços e com a intensidade das colaborações. Os resultados do estudo, contudo, condizem com as evidências de outros estudos, no que se refere à liderança e influência de pesquisadores que ocupam posições centrais na rede sobre os demais colaboradores.

Quintella *et al.* (2009) propõem-se a estudar a dinâmica de redes de conhecimento em países em desenvolvimento, por meio da análise da produção científica sobre química da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e a sua influência em duas universidades regionais – Universidade do Estado da Bahia (Uneb) e Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc). Os autores procuram identificar a existência do fenômeno *small worlds* e verificar a importância desse fenômeno no desempenho das três universidades. De maneira geral, a análise das redes das três universidades demonstra que, enquanto o número de autores aumenta, a densidade global das redes diminui, tornando-as mais dispersas. Entretanto, verifica-se uma forte tendência de as redes de conhecimento da UFBA e da Uesc se comportarem como *small worlds*, considerando o expressivo grau de concentração local. Além disso, a rede da UFBA apresenta maiores possibilidades de trocas de informações não redundantes e um alto grau de coesão o que pode explicar a eficácia de seus grupos de pesquisa.

A análise dos estudos corrobora a afirmação de Racherla e Hu (2010) de que a construção e o desenvolvimento do conhecimento científico é um processo social decorrente

das diferentes interações e colaborações entre pesquisadores, que podem ocorrer por meio de relacionamentos formais ou informais estabelecidos nas redes sociais que se formam nas comunidades acadêmicas. Boa parte dos estudos aponta tanto para o crescimento das redes quanto para o aumento do número de artigos elaborados em coautoria. Este fenômeno pode estar relacionado à implementação de políticas públicas que favorecem a colaboração científica, o incremento das tecnologias de comunicação e informação (em especial a popularização da *internet*), o aumento do número de eventos científicos nas diferentes áreas do conhecimento, que estimulam a troca de experiências e aproximam pesquisadores, assim como o crescimento do número de periódicos científicos, que disponibilizam novos espaços para difusão dos conhecimentos gerados pela pesquisa.

De modo geral, os estudos sobre redes de colaboração científica evidenciam a existência de forte relação entre centralidade e produtividade dos pesquisadores. Autores com maior centralidade tendem a ser mais produtivos não só em razão da quantidade de laços diretos que apresentam, mas também pela capacidade de aproveitar as informações e recursos decorrentes dessas relações. Rossoni e Hocayen-da-Silva (2008) observam que existe uma dualidade entre produtividade e centralidade, já que pesquisadores com maior quantidade de colaboradores tendem a produzir mais, ao mesmo tempo em que pesquisadores que produzem mais tendem a atrair maior quantidade de colaboradores. A capacidade de intermediação também é apontada como uma característica presente dos pesquisadores que ocupam posições mais estratégicas na rede, de modo que autores mais centrais são capazes de influenciar e controlar pesquisadores de grupos distintos, além de facilitar o fluxo de recursos, informações e conhecimentos por meio da rede de pesquisa. Outra característica similar entre os estudos está relacionada à configuração das redes de pesquisa. Apesar de fragmentadas, boa parte das redes analisadas concentra seus pesquisadores em um grande componente (uma sub-rede em que os autores estão conectados entre si), contribuindo para a adoção de práticas semelhantes

de pesquisa, a circulação mais rápida da informação, a troca de experiências e conhecimentos, levando à maior homogeneidade do campo. A configuração da rede em mundos pequenos (*small worlds*) também foi observada em parte dos estudos, concluindo-se que no campo científico existe um alto grau de agrupamento que torna o relacionamento entre os pesquisadores mais confiável e familiar, ao mesmo tempo em que existem associações com outros grupos, nos quais a informação não é redundante, contribuindo para a “oxigenação” do grupo, a partir de novas ideias, práticas e processos que impulsionam a geração de conhecimentos e inovações na rede.

3. Definições Metodológicas

O objetivo deste capítulo é descrever os procedimentos metodológicos utilizados para analisar o fenômeno exposto na questão de pesquisa. A fim de responder a questão de pesquisa indicada no capítulo inicial, descreve-se, a seguir, a natureza e o delineamento da pesquisa, os procedimentos de coleta e de tratamento dos dados, as categorias de análise, os procedimentos de análise dos dados e as limitações de pesquisa.

3.1 Natureza e delimitação da pesquisa

Este estudo é essencialmente de natureza descritiva, uma vez que tem como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno, ou da classificação das relações entre variáveis, por meio de técnicas padronizadas de coleta de dados (Gil, 1999; Richardson, 1985; Seltiz *et al.*, 1987). A preocupação central desse tipo de pesquisa é observar, registrar, analisar, classificar e interpretar fatos sem a interferência do pesquisador, com o intuito de minimizar a possibilidade de manipulação da realidade. Os estudos descritivos não se preocupam essencialmente em testar teorias ou hipóteses, mas sim em descrever de forma sistemática um fenômeno particular (Drenth, 1984), sem interferência de relação de causalidade entre as variáveis, refletindo a realidade da forma mais fiel possível. Para tanto, é preciso delimitar técnicas, modelos, métodos e teorias para subsidiar a coleta e a análise dos dados, bem como a interpretação de seus resultados, de forma que a pesquisa tenha validade científica (Gil, 1999).

Quanto ao procedimento de pesquisa, o estudo conduziu uma pesquisa documental, cujos dados coletados possibilitaram análises descritivas e explanatórias das relações estabelecidas entre os atores da rede social. A pesquisa documental consiste na utilização de

materiais que não receberam um tratamento analítico e que podem ser trabalhadas ou codificadas segundo o objetivo da pesquisa (Bardin, 1977; Gil, 1999). É importante ressaltar, que em pesquisas longitudinais, a análise documental permite não somente examinar a influência dos relacionamentos passados sobre os presentes, como também verificar a tendência de relacionamento nos eventos futuros (Rossoni, 2006). Assim, a perspectiva de análise temporal foi longitudinal, considerando os dez últimos anos (2003 a 2012) dividido em dois períodos de cinco anos cada, sendo o primeiro período de 2003 a 2007 e o segundo de 2008 a 2012. Esta forma de organização foi definida em razão da divisão exata do período em cinco anos, possibilitando a realização de uma análise mais consistente (ao contrário de cinco períodos de dois anos, por exemplo) e uma melhor comparação dos resultados da produção científica nos dois períodos, assim como uma melhor compreensão sobre os aspectos de influência e de tendência nos relacionamentos entre os atores da rede social objeto do estudo.

O método de pesquisa utilizado foi o quantitativo, especificamente a metodologia de análise de redes sociais. O uso destas ferramentas de análise possibilitou a compreensão da dinâmica, dos aspectos descritivos e das análises estatísticas dos relacionamentos entre os atores da rede social. Em especial, procedeu-se à análise das propriedades estruturais da rede, propostas por Wasserman e Faust (1994), baseada nas medidas de **centralidade** (de grau e de intermediação), de **coesão social** (propriedades de mutualidade dos laços e de proximidade e alcance) e de **densidade** (laços). Adicionalmente, verificou-se a existência do fenômeno *small worlds* por meio da análise de densidade, do coeficiente de agrupamento e da distância média entre os atores.

3.2 Procedimentos de coleta e de tratamento dos dados

O estudo foi aplicado no campo da pesquisa agropecuária brasileira, especificamente na área de organismos geneticamente modificados (OGM), com base na análise dos artigos científicos elaborados por pesquisadores brasileiros em coautoria. O processo de coleta de dados foi dividido em duas etapas. A primeira, voltada à coleta dos artigos publicados em periódicos indexados nas bases de dados *Science Citation Index Expanded (Web of Science)*, *Scopus*, *Scielo.org* e na Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA), nos últimos 10 anos (2003/2012). A segunda, destinada à busca de informações sobre os pesquisadores, utilizando os dados armazenados nos respectivos currículos cadastrados na Base *Lattes* do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). As bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo.org* foram selecionadas de acordo com a classificação feita pela Plataforma *Lattes* do CNPq, a qual categoriza a produção científica dos pesquisadores segundo a quantidade de citações dos artigos nestas bases de dados. Adicionalmente, utilizou-se a BDPA (base que contém a produção científica dos pesquisadores da Embrapa), em razão do volume considerável de pesquisadores do campo vinculados a esta organização, que foram identificados durante o processo de coleta de dados nas outras bases citadas.

Para a busca dos artigos, utilizou-se a combinação das palavras-chave “organismo geneticamente modificado”, “OGM” e “transgênico”, em português, inglês e espanhol, nos campos “título”, “resumo” e “palavras-chave”. Para refinamento dos resultados encontrados nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus* foram aplicados os filtros “tipo de documento: artigo”, “país/território: Brasil” e selecionadas as “categorias” relacionadas à agropecuária. Este último filtro foi necessário, uma vez que os resultados continham estudos relacionados à saúde humana e à produção de fármacos e produtos químicos. As referências dos artigos selecionados foram exportados para o *software EndNote*, o que possibilitou a organização das

citações e a eliminação dos artigos duplicados (publicados em um periódico e indexados em duas ou mais bases). O resultado final deste processo de identificação e seleção dos artigos científicos está descrito na Tabela 6.

Tabela 6:

Resultado da busca de artigos científicos sobre OGM publicados em periódicos indexados no período de 2003 a 2012

Base de Dados	Quantidade de Artigos
<i>Web of Science</i>	96
<i>Scopus</i>	16
<i>Scielo.org</i>	61
BDPA	12
Total	185

Fonte: Resultado da pesquisa

Após a seleção e classificação dos artigos conforme a base de dados, no *software EndNote*, foi criada uma planilha no *Microsoft Excel* para a catalogação dos artigos, organizada em dois grupos: informações sobre os artigos e sobre os autores. Os dados dos artigos foram lançados nos seguintes campos: (i) base de dados; (ii) periódico; (iii) fator de impacto (*Jornal Citation Reports*); (iv) referência (ano, volume, páginas); (v) título; (vi) tipo de estudo (teórico ou empírico); (vii) objeto do estudo; (viii) quantidade de coautores. Sobre os autores foram identificadas as informações: (i) nome do autor; (ii) código do autor; (iii) página na internet do currículo *Lattes*; (iv) data de atualização do currículo *Lattes*; (v) indicação se é o primeiro autor do artigo; (vi) sexo; (vii) titulação; (viii) instituição de formação; (ix) país da instituição de formação; (x) instituição de fomento; (xi) área de atuação; (xii) vínculo institucional (registrado no artigo); (xiii) sigla da instituição e (xiv) país da instituição.

Ressalta-se que entre os autores identificados, aproximadamente 11% não apresentavam currículo cadastrado na base *Lattes* do CNPq; destes, 72% são pesquisadores que atuam em centros de PD&I ou professores de universidades de outros países. Entre os pesquisadores com currículo na base *Lattes*, observa-se um alto índice de atualização das informações (81% atualizados nos últimos dois anos), fato que pode ser explicado pela utilização da base como um repositório da produção acadêmica (produção bibliográfica, produção técnica, participações/organizações eventos e congressos, orientações e supervisões), o qual pode ser utilizado em possíveis processos de avaliação nas organizações em que atuam, bem como para potencializar a participação em redes e grupos de pesquisa de interesse.

Para a formação da rede de colaboração científica, foram selecionados nos artigos científicos (unidade amostral), os autores (unidades de análise) que, de forma independente ou em conjunto com outros (brasileiros ou de outra nacionalidade), publicaram algum artigo científico no período de 2003 a 2012. As redes de colaboração científica neste estudo são compreendidas como arranjos formados entre pesquisadores de diferentes áreas, que estudam temas e objetos de pesquisa semelhantes, para compartilharem ideias, conhecimentos, recursos em torno de um mesmo objetivo, cuja estrutura de relações pode ser evidenciada nas publicações científicas realizadas em coautoria. Para a análise da estrutura de relações da rede de coautoria considera-se que os autores dos artigos são representados pelos “nós”, enquanto os “laços” definem a existência de uma relação de coautoria. Para que um laço se estabeleça entre dois autores, é preciso que pelo menos um artigo tenha sido realizado em coautoria entre os dois nós.

Seguindo a orientação de Wasserman e Faust (1994), foram utilizados dois tipos de variáveis no processo de coleta de dados: estruturais (relacionais) e de composição (atributos dos atores). As variáveis estruturais identificam laços específicos entre um par de atores,

enquanto as de composição referem-se às características (ou atributos) dos atores. Dessa forma, a existência de um laço entre um par de atores é evidenciada pela autoria conjunta de um artigo científico. Já os atributos dos atores referem-se à categoria do pesquisador, ao vínculo institucional, à região e à unidade de federação. É importante ressaltar que, apesar de os dados dos autores terem sido coletados na Plataforma *Lattes* do CNPq, considerou-se como vínculo institucional a organização registrada no artigo e não aquela indicada como atual pelo pesquisador em seu currículo.

Para a constituição da rede de pesquisa foi preciso inicialmente identificar as relações entre cada um dos pesquisadores (coautorias dos artigos). Assim foram criadas duas matrizes (uma para cada período) no *software Excel*, onde na primeira coluna e na primeira linha constavam os códigos de cada pesquisador. Cada campo foi preenchido com 0 (para inexistência de coautoria) e 1 (para coautoria do artigo). Para montar cada matriz utilizou-se o seguinte procedimento: (i) escolha do artigo para tabular os dados; (ii) verificação dos códigos de cada autor do artigo; (iii) lançamento dos referidos códigos na primeira coluna e linha; (iv) indicação nos campos se 0 ou 1. Como cada pesquisador não pode se relacionar com ele mesmo, essa matriz apresenta uma diagonal com 0 e os demais campos com 1. O procedimento é o mesmo para os demais artigos, porém como há pesquisadores que foram coautores em outros artigos e para evitar a duplicação de linhas e colunas para um mesmo autor, ao final do lançamento dos valores de 0 e 1, foi realizada a organização dos códigos em ordem crescente (classificação das linhas e colunas) e eliminação dos códigos duplicados. Não foi preciso preencher os campos vazios com 0, pois no *software UCINET 6.0* há uma ferramenta de preenchimento automático, no qual o campo vazio é completado com 0. Além disso, como para a elaboração das matrizes no *software UCINET 6.0* não importa quantas vezes houve a relação de coautoria entre os pesquisadores (apenas que houve a colaboração), não é preciso mudar a indicação de 0 e 1 (no caso dos autores com mais de uma colaboração).

As matrizes construídas foram então copiadas e coladas no *software* UCINET 6.0 para então construir as redes e realizar os procedimentos de análise das propriedades estruturais.

3.3 Definição das categorias de análise

Para a análise dos dados foram constituídas cinco categorias, para as quais são apresentadas as definições constitutivas e operacionais, elaboradas com base na literatura e nos estudos de redes sociais (Tabela 7).

Tabela 7:

Categorias de Análise e Definições

Categoria	Definição Constitutiva	Definição Operacional
Estrutura da Rede Social	Relacionamento entre entidades sociais, suas características e implicações para os que participam desses relacionamentos.	Análise dos elementos estruturais da rede: centralidade (de grau e de intermediação), de densidade (laços) de coesão social (propriedades de mutualidade dos laços e de proximidade e alcance)
Produção Científica	Materialização do conhecimento científico, em forma de artigos, construídos com base nas práticas de pesquisa de pesquisadores de um campo científico.	Análise da cooperação e da produtividade dos autores, por meio dos indicadores de produção científica (artigos publicados; artigos por autor; autores por artigo; artigos por atributos) e dos atributos dos atores (vínculo institucional, região, unidade de federação e categoria de contribuição).
Dinâmica do Relacionamento entre os Pesquisadores	Desenvolvimento de redes de relacionamento, em um dado espaço de tempo, representadas sob a forma de mudanças na estrutura de relações.	Avaliação longitudinal das medidas estruturais da rede (centralidade, densidade e coesão social)
Coesão Estrutural	Grau de aninhamento de atores por meio de relações em uma rede social, o qual define a natureza e o diâmetro dos grupos.	Utilização da medida <i>clique</i> , <i>n-clique</i> e <i>n-clan</i> .
<i>Small Worlds</i>	Tipo de configuração de rede, no qual o nível de agrupamento local entre os atores é alto, mas a distância média entre os atores é pequena.	Avaliação da densidade global da rede, da distância média entre os atores, do coeficiente de agrupamento e do coeficiente de <i>Small Worlds</i> .

Fonte: Adaptado de Rossoni, L. (2006). *A dinâmica de relações no campo da pesquisa em organizações e estratégia no Brasil: uma análise institucional* (pp. 90-91). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. Martins, G. (2009). *A Construção do Conhecimento Científico no Campo de Gestão de Operações no Brasil: uma análise sob a ótica de Redes Sociais do período 1997-2008* (pp. 58-59). Dissertação de Mestrado. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, Brasil.

3.4 Procedimentos de análise dos dados

A análise dos dados baseou-se na metodologia de análise de redes sociais e na análise estatística. O uso destas ferramentas possibilitou a compreensão da dinâmica, dos aspectos descritivos e dos relacionamentos entre os atores da rede social. Para processar e analisar os dados coletados, foram utilizados, segundo cada uma das fases da pesquisa (Tabela 8), os *softwares EndNote, Lotka, Microsoft Excel e UCINET 6.0*.

Tabela 8:

Fases da Pesquisa

Fases	Procedimento	Medidas
Fase I – Análise dos Dados Estruturais (relacionais)	Análise dos laços entre os atores (indicadores de cooperação e de produtividade científicas) e categorização dos pesquisadores	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperação • Produtividade total • Produtividade fracionada • Continuantes, transientes, <i>one-timers</i>, entrantes e retirantes.
Fase I – Análise dos Dados de Composição (atributos)	Descrição dos atributos dos atores	<ul style="list-style-type: none"> • Vínculo institucional • Região e Unidade de Federação • Categoria de contribuição
Fase II – Análise das Propriedades Estruturais da Rede	<i>Small World</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Distância média entre os atores (PL) • Coeficiente de agrupamento (CC) • Coeficiente de <i>Small World</i> (Q)
	Centralidade	<ul style="list-style-type: none"> • De grau • De intermediação
	Densidade e Coesão Social	<ul style="list-style-type: none"> • Laços • Mutualidade de laços • Proximidade e alcance

A análise dos indicadores de cooperação e produtividade científicas realizada na primeira fase da pesquisa possibilitou verificar se as publicações estavam concentradas em poucos pesquisadores ou se apresentavam uma configuração dispersa na rede. A distribuição do intervalo temporal em dois períodos idênticos (2003/2007 e 2008/2012) permitiu a melhor organização dos dados, a identificação de tendências, a minimização do impacto de possíveis

fatos isolados na análise dos dados, a identificação dos autores que mais produzem e cooperam em cada um dos períodos analisados, e, especialmente, a evolução e a dinâmica da rede ao longo do tempo. É importante observar que a ordem de autoria do artigo não influenciou a contagem dos artigos, uma vez que a ênfase do procedimento é a existência do relacionamento entre os autores (evidenciado pela coautoria do artigo).

A estratificação da produtividade acadêmica da rede pode ser observada com base na aplicação da Lei de *Lotka*, a qual estabelece uma escala exponencial inversa entre o número de artigos por autor. Desse modo, a Lei de *Lotka* preconiza que o número de autores que fazem n contribuições em um determinado campo científico é aproximadamente $1/n^2$ daqueles que fazem uma só contribuição (Lotka, 1926). Em síntese, a Lei de *Lotka* tem como premissa básica que alguns poucos pesquisadores publicam muito, enquanto muitos outros publicam pouco, de modo que um campo torna-se mais produtivo na medida em que seus autores produzem vários artigos no decorrer da carreira (Rossoni, 2006). O estudo realizado por Rousseau e Rousseau (2000), no campo da química e da física, definiu um padrão para as publicações internacionais (*power law* de expoente 2), cujo valor tem balizado a avaliação da produtividade dos campos científicos. Dessa forma, um coeficiente menor do que 2 significa um campo mais produtivo do que o padrão internacional, enquanto um coeficiente maior do que 2 indica um campo menos produtivo (Martins, 2009; Rossoni, 2006). O coeficiente β é estimado segundo a Figura 13, desenvolvida por Rousseau e Rosseau (2000).

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{C}{k^{\beta}} = 1$$

Onde:
 C = coeficiente de autores que publicaram somente um artigo
 K = número de artigos
 β = exponencial de distribuição

Figura 13. Modelo Genérico de *Lotka*

Fonte: Rossoni, L. (2006). *A dinâmica de relações no campo da pesquisa em organizações e estratégia no Brasil: uma análise institucional*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

No que se refere à regularidade da produção científica, os estudos empíricos sobre redes de colaboração observam que, enquanto uma parcela de pesquisadores pode produzir e publicar estudos de maneira intensa, é comum e frequente encontrar uma quantidade significativa de pesquisadores que publica apenas uma vez no campo. Portanto, é possível inferir que grande parte dos autores apenas transita pelo campo e não prioriza a construção de uma carreira acadêmica (Rossoni, 2006; Martins, 2009). Este fato pode ser tipicamente observado no caso dos trabalhos decorrentes de dissertações de mestrado, em que o aluno tem o compromisso institucional com o programa de publicar um artigo (Rossoni, 2006). Este cenário é corroborado pela Lei de *Lotka* ao definir que 60,8% dos autores publicam um artigo; 15,2% publicam dois artigos; 6,76% publicam três artigos; 3,8% publicam quatro artigos, indicando uma tendência de redução do número de pesquisadores quanto maior for a quantidade de publicações.

Assim, utilizou-se o *software Lotka* (Rousseau & Rousseau, 2000) para calcular o coeficiente de produtividade dos autores do campo de OGM. Este *software* estabelece os indicadores e avalia o ajuste da distribuição (por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov), possibilitando a análise da distribuição dos artigos por autor e, assim, verificar se essa distribuição atende a um padrão exponencial inverso (Lotka, 1926). Tendo como base a análise da regularidade da produção dos pesquisadores da rede, buscou-se classificar cada autor do campo de acordo com a regularidade de sua atuação em termos de produção

científica, utilizando para tanto as categorias desenvolvidas por Price e Gürsey (1976) e aprimoradas por Braun, Glänzel e Schubert (2001) e Gordon (2007) (Tabela 10). O agrupamento dos autores segundo a categoria permitiu analisar o comportamento dos atores da rede verificando a existência de discrepâncias nos períodos analisados.

Vale ressaltar que o estudo utilizou o recorte temporal de 10 anos considerando a publicação do artigo e, portanto, os pesquisadores categorizados em cada um dos grupos poderão em estudos futuros ser reclassificados em categorias distintas das quais foram atribuídas neste estudo, em função da variação de tempo para realização das pesquisas em organismos transgênicos e, conseqüentemente, na maturação dos dados para sua publicação e difusão do conhecimento e tecnologia gerados. Além disso, deve-se considerar também o tempo que cada periódico estabelece internamente para a realização do processo de análise e avaliação dos artigos submetidos, os quais podem variar de dois meses até um ano e seis meses, conforme levantamento realizado nos artigos utilizados para a realização deste estudo.

Tabela 9:

Categorização dos Autores Segundo sua Produção Científica

Categoria	Definição
Continuantes	Pelo menos uma publicação nos últimos 3 anos e mais de uma publicação em 5 ou mais anos diferentes
Transientes	Mais de uma publicação ao longo do período (em até 4 anos distintos)
<i>One-timers</i>	Apenas uma publicação em todo o período analisado
Entrantes	Mais de uma publicação em um ou mais anos diferentes nos últimos três anos
Retirantes	Mais de uma publicação em um ou mais anos diferentes, mas sem publicações nos últimos 3 anos

Fonte: Martins, G. (2009). *A Construção do Conhecimento Científico no Campo de Gestão de Operações no Brasil: uma análise sob a ótica de Redes Sociais do período 1997-2008* (p. 62) Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, Brasil.

Em seguida, para compreender os padrões de produtividade e cooperação dos pesquisadores da rede de OGM foram aplicados os indicadores de (i) **cooperação**, que corresponde à média de autores por artigo (divisão do número de autorias pela quantidade de

artigos publicados); (ii) **produtividade total**, que demonstra a relação entre o total de autorias e total de autores (divisão do número de autorias pelo de autores); e (iii) **produtividade fracionada**, que indica a contribuição média de cada autor para os artigos publicados (divisão do número de artigos pelo de autores) utilizados por Braun *et al.* (2001). Estes indicadores foram aplicados em cada uma das categorias de autores para os cinco períodos definidos, permitindo avaliar a relação entre cooperação e produção científica na rede. Já que esses indicadores se baseiam na contagem de autores e de autorias, definiu-se contagem de autores como o número de diferentes nomes de autores, que publicaram em determinado período e a contagem de autoria como o número total de ocorrências desses nomes (Braun *et al.*, 2001).

3.5 Descrição da População

Observou-se que 42% dos pesquisadores do campo são do sexo feminino e 58% do sexo masculino. Apesar do predomínio de pesquisadores do sexo masculino, uma análise feita ano a ano demonstrou haver um equilíbrio na quantidade de autores dos dois sexos nos anos 2005, 2006, 2008 e 2010.

Sobre a titulação dos pesquisadores, considerou-se o grau de titulação (graduação, mestrado e doutorado), o local de formação (região do Brasil ou se em outros países), a Instituição de Educação Superior (IES), a instituição de fomento e, ainda, a quantidade de estágios pós-doutorais e o respectivo país de realização. Como estas informações foram coletadas no currículo *Lattes*, foram considerados apenas os pesquisadores que apresentaram este registro (682). Sobre a titulação dos pesquisadores, é importante destacar que aqueles que informaram a condição de doutorando ou de mestrando foram classificados com a titulação de mestrado e de graduação, respectivamente, da mesma forma que aqueles que possuem especialização *lato sensu* foram classificados com a titulação de graduação.

A análise dos dados revelou uma alta especialização do campo, considerando que 76% dos pesquisadores são doutores, 16% mestres e 8% graduados. Um aspecto que chama a atenção é que cerca de 36% dos pesquisadores realizaram seus cursos de doutorado em outros 22 países, com destaque para os Estados Unidos (40%), seguido da França (9%) e ainda Inglaterra, Holanda e Reino-Unido, todas com 6%. A realização destes cursos em outros países é um fator que pode ter contribuído para a participação de pesquisadores de outras nacionalidades nos estudos sobre OGM, decorrentes das orientações de teses de doutorado ou mesmo de outras relações que se estabeleceram no decorrer do curso.

Já no Brasil, a região sudeste é responsável pela formação de 67% dos pesquisadores do campo, a região sul responde com 22%, a região centro-oeste com 8% e a região norte e nordeste respondem juntas por apenas 3%. As universidades que se destacam na formação dos pesquisadores são: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Universidade de Brasília (UnB), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Pelotas (UFPe), Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Outro aspecto que reforça a afirmação sobre a alta especialização do campo é a quantidade de pesquisadores que buscaram um contínuo aperfeiçoamento. Este fato pode ser observado não somente pela quantidade total de estágios pós-doutorais realizados, mas também pela quantidade deste estágio por pesquisador. Dos 519 pesquisadores doutores, 44% realizaram pelo menos um estágio pós-doutoral e metade realizou mais de dois, sendo que 48% destes estágios foram realizados no Brasil. Da parcela de estágios realizados no exterior 50% foram cursados nos Estados Unidos, destacando-se entre os demais 17 países a Inglaterra (9%), a França (8%), o Reino-Unido (6,5%) e a Holanda (5%).

Em razão da importância das instituições de fomento para o desenvolvimento da ciência, no Brasil, realizou-se a análise das organizações que subsidiaram a formação dos pesquisadores no campo de OGM nos últimos dez anos. No Brasil, ressalta-se a atuação do CNPq e da Capes, os quais subsidiaram a formação e o aperfeiçoamento de 37% e 36% dos pesquisadores, respectivamente, assim como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) responsáveis pela capacitação de 12% e 5% dos pesquisadores do campo.

Por outro lado, observa-se o incentivo à capacitação e ao aperfeiçoamento dos pesquisadores integrantes do quadro da Embrapa, já que não foi identificada outra instituição de PD&I que tenha promovido, de maneira expressiva, a formação de seu quadro de pessoal. Além disso, nota-se a participação de organizações internacionais como universidades e centros de PD&I, que concederam bolsas para 4% dos pesquisadores. Os 5% restantes estão diluídos em outras organizações nacionais como universidades, fundações estaduais de apoio à pesquisa e a programas do Governo Federal como o Programa Universidade para Todos (PROUNI) e o Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI).

As informações sobre a área de atuação foram coletadas nos currículos *Lattes* dos pesquisadores, e a sua organização foi feita conforme a classificação proposta por esta base do CNPq. É importante registrar que um pesquisador pode atuar em mais de uma área, subárea ou especialidade. Em razão da multidisciplinaridade do campo da biotecnologia, foram identificadas atuações nas ciências biológicas, ciências agrárias, ciências exatas e da terra, engenharias, ciências da saúde, ciências sociais aplicadas e ciências humanas. Entretanto, há uma concentração natural nas ciências biológicas (46%) e ciências agrárias (42%).

Nas ciências biológicas as três áreas de destaque são a genética, a bioquímica e a botânica. Cerca de 40% dos pesquisadores atuam em genética, com ênfase nas subáreas de

Genética Vegetal e Genética Molecular e de Microrganismos, que correspondem a 69% e 24%, respectivamente. A subárea de genética vegetal engloba especialidades como transformação de plantas, bioinformática, mapeamento genético, enquanto a subárea genética molecular e de microrganismos concentra os estudos sobre genoma funcional. Na área da bioquímica destaca-se a subárea de biologia molecular, a qual representa 83% da atuação dos pesquisadores, concentrados principalmente nas especialidades de genômica e proteica. Já na área de botânica, a fisiologia vegetal concentra 76% dos pesquisadores que atuam principalmente em ecofisiologia vegetal, nutrição e crescimento vegetal, reprodução vegetal e sistema de defesa vegetal.

Nas ciências agrárias o destaque é para a agronomia, que congrega aproximadamente 77% dos pesquisadores. Por ser uma área de tradição nas ciências agrárias, destacam-se as subáreas de fitotecnia (44%), fitossanidade (30%), biotecnologia vegetal (18%) e ciência do solo (8%). A fitotecnia é a subárea com maior representatividade na atuação dos pesquisadores, uma vez que concentra especialidades tradicionais da agronomia como a fisiologia de plantas cultivadas, manejo e tratamentos culturais, matologia, mecanização agrícola, melhoramento. A fitossanidade também consiste em uma subárea tradicional da agronomia e concentra as especialidades de defesa fitossanitária, entomologia agrícola, fitopatologia, microbiologia agrícola e parasitologia agrícola. Já a subárea ciência do solo conta com as especialidades de fertilidade do solo e adubação, física do solo, gênese, morfologia e classificação dos solos, manejo e conservação do solo, microbiologia e bioquímica do solo, química do solo e nutrição de plantas.

No que se refere ao vínculo institucional, foram identificadas 135 organizações (sendo 74,8% brasileiras), as quais foram categorizadas em quatro tipos: (i) universidades brasileiras; (ii) centros de PD&I; (iii) empresas privadas de PD&I; e (iv) parceiros internacionais (centros de PD&I e universidades). As universidades brasileiras respondem pelo maior volume de

estudos no campo (60%), seguidas pelos centros de PD&I com 32%, as empresas privadas com 2% e as organizações de outros países com 6%.

De maneira geral, as instituições mais produtivas do campo são: Universidade de São Paulo (USP) com 13% e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN) com 12%. A Universidade Federal de Pelotas (UFPe), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) contribuem cada uma com 4%, enquanto a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) respondem por 3% dos estudos. Além destas organizações, outras 127 contribuem para o desenvolvimento do conhecimento sobre organismos transgênicos no país.

A análise sobre a contribuição das regiões brasileiras na produção de conhecimento sobre organismos transgênicos no Brasil evidencia as cinco unidades da federação mais participativas: São Paulo (30,7%), Distrito Federal (18,3%), Rio Grande do Sul (11,5%), Paraná (11,4%) e Minas Gerais (10,7%). Sobre a participação das organizações de outros países, seis países são mais atuantes na produção de artigos científicos do campo: Estados Unidos (26,5%), Bélgica (9,2%), França e Holanda (7,7% cada), Alemanha e Reino Unido (6,1% cada), sendo que existem ainda estudos com pesquisadores de universidades e de centros de pesquisa de: Argentina, Austrália, China, Filipinas, Itália, Japão, Quênia, Noruega, Suíça e Vietnã.

3.6 Limitações da Pesquisa

A realização das etapas de coleta, tratamento e análise dos dados apresentou algumas dificuldades. A primeira delas refere-se à identificação e seleção dos artigos científicos que iriam compor a base de dados. Diversas são as aplicações e possibilidades de estudos que utilizam organismos geneticamente modificados em razão da transversalidade que a biotecnologia apresenta nos campos do conhecimento. Por isso, identificar e definir se um artigo tem como objeto de estudo um organismo geneticamente modificado não consiste em uma tarefa trivial e requer um conhecimento técnico e científico, especialmente das áreas de ciências agrárias e biológicas. Para garantir fossem coletados estudos dessa natureza, buscou-se apenas aqueles que apresentassem as palavras-chave “organismos geneticamente modificados”, “OGM” e “transgênicos” nos campos “título” e “resumo”. Se, por um lado, os artigos coletados certamente referem-se a estudos sobre OGM, por outro é possível que algum estudo não faça parte da base de dados por não apresentar estas palavras-chave em nenhum destes campos e ainda assim tratar-se de um estudo do tema.

É importante ressaltar que a falta de uniformidade no tempo de condução das pesquisas sobre organismos transgênicos também se apresenta como um elemento limitador da pesquisa, já que o tempo de maturação dos estudos variam consideravelmente em função do produto objeto da pesquisa (animal, vegetal, microbiano). De modo que os artigos identificados podem não refletir os esforços de pesquisa no Brasil sobre organismos geneticamente modificado no espaço temporal de 10 anos objeto deste estudo.

Após esta etapa de busca passou-se à identificação de artigos publicados em coautoria em que pelo menos um dos autores fosse brasileiro. A simples análise dos sobrenomes poderia levar à inconsistência dos dados, pois autores de origem estrangeira podem ser brasileiros natos (e.g. Funichello, M.), assim como um sobrenome aparentemente brasileiro

(e.g. Silva, O. F.) poderia ser de origem de países que utilizam a língua portuguesa como idioma (e.g. Portugal, Moçambique, Angola, Cabo Verde). Como não existe um filtro sobre a naturalidade dos autores, utilizou-se o filtro “*Countries/Territories=Brasil*”. Contudo, esta seleção está relacionada à localização da organização à qual o pesquisador estava vinculado na época da publicação do artigo; portanto, é possível que artigos elaborados por pesquisadores brasileiros vinculados a organizações de outros países não tenham sido selecionados durante a fase de identificação de artigos.

Outras duas limitações referem-se aos dados coletados com base nas informações constantes do currículo *Lattes* do CNPq. A primeira, consiste no próprio cadastro do currículo. Dos 702 autores identificados nos artigos, 78 não têm registros nessa base, sendo que 56 destes são pesquisadores de centros de PD&I e de universidades de outros países e, portanto, é natural que não tenham tal registro. Independente da nacionalidade do pesquisador, as informações pendentes, especialmente sexo e titulação, foram coletadas por meio de pesquisas na internet, utilizando o sobrenome e a instituição informados no artigo. A segunda limitação para constituição da base refere-se à data de atualização do currículo. Apesar de pouco expressivo, cerca de 8% dos pesquisadores com cadastro nesta base apresentaram informações não atualizadas nos últimos três anos. Algumas razões para essa falta de atualização do currículo *lattes* podem ser consideradas, como por exemplo, o vínculo empregatício, como no caso da iniciativa privada, não exige uma atualização ativa para seu quadro de pesquisadores ou mesmo a aposentadoria do pesquisador.

4. Análise e Discussão dos Resultados

Neste capítulo apresentam-se a análise e a discussão dos resultados da pesquisa, organizadas em duas seções. Na primeira é feita uma análise acerca das características e da produtividade dos pesquisadores do campo de OGM, conforme descrito nas definições metodológicas (Fase I – análise dos dados estruturais e de composição). Já na segunda seção são analisadas as propriedades estruturais da rede (Fase II) em cada um dos quinquênios, permitindo analisar a dinâmica da rede e a evolução do campo durante o período. Optou-se por utilizar os nomes dos pesquisadores em formato de citação bibliográfica, a fim de facilitar a sua identificação em tabelas, enquanto que para a visualização gráfica das redes foi atribuída uma numeração para cada autor. As organizações com maior representatividade como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Universidade de São Paulo (USP) tiveram suas unidades destacadas. No Apêndice A está disponível a lista de autores categorizados como continuantes, transientes, entrantes e retirantes, e no Apêndice B a relação das organizações que participam dos artigos (universidades, centros de PD&I, empresas de PD&I e parceiros internacionais).

4.1 Categorias de Autores, Cooperação e Produtividade Científicas

Nesta seção apresentam-se os indicadores de produtividade e cooperação do campo e a sua evolução no período de 2003 a 2012. Para analisar a produtividade da pesquisa no campo de OGM foram analisados os indicadores bibliométricos: (i) artigos publicados; (ii) artigos por autor; (iii) autores por artigo e (iv) artigos por atributos (vínculo institucional, região, unidade da federação e categoria de contribuição). O indicador de cooperação foi analisado com base no número de autorias por artigo e também por meio das propriedades estruturais,

utilizando a análise de redes sociais. Para realizar as análises destes indicadores foram considerados 185 artigos, 702 autores e 989 autorias no campo de OGM. Neste estudo, a contagem de autores significa o número de diferentes nomes de autores que produziram artigos, enquanto a contagem de autoria reflete o número total de ocorrências destes nomes, considera, portanto, a repetição do nome de quem publicou mais de um artigo. Destaca-se que este estudo não considerou a participação do pesquisador como primeiro autor, visto que a ênfase está no estabelecimento da relação de coautoria e não na contribuição ou no esforço individual de cada autor na elaboração do artigo.

A análise do período demonstra o aumento expressivo do campo, em torno de 130%, na quantidade de artigos, autores e autorias entre os anos de 2003 para 2012. Apesar deste crescimento expressivo, observa-se que ainda há uma cultura de se publicar estudos com os mesmos grupos de pesquisa visto que não há um descolamento acentuado entre o volume de autorias e o de autores do campo de OGM (Figura 14).

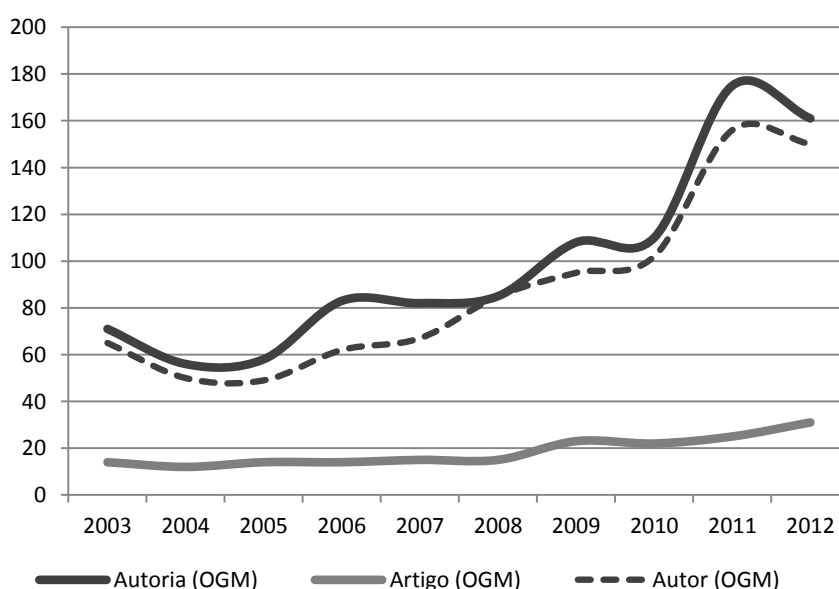


Figura 14. Evolução do número de autorias, artigos e autores (2003/2012)

Fonte: resultados da pesquisa.

Diante desse contexto, utilizando os indicadores de número de artigos, de autores e de autorias foi realizada a análise dos indicadores de cooperação, produtividade total e produtividade fracionada. A **cooperação** está relacionada ao número de autorias dividido pela quantidade de artigos publicados (autorias/artigos). Já a **produtividade total** consiste na divisão do número de autorias pelo número de autores (autorias/autores). E por fim, a **produtividade fracionada** representa a divisão entre o número de artigos pelo número de autores (artigos/autores) (Braun *et al.*, 2001).

A Tabela 10 apresenta os dados sobre a quantidade de artigos, autores e autorias, bem como os indicadores de cooperação e produtividade (total e fracionada) no decorrer de cada ano do período analisado. É importante ressaltar que o número total de autores não corresponde à soma da sua respectiva coluna, já que parte dos autores publicaram em anos diferentes e por mais de uma vez, de forma que um mesmo autor foi contado todas as vezes que foi coautor de um artigo.

Tabela 10:

Evolução das medidas de cooperação e produtividade dos pesquisadores (2003/2012)

Ano	Artigos	Autores	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada
2003	14	65	71	5,07	1,09	0,22
2004	12	50	56	4,67	1,12	0,24
2005	14	49	58	4,14	1,18	0,29
2006	14	62	83	5,91	1,34	0,23
2007	15	67	82	5,47	1,22	0,22
2008	15	85	85	5,67	1,00	0,18
2009	23	95	108	4,70	1,14	0,24
2010	22	102	110	5,00	1,08	0,22
2011	25	156	175	7,00	1,12	0,16
2012	31	148	161	5,19	1,07	0,21
Total	185	702	989	5,35	1,40	0,26

Fonte: resultados da pesquisa.

Dos 185 artigos a maior parte (98%) apresenta mais de uma autoria, implicando em um número bastante superior de autorias (989), se comparado com o número de publicações. A menor quantidade de autores em relação à quantidade de autorias pode ser explicado pelo fato de que cerca de 19% dos autores produziram mais de um artigo no período de 2003 a 2012. Além disso, neste período verificou-se um aumento de 130% da quantidade de autores no campo, passando de 65 autores, em 2003, para 148, em 2012. Este aumento contribuiu para o aumento no indicador de cooperação (autorias/artigos), mas aparentemente não produziu efeitos significativos nos índices de produtividade total (autorias/autores) e de produtividade fracionada (artigos/autores), comparando-se os anos de 2003 e 2012. Sobre a produtividade total há uma tendência de participação de um pesquisador por artigo em média em cada ano, o que significa que aparentemente os novos autores não buscaram se associar a outros do campo para produção de artigos em coautoria. Corrobora com essa hipótese a queda do índice de produtividade fracionada no ano de 2012, já que a produtividade total e fracionada permaneceram relativamente constantes no decorrer de todo o período. A Figura 15 demonstra a evolução dos estudos sobre OGM, destacando-se a oscilação do indicador de cooperação, com períodos acentuados de crescimento nos anos de 2006 e 2011.

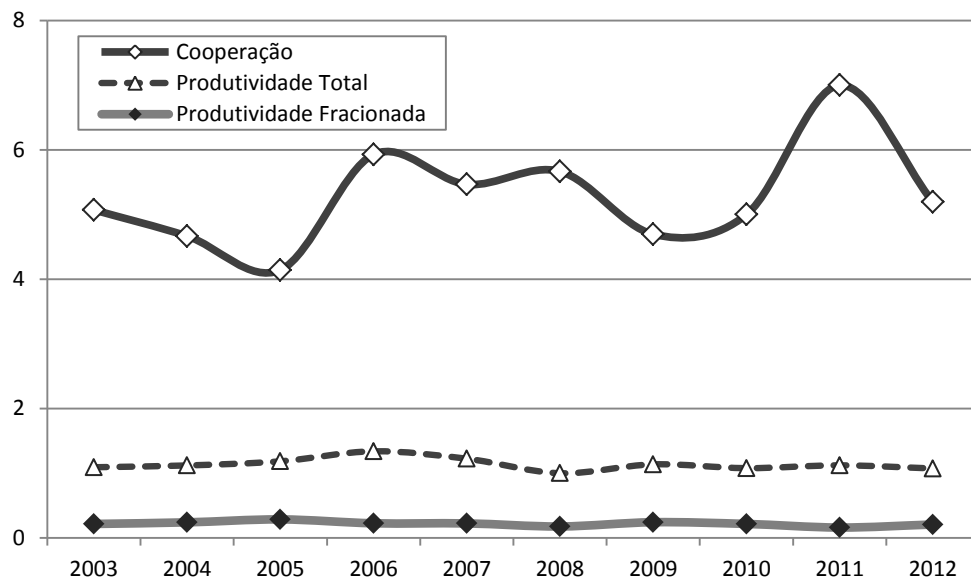


Figura 15. Cooperação e produtividade dos autores (2003/2012)

Fonte: resultados da pesquisa.

Para analisar a produtividade sobre OGM, utilizou-se também o *software Lotka* com o objetivo de avaliar e comparar a produção científica do grupo estudado com o padrão internacional (Tabela 11), conforme proposto por Rousseau e Rousseau (2000). O *software Lotka* também avalia o ajuste e a distribuição por meio do teste Kolmogorov-Smirnov, de maneira que é possível avaliar tanto a distribuição dos artigos por autor quanto verificar se essa distribuição atende a um padrão exponencial inverso (Rossoni, 2006).

Tabela 11:

Comparação dos padrões de produtividade do Campo de OGM com os parâmetros da Lei de Lotka

Nº Artigos por Autor	Nº Autores	OGM	Parâmetros da Lei de Lotka
1	569	81,05%	60,80%
2	77	10,94%	15,20%
3	26	3,69%	6,76%
4	14	1,99%	3,80%
5	3	0,43%	2,43%
6	2	0,28%	1,69%
7	3	0,43%	1,24%
8	4	0,57%	0,95%
10	1	0,14%	0,61%
13	2	0,28%	0,36%
17	1	0,14%	0,21%
Total	702	100%	
C-Value		0,8135	0,608
Beta		2, 873*	2

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: *Teste de *Goodness-of-fit* de Kolmogorov-Smirnov foi significativo ($p > 0, 05$)

A Tabela 11 apresenta a frequência de autores por número de artigos publicados sobre OGM, na qual se pode comparar os percentuais obtidos com os estabelecidos pela Lei de Lotka. Observa-se que o percentual de autores que publicaram apenas uma vez no campo é maior do que o padrão internacional, indicando, portanto, que o campo de OGM é menos produtivo. A análise revelou que nos últimos 10 anos 81% dos autores de OGM publicaram apenas um único artigo, corroborando os estudos de Rossoni (2006) e Martins (2009), que defendem que boa parte dos autores apenas transita pelo campo e que a construção de uma carreira acadêmica não é uma prioridade para uma parcela expressiva dos pesquisadores do campo.

Além disso, a soma dos autores que publicaram um, dois ou três artigos corresponde a 96%, significando que apenas 4% dos pesquisadores de OGM tem atuado de forma mais intensa, de modo que, e possivelmente, estes sejam os autores mais centrais e que mais influenciam a construção do conhecimento em suas áreas de atuação. Em ambos os casos, a frequência de autores que publicam um número maior de artigos é menor do que 1% quando a quantidade de artigos passa de 5, de maneira que existem muitos pesquisadores produzindo poucos artigos e poucos pesquisadores produzindo muitos artigos, em conformidade com a Lei de *Lotka*. Conclui-se, portanto, que o campo é menos produtivo do que o padrão internacional, já que o beta resultado do teste de *Goodness-of-fit* de Kolmogorov-Smirnov foi de 2,873, valor superior a 2, conforme estabelecido pela Lei de *Lotka*. Considerando que a lei de *Lotka* foi estabelecida com base nas ciências exatas, a Tabela 12 apresenta os resultados encontrados em estudos realizados no campo da administração e da contabilidade no Brasil. Apesar de apresentar um índice maior do que estes estudos, o campo de OGM, de forma geral, apresenta desempenho semelhante aos demais.

Tabela 12:

Comparação entre a produtividade do campo de OGM com outros campos no Brasil

Campo de Estudo	Beta Encontrado	Fonte
Organismos Geneticamente Modificados	2,87	Resultado da pesquisa
Operações	2,35	Martins (2009)
Finanças	2,44	Câmara Leal, Oliveira e Soluri (2003)
Contabilidade	2,54	Cardoso <i>et al.</i> (2005)
Estratégia	2,45	Rossoni (2006)
Estudos Organizacionais	2,24	Rossoni (2006)
Tecnologia da Informação	2,64	Rossoni e Hocayen-da-Silva (2009)

Fonte. Adaptado de Martins, G. (2009). *A Construção do Conhecimento Científico no Campo de Gestão de Operações no Brasil: uma análise sob a ótica de Redes Sociais do período 1997-2008*. Dissertação de Mestrado, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, Brasil.

Adicionalmente, apesar da produção científica do campo de OGM estar abaixo do padrão internacional, segundo a análise feita pela Lei de *Lotka*, a análise do período demonstra a evolução dos estudos em termos de quantidade de artigos produzidos e de autorias, o que reflete positivamente no indicador de cooperação. Uma avaliação sobre a contribuição individual dos pesquisadores do campo demonstra que uma parcela dos autores apresenta uma produção relevante, indicando uma regularidade dos esforços de pesquisa no campo. Além disso, como foi observado o crescimento da quantidade de autores e de sua produção entende-se que este crescimento pode ser resultante da ação de pesquisadores “continuantes” que detêm um maior potencial para inserir novos pesquisadores no campo ao longo do período.

Assim, para compreender a produtividade e os padrões de coautoria de cada pesquisador, foram utilizados os critérios de categorização, conforme descrito no capítulo de definições metodológicas. Como nos estudos de Guarido Filho (2008) e Martins (2009), esta categorização foi realizada com base em toda a atividade do pesquisador ao longo do período, considerando tanto o volume quanto a regularidade de sua publicação. A Tabela 13 apresenta as categorias e suas respectivas definições, o número de autores, autorias e de artigos com autorias diferentes em cada uma delas.

Tabela 13:

Categorização dos autores e a participação na produção científica do campo

Categoria	Definição	Autores	(%)	Autorias	Participações em Artigos
Continuantes	Mais de uma publicação em 5 ou mais anos diferentes e ao menos uma nos últimos 3 anos	9	1,5%	91	53
Transientes	Mais de uma publicação distribuídas ao longo do período em não mais do que 4 anos diferentes, sendo ao menos uma nos últimos 3 anos e ao menos uma em anos anteriores	49	7%	143	80
<i>One-timers</i>	Apenas uma única publicação em todo o período analisado.	569	81%	569	160
Entrantes	Mais de uma publicação em um ou mais anos diferentes nos últimos três anos (exclusivamente)	32	4,5%	73	33
Retirantes	Mais de uma publicação em um ou mais anos diferentes, mas sem publicações nos últimos 3 anos	43	6%	113	59
Total		702	100%	989	385

Fonte: resultados da pesquisa.

A categorização dos pesquisadores do campo revela uma pequena parcela de autores continuantes, menos de 2%, e uma quantidade expressiva de *one-timers* que corresponde a 81% dos autores. Entretanto, observa-se que apesar de 88% dos estudos contar com a participação de autores *one-timers*, 29% dos estudos foram realizados com a participação de apenas nove autores continuantes. Observa-se que a alta concentração da categoria *one-timers* pode impactar negativamente sobre o aspecto de comprometimento com o desenvolvimento e evolução do conhecimento do campo, mesmo que parte destes retorne ao campo com novas publicações, sendo reclassificados como entrantes ou transientes. Entretanto, alguns fatores podem explicar essa concentração como, por exemplo, a parceria estabelecida com pesquisadores de universidades e centros de pesquisa de outros países, a qual corresponde a 11% dos autores *one-timers*, assim como por publicações de artigos com coautoria entre estudantes de pós-graduação (que representam 31% dos autores desta categoria) e professores

orientadores das dissertações de mestrado e das teses de doutorado. Além disso, é provável que os demais autores identificados como professores de universidades e pesquisadores de centros de PD&I continuem atuantes em outros campos que apresentam interface com os estudos em organismos transgênicos, como por exemplo o melhoramento genético de cultivares importantes para o desenvolvimento da agropecuária brasileira (e.g. soja, milho, feijão, arroz, algodão), de modo que o fato de publicarem um único artigo sobre OGM não os torna improdutivos na geração de conhecimentos e tecnologias voltadas à pesquisa agropecuária. Vale destacar que neste estudo não foram feitas análises nos currículos *Lattes* dos autores, especialmente *one-timers* e retirantes, para avaliar se há continuidade da produção científica ou mesmo para identificar o campo do conhecimento para o qual os esforços de pesquisa foram direcionados nos últimos anos.

Outro aspecto interessante é a quantidade de artigos publicados pelos autores ao longo do período. No campo de OGM foram destacados 15 pesquisadores com volume de produção acima de 5 artigos. Ressalta-se o papel dos continuantes nesse quadro, uma vez que 56% deles estão entre os 16 autores mais produtivos, conforme mostra a Tabela 14. Entre os autores que produziram no campo, Aragão, J. F. L. destaca-se como o mais prolífico, com uma produção de 17 artigos, seguido por Rech, E. L. e Vianna, G. R., ambos com 13 trabalhos publicados. Em seguida, observa-se um conjunto de autores com volume de produção entre oito e cinco estudos. Esta análise demonstra que dos 702 pesquisadores com alguma atividade no campo ao longo do período investigado, pouco mais do que 2% estiveram envolvidos em cinco ou mais artigos, estando a maior parte (98%) abaixo dessa faixa de atividade. Deste montante, apenas 2% participaram de quatro artigos, 5% dos autores colaboraram em três artigos, 12% foram coautores de dois artigos e 81% publicaram um único estudo no período analisado.

Tabela 14:

Classificação dos pesquisadores mais produtivos do campo de OGM (5 ou mais artigos)

Pesquisador	Categoria	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Σ
Aragão, F. J. L.	Continuante	1	-	2	4	2	1	2	2	3	-	17
Rech, E. L.	Continuante	1	-	2	4	1	1	-	2	2	-	13
Vianna, G. R.	Continuante	1	-	2	4	1	1	1	1	2	-	13
Arisi, A. C. M.	Continuante	-	-	1	-	3	1	-	2	2	1	10
Mendes, B. M. J.	Continuante	2	-	-	2	-	-	1	2	-	1	8
Mourão Filho, F. A. A.	Continuante	2	-	-	2	-	-	1	2	-	1	8
Tillmann, M. A. A.	Retirante	1	3	2	2	-	-	-	-	-	-	8
Vieira, L. G. E.	Continuante	-	2	-	2	2	1	-	-	1	-	8
Araujo, W. L.	Continuante	1	1	-	-	-	1	2	2	-	-	7
Azevedo, J. L.	Continuante	1	1	-	-	-	1	2	2	-	-	7
Villela, F. A.	Retirante	1	2	2	2	-	-	-	-	-	-	7
Faria, J. C.	Transiente	-	-	-	1	1	-	2	1	-	1	6
Pereira, L. F. P.	Transiente	-	2	-	2	1	-	-	-	1	-	6
Boscariol-Camargo, R. L.	Transiente	2	-	-	1	-	-	-	2	-	-	5
Dinon, A. Z.	Transiente	-	-	-	-	-	1	-	2	1	1	5

Fonte: resultados da pesquisa

A análise dos padrões de cooperação do campo demonstra que a coautoria de publicações científicas é um procedimento adotado pela maior parte dos pesquisadores, já que apenas 0,8% dos artigos foram elaborados por apenas um autor. A proporção de trabalhos conduzidos exclusivamente por autores de uma mesma categoria apresenta um índice de 14,5%, enquanto os estudos desenvolvidos por pesquisadores das cinco categorias representam 85,5%, indicando uma tendência de colaboração entre os diferentes perfis de pesquisadores do campo de OGM. Na Tabela 15, observa-se a distribuição dos laços entre cada uma das categorias.

Tabela 15:

Relacionamento entre Categorias de Pesquisadores

Categorias de Autoria	Σ Artigos	Categorias de Autores				
		Continuante	Transiente	One-Timer	Entrante	Retirante
Autoria individual	0,8%	0%	0%	0,4%	0%	0,9%
Coautoria na mesma categoria	14,5%	5,5%	6,3%	37,4%	12,3%	10,6%
Coautoria com outras categorias	85,5%	94,5%	93,7%	62,2%	87,7%	88,5%
Com continuantes	15,5%	-	36%	37,8%	5,4%	20,7%
Com transientes	23,1%	29,9%	-	45,5%	6,7%	17,9%
Com <i>one-timers</i>	35,9%	23,2%	33,7%	-	15,5%	27,6%
Com entrantes	9,4%	14%	20,9%	65,1%	-	0%
Com retirantes	16,1%	23,7%	24,7%	51,5%	0%	-
Total de Artigos	185	53	80	163	33	59
Total de Pesquisadores	702	9	49	568	32	44

Fonte: Resultados da pesquisa

Nota. O somatório do total de artigos por categoria não reflete o total de artigos identificados no estudo (185), uma vez que os estudos apresentam mais de um autor e que pertencem a diferentes categorias.

No conjunto de estudos que são elaborados por autores pertencentes a diferentes categorias, destaca-se a participação dos continuantes (94,5%) e transientes (93,7%) como os grupos que contam com a maior parcela de autorias, seguidos pelos autores retirantes (88,5%) e entrantes (87,7%). Além disso, observa-se que o menor percentual de colaboração com categorias diferentes é atribuído aos pesquisadores *one-timers* (62,2%) que, conseqüentemente, apresentam a maior proporção de ligações restritas internamente à sua categoria (37,4%). Por outro lado, as demais categorias apresentam índices menores do que 13%, corroborando com o comportamento colaborativo observado anteriormente.

Na categoria dos continuantes, 15,5% dos artigos contam com a participação destes pesquisadores, destacando-se a colaboração mais intensa com autores *one-timers* (37,8%) e transientes (36%), provavelmente pela colaboração entre orientadores (continuantes) e seus orientandos, enquanto que com as categorias retirantes e entrantes os relacionamentos não são

tão expressivos. No grupo de pesquisadores classificados como transientes nota-se maior integração com autores *one-timers* (45,5%), seguidos pelos continuantes (29,9%) em 23,1% dos estudos. Na categoria *one-timers* as relações concentram-se com pesquisadores transientes (33,7%) e retirantes (27,6%) em 35,9% dos estudos desenvolvidos no período em análise. Os entrantes contribuíram em conjunto com outros grupos em apenas 9,4% dos estudos, evidenciando-se a colaboração com pesquisadores *one-timers* (65,1%). Finalmente, na categoria retirantes também se observa a colaboração com pesquisadores *one-timers* (51,5%), seguido dos pesquisadores transientes e continuantes com 24,7% e 23,7%, respectivamente.

De forma geral, assim como nos estudos de Guarido-Filho (2008) e Martins (2009), os dados evidenciam o nível de relacionamento entre as categorias às quais se mostram interligadas. Não se verificam relações entre as categorias entrantes e retirantes considerando o espaço temporal entre estas duas categorias, já que o grupo de pesquisadores entrantes produziu estudos exclusivamente nos últimos três anos enquanto os pesquisadores retirantes não publicaram estudos neste mesmo período. Isso significa que, mesmo existindo um volume de laços entre autores de uma mesma categoria, a tendência de ligações com outras categorias prevalece. Além disso, ressalta-se o importante papel dos pesquisadores continuantes em intermediar as relações de cooperação entre as demais categorias, aspecto também observado nos estudos de Braun *et al.* (2001) e Guarido Filho (2008).

Diante deste contexto, pode-se inferir que o campo tem atraído novos pesquisadores em períodos distintos, mas que estes não têm migrado para as demais categorias, em razão da descontinuidade de publicações no campo. O índice de autorias entre pesquisadores *one-timers* e retirantes corrobora com esta observação, já que estes autores não publicaram estudos no período de 2010 a 2012. Além disso, não é possível afirmar que as relações estabelecidas entre *one-timers* e entrantes e também com pesquisadores continuantes resultaram em novos estudos em coautoria, sendo necessário que uma nova análise da produção científica destes

autores seja realizada para verificar se estes pesquisadores *one-timers* continuaram ou não atuando no campo, considerando também o tempo de duração das pesquisas e de maturidade dos dados que possibilitem a publicação de artigos científicos. Além disso, deve-se considerar que, como discutido anteriormente, o fato de pesquisadores não apresentarem publicações no campo não significa que estes não estejam produzindo conhecimentos em outros campos da agropecuária, complementares aos estudos de OGM.

4.1.1 Atributo: categoria do pesquisador

Com o intuito de investigar a contribuição de cada grupo de pesquisador no desenvolvimento do campo, realizou-se a análise das medidas de cooperação e de produtividade total e produtividade fracionada no período de 2003 a 2012 (Tabela 16).

Tabela 16:

Medidas de cooperação e produtividade das categorias de pesquisadores (2003/2012)

Categoria	Artigos	Autores	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada
Continuantes	53	9	91	1,72	10,11	5,89
Transientes	80	49	143	1,79	2,92	1,63
<i>One-timers</i>	160	569	569	3,56	1,00	0,28
Entrantes	33	32	73	2,21	2,28	1,03
Retirantes	59	43	113	1,92	2,63	1,37

Fonte: resultado da pesquisa.

Os pesquisadores *one-timers* aparentemente apresentam-se como mais atuantes no campo, já que participaram de 86% dos artigos e representam 57% das autorias, gerando um índice de **cooperação** (autorias/artigos) de 3,56, superior aos resultados das demais categorias. Todavia, a análise das medidas de **produtividade total** (autorias/autores) e **fracionada** (artigos/autores) indicam o baixo envolvimento destes pesquisadores no

desenvolvimento e amadurecimento do campo, já que cada pesquisador foi coautor de apenas um artigo no decorrer do período, o que representa uma produção de 0,28 artigos em média nos últimos 10 anos. É interessante observar que, apesar de o grupo de pesquisadores entrantes apresentar um índice de cooperação superior aos continuantes, transientes e retirantes, indicando que mesmo havendo um número razoável de autores retirantes, o campo tem atraído novos pesquisadores, os quais têm buscado associar-se aos demais para realizarem estudos em coautoria.

No que se refere à avaliação da produtividade, ressalta-se a atuação dos pesquisadores continuantes tanto no envolvimento em trabalhos (produtividade total igual a 10,11) quanto na produção de artigos (produtividade fracionada de 5,89), com índices superiores aos das demais categorias. Este resultado pode ser atribuído ao reduzido número de integrantes desta categoria e a elevada proporção de pesquisadores cujo relacionamento de cooperação ocorre com outras categorias, influenciando positivamente na produtividade científica. A categoria dos transientes também se destaca em razão da sua participação na elaboração de estudos no campo, resultando em uma produtividade superior aos retirantes, entrantes e *one-timers*, possivelmente em razão da maior colaboração com pesquisadores continuantes. Como resultado da análise destes indicadores, concluiu-se que as categorias continuantes e transientes representam as bases de sustentação e continuidade da pesquisa no campo de OGM no Brasil.

4.1.2 Atributo: vínculo institucional

As informações sobre o vínculo institucional foram coletadas nos artigos, uma vez que a ênfase está na análise da rede de pesquisa que se forma com base nos estudos elaborados em coautoria, e por isso, não foi feita uma análise sobre o vínculo institucional atual dos

pesquisadores. Nos casos em que a instituição não era citada no artigo (e.g. pesquisadores bolsistas) foi consultado o currículo *Lattes* e lançada a instituição na qual o pesquisador estava vinculado na época da publicação do estudo. É importante ressaltar que em um artigo um mesmo autor pode indicar vínculo com mais de uma instituição. Geralmente essas situações ocorreram com pesquisadores de centros de PD&I que atuavam também como professores de universidades ou como estudantes de pós-graduação (mestrandos e doutorandos). Nestes casos, todas as organizações foram consideradas e, por essa razão, o número total de organizações não é o mesmo que o número total de autores.

Inicialmente as 135 organizações foram agrupadas segundo seu tipo (i) universidades brasileiras; (ii) centros de PD&I; (iii) empresas privadas de PD&I; e (iv) parceiros internacionais (centros de PD&I e universidades). A análise dos dados demonstra o domínio das universidades brasileiras na geração e no desenvolvimento de conhecimentos sobre OGM no Brasil, uma vez que são responsáveis por 60% dos estudos. Já os centros de PD&I (centros de pesquisa da Embrapa, Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária e demais centros de pesquisa) contribuem com 32%. A relação com empresas privadas de PD&I é de apenas 2% enquanto que as parcerias com organizações de outros países representam 6%. As informações apresentadas na Tabela 17 possibilitam a análise mais detalhada sobre a contribuição de cada um dos tipos de organizações, no período de 2003 a 2012, com base nos indicadores de cooperação e produtividade total e fracionada.

Tabela 17:

Medidas de cooperação e produtividade dos tipos de instituições (2003/2012)

Tipo de Instituição	Artigos	Organizações	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada
Universidades Brasileiras	179	53	607	3,75	11,45	3,06
Embrapa	87	16	225	2,59	14,06	5,44
OEPA	36	8	58	1,61	7,25	4,50
Outros Centros PD&I	25	15	39	1,56	2,60	1,67
Parceiros Internacionais	45	34	65	1,44	1,91	1,32
Empresas PD&I	16	9	21	1,31	2,33	1,78
Total	185	135	1015	5,49	7,52	1,37

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: Como cada organização participa em mais de um artigo, a soma dos valores de cada uma das colunas não corresponde ao total apresentado.

No que se refere à colaboração nos artigos científicos, verifica-se a participação expressiva das universidades brasileiras (46%) e dos centros de PD&I (38%). Sobre o indicador de **cooperação** (autorias/artigos) destaca-se a atuação das universidades brasileiras e da Embrapa, com um índice de 3,75 e 2,59, respectivamente, o que significa uma maior participação de pesquisadores vinculados a estas organizações se comparada com as demais na condução de estudos em coautoria no campo. Por outro lado, observa-se que no indicador de **produtividade total** (autorias/instituições), as unidades de pesquisa da Embrapa apresentam um índice de 14,06, superior ao das universidades brasileiras (11,45). Além disso, a **produtividade fracionada** (artigos/instituição) indica que os centros de pesquisa da Embrapa e as organizações estaduais de pesquisa agropecuária (OEPA) produziram em média 5,44 e 4,5 estudos, respectivamente, índices superiores ao das universidades brasileiras (3,06). É importante destacar que os dados deste estudo não permitem analisar que elementos contribuem para os resultados descritos, sendo necessária a realização de estudos futuros que investiguem as características e especificidades da produção científica de universidades e centros de pesquisa.

Sobre a participação das empresas de PD&I e de universidades e centros de PD&I de outros países, nota-se a baixa participação destas organizações tanto no que se refere ao aspecto da cooperação quanto ao da produtividade total e fracionada. É importante destacar que esta análise não considera as peculiaridades das atividades de pesquisa inerentes a cada tipo de organização, especialmente das universidades e centros de PD&I, de modo que os dados deste estudo não permitem uma análise dos fatores que levam, de um lado, à maior cooperação dos pesquisadores vinculados às universidades e, de outro, maiores índices de produtividade de pesquisadores de centros de pesquisa. Além disso, há que se considerar que pesquisadores podem atuar em ambas as organizações o que permite não somente uma maior colaboração com diferentes parceiros, mas também uma maior visibilidade e potencial de parcerias com pesquisadores recentes no campo.

4.1.3 Atributo: região e unidade da federação

A análise da contribuição de cada região durante o período de 2003 a 2012 foi realizada com base nas 101 organizações brasileiras identificadas nos 185 artigos, os quais geraram 949 autorias (Tabela 18). Vale destacar que em razão de existir apenas uma instituição na região norte, decidiu-se proceder a análise somando-se esta instituição às demais localizadas na região nordeste.

Tabela 18:

Medidas de cooperação e produtividade das regiões do Brasil (2003/2012)

Região	Artigos	Organizações	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada
Norte/Nordeste	16	8	35	2,19	4,38	2,00
Centro-Oeste	61	12	193	3,16	16,08	5,08
Sudeste	137	56	456	3,32	8,13	2,45
Sul	84	25	265	3,15	10,60	3,36
Total	185	101	949	5,12	9,39	1,83

Fonte: resultado da pesquisa.

Nota: A quantidade de autorias apresenta difere do total (989), pois foram considerados apenas os autores vinculados às organizações brasileiras.

De forma global, observa-se o predomínio da região sudeste na quantidade de artigos, organizações e autorias, em relação às demais regiões. Contudo, a análise do indicador de **cooperação** permite verificar que, com exceção das regiões norte e nordeste, as regiões centro-oeste, sudeste e sul mantém níveis de cooperação em torno de três autorias por artigo, conforme pode ser observado na Tabela 18. Já o indicador de **produtividade total**, que relaciona a quantidade de autorias por organizações, revela que a região Centro-Oeste é a mais produtiva, com um índice de 16,08, seguida da região sul com 10,6, concluindo-se que as instituições localizadas nestas duas regiões tendem a adotar mais estratégias de colaboração para a produção de artigos se comparadas à região sudeste, que, apesar de contar com a maior quantidade de artigos, instituições e autorias, tem um índice de produtividade total de 8,13. Esta análise é corroborada pelos resultados do indicador de **produtividade fracionada** (artigos/autores), no qual se observa que a região centro-oeste produz 5,08 artigos por instituição, a região sul produz 3,36 e a região sudeste 2,45.

Outra análise realizada refere-se à distribuição das organizações nos estados brasileiros. As 101 organizações identificadas nos 185 artigos estão distribuídas em 14 estados brasileiros, das quais 75% estão localizadas no Distrito Federal e nos estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo (Tabela 20) e 92% dos artigos produzidos

contam com a participação de organizações destas localidades. Além disso, observa-se que dos três estados da região sudeste e sul, dois deles estão classificados entre os cinco mais produtivos, sendo São Paulo o estado que concentra a maior quantidade de organizações, seguido por Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul. Apesar de o Distrito Federal abrigar a menor quantidade de organizações, observa-se que a quantidade de artigos e de autorias foi maior do que as destes três últimos estados. A Tabela 19 apresenta o resultado dos indicadores de cooperação (autorias/artigo) e de produtividade total (autorias/organizações) e produtividade fracionada (artigos/organizações) das cinco unidades da federação que mais se destacaram durante o período de 2003 a 2012.

Tabela 19:

Medidas de cooperação e produtividade dos cinco Estados mais produtivos (2003/2012)

UF	Artigos	Organizações	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada
SP	114	31	296	2,60	9,55	3,68
DF	49	7	169	3,45	24,14	7,00
RS	41	10	109	2,66	10,90	4,10
PR	40	12	107	2,68	8,92	3,33
MG	45	16	102	2,27	6,38	2,81
Total	171	76	783	4,58	10,30	2,25

Fonte: Resultado da pesquisa

No que se refere à medida de cooperação, de um lado, as organizações localizadas no DF apresentam o maior índice (3,45) e, de outro, o menor índice é atribuído ao estado de MG (2,27) o que demonstra maior eficiência das estratégias de parceria e colaboração entre os pesquisadores do DF em relação aos demais estados. Este cenário pode ser atribuído à atuação dos pesquisadores da Embrapa Recursos Genéticos, referência em pesquisas de biotecnologia agropecuária no país. Sobre o indicador de produtividade total, observa-se o maior índice no DF (24,14), seguido do RS (10,9) e de SP (9,55), de maneira que nestes estados nota-se maior capilaridade das organizações nos estudos do campo, favorecendo o relacionamento entre

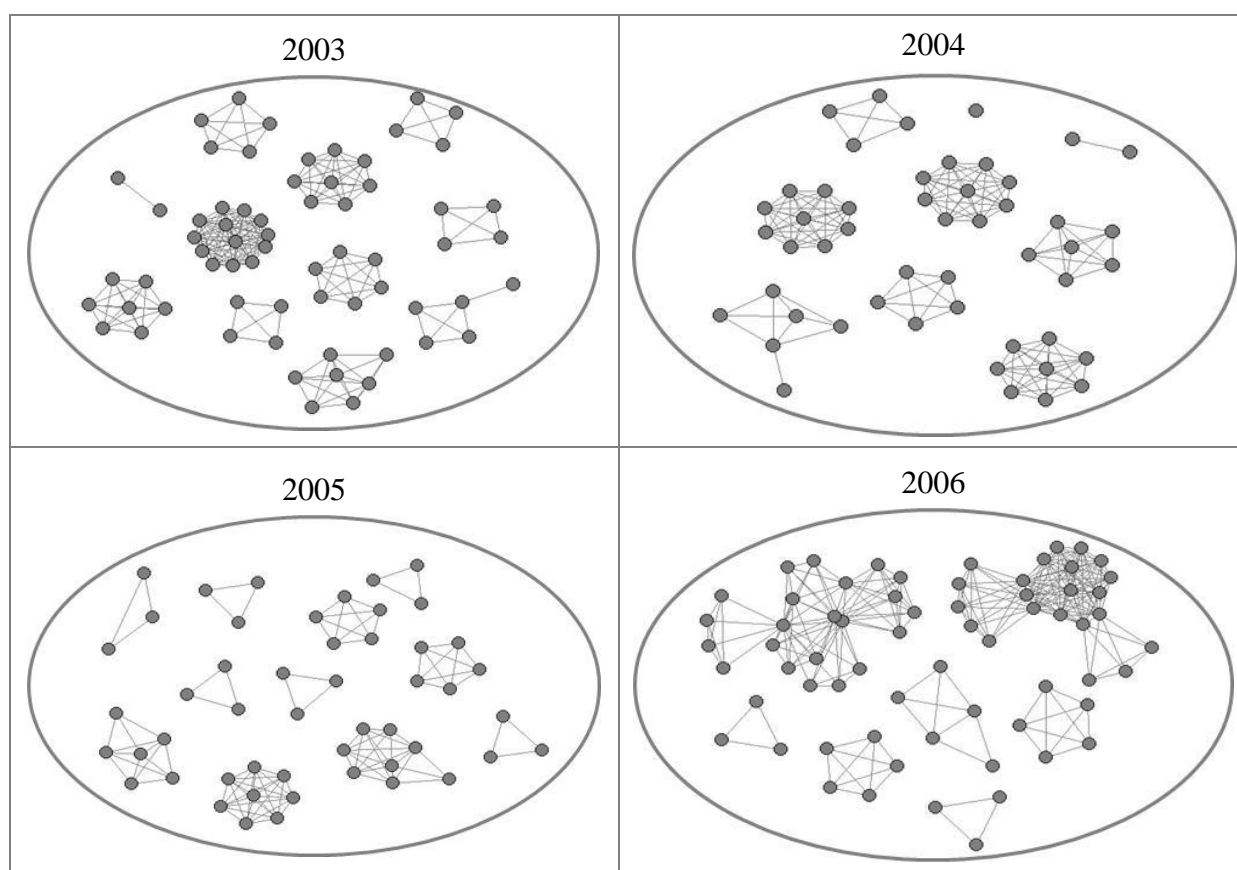
seus pesquisadores. Por fim, a produtividade fracionada indica que, em média, as organizações do DF contam com 7 artigos, seguidos pelo RS com 4 artigos, e SP com 3,6. Esta análise demonstra que, apesar de SP congregar a maior quantidade de organizações e de artigos produzidos, é preciso potencializar a atuação dos pesquisadores, incentivando o compartilhamento de conhecimentos e a colaboração nos estudos do campo.

4.2 Rede de colaboração científica entre pesquisadores do campo de organismos geneticamente modificados na agropecuária brasileira

Esta seção apresenta uma análise longitudinal sobre a evolução do campo nos últimos 10 anos, observando os padrões de colaboração entre os pesquisadores na produção científica, por meio da análise das propriedades estruturais da rede (medidas de centralidade, densidade e coesão social). Este estudo foi baseado na análise de 185 artigos produzidos por 702 pesquisadores. Inicialmente, apresenta-se uma avaliação sobre o período global (2003/2012), analisa a evolução da rede ao longo do tempo, as medidas de densidade e centralidade e, especialmente, se a rede apresenta uma estrutura do tipo *small worlds*, verificando-se as medidas de agrupamento e a distância média entre os atores. Além disso, para compreender a dinâmica do campo optou-se por realizar estes procedimentos em dois períodos de cinco anos cada: o primeiro período corresponde aos anos de 2003 a 2007 e o segundo período de 2008 a 2012.

4.2.1 *Análise da evolução da rede no período de 2003 a 2012*

A Figura 16 apresenta o desenvolvimento do volume de pesquisadores e de relacionamentos em cada um dos anos do período de 2003 a 2012, nos quais cada nó representa um autor que colaborou em pelo menos um artigo no período, enquanto cada linha sinaliza a existência de colaboração (relação) entre os autores. Observa-se que nos anos de 2003, 2004 e 2005 o campo é composto por grupos fechados em si mesmos e quase não há pesquisadores intermediando relações entre estes grupos. A partir de 2006, nota-se um crescimento da quantidade de pesquisadores, bem como um aumento do número de conexões entre os grupos, especialmente entre nos anos de 2009 a 2012.



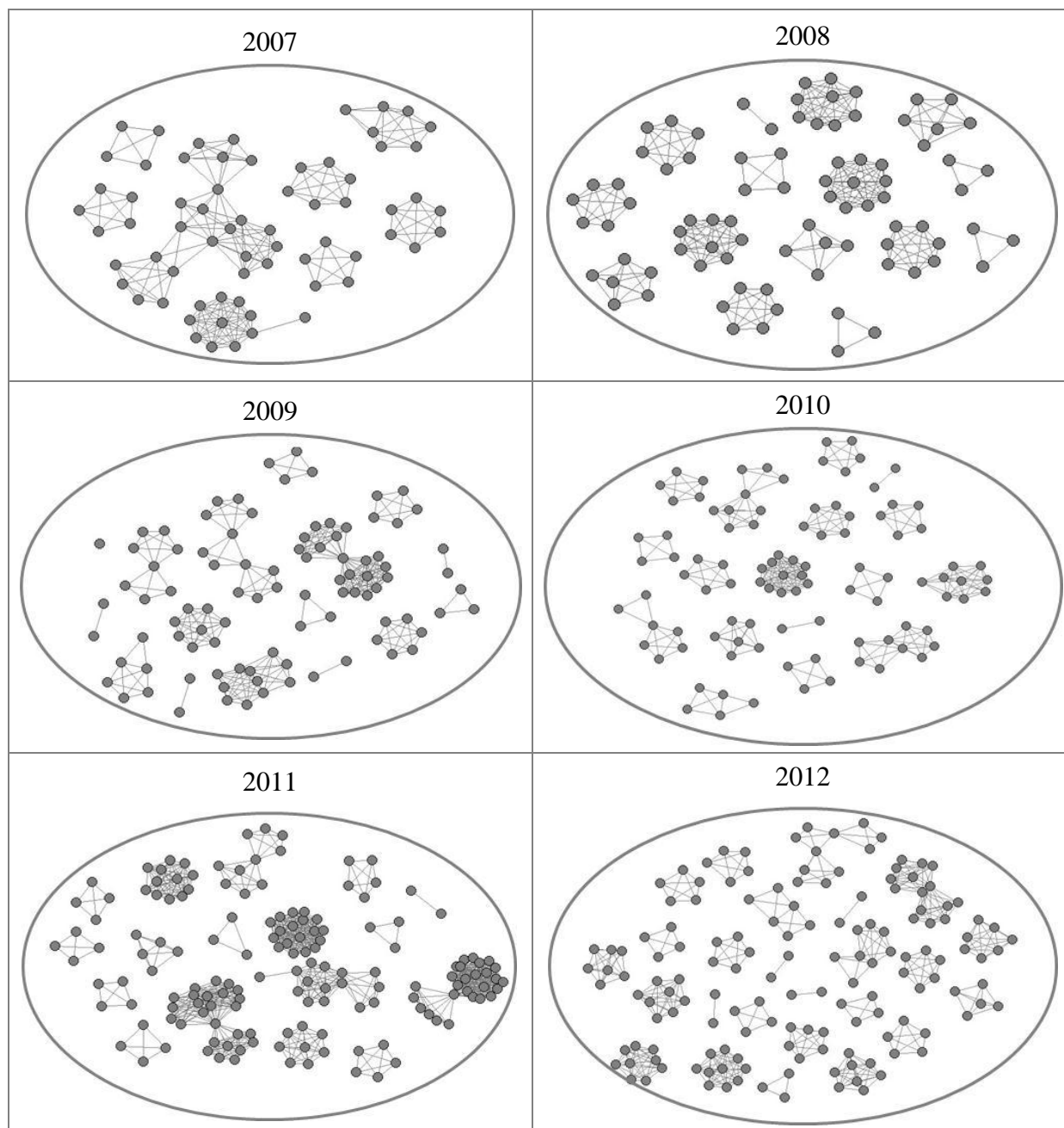


Figura 16. Evolução estrutural da rede de relacionamentos dos pesquisadores do campo

Fonte: resultados da pesquisa.

Já na Figura 17 apresenta-se a estrutura de relações do campo, na qual são identificados seus principais componentes. Cada componente significa a existência de uma sub-rede em que os nós estão conectados entre si (Wasserman & Faust, 1994), de modo que uma dupla de autores isolados já é considerada um componente (Rossoni, 2006). Dessa forma, foram

identificados 63 componentes entre os quais se destacam (i) o componente principal que representa 38,6% da estrutura da rede; (ii) o 2º componente (4,3%); (iii) o 3º componente (3%); (iv) o 4º componente (2,7%); (v) o 5º componente (2,6%); e (vi) os demais componentes representam 48,8%. De maneira semelhante aos estudos de Rossoni (2006), Martins (2009) e Rossoni e Hocayen-da-Silva (2008) verifica-se a existência de vários autores e grupos de autores que não estão direta ou indiretamente relacionados, o que indica uma fragmentação que pode gerar um alto grau de heterogeneidade no campo.

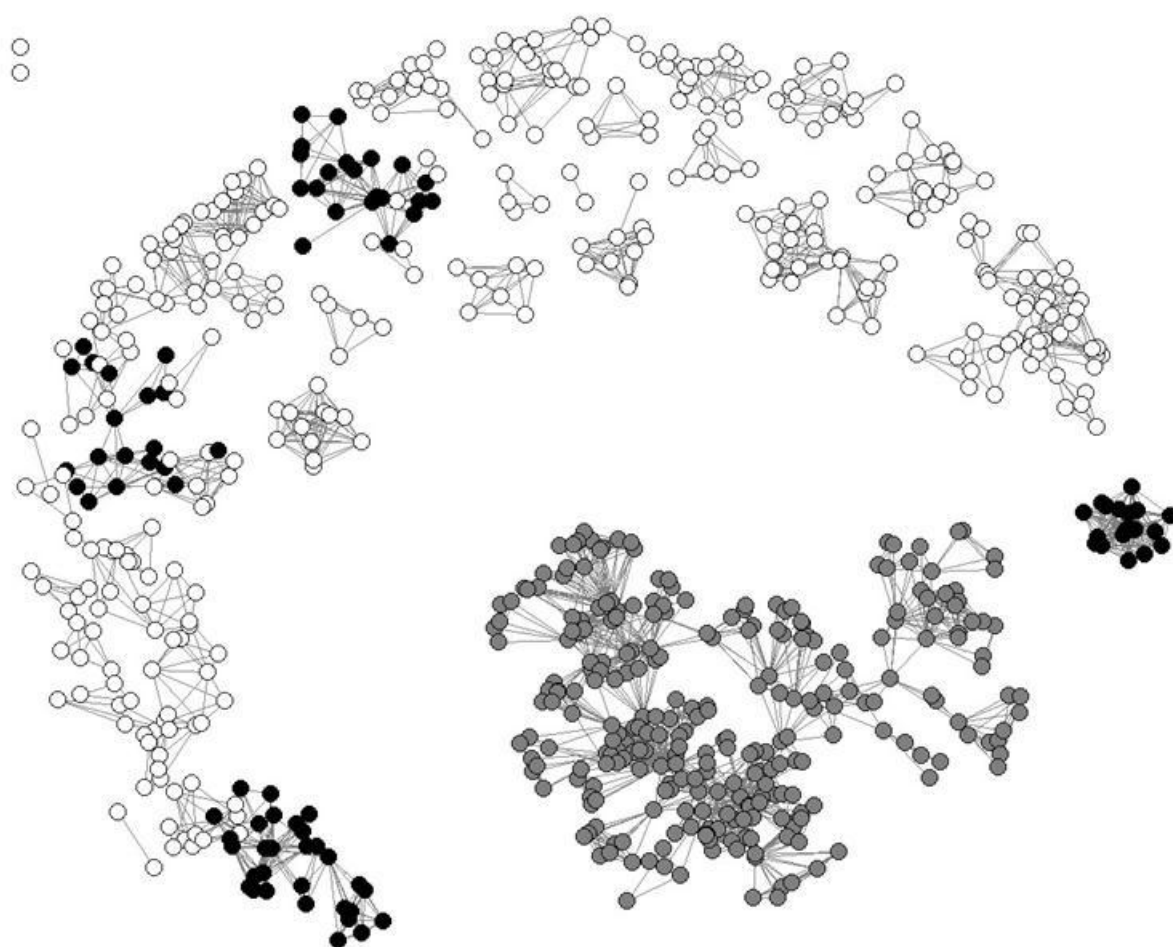


Figura 17. Estrutura da rede de colaboração entre pesquisadores de OGM (2003/2012)

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: O componente principal é identificado pela cor cinza chumbo; do 2º ao 5º componente pela cor preta. Os demais componentes estão marcados com a cor clara.

A Tabela 20 apresenta as estatísticas descritivas das estruturas de relacionamento entre os autores e sua evolução nos dois períodos analisados. As colunas referentes a cada período analisado (2003/2007 e 2008/2012) apresentam os dados da rede de autores que publicaram pelo menos um artigo no período estudado. A última coluna analisa o período de forma global (2003/2012) e, por isso, em algumas medidas, esta última coluna não representa a simples soma dos períodos, mas sim um novo cálculo para a rede.

Tabela 20:

Estatística Descritiva das Estruturas de Relações

Período	Período 1	Período 2	Total
Indicador	2003-2007	2008-2012	2003-2012
Artigos	69	116	185
Autores	250	501	702
Autorias	350	639	989
Laços	1642	3732	5240
Média de laços por autor	6,57	7,45	7,46
Densidade	0,026%	0,015%	0,011%
Autores isolados	1	1	2
Número de componentes	29	49	63
Tamanho do componente principal	51 (20,4%)	166 (33,1%)	271 (38,6%)
Tamanho do 2º maior componente	34 (13,6%)	21 (4,2%)	30 (4,3%)
Tamanho do 3º maior componente	19 (7,6%)	19 (3,8%)	21 (3%)
Distância média	1,99	3,9	4,27
Distância máxima (diâmetro)	4	10	10
Coefficiente de agrupamento	0,935	0,939	0,928

Fonte: resultados da pesquisa.

No que se refere ao tamanho da rede, observa-se um aumento significativo da quantidade de novos pesquisadores da rede, passando de 250 no primeiro período para 501 no segundo, o que indica o crescimento do campo superior de 100%. Além disso, destaca-se o aumento do número de laços apresentados pelos autores. Os laços são compreendidos como o número de autores com que cada autor colaborou, não importando a quantidade de vezes que

os autores colaboraram entre si. No período de 2003 a 2007 existiam 1.642 laços entre os autores, passando para 3.732 no período de 2008 a 2012, representando um aumento de 127%. Este aumento significa que há um amadurecimento no desenvolvimento da rede, pois, apesar de apresentar um crescimento acelerado em termos absolutos, em termos percentuais há um crescimento lento (Rossoni, 2006; Martins 2009). Da mesma forma, observa-se o crescimento da média de laços por autor, passando de 6,57 para 7,45, o que indica que o crescimento da rede impactou positivamente na colaboração entre os pesquisadores. A análise do período 2003/2012 indica que cada autor colaborou em média com 7,46 autores para a elaboração de artigos científicos. Além disso, chama a atenção o fato de que em todo o período foram identificados apenas dois autores que publicaram um artigo individualmente, reforçando a existência de uma cultura de cooperação no campo.

Sobre o indicador de densidade dos relacionamentos da rede, observa-se que este índice foi menor do que 1 em todos os períodos analisados. A densidade informa o percentual dos laços possíveis na rede, que são efetivamente realizados; uma rede menos conectada aproxima-se de 0, enquanto uma rede mais conectada está mais próxima de 1. De modo geral, a densidade da rede no período de 2003/2012 foi de 0,011%, enquanto no primeiro período (2003/2007) a densidade da rede era de 0,026% passando para 0,015% no segundo período (2008/2012), em razão do aumento da quantidade de pesquisadores no segundo quinquênio.

A Tabela 20 apresenta também dados sobre os componentes da rede, cuja análise é importante para se avaliar a dinâmica entre os autores e os padrões de cooperação local. No período total (2003 a 2012) foram identificados 63 componentes, sendo que no primeiro quinquênio foram formados 29 componentes e no segundo 49. O aumento do número de componentes de um período para o outro revela que o número de pesquisadores que participam de uma rede totalmente interligada aumentou, indicando uma tendência de associações locais no decorrer do período. Destes componentes identificados, foram

destacados em cada período os três maiores componentes da rede (componente principal, segundo e terceiro componentes). O componente principal apresentou um crescimento considerável, do primeiro para o segundo período, passando de 51 para 166 autores (crescimento superior a três vezes). Por outro lado, o segundo componente apresentou uma queda em seu tamanho, passando de 34 para 21 autores, enquanto o terceiro componente permaneceu estável nos dois períodos, com 19 autores. Esta variação reforça a representatividade do componente principal, uma vez que à medida que a rede se desenvolve, o componente principal torna-se mais distante, em termos de tamanho, do segundo e do terceiro componentes. Vale observar ainda que no primeiro e no segundo período, 58% e 59% dos pesquisadores, respectivamente, encontram-se dispersos em componentes de pequenos números de autores, enquanto no período total este índice é de 54%, corroborando com a afirmação de fragmentação do campo abordada anteriormente.

No período 2003/2012, o componente principal é formado por 271 autores, representando 38,7% dos pesquisadores do campo. Se comparados aos estudos internacionais nos campos da biologia, física e matemática, este componente varia de 82% a 92% (Newman, 2004) e na ciência da informação é de 57,2% (Newman, 2001c). Como não foram identificados outros estudos no Brasil sobre redes de colaboração científica nas ciências agrárias e biológicas, o resultado deste estudo foi comparado aos encontrados na área de administração como os de (i) Martins (2009) do campo de Gestão de Operações no Brasil com um componente de 44,6%; (ii) de Rossoni (2006) no campo de Estratégias e Estudos Organizacionais com 37,9%. Nesse sentido, embora o componente principal do campo de OGM no Brasil esteja abaixo dos padrões internacionais, seu resultado é condizente com outros resultantes de estudos realizados no país. Além disso, é preciso considerar que as ciências exatas apresentam características de colaboração científica distintas das demais ciências, de forma que é preciso considerar as especificidades de outras áreas do

conhecimento no que se refere à tendência de associação entre pesquisadores de uma mesma localidade, instituição de ensino ou local de trabalho, sendo preciso investigar a influência de tais aspectos para se compreender parte das questões que limitam a colaboração entre os pesquisadores no Brasil (Rossoni, 2006).

4.2.1.1 *O campo de OGM no Brasil como um mundo pequeno*

Com o objetivo de melhor compreender a relação das estruturas locais e globais da rede, utilizou-se a dinâmica de *small worlds* (mundos pequenos), conforme proposto por Wattz e Stogatz (1998). Segundo esses autores, para que uma rede seja considerada *small world*, a distância média entre os participantes deve ser menor do que a de uma rede aleatória, ao mesmo tempo em que o coeficiente de agrupamento deve ser maior. Para tanto, foram analisadas as propriedades (i) a distância média ($L - path\ length$) e (ii) o coeficiente de agrupamento ($CC - cluster\ coefficient$); onde L representa a medida do menor caminho entre um autor e a todos os outros da rede, calculada com base no conjunto de pares de atores; enquanto CC indica o número de ligações entre atores imediatos de um ator em relação ao número máximo de laços possíveis. Assim, o coeficiente de agrupamento pode variar de 0 a 1; valores próximos a 0 indicam redes menos agrupadas, enquanto valores próximos a 1 remetem às redes densamente conectadas (Rossoni, 2006; Martins, 2009; Rossoni & Guarido Filho, 2009; Martins *et al.*, 2010). Nesse sentido, um mundo pequeno pode ser identificado quando (i) a densidade da rede é baixa; (ii) os atores estão agrupados localmente; e (iii) necessitam de poucos intermediários para contatar qualquer um dos outros atores da rede (Rossoni, 2006; Martins, 2009). A Tabela 21 apresenta os indicadores necessários à avaliação de mundos pequenos, construídos com base em dois conjuntos de dados: (i) dados observados (resultantes das fontes primárias da pesquisa) e (ii) dados aleatórios (Wattz e Stogatz, 1998).

Tabela 21:

Estatística Descritiva de *Small World*

Período	Período 1	Período 2	Total
Indicador	2003-2007	2008-2012	2003-2012
Densidade	0,026%	0,015%	0,011%
Autores (n)	250	501	702
Média de laços por autor (k)	6,57	7,45	7,46
Distância média (PL)	1,99	3,91	4,27
Distância máxima (diâmetro)	4	10	10
Coeficiente de agrupamento (CC)	0,935	0,939	0,928
Dados Aleatórios			
Coeficiente de agrupamento esperado (k/n)	0,026	0,015	0,011
Distância media esperada ($\ln(n)/\ln(k)$)	2,93	3,10	3,26
Indicadores			
PL taxa (PL real/PL aleatório)	0,68	1,26	1,31
CC taxa (CC real/CC aleatório)	35,58	63,15	87,33
Coeficiente <i>Small World</i> (Q) (CC taxa/PL taxa)	52,44	49,99	66,70

Fonte: resultados da pesquisa.

Sobre os dados observados nota-se a diminuição da densidade da rede, passando de 0,026%, no primeiro período, para 0,015% no segundo, atingindo 0,011% quando analisado o período completo, apesar do aumento da quantidade de pesquisadores ao longo do período, o que significa que a quantidade de laços efetivamente realizados não acompanhou a quantidade de possibilidade de laços, sinalizando, aparentemente, para uma fragmentação da rede em uma visão global.

Por outro lado, a média de laços por autor cresceu de 6,57 para 7,45 nos períodos, e a análise do período total (2003/2012) cresceu a média de 7,46 laços, apontando uma disposição entre os pesquisadores em estabelecer relações de cooperação da rede. No que se refere à distância média (PL) entre os autores, verifica-se que no primeiro período eram necessários cerca de pelo menos 2 e no máximo 4 passos, em média, para se encontrar qualquer outro autor, sendo que no segundo período este número passou para no mínimo 3,9 (quase o dobro)

e para no máximo 10 passos. Contudo, ressalta-se que o tamanho da rede (quantidade de autores) também aumentou consideravelmente (mais do que o dobro) passando de 250 para 501 pesquisadores, de modo que a distância média acompanhou o crescimento da rede, isto é aparentemente não houve um impacto no distanciamento entre seus pesquisadores. Finalmente, sobre o coeficiente de agrupamento verifica-se que os dois períodos apresentaram índices semelhantes (0,935 e 0,939), indicando um alto grau de agrupamento local. Além disso, a análise do período total não difere significativamente destes já que apresenta um índice de 0,928, indicando que, mesmo com aumento global da rede, não houve fragmentação local acentuada entre seus pesquisadores.

Em seguida, as medidas da distância média (PL) e o coeficiente de agrupamento (CC) observadas foram comparadas com os valores esperados em redes aleatórias (Watts & Stogatz, 1998) para sua validação. Em relação ao coeficiente de agrupamento, nota-se que os valores reais são bastante superiores aos valores aleatórios, corroborando a conclusão de que os atores estão localmente agrupados tanto na análise dos dois quinquênios quanto na dos últimos dez anos. Já sobre a distância média, destaca-se que a distância real foi menor do que a esperada aleatoriamente no primeiro período, porém maior no segundo período. Apesar de este índice ser superior no segundo período, de maneira global, a distância média real permanece menor do que a aleatória, reforçando a análise de que a distância média entre os autores é pequena.

Diante deste contexto, infere-se que o campo de pesquisa em OGM no Brasil configura-se como um mundo pequeno, uma vez que os dados demonstram que a densidade da rede é baixa (0,011%), os atores estão agrupados localmente (0,928) e, ainda, conectados a outros atores fora de seus grupos, por meio de um baixo número de intermediários (em média 4 passos). Essa conclusão é corroborada pela análise da medida do coeficiente de *small world* (Q) (Uzzi & Spiro, 2005), para avaliar a propensão da rede em ser um mundo pequeno. A

análise dos períodos demonstra o crescimento do coeficiente de *small world*, o qual apresenta um índice de 66,70 no período total. O crescimento do coeficiente, ao longo do tempo, reforça a sua natureza de mundo pequeno, o que contribui para a intensidade de frequência dos laços entre os grupos, potencializando a geração de informações e conhecimentos, em nível local, para serem repassados para a rede, de forma global, ao mesmo tempo em que reforça os laços diretos e indiretos, favorecendo o aumento do nível de coesão da rede.

O resultado desta análise também foi encontrado por Rossoni (2006) no campo de Organizações e Estratégias, e se opõem aos resultados de Rossoni e Hocayen-da-Silva (2008) no campo de Administração da Tecnologia de Informação, e de Martins (2009) no campo de Gestão de Operações no Brasil. Com base na análise da estrutura de relacionamento no campo de OGM, no Brasil, são apresentados, adiante, os indicadores de centralidade dos pesquisadores e das medidas de coesão dos grupos no período global de análise.

4.2.1.2 *Centralidade dos autores*

Nos estudos de campos científicos os pesquisadores podem ser compreendidos como agentes já que apresentam a capacidade de influenciar o campo de alguma forma, seja por meio do desenvolvimento de práticas de pesquisa, seja pela proposição de temáticas ou mesmo estabelecendo canais de interlocução de temas de interesse. Dessa forma, um agente pode causar algum efeito na construção do conhecimento, compreendido como legítimo por seus pares (Rossoni, 2006). Esta capacidade pode ser potencializada em razão da atuação do pesquisador como orientador em programas de pós-graduação, membro e coordenador de associações de pesquisadores, membro de conselhos editoriais de periódicos, avaliador de artigos, representante de órgãos oficiais (Rossoni, 2006; Martins, 2009). Todavia, o foco de análise deste estudo está na capacidade de os autores se posicionarem na estrutura de relações

e não sobre a sua posição no campo da pesquisa. Nesse sentido, buscou-se compreender o indicador de centralidade dos pesquisadores no campo de OGM, no Brasil, em razão da quantidade de laços diretos estabelecidos por um pesquisador (centralidade de grau), bem como pela capacidade de promover a colaboração entre outros pesquisadores e de facilitar o trânsito de ideias e de informações na rede (centralidade de intermediação). A Tabela 22 apresenta os autores com maior centralidade de grau no período de 2003 a 2012.

Tabela 22:

Autores com maior centralidade de grau e a eficiência de seus laços (2003/2012)

Pesquisador	Organização	Centralidade de Grau	Eficiência dos Laços
Aragão, F. J. L.	CENARGEN	59	84,17
Vianna, G. R.	CENARGEN	48	68,47
Grossi-de-Sá, M. F.	CENARGEN	45	64,19
Rech, E. L.	CENARGEN	40	57,06
Vieira, L. G. E.	IAPAR	36	51,36
Bespalhok Filho, J. C.	IAPAR	32	45,65
Ulian, E. C.	CTC	31	44,22
Mendes, B. M. J.	USP	30	42,8
Mourão Filho, F. A. A.	USP	30	42,8
Romano, E.	CENARGEN	29	41,37
Pereira, L. F. P.	IAPAR	26	37,09
Arruda, P.	UNICAMP	24	34,24
Arisi, A. C. M.	UFSC	23	32,81
Silva-Filho, M. C.	USP	23	32,81
Chabregas, S. M.	USP	22	31,38
Cunha, N. B.	CENARGEN	22	31,38
Di Ciero, L.	USP	22	31,38
Fontes, E. M. G.	CENARGEN	22	31,38

Fonte: resultados da pesquisa.

Na análise deste indicador destaca-se que os pesquisadores com maior quantidade de laços diretos no campo de organismos transgênicos pertencem à Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), resultado esperado, já que este centro de pesquisa é

considerado referência na condução dos estudos da biotecnologia agropecuária no país, além de ter sido a segunda instituição que mais participou de estudos, conforme citado anteriormente. Por outro lado, chama a atenção que, apesar de a Universidade de São Paulo (USP) ter sido a instituição que mais participou de artigos científicos do campo, apenas três de seus pesquisadores aparecem como autores mais centrais no período total da rede. Outro aspecto importante refere-se à participação dos centros de PD&I e de universidades brasileiras, pois era esperado que pesquisadores vinculados às universidades figurassem entre os autores mais centrais, considerando a participação dominante destas organizações no campo. Este fato pode ser explicado em parte pela atuação dos pesquisadores de centros de pesquisa como professores em universidades, em especial, nas atividades de orientação de dissertações de mestrado e teses de doutorado nos programas de pós-graduação.

A respeito dos laços estabelecidos pelos autores mais centrais, observa-se que há grande quantidade de relacionamentos diretos, sendo que apenas os cinco pesquisadores mais centrais apresentam uma eficiência dos laços maior que 50%. A eficiência do laço ocorre quando uma relação existe apenas de forma direta e não há intermediações de outros laços. Portanto, os pesquisadores mais centrais estabelecem um maior número de relacionamentos e os pesquisadores com os quais se relacionam apresentam laços apenas com este autor central (Martins, 2009). A Figura 18 apresenta a rede em torno dos cinco autores com maior centralidade de grau, identificados na Tabela 22. Os nós destacados em cinza chumbo referem-se aos autores mais centrais e o seu tamanho indica a centralidade de grau (quanto maior o tamanho do nó, maior é a centralidade de grau).

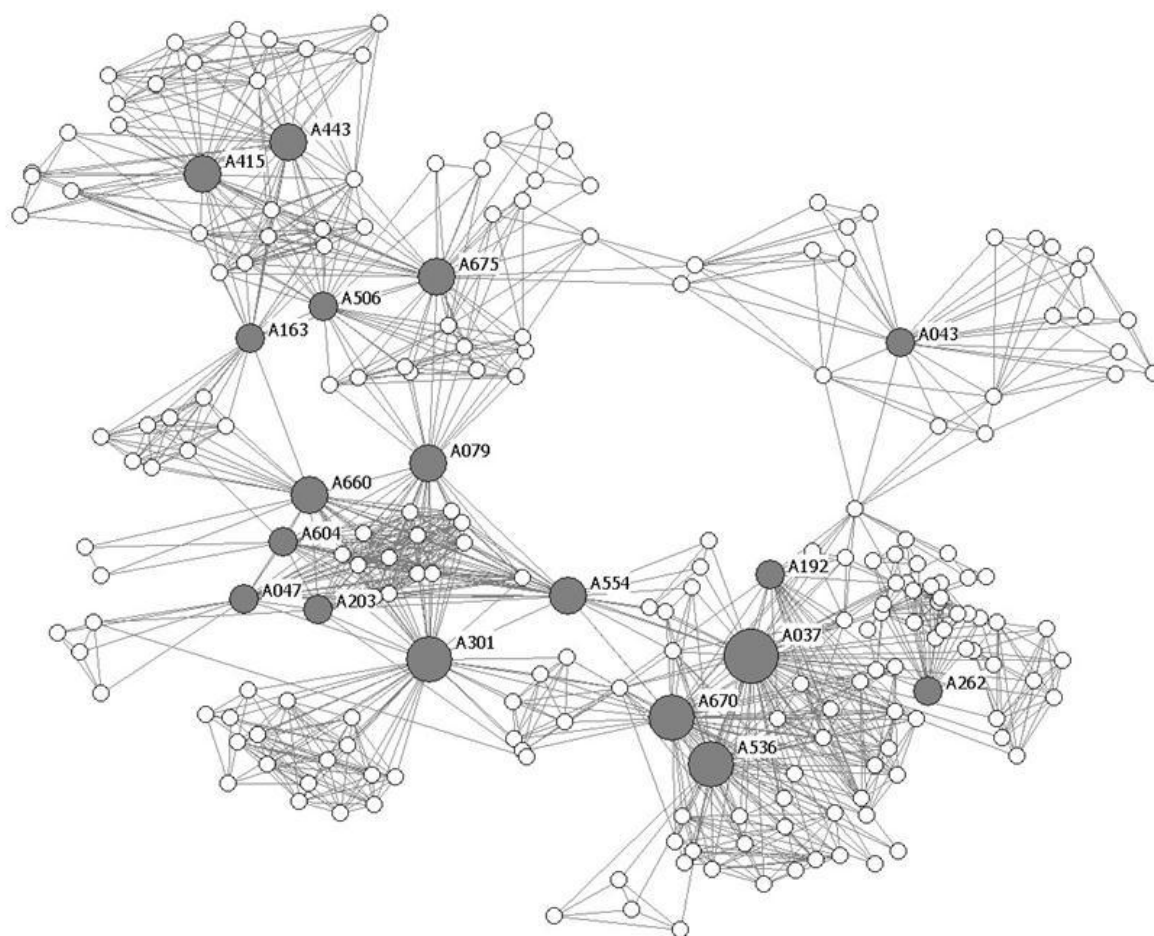


Figura 18. Rede Ego dos autores com maior centralidade de grau (2003/2012)

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota. A037 (Aragão, F. J. L.); A043 (Arisi, A. C. M.); A047 (Arruda, P.); A079 (Bespalhok Filho, J. C.); A163 (Chabregas, S. M.); A192 (Cunha, N. B.); A203 (Di Ciero, L.); A262 (Fontes, E. M. G.); A301 (Grossi-de-Sá, M. F.); A415 (Mendes, B. M. J.); A444 (Mourão Filho, F. A. A.); A506 (Pereira, L. F. P.); A536 (Rech, E. L.); A554 (Romano, E.); A604 (Silva-Filho, M. C.); A660 (Ulian, E. C.); A670 (Vianna, G. R.); A675 (Vieira, L. G. E.).

O segundo tipo de centralidade analisado foi a de intermediação, compreendida como a capacidade de um ator em conectar vários outros que não apresentam laços diretos (Wasserman & Faust, 1994). A intermediação pode ser um indicador de poder, pois indica quais pesquisadores controlam o fluxo de informação entre os diferentes autores da rede. A Tabela 23 descreve os pesquisadores com maior capacidade de intermediação no campo de organismos transgênicos no Brasil.

Tabela 23:

Autores com maior centralidade de intermediação no período (2003/2012)

Pesquisador	Organização	Centralidade de Intermediação
Faria, J. C.	CNPAF	14.391
Dusi, A. N.	CNPH	9.737
Aragão, F. J. L.	CENARGEN	8.862
Vieira, L. G. E.	IAPAR	7.282
Vianna, G. R.	CENARGEN	7.148
Grossi-de-Sá, M. F.	CENARGEN	7.064
Bespalhok Filho, J. C.	IAPAR	6.175
Romano, E.	CENARGEN	5.122
Rumjanek, N. G.	CNPAB	4.859
Xavier, G. R.	CNPAB	4.859
Arisi, A. C. M.	UFSC	4.607
Fontes, E. M. G.	CENARGEN	3.219
Ulian, E. C.	CTC	2.939
Tagliari, C.	UFSC	2.509
Torres, A. C.	CNPH	2.367
Oliveira, E. M. M.	CTAA	2.357
Sant'Anna, E. S.	UFSC	2.207
Capalbo, D. M. F.	CNPMA	2.143

Fonte: resultados da pesquisa.

É interessante observar que entre os 18 pesquisadores que apresentam os maiores índices de intermediação, 50% do total também detêm altos índices de centralidade de grau, permitindo que estes pesquisadores tenham um posicionamento estratégico na rede, já que têm não somente a capacidade de facilitar o fluxo de informações como também de conectar pesquisadores de outros grupos por meio dos seus diferentes laços diretos. Por outro lado, pesquisadores que não apresentam uma centralidade de grau expressiva aparecem com uma alta capacidade de intermediar relações na rede. Ressaltam-se os casos dos pesquisadores Faria, J. C e Dusí, A. N. que detêm os dois maiores índices de centralidade de intermediação, mas ocupam, respectivamente, a 35ª e a 154ª posição no que se refere à centralidade de grau,

podendo-se concluir que estes autores têm um posicionamento central na rede que lhes permite intermediar diversas relações, embora não estabeleçam muitos laços diretos. Sobre o vínculo institucional observa-se o predomínio dos centros de PD&I nas relações de intermediação entre os pesquisadores da rede, sendo que apenas uma universidade brasileira está representada entre os pesquisadores com maior grau de intermediação. Esta análise corrobora a conclusão do papel relevante atribuído aos pesquisadores vinculados aos centros de PD&I em conectar os diferentes autores da rede, bem como facilitar a difusão do conhecimento gerado no campo de OGM no país.

4.2.1.3 *Coesão estrutural entre os autores*

A coesão é compreendida como subconjuntos de atores que apresentam laços relativamente fortes, diretos, coesos, intensos e frequentes (Wasserman & Faust, 1994). A análise dos subgrupos de uma rede de pesquisa auxilia na compreensão das relações de influência entre os pesquisadores e de como o conhecimento no campo é construído. Anteriormente, foram apresentados os principais componentes que se estruturaram ao longo do período. Apesar de serem importantes indicadores de ligações e de troca de informações entre os pesquisadores, isso não os torna grupos. Para identificar quais são os grupos da rede utilizou-se como pressuposto a mutualidade de laços, a qual permite verificar em que medida todas as escolhas de associação em um grupo são recíprocas. Para tanto, foi utilizada a medida *clique*, que é um subgrafo composto por três ou mais nós em que todos estão diretamente conectados (Wasserman & Faust, 1994), observando-se que um ator pode pertencer simultaneamente a mais de um *clique*, o que o torna um ator com alta centralidade, pois possui um posicionamento que facilita e influencia o fluxo de recursos e informações no *clique* (Martins, 2009).

Desse modo, considerando cada *clique* com 3 ou mais autores, foram identificados no total do período 162 *cliques*. Comparando o primeiro e o segundo período, verifica-se o aumento de cerca de 63% na quantidade de *cliques*, indicando a tendência de associação entre pelo menos três pesquisadores para a elaboração de um artigo científico. Na base de dados deste estudo é possível identificar coautorias que vão de dois até 21 pesquisadores. Como a maioria conta com até seis pesquisadores e ainda como o objetivo da análise de coesão de grupos é verificar se há algum grau de persistência de colaboração entre os autores (Rossoni, 2006), decidiu-se analisar também a quantidade de *cliques* em grupos com sete ou mais pesquisadores, pois nota-se a queda acentuada na quantidade de artigos em consequência desta quantidade de coautorias. Ao contrário dos resultados encontrados por Rossoni (2006), cujo estudo não identificou grupos com sete ou mais autores no campo de pesquisa em Estudos Organizacionais e Estratégia em Organizações, no campo de organismos transgênicos foram identificados no primeiro período 15 *cliques*, no segundo 28 (quase o dobro) e no período total 42 *cliques*. Estes resultados podem ser justificados pela natureza dos estudos com OGM que envolvem ensaios realizados em laboratórios, que congregam grupos com grande número de participantes, diferentemente do que acontece no campo da Administração.

Adicionalmente, foram analisadas as medidas *n-clique* e *n-clan*, com o intuito de se avaliar a mutualidade dos relacionamentos (*n-clique*), bem como a alcançabilidade e a proximidade dos grupos (*n-clan*), considerando os grupos com 3 ou mais pesquisadores e também com 7 ou mais pesquisadores, conforme pode ser observado na Tabela 24.

Tabela 24:

Agrupamento dos autores entre os períodos

Grupos	Período1	Período 2	Período Total
Cliques	2003/2007	2008/2012	2003/2012
Grupo ≥ 3			
<i>Cliques</i>	60	98	162
<i>2-cliques</i>	34	64	90
<i>2-clan</i>	34	64	90
Grupo ≥ 7			
<i>Cliques</i>	15	28	42
<i>2-cliques</i>	16	41	56
<i>2-clan</i>	16	41	56

Fonte: Resultados da pesquisa.

A medida *n-clique* consiste em um subgrupo em que a maior distância geodésica entre dois nós é igual ou menor do que *n* (Wasserman & Faust, 1994). Para analisar esta medida optou-se por considerar duas distâncias geodésicas (dois passos) para se alcançar qualquer pesquisador. Assim como observado na medida *clique*, os *2-cliques* com mais de três pesquisadores também demonstraram um aumento expressivo de um período para o outro passando de 34 para 64 *2-cliques*, indicando que à medida que a rede se desenvolve, novos grupos se estabelecem. O mesmo acontece com os grupos com sete ou mais pesquisadores, sendo que o crescimento do primeiro para o segundo período foi mais expressivo do que no grupo com mais de três pesquisadores, passando de 16 para 41 grupos. Esse resultado indica que há uma tendência de colaboração em grupos maiores, apesar de prevalecer a preferência pela associação de grupos pequenos em todos os períodos analisados.

Além disso, também foi analisada a medida *n-clan*, na qual o diâmetro máximo de um subgrafo é exclusivamente menor ou igual a *n* (Wasserman & Faust, 1994). Essa medida faz com que todos os autores identificados em um subgrupo estejam em uma mesma esfera de influência, tornando os grupos realmente coesos. O diâmetro máximo escolhido foi dois e

aplicou-se a medida para ambos os grupos. É interessante notar que os valores encontrados para a medida *n-clan* em todos os períodos foi a mesma para os dois grupos, concluindo-se que a rede conta com grupos altamente coesos reforçando a afirmação sobre a configuração da rede em uma estrutura do tipo *small worlds*, conforme discutido anteriormente.

No período de 2003 a 2007, dos 250 pesquisadores da rede 173 participam de 16 grupos, sendo que 66% participam de apenas um grupo. Adicionalmente, destaca-se a participação de dois pesquisadores: Vendruscolo, E. C. G., da Universidade Federal do Paraná (UFPR) que participa de três grupos; e Vieira, L. G. E., do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), que participa de quatro grupos. A média de pesquisadores por grupo foi de 14,63 e o tamanho máximo dos grupos foi de 30 autores, sendo que existem três grupos com mais de 20 autores (grupo cinco com 29; grupo seis com 27 e o grupo quatro com 23).

Já, no período de 2008 a 2012, dos 501 pesquisadores da rede, 377 integram 41 grupos; destes, 71% participam de apenas um grupo. Destaca-se a participação de seis pesquisadores, sendo cinco deles pertencentes à Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia: (i) Bessalho Filho, J. C. do IAPAR e Cunha, W. G. que participam de sete grupos; (ii) Aragão, F. J. L. e Vianna, G. R., que participam de oito grupos; (iii) Grossi-de-Sá, M. F. e Romano, E., que participam em nove grupos. A média de pesquisadores por grupo neste período foi de 16,95 e o tamanho máximo dos grupos foi de 40 autores, sendo que existem dois com mais de 30 (grupo nove com 38 e grupo um com 30) e sete deles com mais de 20 autores (grupo dois com 29, grupo sete com 28, grupos quatro e seis com 27, grupo cinco com 26, grupo oito com 23 e grupo 39 com 20). Ressalta-se que os grupos de cada período com os respectivos nomes de cada pesquisador estão disponíveis no Apêndice C (grupos formados com base na medida *n-clan*).

De modo geral, observa-se não somente o crescimento de grupos com sete ou mais pesquisadores, formados por meio da medida *n-clan* do primeiro para o segundo período (16 e

41 grupos, respectivamente), como também o aumento do seu tamanho, passando de 14,63 para 16,95 autores, em média por grupo, o que indica o crescimento da rede e a tendência de associação dos pesquisadores em grupos maiores e mais coesos. Nota-se também que nos dois períodos há uma taxa expressiva de pesquisadores que participam de apenas um grupo, resultado que pode ser associado à quantidade de autores *one-timers* identificados no campo.

4.2.2 Análise da evolução da rede no primeiro período (2003/2007)

Durante os cinco primeiros anos da rede foram publicados 69 artigos elaborados por 250 autores, que resultaram em 350 autorias. Na Tabela 25 apresenta-se a relação dos autores que mais produziram durante o período e as organizações às quais estavam vinculados, conforme indicado nos artigos.

Tabela 25:

Autores mais produtivos no período (2003/2007)

Pesquisador	Organização	Categoria	2003/2007
Aragão, F. J. L.	CENARGEN	Continuante	9
Rech, E. L.	CENARGEN	Continuante	8
Vianna, G. R.	CENARGEN	Continuante	8
Tillmann, M. A. A.	UFPeI	Retirante	8
Villela, F. A.	UFPeI	Retirante	7
Vieira, L. G. E.	IAPAR	Continuante	6
Pereira, L. F. P.	IAPAR	Transiente	5
Arisi, A. C. M.	UFSC	Continuante	4
Mendes, B. M. J.	ESALQ/USP	Continuante	4
Mourão Filho, F. A. A.	ESALQ/USP	Continuante	4
Dode, L. B.	UCPeI	Retirante	4
Molinari, H. B. C	IAPAR	Retirante	4

Fonte: resultados da pesquisa.

Entre os pesquisadores que mais participaram de estudos publicados no primeiro período, um pouco mais da metade foi classificado como continuante (pelo menos uma publicação nos últimos três anos e mais de uma publicação em cinco ou mais anos diferentes) e quatro como retirantes, pois não publicaram estudos sobre OGM nos últimos três anos. Ressalta-se a atuação dos pesquisadores Tilmann, M. A. A. e Vilela, F. A., que, apesar de serem pesquisadores retirantes, tiveram participação significativa em estudos, no período de 2003 a 2007, aponto de serem classificados entre os pesquisadores mais produtivos do campo, considerando o período total de análise.

Tabela 26:

Medidas de cooperação e produtividade dos tipos de instituições (2003/2007)

Tipo de Instituição	Artigos	Organizações	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada
Universidades	59	32	186	3,153	5,813	0,317
Embrapa	31	13	89	2,871	6,846	2,385
Parceiros Internacionais	14	21	30	2,143	1,429	0,667
Org. Estaduais de Pesquisa Agropecuária	14	5	28	2,000	5,600	2,800
Outros Centros PD&I	9	8	17	1,889	2,125	1,125
Empresas PD&I	5	4	6	1,200	1,500	1,250

Fonte: resultados da pesquisa.

A Tabela 26 apresenta as informações sobre a quantidade de artigos, organizações e autorias para a análise das medidas de cooperação e de produtividade, segundo o tipo de instituição no primeiro período. As universidades brasileiras são as responsáveis pela maior quantidade de artigos produzidos, de autorias e de organizações e, em razão disso, contam com o maior índice de **cooperação** (autorias/artigos) 3,153, seguido pela Embrapa cujo índice de cooperação é de 2,8. O índice obtido pelas OEPA e pelos parceiros internacionais (universidades e centros de PD&I) é de cerca de 2 cada; enquanto os outros centros de PD&I e as empresas de PD&I contam com um índice de 1,9 e 1,2, respectivamente.

O indicador de **produtividade total** (autorias/organizações) indica a Embrapa como a instituição mais produtiva, com um índice de 6,8 autorias para cada um das treze unidades de pesquisa, participantes do primeiro período, enquanto as universidades brasileiras apresentam um índice de 5,8 autorias para cada uma das 32 universidades. Sobre a **produtividade fracionada** (artigos/organizações) ressalta-se que o índice mais baixo é apresentado justamente pelas universidades brasileiras (0,3), enquanto as OEPA e a Embrapa produziram, no período, cerca de 2 artigos por organização, as empresas de PD&I e os outros centros de PD&I produziram apenas um artigo e os parceiros internacionais 0,6 artigos, em média.

A Tabela 27 apresenta as 10 instituições mais representativas do primeiro período, considerando os indicadores de cooperação e de produtividade. Em números absolutos, nota-se a participação mais expressiva das universidades brasileiras em relação aos centros de PD&I. Contudo, a análise do indicador de **cooperação** (autorias/artigos) revela que as organizações com maior índice são o CENARGEN com 3,176, seguido pelo IAPAR e pelo CPAC, ambos com 3,0; enquanto que entre as universidades a que apresenta maior índice de cooperação é a USP com 2,632, seguida pela UNICAMP e UFPel com aproximadamente 2,3 cada.

Tabela 27:

Organizações mais produtivas período (2003/2007)

Organização	Artigos	Autores	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada	% Total Autorias
IAPAR	6	8	18	3,000	2,250	0,750	5,06%
CPAC	3	4	9	3,000	2,250	0,750	2,53%
CENARGEN	17	26	54	3,176	2,077	0,654	15,17%
UFPel	13	16	30	2,308	1,875	0,813	8,43%
UFSC	9	12	19	2,111	1,583	0,750	5,34%
USP	19	38	50	2,632	1,316	0,500	14,04%
COODETEC	2	6	7	3,500	1,167	0,333	1,97%
UFV	7	13	14	2,000	1,077	0,538	3,93%
UNICAMP	6	13	14	2,333	1,077	0,462	3,93%
UNB	6	6	6	1,000	1,000	1,000	1,69%

Fonte: resultados da pesquisa.

A **produtividade total** (autorias/autores) indica que, em média, cada pesquisador vinculado ao centro de PD&I contribuiu duas vezes no período, enquanto cada pesquisador de uma universidade participou, em média, de um artigo. Ao contrário dos dois indicadores anteriores, que demonstraram uma melhor eficiência na cooperação e na produtividade total dos centros de PD&I em relação às universidades, o indicador de **produtividade fracionada** (artigos/autores) destaca a UFPel com o maior índice: em média cada pesquisador elaborou 0,813 artigo no período, seguida pela UFSC, pelo IAPAR e pelo CPAC todos com um índice de 0,75 artigo por autor.

Sobre a estrutura da rede de colaboração, identificou-se que a densidade da rede foi de 0,026 (índice maior do que a do segundo período), e que os pesquisadores apresentaram, em média, 6,57 laços, o que significa que, do total de possibilidades de ligações, o primeiro período apresentou menor quantidade de laços efetivados quando comparado ao segundo. Na Figura 19 estão destacados três dos 30 componentes identificados no período de 2003 a 2007. O componente principal conta com 51 dos pesquisadores representando 20,5% do total do

período, enquanto o segundo componente apresenta 34 pesquisadores e o terceiro 19 pesquisadores (7,6%).

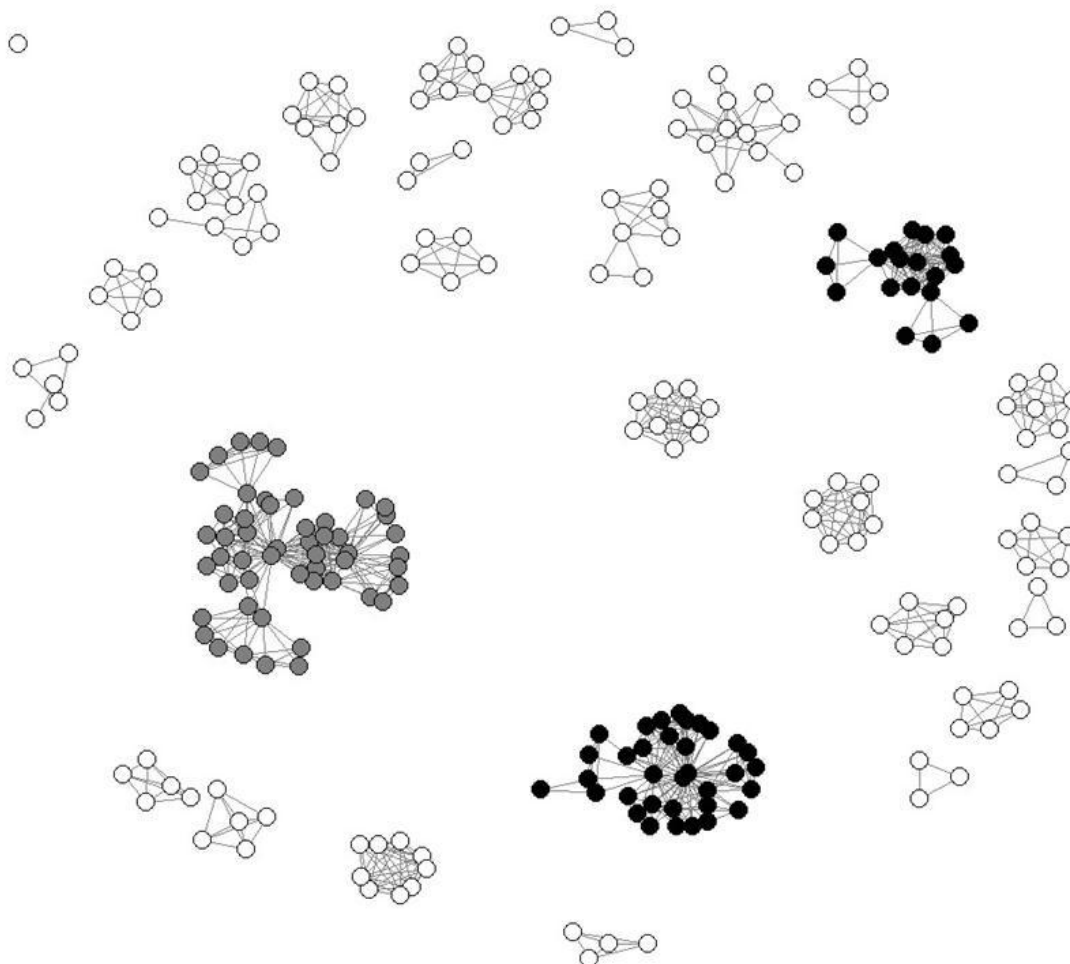


Figura 19. Estrutura da rede de colaboração entre pesquisadores (2003/2007)

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: O componente principal é identificado pela cor cinza chumbo, o 2º e o 3º componentes pela cor pela cor preta. Os demais componentes estão marcados com a cor clara.

Na Figura 21 é possível visualizar o agrupamento dos pesquisadores em grupos coesos, que resulta em um alto coeficiente de agrupamento (0,935). Conforme discutido anteriormente, dos 250 pesquisadores que colaboraram na realização de estudos sobre OGM, 14% participam em grupos de 3 até 6 pesquisadores e 86% compõem grupos com mais de 7 autores. Utilizando a medida *n-clan*, foram identificados 16 grupos com mais de 7

pesquisadores, de modo que no primeiro período cada um destes grupos é composto em média por 14,6 pesquisadores. Além disso, a configuração da rede em mundos pequenos pode ser observada, já que a densidade da rede é baixa (0,026), há um alto índice de agrupamento local e os pesquisadores estão conectados por um baixo número de intermediários, em média 2 passos e no máximo 4. Na Figura 20 apresentam-se os pesquisadores com maior índice de centralidade de grau no período de 2003 a 2007. Estes pesquisadores estão distribuídos nos três componentes principais do período. Os nós (destacados em cinza chumbo) referem-se aos autores mais centrais e o seu tamanho indica a centralidade de grau (quanto maior o tamanho do nó, maior é a centralidade de grau), cujos valores estão apresentados na Tabela 28.

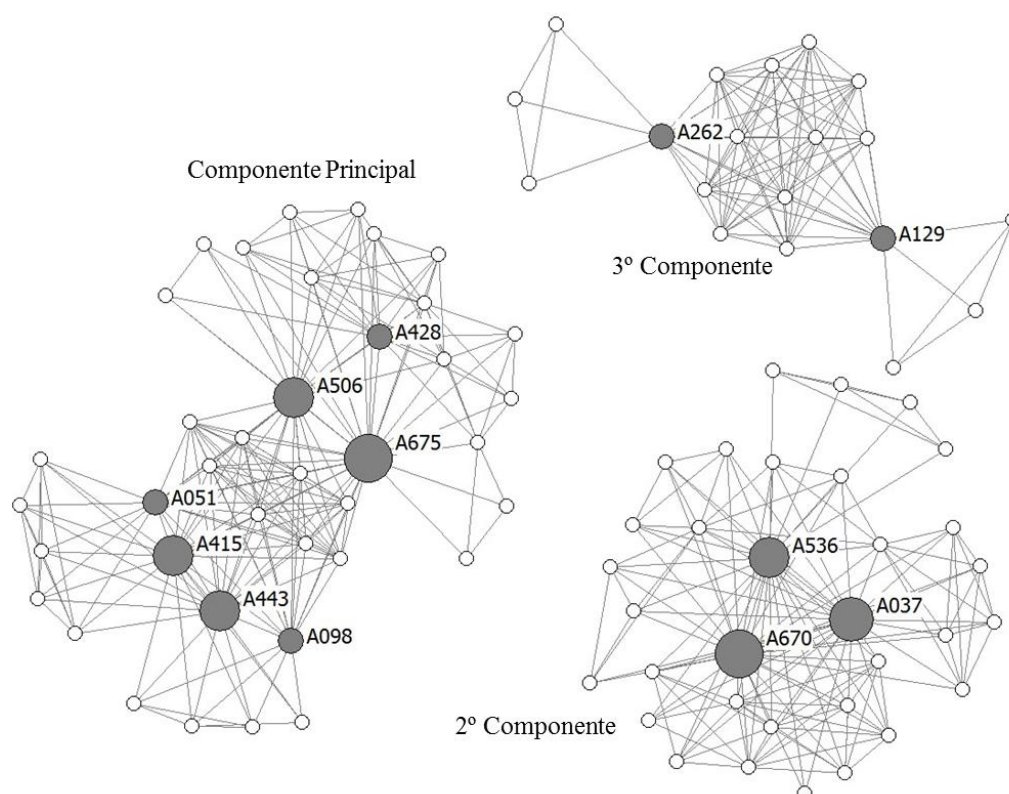


Figura 20. Componentes principais do primeiro período (2003/2007)

Fonte: resultados da pesquisa. A037 (Aragão, F. J. L.); A051 (Azevedo, F. A.); A098 (Boscariol-Camargo, R. L.); A129 (Capalbo, D. M. F.); A262 (Fontes, E. M. G.); A415 (Mendes, B. M. J.); A429 (Molinari, H. B. C.); A444 (Mourão Filho, F. A. A.); A506 (Pereira, L. F. P.); A536 (Rech, E. L.); A670 (Vianna, G. R.); A675 (Vieira, L. G. E.).

Tabela 28:

Autores com maior centralidade de grau no período (2003/2007)

Pesquisador	Organização	Centralidade de Grau
Vieira, L. G. E.	IAPAR	29
Aragão, F. J. L.	CENARGEN	28
Vianna, G. R.	CENARGEN	28
Rech, E. L.	CENARGEN	26
Pereira, L. F. P.	IAPAR	24
Mendes, B. M. J.	USP	22
Mourão Filho, F. A. A.	USP	22
Azevedo, F. A.	USP	18
Boscariol-Camargo, R. L.	USP	17
Capalbo, D. M. F.	CNPMA	15
Fontes, E. M. G.	USP	15
Molinari, H. B. C.	IAPAR	15

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota. Os pesquisadores destacados em negrito apresentaram também os maiores índices de centralidade de intermediação do período.

Sobre a centralidade de grau ressalta-se que a maior parte dos pesquisadores identificados como mais centrais do primeiro período também são mais centrais, considerando o período global da rede. Apenas os pesquisadores Azevedo, F. A., Boscariol-Camargo, R. L., Capalbo, D. M. F e Molinari, H. B. C. não figuram entre os autores com maior centralidade na rede (2003/2012). Adicionalmente, verifica-se que a maioria dos atores são centrais em ambas as medidas (de grau e de intermediação), o que significa que apresentam a capacidade tanto de facilitar a troca de informações quanto de promover o relacionamento entre autores de grupos diferentes por meio dos diferentes laços que possui.

Já sobre a centralidade de intermediação observa-se, na Tabela 29, que os pesquisadores Shuster, I., Tagliari, C. e Sant'Anna, E. S. apesar de apresentarem, respectivamente, o 39º, 42º e 78º posição na centralidade de grau, aparecem entre os doze pesquisadores mais centrais no que se refere à intermediação das relações entre os diferentes autores, reforçando a sua

capacidade de relacionar pesquisadores que pertencem a grupos diferentes no primeiro quinquênio da rede. Por outro lado, ressalta-se que pesquisadores que surgem com alto grau de intermediação, neste período, não permanecem centrais quando analisado o período completo da rede (2003/2012) como é o caso de Azevedo, F. A., Boscariol-Camargo, R. L., Mendes, B. M. J., Mourão Filho, F. A. A., Pereira, L. F. P., Rech, E. L., e Shuster, I.

Tabela 29:

Autores com maior centralidade de intermediação no período (2003/2007)

Pesquisador	Organização	Centralidade de Intermediação
Vieira, L. G. E.	IAPAR	629,6
Shuster, I.	COODETEC	225,0
Tagliari, C.	UFSC	216,0
Rech, E. L.	CENARGEN	184,3
Mendes, B. M. J.	USP	127,5
Mourão Filho, F. A. A.	USP	127,5
Pereira, L. F. P.	IAPAR	122,6
Aragão, F. J. L.	CENARGEN	110,5
Vianna, G. R.	CENARGEN	110,5
Sant'Anna, E. S.	UFSC	84,0
Azevedo, F. A.	USP	65,0
Boscariol-Camargo, R. L.	USP	52,5

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota. Os pesquisadores destacados em negrito apresentaram também os maiores índices de centralidade de grau do período

4.2.3 *Análise da evolução da rede no segundo período (2008/2012)*

Durante o segundo período da rede, foram publicados 116 artigos elaborados por 501 autores, resultando em 639 autorias. Na Tabela 30 apresenta-se a relação dos autores que mais produziram durante o período, e as organizações às quais estavam vinculados, conforme indicado nos artigos.

Tabela 30:

Autores mais produtivos no período (2008/2012)

Pesquisador	Organização	Categoria	2008/2012
Aragão, F. J. L.	CENARGEN	Continuante	8
Araujo, W. L.	UMC	Continuante	5
Arisi, A. C. M.	UFSC	Continuante	6
Azevedo, J. L.	ESALQ/USP	Continuante	5
Boaventura, G. T.	UFF	Transiente	4
Daleprane, J. B.	UFF	Transiente	4
Dinon, A. Z.	ESALQ/USP	Transiente	5
Faria, J. C.	CNPAF	Transiente	4
Figueiredo, M. A.	USP	Entrante	4
Marin, V. A.	CNPSo	Transiente	4
Marins, L. F.	UFPEl	Entrante	4
Mendes, B. M. J.	USP	Continuante	4
Mourão Filho, F. A. A.	ESALQ/USP	Continuante	4
Rech, E. L.	CENARGEN	Continuante	5
Vianna, G. R.	CENARGEN	Continuante	5

Fonte: resultados da pesquisa.

Entre os pesquisadores que mais participaram de estudos publicados no segundo período, a maior parte foi classificada como continuante (pelo menos uma publicação nos últimos três anos e mais de uma publicação em cinco ou mais anos diferentes), cinco como transientes (mais de uma publicação no período, sendo ao menos uma nos últimos 3 anos e ao menos uma em anos anteriores e, em no máximo 4 anos diferentes). Ressalta-se a atuação dos pesquisadores Figueiredo, M. A. e Marins, L. F., classificados como entrantes (mais de uma produção, exclusivamente, nos últimos três anos) que, apesar do pouco tempo atuando no campo, constam entre os autores mais produtivos do período.

Tabela 31:

Medidas de cooperação e produtividade dos tipos de instituições (2008/2012)

Tipo de Instituição	Artigos	Organização	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada
Universidades	102	49	421	4,127	8,592	2,082
Embrapa	48	13	136	2,833	10,462	3,692
Outros Centros PD&I	14	10	22	1,571	2,200	1,400
Empresas PD&I	10	8	15	1,500	1,875	1,250
Org. Estaduais de Pesquisa Agropecuária	29	7	30	1,034	4,286	4,143
Parceiros Internacionais	37	20	15	0,405	1,750	1,850

Fonte: resultados da pesquisa.

Na Tabela 31 constam os dados de análise das medidas de cooperação e de produtividade, segundo o tipo de instituição, no segundo período. Ressalta-se a atuação das universidades brasileiras que, além de apresentar, em números absolutos, a maior quantidade de artigos produzidos, de autores vinculados e de autorias, contam também com o melhor índice de **cooperação** (autorias/artigos) 4,127, seguido pela Embrapa, cujo índice de cooperação é de 2,8. O índice obtido pelos outros centros de PD&I e pelas empresas de PD&I é de cerca de 1,5; pelas OEPA em torno de 1,0 enquanto o índice menos expressivo é de 0,4 relativo à cooperação de parceiros internacionais (centros de PD&I e universidades).

Já o indicador de **produtividade total** (autorias/organizações) indica a Embrapa como a instituição mais produtiva, com índice de 10,4 autorias para cada um dos treze centros de pesquisa da Empresa, participantes do segundo período, enquanto as universidades brasileiras apresentam um índice de 8,5 autorias para cada uma das 49 universidades. É interessante observar que, apesar disso, as OEPA apresentam o melhor índice de **produtividade fracionada** (artigos/organizações), indicando que cada uma das sete OEPA participou em média da elaboração de 4 artigos, enquanto que cada centro de pesquisa da Embrapa participou de 3,6 e cada universidade de 2 artigos.

Estes indicadores também foram aplicados às 10 organizações mais representativas do período de 2008 a 2012 (Tabela 32). Assim como nos primeiros cinco anos, nota-se no segundo período a participação quase que absoluta das universidades brasileiras entre as dez organizações mais colaborativas na rede, de forma que apenas dois centros de pesquisa da Embrapa destacam-se nesta lista: a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e a Embrapa Soja. A análise do indicador de **cooperação** (autorias/artigos) revela que as organizações com maior índice são a Universidade Federal de Lavras (UFLA) com um índice de 4; seguida pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) com 3,6; e a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENRGEN) com 3,3. Destacam-se ainda a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Estadual de Santa Catarina (UESC), ambas com 2,6. Esta análise demonstra que em relação à cooperação entre diferentes pesquisadores na elaboração de estudos sobre OGM no Brasil, estas universidades apresentam melhores índices, valores bem próximos da total alcançado pelo conjunto de universidades do período (4,127).

Tabela 32:

Organizações mais produtivas no período (2008/2012)

Organização	Artigos	Autores	Autorias	Cooperação	Produtividade Total	Produtividade Fracionada	% Total Autorias
UFSC	8	13	21	2,625	1,615	0,615	3,19%
CENRGEN	21	44	70	3,333	1,591	0,477	10,62%
UFLA	4	11	16	4,000	1,455	0,364	2,43%
USP	32	60	86	2,688	1,433	0,533	13,05%
UFRGS	10	19	23	2,300	1,211	0,526	3,49%
UNESP	21	30	34	1,619	1,133	0,700	5,16%
UEM	5	16	18	3,600	1,125	0,313	2,73%
UNICAMP	17	24	25	1,471	1,042	0,708	3,79%
UFV	12	18	18	1,500	1,000	0,667	2,73%
CNPSo	7	16	16	2,286	1,000	0,438	2,43%

Fonte: resultados da pesquisa.

A avaliação da **produtividade total** (autorias/autores) não destaca nenhuma instituição em especial, já que todas apresentam índices em torno de 1. Neste conjunto, a UFSC apresenta o maior valor (1,6), seguida pelo CENARGEN (1,5) e pela USP e UFLA, ambas com valores bem semelhantes (cerca de 1,4). Apesar de o índice de cooperação entre os pesquisadores destas organizações oscilar entre 4 e 1,4 autorias por artigo, a produtividade total destas organizações não chega a duas autorias por artigo. Da mesma forma, a análise do indicador de **produtividade fracionada** (artigos/autores) demonstra que nenhuma das instituições mais produtivas no campo alcançou o valor de 1 artigo, em média, por pesquisador. Esta análise vai ao encontro dos resultados encontrados nas áreas de Estudos Organizacionais e de Estratégia em Organizações (Rossoni, 2006) e Estudos Organizacionais (Guarido Filho, 2008).

Sob o aspecto da estrutura da rede de colaboração, identificou-se que a densidade da rede foi de 0,015 e que os pesquisadores apresentaram em média 7,45 laços. Apesar de a densidade diminuir em relação ao primeiro período (podendo indicar maior fragmentação da rede) a quantidade média de laços aumentou, demonstrando que os autores buscaram associações locais à medida que a rede de forma global aumentava ao longo do tempo. Além disso, foram identificados 50 componentes formados entre os anos de 2007 a 2012 (20 a mais do que no primeiro período), corroborando a afirmação de que os autores buscaram associações locais.

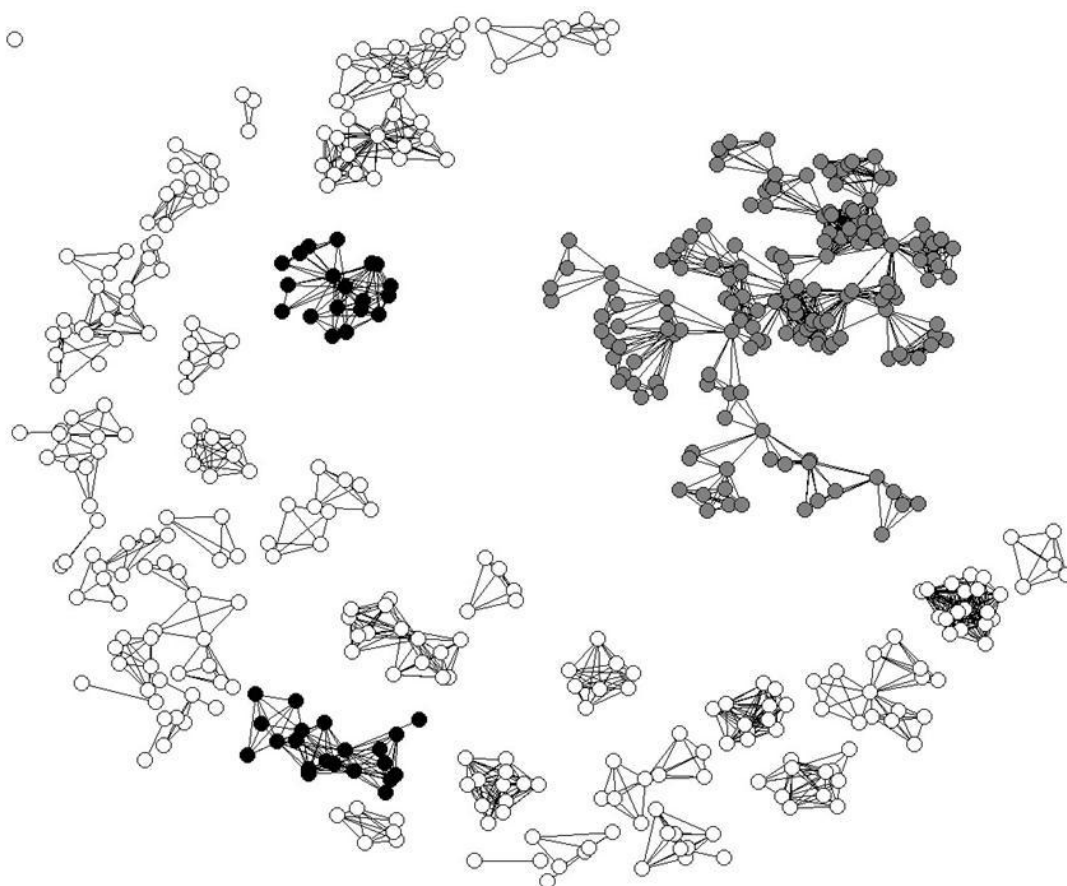


Figura 21. Estrutura da rede de colaboração entre pesquisadores (2008/2012)

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: O componente principal é identificado pela cor cinza chumbo, o 2º e o 3º componentes pela cor preta. Os demais componentes estão marcados com a cor clara.

Na Figura 21 apresentam-se três dos 50 componentes identificados no segundo período. O componente principal (cor cinza chumbo) conta com 271 dos pesquisadores, representando 38,6% do total do período, enquanto o segundo componente apresenta 30 pesquisadores (4,3%), e o terceiro 21 pesquisadores (3%).

Da mesma forma como no primeiro período, é possível verificar o agrupamento dos pesquisadores em grupos coesos, resultante do alto coeficiente de agrupamento (0,939) (Figura 21). Adicionalmente, dos 501 pesquisadores que colaboraram na realização de estudos sobre OGM, 25% participam em grupos de três até seis pesquisadores e 75% compõem grupos com mais de sete autores. Utilizando a medida *n-clan* foram identificados 41 grupos

com mais de sete pesquisadores, sendo cada um destes grupos composto em média por 16,95 pesquisadores. De maneira semelhante ao primeiro quinquênio, verifica-se que a rede adota uma configuração do tipo mundos pequenos, uma vez que a densidade da rede permanece baixa, passando de 0,026 para 0,015, mantém um alto índice de agrupamento local (0,939) e os pesquisadores estão conectados por um baixo número de intermediários, em média 4 passos e no máximo 10.

Na Figura 22 apresentam-se os dez pesquisadores com maior índice de centralidade de grau no período de 2008 a 2012. Estes pesquisadores estão concentrados no componente principal do período. Os nós destacados em cinza chumbo referem-se aos autores mais centrais e o seu tamanho indica a centralidade de grau (quanto maior o tamanho do nó, maior é a centralidade de grau), cujos valores estão apresentados na Tabela 34.

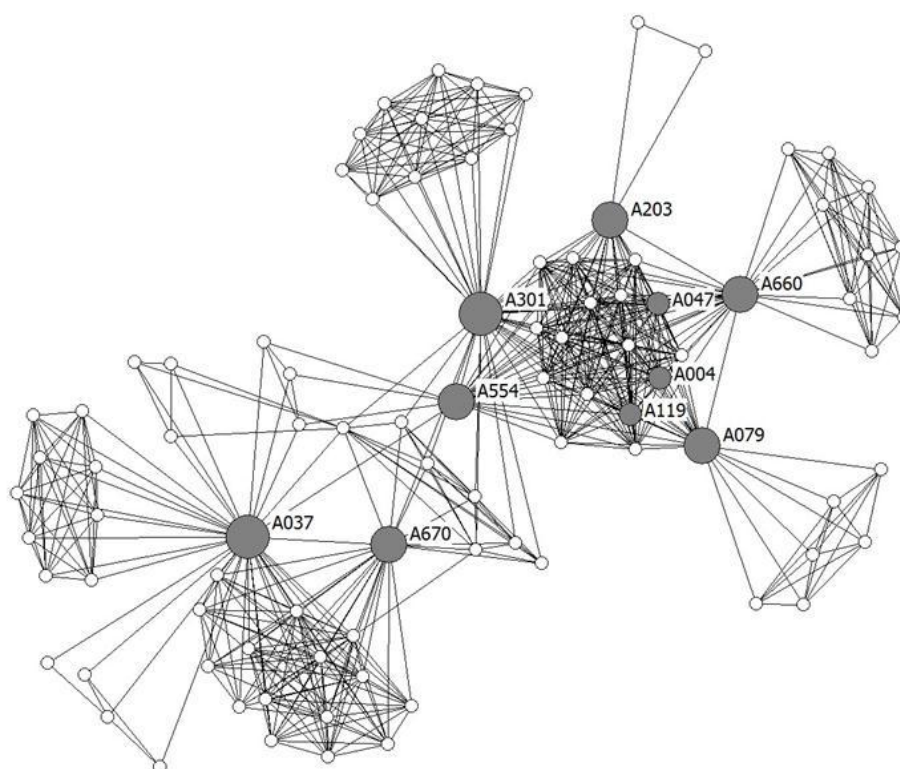


Figura 22. Componente principal do segundo período (2008/2012)

Fonte: resultados da pesquisa. Nota. A004 (Abreu, H. M. C.); A037 (Aragão, F. J. L.); A047 (Arruda, P.); A079 (Bespalhok Filho, J. C.); A119 (Burnquist, W. L.); A203 (Di Ciero, L.); A301 (Grossi-de-Sá, M. F.); A554 (Romano, E.); A660 (Ulian, E. C.); A670 (Vianna, G. R.)

Tabela 33:

Autores com maior centralidade de grau no período (2008/2012)

Pesquisador	Organização	Centralidade de Grau
Grossi-de-Sá, M. F.	CENARGEN	39
Aragão, F. J. L.	CENARGEN	37
Ulian, E. C.	CANAVIALIS	29
Bespalhok Filho, J. C.	UFPR	26
Romano, E.	CENARGEN	24
Vianna, G. R.	CENARGEN	24
Di Ciero, L.	USP	22
Abreu, H. M. C.	CANAVIALIS	20
Arruda, P.	UNICAMP	20
Burnquist, W. L.	CTC	20

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota. Os pesquisadores destacados em negrito apresentaram também os maiores índices de centralidade de intermediação do período.

Sobre a centralidade de grau ressalta-se que a maior parte dos pesquisadores destacados neste período também são os mais centrais, considerando o período global da rede, com exceção dos pesquisadores Abreu, H. M. C. e Burnquist, E. L. Adicionalmente, verifica-se na Tabela 34 que metade dos pesquisadores com maior centralidade de grau também apresentam maior grau de intermediação. Conforme mencionado anteriormente, pesquisadores que ocupam posições centrais nestas duas medidas são capazes de conectar outros pesquisadores por meio dos seus diferentes laços, promovendo o compartilhamento de informações e a difusão do conhecimento por meio da rede.

Sobre a centralidade de intermediação observa-se que Dusi, A. N., Faria, J. C., Oliveira, E. M. M, Rumjanek, N. G. e Xavier, G. R. destacam-se entre os pesquisadores com maior grau de intermediação das relações entre os diferentes autores da rede (tanto no segundo período quanto na análise global da rede), apesar de não apresentarem uma quantidade expressiva de laços diretos (centralidade de grau).

Tabela 34:

Autores com maior centralidade de intermediação no período (2008/2012)

Pesquisador	Organização	Centralidade de Intermediação
Aragão, F. J. L.	CENARGEN	8.128
Bespalhok Filho, J. C.	UFPR	1.694
Dusi, A. N.	CNPH	3.132
Faria, J. C.	CNPAF	6.552
Grossi-de-Sá, M. F.	CENARGEN	2.814
Oliveira, E. M. M.	CTAA	1.412
Romano, E.	CENARGEN	3.834
Rumjanek, N. G.	CNPAB	1.622
Vianna, G. R.	CENARGEN	1.444
Xavier, G. R.	CNPAB	1.622

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota. Os pesquisadores destacados em negrito apresentaram também os maiores índices de centralidade de grau do período.

5. Conclusões e Recomendações

Este estudo adotou como pressuposto que uma das principais funções da pesquisa e da ciência é a produção de novos conhecimentos. O conhecimento científico é construído socialmente e resulta das diversas práticas de pesquisa, assim como das estruturas de relações entre os pesquisadores do campo (Jansen, Görtz & Heidler, 2010; Rossoni & Hocayen-da-Silva, 2008; Rossoni, Hocayen-da-Silva, & Ferreira, 2008a). Portanto, teve como objetivo principal identificar características de redes de coautoria de publicações científicas sobre organismos geneticamente modificados e sua relação com a cooperação e a produtividade científicas, no campo da pesquisa agropecuária brasileira. Para tanto, foi realizado um estudo longitudinal considerando os últimos dez anos (2003 a 2012), utilizando as informações contidas nos artigos publicados em periódicos científicos constantes das bases de dados internacionais *Web of Science*, *Scielo.org.*, *Scopus* e ainda a Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA), mantida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Foram identificados 185 artigos elaborados por 702 pesquisadores resultando em 989 autorias. A análise da estrutura do campo foi realizada considerando dois períodos de cinco anos cada (2003 a 2007 e 2008 a 2012), o que possibilitou avaliar o desenvolvimento da rede e a dinâmica de relacionamento entre os pesquisadores.

As conclusões deste estudo abordam especialmente duas perspectivas relativas (i) à descrição dos indicadores de produção científica do campo, ressaltando os índices de cooperação e de produtividade; e (ii) às propriedades estruturais e posicionais da rede, com o intuito de compreender os padrões de relações entre os pesquisadores. Contudo, alguns aspectos sobre a população analisada merecem destaque.

Inicialmente, verificou-se a alta especialização dos pesquisadores do campo já que aproximadamente 80% são doutores e metade destes buscou aperfeiçoamento por meio de

estágios pós-doutorais. Identificou-se que a atuação profissional dos pesquisadores acontece em diferentes campos do conhecimento, em razão da multidisciplinaridade da biotecnologia., sendo que a maior parte dos pesquisadores atuam nas ciências biológicas e agrárias, especialmente, nas áreas de bioquímica, genética vegetal, fitotecnia, fitossanidade, biotecnologia vegetal e ciência do solo.

No que se refere à produção científica, observou-se o crescimento expressivo do campo em termos de quantidade de artigos, de autores e da participação em estudos (autorias) em mais de 100% de 2003 a 2012. Este crescimento pode ser explicado não somente pelos avanços das técnicas de biotecnologia na agropecuária brasileira, mas também pelas pressões, cada vez mais acentuadas, exercidas pela sociedade sobre a aplicação e o impacto do uso de organismos transgênicos na saúde humana e no meio ambiente. Além deste crescimento observou-se que a quase totalidade dos artigos (98%) contou com mais de uma autoria, o que demonstra uma tendência de colaboração entre os pesquisadores do campo.

A análise da cooperação no período (2003/2012) indica que há uma tendência de associação, em média, de cinco pesquisadores para a realização de estudos em coautoria. Por outro lado, a produtividade apresentou baixos índices que podem ser explicados, em parte, pela quantidade expressiva de pesquisadores *one-timers* que atuaram no campo. É interessante notar que, apesar do crescimento do número de artigos, autores e autorias do primeiro para o segundo período, não se observou mudança significativa dos indicadores de cooperação e de produtividade, o que reforça a ideia de que, apesar de existir a tendência de associação entre os pesquisadores para a elaboração de artigos em coautoria, essas parcerias não refletiram o aumento da produtividade. Entretanto, é preciso considerar as diferentes práticas e processos de pesquisa, valores e culturas organizacionais para compreender os resultados de cooperação e produtividade apresentados pelos diferentes tipos de organização, em especial analisar a capacidade de atuação das equipes nas pesquisas (considerando tempo de dedicação,

complexidade das atividades, estágios de desenvolvimento do projeto) para um melhor entendimento sobre o processo de produção científica das universidades, centros de pesquisa e empresas do setor privado.

A comparação da produção científica com os padrões internacionais (Lei de *Lotka*) indicou que o campo de OGM no Brasil é menos produtivo do que o padrão internacional. Todavia, o fato de a produção científica do campo ser inferior ao padrão internacional não significa necessariamente que este seja improdutivo, já que as ciências exatas (na qual se definiu o padrão internacional de produtividade científica) apresentam perspectivas de colaboração distintas das demais ciências, como por exemplo, as ciências sociais. Além disso, o resultado da produção científica do campo de OGM (beta de 2,83) aproxima-se dos valores encontrados em outros estudos no Brasil como os de Rossoni (2006), Rossoni e Hocayen-da-Silva (2007) e Martins (2009), do campo da administração, que apresentaram em média um valor beta de 2,44.

Para compreender a produtividade e os padrões de coautoria do campo, cada pesquisador foi classificado como continuante, transiente, *one-timer*, entrante e retirante, tendo como base toda a atividade do pesquisador ao longo do período, considerando tanto o volume quanto a regularidade de sua publicação. O resultado desta análise revelou o alto percentual de pesquisadores que em uma primeira análise não priorizaram a construção de uma carreira acadêmica já que publicaram apenas um artigo (*one-timers*) e que uma pequena parcela dos pesquisadores figura entre os mais produtivos do campo (com autorias em sete ou mais publicações). Sobre o relacionamento entre as categorias, observou-se que os pesquisadores *one-timers* foram os que menos interagiram com as demais categorias. Por outro lado, os grupos de autores continuantes e transientes foram os que mais se relacionaram com outros, reforçando a tendência de colaboração entre os pesquisadores para a realização de estudos sobre OGM no Brasil.

O estudo demonstrou que há uma homogeneidade no indicador de cooperação entre as organizações localizadas nas regiões centro-oeste, sudeste e sul, as quais cooperam em média três vezes em cada artigo. Já os indicadores de produtividade total e fracionada destacaram o centro-oeste como a região mais produtiva. A análise destes indicadores evidenciou o Distrito Federal como a unidade da federação que mais cooperou no período além de ter apresentado também o maior índice de produtividade (total e fracionada). Estes destaques são atribuídos, possivelmente, à atuação dos pesquisadores vinculados ao CENARGEN (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), localizado no Distrito Federal. Por fim, alerta-se para a baixa participação das regiões norte e nordeste. A região norte conta com a participação de apenas uma universidade (Acre) enquanto a região nordeste com 2 centros de pesquisa da Embrapa (Alagoas e Bahia) e 4 universidades (Bahia, Ceará e Maranhão). Este resultado não foi surpreendente considerando a dificuldade de acesso aos recursos necessários para a condução de pesquisas nestas regiões.

No que se refere à participação das organizações, destacaram-se como as duas organizações mais produtivas do campo: a Universidade de São Paulo (USP), especialmente pela participação da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) e a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN). A avaliação por tipo de instituição revelou a maior participação das universidades brasileiras na elaboração dos estudos (tanto em termos de quantidade de artigos produzidos quanto de autorias), conferindo um melhor índice de cooperação do que os demais tipos de instituição. Entretanto, os centros de pesquisa da Embrapa destacaram-se em relação à produtividade (total e fracionada) quando comparados aos demais.

A avaliação da participação das instituições nos estudos de organismos transgênicos revelou um maior índice de cooperação das universidades e uma maior produtividade dos centros de pesquisa da Embrapa. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que

possivelmente parte dos pesquisadores de centros de pesquisa também atuam como professores em universidades, orientando pesquisas nos programas de pós-graduação o que contribui não somente para o aumento da sua produtividade científica, mas também para a possibilidade de conexões com novos pesquisadores.

Adicionalmente, observou-se a participação quase inexpressiva de pesquisadores de empresas privadas, resultado já esperado, considerando que a maior parte dos projetos de pesquisa não contempla a parceria com o setor privado no desenvolvimento dos projetos, de modo que as publicações científicas resultantes destes estudos não evidenciam as parcerias entre as diferentes organizações e a colaboração científica entre seus pesquisadores. Da mesma forma, verificou-se o baixo envolvimento com pesquisadores de outros países, uma vez que as relações existentes, aparentemente, foram resultantes das teses de doutorado realizadas em outros países.

Nesse sentido, este estudo aponta para a necessidade de fortalecimento do campo, por meio do estreitamento das relações com o setor privado, baseado no envolvimento das diferentes organizações da cadeia produtiva nos projetos de pesquisa, para que ocorra efetivamente a difusão dos conhecimentos e das tecnologias geradas, evitando que os resultados da pesquisa fiquem restritos à “prateleira ou estoque de conhecimentos” à espera de uma demanda para o seu uso. Além disso, ressalta-se a importância da intensificação de ações de intercâmbio entre centros de PD&I do Brasil com de outros países, especialmente, com os Estados Unidos e países asiáticos, líderes em pesquisas do campo da biotecnologia.

Vale ressaltar que uma limitação deste estudo refere-se ao mecanismo escolhido para identificar a existência de uma relação entre os pesquisadores (artigo científico). Existem outros indicadores técnico-científicos e de transferência de tecnologia, que podem ser utilizados para mensurar a produtividade dos pesquisadores como, por exemplo, capítulos em livros técnico-científicos, artigos e resumos em anais de evento científicos, orientações de

dissertações e de teses de pós-graduação, circulares e comunicados técnicos, boletins de pesquisa e desenvolvimento, organização de livros ou sistemas de produção, artigos para divulgação na mídia, de modo que a utilização de um ou mais destes indicadores irá impactar na configuração da rede de pesquisa do campo.

Considerando as conclusões apresentadas sobre os indicadores de produção científica, apresentam-se a seguir as conclusões relativas aos resultados encontrados por meio da análise de redes sociais, em especial sobre os elementos estruturais da rede (tamanho, densidade e componentes) e o posicionamento dos pesquisadores na rede (centralidade e coesão).

Sobre os aspectos estruturais, o primeiro que merece destaque é o crescimento da rede, já que no primeiro quinquênio (2003/2007), 250 pesquisadores atuavam no campo, enquanto no segundo (2008/2012) o número de autores dobrou (501), refletindo diretamente no crescimento do número de laços estabelecidos. O aumento do número médio de laços por autor indica que os pesquisadores buscaram associar-se a outros evidenciando um movimento colaborativo na rede de forma global. Por outro lado, o acréscimo de pesquisadores impactou negativamente na densidade da rede no segundo quinquênio. A diminuição da densidade da rede no segundo período significa que o volume de laços efetivamente constituídos entre os pesquisadores não acompanhou o aumento dos laços possíveis na rede, sinalizando para uma fragmentação da rede em uma visão global.

Em relação à quantidade de componentes na rede, identificou-se que no período 2003 a 2012 foram formados 63 componentes (considerando que dois pesquisadores que estabeleceram um laço formam um componente), sendo que o seu componente principal contou com 271 pesquisadores (cerca de 40% da rede). Além disso, a análise dos dois períodos demonstrou não somente o crescimento da quantidade de componentes, mas especialmente o aumento do tamanho do componente principal (quase quatro vezes mais)

indicando um crescimento expressivo da quantidade de pesquisadores totalmente interligados do primeiro para o segundo período.

Além disso, buscou-se verificar se a rede de pesquisa adotava uma configuração de *small worlds* (mundos pequenos) nas relações entre os autores. Considerando a baixa densidade da rede e o alto índice do coeficiente de agrupamento, e ainda, que os pesquisadores estavam conectados a outros pares pertencentes a diferentes grupos, por meio de um pequeno número de intermediários, conclui-se que o campo de pesquisa em organismos transgênicos no Brasil é um mundo pequeno. Esse tipo de configuração congrega os benefícios dos conceitos de coesão (Coleman, 1988), buracos estruturais (Burt, 1992) e laços fracos (Granovetter, 1973), na medida em que promove ao mesmo tempo (i) a conexão com outros grupos, nos quais a informação não é redundante, podendo favorecer maior criatividade na condução das pesquisas; e (ii) o agrupamento local, cujo nível de coesão favorece tanto o compartilhamento de práticas, valores e crenças, quanto a familiarização e a colaboração entre os membros do grupo.

No que se refere aos aspectos posicionais da rede, ressalta-se que foram analisadas as medidas de centralidade (de grau e de intermediação) e de coesão (*clique*, *n-clique* e *n-clan*). Sobre a centralidade, analisou-se essa medida em razão da (i) quantidade de laços diretos que o autor possui (centralidade de grau) ou (ii) capacidade de intermediar relações, facilitando o fluxo de informações e recursos na rede (centralidade de intermediação). De forma geral, observou-se que os pesquisadores com maior centralidade de grau eram vinculados a centros de PD&I e não a universidades. Como as universidades representavam a maior quantidade de organizações na rede e também concentravam a maior participação na produção de artigos, era de se esperar que os pesquisadores mais centrais estivessem vinculados às universidades. Portanto, seria interessante a condução de estudos para a investigação dos fatores que

influenciam o processo colaborativo nos diferentes tipos de organização, em especial, nas universidades e centros de PD&I no Brasil.

Ao se analisar a centralidade de grau em cada um dos períodos, observou-se que boa parte dos pesquisadores identificados como centrais também se destacaram na análise do período global, favorecendo um certo grau de estabilidade ao campo. Ressalta-se a participação dos autores Aragão, F. J. L. e Vianna, G. R. que apresentaram maior quantidade de laços diretos em todos os períodos analisados (2003 a 2007; 2008 a 2012; 2003 a 2012). Sobre a avaliação da centralidade de intermediação, observou-se nos dois períodos (2003 a 2007 e 2008 a 2012) que parte dos pesquisadores com maior centralidade de grau também figuravam entre aqueles com maior centralidade de intermediação, dotando-os de maior habilidade para acessar informações e recursos de outros grupos por meio dos seus diferentes laços diretos. Nesta análise novamente se destacaram Aragão, F. J. L. e Vianna, G. R. como os autores com maior capacidade de intermediação em todos os períodos. Nesse sentido, estes pesquisadores apresentaram, ao mesmo tempo, maior capacidade de conectar outros por meio dos seus diferentes laços, bem como de promover o compartilhamento de informações e a difusão do conhecimento por meio da rede, o que, possivelmente, contribuiu para a sua alta produtividade no campo. Dessa forma, conclui-se que os pesquisadores com maior produtividade no campo são aqueles que apresentam a capacidade de colaborar com diferentes autores e de atuar em diferentes grupos.

Em relação às medidas de coesão estrutural utilizadas para a identificação de grupos na rede (nos períodos 2003 a 2007, 2008 a 2012 e 2003 a 2012), verificou-se o aumento considerável na formação de grupos do primeiro para o segundo período, o que reforça não somente o crescimento e o desenvolvimento do campo, mas também a tendência de colaboração em grupos maiores (com sete ou mais pesquisadores). Assim, apesar da

existência de uma rede fragmentada e pouco densa em nível global, verificou-se a existência de grupos coesos e próximos, que proporcionam certo equilíbrio ao campo.

A realização deste estudo possibilitou identificar as características de redes de coautoria de publicações científicas e a sua relação com a cooperação e a produtividade científicas sobre organismos geneticamente modificados no campo da pesquisa agropecuária brasileira. Dessa forma, as considerações deste estudo remetem a algumas reflexões para pesquisas futuras.

Inicialmente, sugere-se analisar os padrões de cooperação e produtividade de pesquisadores atuantes em outros campos do conhecimento, especialmente no campo das ciências agrárias ou biológicas em razão da carência de estudos sobre colaboração científica neste campo no Brasil.

Em segundo lugar, estudar o campo de pesquisa sobre OGM, no Brasil, com base em outros indicadores de produção técnico-científica, como autorias de capítulos em livros técnico-científicos, artigos e resumos em anais de eventos científicos, orientações de dissertações e de teses de pós-graduação para verificar a existência de novas relações e rever a configuração da rede, considerando os diferentes laços entre os pesquisadores do campo. Apesar de os artigos apresentados em eventos científicos ainda estarem em estágio de discussão e poderem apresentar resultados diferentes quando publicados em periódicos científicos, estes encontros configuram-se como importantes canais de intercâmbio de práticas, informações e conhecimentos entre os pesquisadores do campo. Da mesma forma, a análise da rede de pesquisa, considerando as orientações de alunos de pós-graduação, pode explicar, em parte, a rotatividade de autores no campo de OGM no Brasil. Adicionalmente, a participação em bancas de dissertações e de teses, configuram-se como oportunidades de discussão de temas da área e podem também potencializar o processo de cooperação entre pesquisadores do campo.

Em terceiro lugar, seria interessante comparar os resultados da produção científica com o impacto destes estudos no desenvolvimento do conhecimento científico do campo, por meio da análise das citações. Enquanto a análise das coautorias destaca os pesquisadores mais importantes, a análise das citações identifica os artigos científicos mais centrais e relevantes da área de conhecimento.

Além disso, recomenda-se a continuação deste estudo a partir de uma fase de pesquisa qualitativa, que permita a compreensão dos fatores que influenciam a formação de parcerias entre os pesquisadores, especialmente daqueles pertencentes a organizações distintas como universidades e centros de PD&I. Sugere-se também investigar a dinâmica da produção científica com ênfase nas categorias dos pesquisadores buscando analisar fatores que impactam a continuidade ou mudança de categorias. Por fim, realizar um estudo qualitativo do relacionamento dos pesquisadores que assumem um posicionamento mais central na rede com aqueles com os quais se relacionam diretamente considerando características demográficas e funcionais que permitam uma melhor compreensão dos resultados encontrados.

Referências

- Abbasi, A., Hossain, L., Uddin, S. & Rasmussen, K. J. R. (2011). Evolutionary dynamics of scientific collaboration networks: multi-levels and cross-time analysis. *Scientometrics*, 89 (2), 687-910.
- Acedo, F. J., Barroso, C., Casanueva, C., & Galán, J. L. (2006). Co-Authorship in management and organizational studies: an empirical and network analysis. *Journal of Management Studies*, 43 (5), 957-983.
- Aleixandre-Benavent, R., González-Alcaide, G., Alonso-Arroyo, A., Bolaños-Pizarro, M., Castelló-Cogollos, L., & Valderrama-Zurián, J. C. (2008). Redes de coautorías y colaboración institucional en Farmacia Hospitalaria. *Farmacia Hospitalaria*, 32 (4), 226-233.
- Andrade, S. R. M. de. & Faleiro, F. G. (2011). Biossegurança ambiental e alimentar de OGMs. In: Faleiro, F. G., Andrade, S. R. M. de & Reis, F. B., Jr. (Orgs.). *Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária* (pp. 470-511). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.
- Bales, M. E., Johnson, S. B., Keeling, J. W., Carley, K. M., Kunkel, F. & Merrill, J. A. (2011). Evolution of coauthorship in public health services and systems research. *American Journal of Preventive Medicine*, 41 (1), 112-117.
- Balestrin, A., Vargas, L. M. & Fayard, P. (2005). O efeito rede em polos de inovação: um estudo comparativo. *Revista de Administração de São Paulo*, 40 (2), 159-171.
- Barabási, A. L. & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286, 509-512.
- Barabási, A. L., Jeong, H., Néda, Z., Ravasz, R., Schubert, A., & Vicsek, T. (2002). Evolution of the social network of scientific collaboration. *Physica A*, 311, 590–614.
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Braun, T., Glänzel, W. & Schubert, A. (2001). Publication and cooperation patterns of the authors of neuroscience journals. *Scientometrics*, 51 (3), 499-510.

- Burt, R. S. (1992). *Structural holes the social structure of competition*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1992.
- Câmara Leal, R. P., Oliveira, J. & Soluri, A. F. (2003). Perfil da pesquisa em finanças no Brasil. *Revista de Administração de Empresas*, 43 (1), 1-14.
- Capalbo, D. M. F., Dusi, A. N., Pires, C. S., Paula, D. P., Arantes, O. M. N., & Melo, I. S. (2009). OGM e Biossegurança. In: M. A. F. Costa & M. F. B. Costa (Orgs.). *Biossegurança de OGM: uma visão integrada* (pp. 190-219). Rio de Janeiro: Publit.
- Capobianco, R. P., Silveira, S. F. R., Zerbato, C. & Mendes, A. C. A. (2011). Análise das redes de cooperação científica através do estudo das coautorias dos artigos publicados em eventos da Anpad sobre avaliação de políticas públicas. *Revista de Administração Pública*, 45 (6), 1869-90.
- Cardoso, R. L.; Mendonça Neto, O. R.; Sakata, M. C. G. (2005). Pesquisa Científica em Contabilidade entre 1990 e 144 2003. *Revista de Administração de Empresas*, 45(2), 34-45.
- Carneiro, M. (1995). Aplicações gerais da biotecnologia na agropecuária. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 4, 317-320.
- Choi, S. (2012). Core-periphery, new clusters, or rising stars? International scientific collaboration among advanced countries in the era of globalization. *Scientometrics*, 90 (1), 25-41
- Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *The American Journal of Sociology*, 94 (Supplement), 95-120.
- Crane, D. (1972). *Invisible colleges*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Cruz, A. P. C., Espejo, M. M. S. B., Costa, F. & Almeida, L. B. (2011). Perfil das redes de cooperação científica: congresso USP de controladoria e contabilidade - 2001 a 2009. *Revista de Contabilidade e Finanças USP*, 22 (55), 64-87.
- Drenth, P. J. D. (1984). *Research in work and organizational psychology: principles and methods*. In P. J. D. Drenth *et al.* Handbook of Work and Organizational Psychology. Chichester: John Wiley & Sons, 1984.

- Dusi, A. N. & Quirino, B. (2008). Biossegurança de organismos geneticamente modificados e análise de risco. In B. Quirino (Org.). *Revolução dos transgênicos* (pp. 109-125). Rio de Janeiro: Interciência.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1996). *Programa de desenvolvimento de pesquisas básicas em biotecnologia*. Brasília, DF: Secretaria Executiva do Programa de Desenvolvimento de Pesquisa Básica em Biotecnologia, SPI, Embrapa Cenargen.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.(2008). *V Plano Diretor da Embrapa: 2008 – 2011 – 2023*. Brasília, DF, Secretaria de Gestão e Estratégia, Embrapa.
- Ernerick, M. C., Muller, A. C. M., & Moreira, A. C. (2002). *Título*. In: L. A. Serafini, N. M., Barros, J.L. Azevedo (Orgs.). *Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria* (pp. 333-382). Coleção Biotecnologia. Caxias do Sul: EDUCS.
- Evans, T. S., Lambiotte, R. Panzarasa, P. (2011). Community structure and patterns of scientific collaboration in Business and Management. *Scientometrics*, 89, 381-396.
- Faleiro, F. G. & Andrade, S. R. M. de. (2011). Biotecnologia: uma visão geral. In: F. G. Faleiro, S. R. M. de Andrade & F. B., Reis Jr. (Orgs.). *Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária* (pp. 13-29). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.
- Fatt, C. K., Abu, U. E. & Ratnavelu, K. (2010). The structure of collaboration in the Journal of Finance. *Scientometrics*, 85 (3), 849-860.
- Fischbach, K, Putzk J.E. & Schoder, D. (2011). Co-authorship networks in electronic markets research. *Electronic Markets*, 21 (1), 19-40.
- Freeman, L. (1996). Some antecedents of social network analysis. *Connections*, 19, 39-42.
- Freitas, A., Filho, Souza, L. G., Araújo, M. O. C. & Demôro, P. T. (1986). O modelo institucional da pesquisa agropecuária do Ministério da Agricultura: fundamentos e razões. Brasília: Embrapa.
- Furukawa, T., Shirakawa, N. & Okuwada, K. (2011). Quantitative analysis of collaborative and mobility networks. *Scientometrics*, 87 (3), 451-466.
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (5. ed). São Paulo, SP: Atlas.

- Gordon, A. (2007). Transient and continuant authors in a research field: the case of terrorism. *Scientometrics*, 72 (2), 213-224.
- Gossart, C. & Özman, M. (2009). Co-authorship networks in social sciences: the case of Turkey. *Scientometrics*, 78 (2), 323-345.
- Granovetter, M. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78 (6), 1360-1380.
- Guarido Filho, E. R. (2008). A construção da teoria institucional nos estudos organizacionais no Brasil: o período 1993-2007. 2008. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil.
- Guarido Filho, E. R., Machado-da-Silva, C. L., & Rossoni, L. (2010). The social and intellectual dimensions in the construction of scientific knowledge: the institutional theory in organization studies in Brazil. *BAR, Brazilian Administration. Review*, 7 (2), 136-154.
- Guimarães, T. A., Gomes, A. O., Odellius, C. C., Zancan, C. & Corradi, A. A. (2009). A rede de programas de pós-graduação em administração no Brasil: análise de relações acadêmicas e atributos de programas. *Revista de Administração Contemporânea*, 13 (4), 564-582.
- He, T. (2009). International scientific collaboration of China with the G7 countries. *Scientometrics*, 80 (3), 573-584.
- Heidler, R. (2011). Cognitive and Social Structure of the Elite Collaboration Network of Astrophysics: a Case Study on Shifting Network Structures. *Minerva*, 49 (4), 461-488.
- Hossain, L. & Fazio, D. (2009). The social networks of collaborative process. *The Journal of High Technology Management Research*, 20 (2), 119-130.
- Hu, C. & Racherla, P. (2008). Visual representation of knowledge networks: a social network analysis of hospitality research domain International. *Journal of Hospitality Management*, 27 (2), 302-312.
- Jansen, D., Görtz, R. V. & Heidler, R. (2010). Knowledge production and the structure of collaboration networks in two scientific fields. *Scientometrics*, 83 (1), 219-241.

- Jeong, S., Choi, J. Y. & Kim, J. (2011). The determinants of research collaboration modes: exploring the effects of research and researcher characteristics on co-authorship. *Scientometrics*, 89, 967–983.
- Katsouyanni, K. (2008). Collaborative research: accomplishments & potential. *Environmental Health*, 7 (3), 1-7.
- Klenk, N. L., Hickey, G. M. & MacLellan, J. I. (2010). Evaluating the social capital accrued in large research networks: the case of the sustainable forest management network (1995-2009). *Social Studies of Science*, 40 (6) 931 –960.
- Knorr-Cetina, K. (1981). *The manufacture of knowledge: an essay in the constructivist and contextual nature of science*. New York, NY: Pergamon.
- Kronegger, L., Mali, F., Ferligoj, A. & Doreian, P. (2011). On the dynamics of national scientific systems. *Qual Quant*, 45, 989-1015.
- Kronegger, L., Mali, F., Ferligoj, A., & Doreian, P. (2012). Collaboration structures in Slovenian scientific communities. *Scientometrics*, 90, 631-647.
- Kuhn, T. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Kuzhabekova, A. (2011). Impact of co-authorship strategies on research productivity: a social-network analysis of publications in Russian cardiology. Tese de doutorado, University of Minnesota, United States.
- Larsen, K. (2008). Knowledge network hubs and measures of research impact, science structure, and publication output in nanostructured solar cell research. *Scientometrics*, 74 (1), 123-142.
- Lastres, H. M. M. (1995). Redes de inovação e as tendências internacionais da nova estratégia competitiva industrial. *Ciência da Informação*, 24 (1), 1-9.
- Leavitt, H. J. (1951). Some effects of certain communication patterns on group performance. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 46 (1), 38-50.
- Lemarchand, G. A. (2012). The long-term dynamics of co-authorship scientific networks: iberamerican countries (1973–2010). *Research Policy*, 41 (2), 291-305.

- Li, L., Li, X., Cheng, C., Chen, C., Ke, G., Zeng, D. D. & Scherer, W. T. (2010). Research Collaboration and ITS Topic Evolution: 10 Years at T-ITS. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 11 (3), 517-523.
- Liao, C. H. (2010). How to improve research quality? Examining the impacts of collaboration intensity and member diversity in collaboration networks. *Scientometrics*, 86 (3), 747-761.
- Lievrouw, L. A., Rogers, E. M., Lowe, C. U. & Nadel, E. (1987). Triangulation as a research strategy for identifying invisible colleges among biomedical scientists. *Social Networks*, 9, 217-248.
- Lotka, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 16(12), 317-323.
- Maia, M. F. & Caregnato, S. E. (2008). Coautoria como indicador de redes de colaboração científica. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 13 (2), 18-31.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2010). *Boletim técnico: biotecnologia agropecuária*. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília, DF: Mapa.
- Marques, E. C. (1999). Redes sociais e instituições na construção do estado e da sua permeabilidade. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 14 (41), 45-67.
- Marteleto, R. M. (2001). Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*, 30 (1), 71-81.
- Marteleto, R. M. & Silva, A. B. O. (2004). Redes e capital social: o enfoque da informação para o desenvolvimento local. *Ciência da Informação*, 33 (3), 41-49.
- Martins, G. (2009). A Construção do Conhecimento Científico no Campo de Gestão de Operações no Brasil: uma análise sob a ótica de Redes Sociais do período 1997-2008. Dissertação de mestrado. Fundação Vargos, São Paulo, SP, Brasil.
- Martins, G. S., Rossoni, L, Csillag, J. M., Martins, M. E. & Pereira, S. C. F. (2010). Gestão de operações no Brasil: uma análise do campo científico a partir da rede social de pesquisadores. *Revista de Administração de Empresas*, 9 (2), 1-26.

- Mattsson, P., Laget, P, Vindefjärd, A. N. & Sundberg, C. J. (2010). What do European research collaboration networks in life sciences look like? *Research Evaluation*, 19 (5), 373-384.
- McFadyen, M. A., Semadeni, M. & Cannella, A. A., Junior. (2009). Value of strong ties to disconnect others: examining knowledge creation in biomedicine. *Organization Science*, 20 (3), 552-564.
- Mello, C. M., Crubellate, J. M. & Rossoni, L. (2009). Redes de coautorias entre docentes de programas brasileiros de pós-graduação (*strictosensu*) em Administração: aspectos estruturais e dinâmica de relacionamento. *Revista de Administração Mackenzie*, 10 (5), 130-153.
- Mello, C. M., Crubellate, J. M. & Rossoni, L.(2010). Dinâmica de relacionamento e prováveis respostas estratégicas de programas brasileiros de pós-graduação em administração à avaliação da Capes: proposições institucionais a partir da análise de redes de co-autorias. *Revista de Administração Contemporânea*, 14 (3) 434-457.
- Mendes, P. J. V. M. (2009). *A dinâmica de relações no campo da pesquisa em organizações e estratégia no Brasil: uma análise institucional*. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- Mesquita, R. B., Landim, F. L. P., Collares, P. M. & Luna, C. G. Análise de redes sociais informais: aplicação na realidade da escola inclusiva. *Comunicação, Saúde, Educação*, 12 (26), 549-62.
- Milgram, S. (1967). The small world problem. *Psychology Today*, 2, 60-67.
- Mizruchi, M. S. (2006). Análise de redes sociais: avanços recentes e controvérsias atuais. *Revista de Administração de Empresas*, 46 (3), 72-86.
- Moody, J. (2004). The structure of a social science collaboration network: disciplinary cohesion from 1963 to 1999. *American Sociological Review*, 69 (2), 213-238.
- Moura, A. M. M. & Caregnato, S. E. (2011). Coautoria em artigos e patentes: um estudo da interação entre a produção científica e tecnológica. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 16 (2), 153-167.

- Nascimento, S. & Beuren, I. M. (2011). Redes sociais na produção científica dos programas de pós-graduação de ciências contábeis do Brasil. *Revista de Administração Contemporânea*, 15 (1), 47-66.
- Newman, M. E. J. (2000). Small worlds: The structure of social networks. *Santa Fe*: Santa Fe Institute.
- Newman, M. E. J. (2001a). Scientific collaboration networks I: network construction and fundamental results. *Physical Review E*, 64, 16131-1-8.
- Newman, M. E. J. (2001b). Scientific collaboration networks II: shortest paths, weighted networks, and centrality. *Physical Review E*, 64, 016132-1-7.
- Newman, M. E. J. (2001c). The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the National Academic Sciences*, 98 (2), 404-409
- Newman, M. E. J. (2004). Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (1), 5200-5205.
- Nikzad, M., Jamali, H. R. & Hariri, N. (2011). Patterns of Iranian co-authorship networks in social sciences: a comparative study. *Library & Information Science Research*, 33 (4), 313-319.
- Olave, M. E. L. & Amato, J., Neto. (2001). Redes de cooperação produtiva: uma estratégia de competitividade e sobrevivência para pequenas e médias empresas. *Gestão e Produção*, 8 (3), 289-303.
- Powell, W. W., Koput, K. W., White, D. R. & Owen-Smith, J. (2005). Network Dynamics and Field Evolution: The Growth of Interorganizational Collaboration in the Life Sciences. *AJS*, 110 (4), 1132-1205.
- Pellegrin, I., Balestro, M. V., Antunes, J. A. V., Jr. & Caulliraux, H. M. (2007). Redes de inovação: construção e gestão da cooperação pró-inovação. *Revista de Administração São Paulo*, 42 (3), 313-325.
- Pepe, A. & Rodriguez, M. A. (2010). Collaboration in sensor network research: an in-depth longitudinal analysis of assortative mixing patterns. *Scientometrics* 84, 687-701.

- Perianes-Rodríguez, A., Olmeda-Gómez, C. & Moya-Anegón, F. (2010). Detecting, identifying and visualizing research groups in co-authorship networks. *Scientometrics*, 82 (2), 307-319.
- Portugal, A. D. (2000). O desenvolvimento da biotecnologia agropecuária no Brasil. *Revista de Política Agrícola*, 9(3), 16-23.
- Price, D. D. & Gürsey, S. (1976). Studies in scientometrics. Part 1. Transience and continuance in scientific authorship. *International Forum on Information and Documentation*, 1(6), 17-24.
- Quintella, R. H., Freitas, E. J. S. M., Ventura, A. C., Santos, M. A. & Antonio, L. Q. (2009). Network dynamics in scientific knowledge acquisition: an analysis in three public universities in the state of Bahia. *Revista de Administração Pública*, 43 (6), 1279-1314.
- Racherla, P. & Hu, C. A. (2010). Social network perspective of tourism research collaborations. *Annals of Tourism Research*, 37 (4), 1012-1034.
- Recuero, R. (2004). Teoria das redes e redes sociais na internet: considerações sobre o Orkut, os Weblogs e os Fotologs. In: IV Encontro dos Núcleos de Pesquisa da INTERCOM, Porto Alegre.
- Richardson, R. J. (1985). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo, SP: Atlas.
- Rijnsoever, F. J. van, Hessels, L. K. & Vandeberg, R. L. J. (2008). A resource-based view on the interactions of university researchers. *Research Policy*, 37 (8), 1255-1266.
- Roebken, H. (2008). The formation and development of co-operations among South African universities. *High Education*, 56, 685-698.
- Rorissa, A. & Yuan, X. (2012). Visualizing and mapping the intellectual structure of information retrieval. *Information Processing & Management*, 48 (1), 120-135.
- Rossoni, L. (2006). A dinâmica de relações no campo da pesquisa em organizações e estratégia no Brasil: uma análise institucional. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
- Rossoni, L. & Guarido Filho, E. R. (2007). Cooperação interinstitucional no campo da pesquisa em estratégia. *Revista de Administração de Empresas*, 47 (4), 74-88.

- Rossoni, L. & Guarido Filho, E. R. (2009). Cooperação entre programas de pós-graduação em administração no Brasil: evidências estruturais em quatro áreas temáticas. *Revista de Administração Contemporânea*, 13 (3), 366-390.
- Rossoni, L. & Hocayen-da-Silva, A. J. (2008). Cooperação entre pesquisadores da área de administração da informação: evidências estruturais de fragmentação das relações no campo científico. *Revista de Administração São Paulo*, 43 (2), 138-151.
- Rossoni, L., Hocayen-da-Silva, A. J. & Ferreira Júnior, I. (2008a). Aspectos estruturais da cooperação entre pesquisadores no campo de administração pública e gestão social: análise das redes entre instituições no Brasil. *Revista de Administração Pública*, 42 (6), 1041-67.
- Rossoni, L., Hocayen-da-Silva, A. J. & Ferreira Júnior, I. (2008b). Estrutura de relacionamento entre instituições de pesquisa do campo de Ciência e Tecnologia no Brasil. *Revista de Administração de Empresas*, 48 (4), 34-48.
- Rossoni, L., Machado-da-Silva, C. L., Guarido Filho, E. R., & Graeff, J. F. (2008). Análise institucional da construção do conhecimento científico em mundos pequenos. *FACES Revista de Administração*, 7(1), 25-43.
- Rousseau, B. & Rousseau, R. (2000). Lotka: a program to fit a power Law. *International Journal of Scientometrics, Infometrics and Bibliometrics*, 4 e. 1, 1-6.
- Santos, D. M., Quirino, B. F. & Caldas, R. (2008). Evolução da biotecnologia. In: B. Quirino, (2008). *Revolução dos transgênicos* (pp. 1-18). Rio de Janeiro: Interciência.
- Selltiz, W., Wrightsman, L. S. & Cook, S. W. (1987) *Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais. vol. 1. Delineamentos de pesquisa* (2. ed.). São Paulo, SP: EPU.
- Serafini, L. A., Barros, N. M. & Azevedo, J. L. (Orgs.). (2002). *Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria*. Coleção Biotecnologia. Caxias do Sul, RS: EDUCS.
- Shapiro, M. A., So, M. & Park, H. (2010). Quantifying the national innovation system: inter-regional collaboration networks in South Korea Technology. *Analysis & Strategic Management*, 22 (7), 845-857.
- Silva, A. B. O., Matheus, R. F., Parreiras, F. R. & Parreiras, T. A. S. (2006a). Análise de redes sociais como metodologia de apoio para a discussão da interdisciplinaridade na ciência da informação. *Ciência da Informação*, 35 (1), 72-93.

- Silva, A. B. O., Matheus, R. F., Parreiras, F. R. & Parreiras, T. A. S.(2006b). Estudo da rede de coautoria e da interdisciplinaridade na produção científica com base nos métodos de análise de redes sociais: avaliação do caso do programa de pós-graduação em ciência da informação - PPGCI / UFMG. *Revista Eletrônica de Biblioteconomia Ciência da Informação*, 1,179-194.
- Solla Price, D. J. (1963). *Little science, big science*. New York, NY: Columbia University Press.
- Souza, C. G. & Barbastefano, R. G. (2011). Knowledge diffusion and collaboration networks on life cycle assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16 (6), 561-568.
- Tomaél, M. I & Marteleto, R. M. (2006). Redes sociais: posições dos atores no fluxo da informação. *Revista Eletrônica de Biblioteconomia Ciência da Informação*, 1, 75-91.
- Uddin, S., Hossain, L., Abbasi, A. & Rasmussen, K. (2012). Trend and efficiency analysis of co-authorship network. *Scientometrics*, 90 (2), 687-699.
- Uzzi, B. & Spiro, J. (2005). Collaboration and creativity: the small world problem. *AJS*, 111 (2), 447-504.
- Velden, T.; Haque, A.; Lagoze, C. (2010). A new approach to analyzing patterns of collaboration in co-authorship networks: mesoscopic analysis and interpretation. *Scientometrics*, 85(1), 219-242.
- Wagner, C. S. & Leydesdorff, L. (2005). Network structure, self-organization, and the growth of inter-national collaboration in science. *Research Policy*, 34 (10), 1608–1618.
- Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Watts, D. J. & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *Nature*, 393 (6684), 440-442.
- Yan, E., Ding, Y., & Zhu, Q. (2010). Mapping library and information science in China: a coauthorship network analysis. *Scientometrics*, 83 (1), 115-131.
- Yang, C. H., Park, H. & Heo, J. (2010). A network analysis of interdisciplinary research relationships: the Korean government's R&D grant program. *Scientometrics*, 83 (1), 77-92.

- Yu, Q., Shao, H. & Duan, Z. (2011). Research groups of oncology co-authorship network in China. *Scientometrics*, 89 (2), 553-567.
- Zhao, Q., Guan, J. (2011). International collaboration of three 'giants' with the G7 countries in emerging nanobiopharmaceuticals. *Scientometrics*.87, 159-170.
- Zimmerman, E., Glänzel, W. & Bar-Ilan, J. (2009). Scholarly collaboration between Europe and Israel: a scientometric examination of a changing landscape. *Scientometrics*, 78 (3), 427-446.
- Zuccala, A. (2006). Modeling the invisible college. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57 (2), 152-168.

APÊNDICE A – Pesquisadores, nome em formato de citação, número de artigos e categorias

Categoria	Pesquisador	Citação	Cód.	Nº de artigos
Continuantes	Ana Carolina Maisonnave Arisi	Arisi, A. C. M.	A043	10
	Beatriz Madalena Januzzi Mendes	Mendes, B. M. J.	A415	8
	Elibio Leopoldo Rech Filho	Rech, E. L.	A536	13
	Francisco de Assis Alves Mourão Filho	Mourão Filho, F. A. A.	A444	8
	Francisco José Lima Aragão	Aragão, F. J. L.	A037	17
	Giovanni Rodrigues Vianna	Vianna, G. R.	A670	13
	João Lúcio de Azevedo	Azevedo, J. L.	A052	7
	Luiz Gonzaga Esteves Vieira	Vieira, L. G. E.	A675	8
Welington Luiz de Araújo	Araujo, W. L.	A042	7	
Entrantes	Adilson Leite	Leite, A.	A354	2
	Ana Claudia Guerra de Araujo	Araujo, A. C. G.	A040	3
	André Domingos do Nascimento Júnior	Nascimento Junior, A. D.	A450	2
	André Melro Murad	Murad, A. M.	A447	3
	Antonio Carlos Busoli	Busoli, A. C.	A120	2
	Carla Souza de Mello	Mello, C. S.	A407	2
	Carlos Eduardo da Rosa	Rosa, C. E.	A557	2
	Carlos Frederico Ceccon Lanes	Lanes, C. F. C.	A347	3
	Daniela Volcan Almeida	Almeida, D. V.	A014	3
	Edila Vilela de Resende Von Pinho	Pinho, E. V. R.von	A514	3
	Giancarlo Pasquali	Pasquali, G.	A495	2
	Gustavo Henrique Martins Ferreira de Souza	Souza, G. H. M. F.	A620	2
	Gustavo Maia Souza	Souza, G. M.	A621	2
	Jamil Constantin	Constantin, J.	A172	2
	Lílian Lúcia Costa	Costa, L. L.	A178	2
	Luciana Cardoso Cidade	Cidade, L. C.	A168	2
	Luis Fernando Fernandes Marins	Marins, L. F.	A385	4
	Maeli Dal Pai	Silva, M. D. P.	A598	2
	Marcia Maria A. N. Pinheiro Margis	Margis-Pinheiro, M.	A378	2
	Marcio de Azevedo Figueiredo	Figueiredo, M. A.	A254	4
Marcio Gilberto Cardoso Costa	Costa, M. G. C.	A179	2	
Marco Aurelio Zezzi Arruda	Arruda, M. A. Z.	A046	2	
Marina Funichello	Funichello, M.	A277	2	

Entrantes	Maristela Panobianco	Panobianco, M.	A490	2
	Paulo Eduardo Degrande	Degrande, P. E.	A198	2
	Renzo Garcia Von Pinho	Pinho, R. G. von	A515	2
	Ricardo Antunes de Azevedo	Azevedo, R. A.	A054	2
	Rubem Silverio de Oliveira Junior	Oliveira Júnior, R. S.	A472	2
	Simone Martins Mendes	Mendes, S. M.	A418	2
	Tereza Cristina de Carvalho	Carvalho, T. C.	A152	2
	Thadeu Estevam Moreira Maramaldo Costa	Costa, T. E. M. M.	A182	2
	Vivian Elias Nascimento	Nascimento, V. E.	A451	2
Transientes	Aline Aparecida Pizzirani-Kleiner	Pizzirani-Kleiner, A. A.	A521	3
	Aluizio Borem de Oliveira	Borem, A.	A095	2
	Andréia Zilio Dinon	Dinon, A. Z.	A211	5
	Armando Bergamin Filho	Bergamin Filho, A.	A073	4
	Celso Jamil Marur	Marur, C. J.	A397	4
	Cesar Valmor Rombaldi	Rombaldi, C. V.	A556	2
	Cristiane Sanchez Farinas	Farinas, C. S.	A237	3
	Débora Pires Paula	Paula, D. P.	A497	2
	Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias	Dias, D. C. F. S.	A207	2
	Edna Maria Morais Oliveira	Oliveira, E. M. M.	A476	3
	Eduardo Romano de Campos Pinto	Romano, E.	A554	3
	Érica Souza Albuquerque	Albuquerque, E. S.	A010	2
	Eugenio Cesar Ulian	Ulian, E. C.	A660	3
	Evandro Henrique Schinor	Schinor, E. H.	A584	2
	Everson Alves Miranda	Miranda, E. A.	A422	3
	Fábio Cristiano Angonesi Brod	Brod, F. C. A.	A113	4
	Fátima Teresinha Rampelotti Ferreira	Rampelotti, F. T.	A533	2
	Gilson Teles Boaventura	Boaventura, G. T.	A086	4
	Goran Robic	Robic, G.	A547	2
	Janaynna Magalhaes Barbosa-Mendes	Barbosa-Mendes, J. M.	A064	3
	João Carlos Besspalhok Filho	Besspalhok Filho, J. C.	A079	4
	Josias Correa de Faria	Faria, J. C.	A233	6
	Julio Beltrame Daleprane	Daleprane, J. B.	A195	4
	Julio Cezar Durigan	Durigan, J. C.	A218	2
	Luciana Azevedo	Azevedo, L.	A053	3
	Luciana Di Ciero	Di Ciero, L.	A203	2
	Luciane Maria Pereira Passaglia	Passaglia, L. M. P.	A496	2
	Luiz Filipe Protasio Pereira	Pereira, L. F. P.	A506	6
	Marcio de Castro Silva Filho	Silva-Filho, M. C.	A604	3

Transientes	Maria Fatima Grossi de Sa	Grossi-de-Sá, M. F.	A301	4
	Maria Helena Bodanese Zanettini	Bodanese-Zanettini, M. H.	A087	3
	Maria José Pinheiro Corrêa	Corrêa, M. J. P.	A175	2
	Maria Laine Penha Tinoco	Tinoco, M. L. P.	A650	2
	Maria Lucia Carneiro Vieira	Vieira, M. L. C.	A677	2
	Marília Kaphan Freitas de Campos	Campos, M. K. F.	A125	2
	Milena Schenkel Homrich	Homrich, M. S.	A318	2
	Natalia Eudes Fagundes de Barros	Barros, N. E. F.	A065	2
	Nicolau Brito da Cunha	Cunha, N. B.	A192	4
	Núbia Maria Correia	Correia, N. M.	A176	2
	Paulo Arruda	Arruda, P.	A047	2
	Pedro Luis da Costa Aguiar Alves	Alves, P. L. C. A.	A020	2
	Raquel Luciana Boscariol Camargo	Boscariol-Camargo, R. L.	A098	5
	Ricardo Harakava	Harakava, R.	A310	3
	Rock Seille Carlos Christiano	Christiano, R. S. C.	A167	2
	Siu Mui Tsai	Tsai, S. M.	A657	2
	Suane Coutinho Cardoso	Cardoso, S. C.	A132	3
	Victor Augustus Marin	Marin, V. A.	A381	4
	Welcimar Gonçalves da Cunha	Cunha, W. G.	A193	3
	Welison Andrade Pereira	Pereira, W. A.	A508	2
Retirantes	André Nepomuceno Dusi	Dusi, A. N.	A219	3
	Anibal Eugenio Vercesi	Vercesi, A. E.	A669	2
	Antonio Alberto da Silva	Silva, A. A.	A590	2
	Antonio Carlos Torres	Torres, A. C.	A654	3
	Bárbara Barreto Andrade Dias	Dias, B. B. A.	A205	2
	Carlos Alberto Labate	Labate, C. A.	A340	3
	Carmen Silvia Soares Pires	Pires, C. S. S.	A517	2
	Caroline Tagliari	Tagliari, C.	A637	2
	Cibele dos Santos Ferrari	Ferrari, C. S.	A245	2
	Cíntia Maria Teixeira Fialho	Fialho, C. M. T.	A252	2
	Claudete Teixeira Moreira	Moreira, C. T.	A439	2
	Deise Maria Fontana Capalbo	Capalbo, D. M. F.	A129	3
	Denise Meza de Miranda	Miranda, D. M.	A422	2
	Dennis Gonsalves	Gonsalves, D.	A295	2
	Eliana Maria Gouveia Fontes	Fontes, E. M. G.	A262	5
	Evander Alves Ferreira	Ferreira, E. A.	A248	2
	Fabrcio Balerini	Balerini, F.	A060	2
	Fernando Alves de Azevedo	Azevedo, F. A.	A051	2

Retirantes	Fernando Dini Andreote	Andreote, F. D.	A032	4
	Francisco Amaral Villela	Villela, F. A.	A679	7
	Gustavo Ribeiro Xavier	Xavier, G. R.	A693	2
	Guy de Capdeville	Capdeville, G.	A130	3
	Hugo Bruno Correa Molinari	Molinari, H. B. C.	A429	4
	Ivan Schuster	Shuster, I.	A589	2
	José Alberto Noldin	Noldin, J. A.	A460	2
	José Barbosa dos Santos	Santos, J. B.	A573	2
	Katia Regina Evaristo de Jesus	Jesus, K. R. E.	A322	2
	Luciana Bicca Dode	Dode, L. B.	A212	4
	Luciana Lehmkuhl Valente	Valente, L. L.	A662	2
	Luiz Carlos Martins das Neves	Neves, L. C. M.	A457	2
	Manoel Teixeira Souza Junior	Souza Junior, M. T.	A616	2
	Marcos Pileggi	Pileggi, M.	A511	2
	Maria Angela Andre Tillmann	Tillmann, M. A. A.	A648	8
	Maria Cristina Falco	Falco, M. C.	A230	2
	Norma Gouvêa Rumjanek	Rumjanek, N. G.	A559	2
	Odair Aparecido Fernandes	Fernandes, O. D.	A240	2
	Plínio Itamar de Mello de Souza	Souza, P. I. M.	A625	3
	Priscilla de Barros Rossetto	Rossetto, P. B.	A558	2
	Rodrigo Mendes	Mendes, R.	A417	2
	Sabrina Moutinho Chabregas	Chabregas, S. M.	A163	2
	Sergio Abud da Silva	Abud, S.	A005	3
	Tatiana Silveira Feijó Cardozo	Feijó, T. S.	A238	2
	Weliton Antonio Bastos de Almeida	Almeida, W. A. B.	A017	2
<i>One-Timers</i>	-	-	-	569

Fonte: resultados da pesquisa

APÊNDICE B – Organizações e Siglas

Tipo	Sigla	Organização
Universidades	CESUMAR	Centro Universitário de Ensino Superior de Maringá
	FAI	Faculdades Adamantinenses Integradas
	IFSULDEMINAS	Instituto Federal Sul de Minas
	PUC/RS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
	REHAGRO	ReHAgro Recursos Humanos no Agronegócio
	UCB-DF	Universidade Católica de Brasília
	UCPel	Universidade Católica de Pelotas
	UNB	Universidade de Brasília
	UMC	Universidade de Mogi das Cruzes
	UNAERP	Universidade de Ribeirão Preto
	USP	Universidade de São Paulo
	UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
	UNOESTE	Universidade do Oeste Paulista
	UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí
	UNIVALE	Universidade do Vale do Rio Doce
	UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
	UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
	UEG	Universidade Estadual de Goiás
	UEL	Universidade Estadual de Londrina
	UEM	Universidade Estadual de Maringá
	UEMS	Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
	UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
	UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
	UECE	Universidade Estadual do Ceará
	UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
	UENF	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
	UNIOESTE	Universidade Estadual do Oeste do Paraná
	UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
	UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados
	UNIFAL	Universidade Federal de Alfenas
	UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
	UFLA	Universidade Federal de Lavras
	UFPel	Universidade Federal de Pelotas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina	
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria	

Universidades	UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
	UFSJ	Universidade Federal de São João Del Rei
	UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
	UFV	Universidade Federal de Viçosa
	UFAC	Universidade Federal do Acre
	UFC	Universidade Federal do Ceará
	UFMA	Universidade Federal do Maranhão
	UFPR	Universidade Federal do Paraná
	UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
	FURG	Universidade Federal do Rio Grande
	UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
	UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
	UFF	Universidade Federal Fluminense
	UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
	FEEVALE	Universidade Feevale
	UNIFENAS	Universidade José do Rosário Vellano
	ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
UNOPAR	Universidade Norte do Paraná	
Embrapa	CNPAB	Embrapa Agrobiologia
	CTAA	Embrapa Agroindústria de Alimentos
	CNPAF	Embrapa Arroz e Feijão
	SAPC	Embrapa Café
	CPAC	Embrapa Cerrados
	CNPGL	Embrapa Gado de Leite
	CNPH	Embrapa Hortaliças
	CNPTIA	Embrapa Informática Agropecuária
	CNPDIA	Embrapa Instrumentação Agropecuária
	CNPMF	Embrapa Mandioca e Fruticultura
	CNPMA	Embrapa Meio-Ambiente
	CNPMS	Embrapa Milho e Sorgo
	CENARGEN	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
	CNPSo	Embrapa Soja
	CPATC	Embrapa Tabuleiros Costeiros
CNPT	Embrapa Trigo	
OEPA	APTA	Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
	Epamig	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
	Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC
	IAC	Instituto Agronômico de Campinas

OEPA	IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná	
	IB	Instituto Biológico de São Paulo	
	IEA	Instituto de Economia Agrícola	
	LANAGRO	Laboratório Nacional Agropecuário	
Centros PD&I	Agência Estado	Agência Estado	
	CTC	Centro de Tecnologia Canavieira	
	CTPA	Centro Tecnológico Para Pesquisas Agropecuárias Ltda	
	CIB	Conselho de Informações sobre Biotecnologia	
	Coodetec	Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola	
	CATI	Coord. de Assistência Técnica Integral do Estado de SP	
	CLASPAR	Empresa Paranaense de Classificação de Produtos	
	Fundação Triângulo	Fundação Triângulo de Pesquisa e Desenvolvimento	
	IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	
	IPEC	Instituto de Pesquisa Clínica Evandro Chagas	
	IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares	
	ITF	Instituto de Tecnologia em Fármacos	
	FIOCRUZ	Instituto Nacional de Controle de Qualidade e Saúde	
	INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual	
TECPAR	Instituto Tecnológico do Paraná		
Empresas de PD&I	ALELLYX	Alellyx Applied Genomics	
	AMYRIS	Amyris Crystalsev P&D de Biocombustíveis Ltda	
	A&M	Araújo & Macedo - Consultoria e Controle de Pragas.	
	Bayer	Bayer CropScience	
	CanaVialis	CanaVialis/Alellyx S.A	
	DOW	Dow Agrosience	
	MONSANTO	Monsanto do Brasil Ltda	
	Syngenta Seeds	Syngenta Seeds Ltda.	
WAT	Waters Corporation		
Organizações no Exterior		Australian Cotton Cooperative Research Center	
		Bodø University College	
	CIRAD		Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
			Chinese Academy of Agricultural Sciences
			Cornell University
	INCITAP		Federal Research Centre for Nutrition
			Instituto de las Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa
		International Centre of Insect Physiology and Ecology	
JIRCAS		International Rice Research Institute	
		Japan International Research Center for Agricultural Sciences	

	John Innes Centre
JRC	Joint Research Centre
MPI-MOPP	Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie
	National Dryland Farming Research Centre
	Ohio State University
	Purdue University
	Scottish Crop Research Institute
	Swiss Federal Institute of Technology
	Texas A&M University
ILVO	The Institute for Agricultural and Fisheries Research
USDA/ARS	United States Department of Agriculture/Agricultural Research Center
	Universidad Nacional de La Pampa
	Universite Claude Bernarde Lyon I
	Université de Perpignan
	University of Florida
	University of Genoa
	University of Groningen
	University of Minnesota
	University of Mississippi
	University of Oxford
	University of Queensland
	University of York
	Vietnamese Ministry of Agriculture and Rural Development
	Wageningen University and Research Centre

Fonte: resultados da pesquisa

APÊNDICE C – Grupos formados a partir da medida *n-clan*

1º Período (2003/2007)

Grupo	Quantidade Autores	Pesquisadores
1	30	Andrade, G. A., Azevedo, F. A., Barbosa-Mendes, J. M., Bergamin Filho, A., Bepalhok Filho, J. C., Boscariol-Camargo, R. L., Campos, M. K. F., Cardoso, S. C., Carneiro, C. E. A., Carvalho, J. F. R. P., Chabregas, S. M., Christiano, R. S. C., Daros, E., Kobayashi, A. K., Leite Junior, R. P., Marur, C. J., Mendes, B. M. J., Molinari, H. B. C., Monteiro, M., Mourão Filho, F. A. A., Pereira, L. F. P., Pileggi, M., Sant'Anna, E. S., Scapim, C. A., Shuster, I., Tagliari, C., Takahashi, E. K., Vendruscolo, E. C. G., Vieira, L. G. E., Vieira, M. L. C.
2	11	Arisi, A. C. M., Brod, F. C. A., Ferrari, C. S., Francisco, A., Kroth, M. A., Ramella, M. S., Sant'Anna, E. S., Tagliari, C., Valente, L. L., Vendruscolo, E. C. G., Vieira, L. G. E.
3	12	Marur, C. J., Molinari, H. B. C., Oliveira, M. A. R., Pileggi, M., Santana, H., Scapim, C. A., Shuster, I., Silva, R. B., Sinhorati, D., Vendruscolo, E. C. G., Vieira, E. S. N., Vieira, L. G. E.
4	23	Almeida, W. A. B., Azevedo, F. A., Barbosa-Mendes, J. M., Bergamin Filho, A., Boscariol-Camargo, R. L., Cardoso, S. C., Chabregas, S. M., Christiano, R. S. C., Derbyshire, M. T. V. C., Gabriel, D. W., Harakava, R., Lee, R. F., Mendes, B. M. J., Monteiro, M., Mourão Filho, F. A. A., Paoli, L. G., Pereira, L. F. P., Pino, L. E., Rodriguez, A. P. M., Schinor, E. H., Takahashi, E. K., Vieira, L. G. E., Vieira, M. L. C.
5	29	Abud, S., Albino, M. M. C., Amaya-Farfan, J., Andrade, S. R. M., Aragão, F. J. L., Caçado, L. J., Capdeville, G., Carvalheira, S. B. R. C., Cuneo, F., Cunha, N. B., Cunha, W. G., Dias, B. B. A., Faleiro, F. G., Faria, J. C., Leonardecz, E., Monteiro, P. M. F. O., Morais, L. S., Moreira, C. T., Neiva, S., Nunes Junior, J., Nunes, A. C. S., Rech, E. L., Romano, E., Silva, L. M., Soares, A. F., Souza, P. I. M., Tinoco, M. L. P., Ulbrich, A. V., Vianna, G. R.
6	27	Abud, S., Amaya-Farfan, J., Andrade, S. R. M., Aragão, F. J. L., Bueno, S. M. A., Capdeville, G., Carvalheira, S. B. R. C., Cunha, W. G., Dias, B. B. A., Faleiro, F. G., Farinas, C. S., Leonardecz, E., Miranda, E. A., Monteiro, P. M. F. O., Morais, L. S., Moreira, C. T., Neiva, S., Nunes Junior, J., Nunes, A. C. S., Rech, E. L., Robic, G., Romano, E., Soares, A. F., Souza, P. I. M., Tinoco, M. L. P., Ulbrich, A. V., Vianna, G. R.
7	16	Andow, D., Birch, A. N. E., Bong, B. B., Capalbo, D. M. F., Fitt, G. P., Fontes, E. M. G., Heong, K. L., Hilbeck, A., Johnston, J., Osir, E. O., Ramalho, M. A. P., Siqueira, J. O., Snow, A., Songa, J., Trannin, I. C. B., Wan, F. H.
8	16	Andow, D., Birch, A. N. E., Bong, B. B., Capalbo, D. M. F., Castro, T. R., Delalibera Junior, I., Fitt, G. P., Fontes, E. M. G., Heong, K. L., Hilbeck, A., Johnston, J., Oliveira, A. R., Osir, E. O., Snow, A., Songa, J., Wan, F. H.
9	9	Abreu, A., Antunes, P., Eberhardt, D. S., Gonçalves, M. I. F., Noldin, J. A., Rampelotti, F. T., Stuker, H., Vieira, J., Yokoyama, S.
10	12	Balerini, F., Bertagnolli, C. M., Cunha, C. S. M., Dode, L. B., Funguetto, C. I., Lilge, C. G., Mendes, S. M., Milani, A. P., Noldin, J. A., Tillmann, M. A. A., Villela, F. A., West, S.

11	7	Bertioli, D. J., Grossi-de-Sá, M. F., Guimarães, P. M., Guimarães, R. L., Leal-Bertioli, S. C. M., Monte, D. C., Pascoal, A. V.
12	11	Borgatto, A. F., Carvalho, V. F., Demetrio, C. G. B., Faria, M. R., Fernandes, O. D., Ferreira Neto, A., Martinelli, S., Moreira, C. T., Moro, J. R., Parra, J. R. P., Schmidt, F. G. V.
13	8	Carrari, F., Fernie, A. R., Loureiro, M. E., Lytovchenko, A., Nutti, M. R., Ratcliffe, R. G., Smith, A. M. O., Sweetlove, L. J.
14	7	Converti, A., Kobayashi, M. J., Miranda-Vilela, Neves, L. C. M., Penna, T. C. V., Pessoa Junior, A., Vitolo, M.
15	9	Costa-Zanatta, T. S., Lucchetta, L., Marini, L. J., Nora, F. R., Nora, L., Rombaldi, C. V., Silva, J. A., Twyman, R. M., Zanuzo, M. R.
16	7	Ferreira, E. A., Fialho, C. M. T., Freitas, M. A. M., Oliveira, J. A., Reis, M. R., Santos, J. B., Silva, A. A.

Fonte: Resultados da pesquisa

2º Período (2008/2012)

Grupo	Quantidade Autores	Pesquisadores
1	30	Abreu, H. M. C., Albuquerque, E. S., Aragão, F. J. L., Arruda, P., Barbosa, A. E. A. D., Bernalhok Filho, J. C., Burnquist, W. L., Cabral, G. B., Cheavegatti-Gianotto, A., Costa, P. M., Creste, S., Cunha, W. G., Di Ciero, L., Fernandez, D., Ferro, J. A., Figueira, A. V. O., Filgueiras, T. S., Grossi-de-Sá, M. F., Guzzo, E. C., Hoffmann, H. P., Landell, M. G. de A., Macedo, N., Matsuoka, S., Reinach, F. C., Romano, E., Silva, W. J., Silva-Filho, M. C., Teixeira, J. B., Ulian, E. C., Vianna, G. R.
2	29	Albuquerque, E. S., Aragão, F. J. L., Araujo, A. C. G., Barbosa, A. E. A. D., Brigido, M. M., Cabral, G. B., Cipriano, T. M., Costa, P. M., Covas, D. T., Cunha, N. B., Cunha, W. G., Fernandez, D., Fontes, A. M., Grossi-de-Sá, M. F., Lacorte, C., Leite, A., Maranhão, A. Q., McPhee, T. R., Murad, A. M., Pancoti, H. L., Ramos, G. L., Rech, E. L., Ribeiro, R. E., Romano, E., Souza, G. H. M. F., Teixeira, J. B., Tinoco, M. L. P., Vianna, G. R., Waters, M. J.
3	40	Abreu, H. M. C., Aguiar, J. N., Albuquerque, E. S., Almeida, C. D. S., Arruda, P., Barbosa, A. E. A. D., Bernalhok Filho, J. C., Burnquist, W. L., Cabral, G. B., Cares, J. E., Cheavegatti-Gianotto, A., Continho, M. V., Costa, P. M., Creste, S., Cunha, W. G., Di Ciero, L., Fernandez, D., Ferro, J. A., Figueira, A. V. O., Filgueiras, T. S., Firmino, A. A. P., Franco, O. L., Grossi-de-Sá, M. F., Guzzo, E. C., Hoffmann, H. P., Landell, M. G. de A., Macedo, N., Marra, B. M., Martins-de-Sá, C., Matsuoka, S., Reinach, F. C., Romano, E., Sarto, R. P. D., Silva, F. B., Silva, W. J., Silva-Filho, M. C., Souza, D. S. L., Teixeira, J. B., Ulian, E. C., Vianna, G. R.
4	27	Abreu, H. M. C., Aragão, F. J. L., Arruda, P., Baldoni, A. B., Bernalhok Filho, J. C., Burnquist, W. L., Cheavegatti-Gianotto, A., Creste, S., Cunha, W. G., Di Ciero, L., Ferro, J. A., Figueira, A. V. O., Filgueiras, T. S., Grossi-de-Sá, M. F., Guzzo, E. C., Hoffmann, H. P., Landell, M. G. de A., Macedo, N., Matsuoka, S., Reinach, F. C., Romano, E., Santos, M. O., Silva, W. J., Silva-Filho, M. C., Ulian, E. C., Vianna, G. R., Vieira, L. S.
5	26	Aragão, F. J. L., Araujo, A. C. G., Baldoni, A. B., Brigido, M. M., Cipriano, T. M., Covas, D. T., Cunha, N. B., Cunha, W. G., Fontes, A. M., Grossi-de-Sá, M. F.,

		Lacorte, C., Leite, A., Maranhão, A. Q., McPhee, T. R., Murad, A. M., Pancoti, H. L., Ramos, G. L., Rech, E. L., Ribeiro, R. E., Romano, E., Santos, M. O., Souza, G. H. M. F., Tinoco, M. L. P., Vianna, G. R., Vieira, L. S., Waters, M. J.
6	27	Abreu, H. M. C., Arruda, P., Bessalhoc Filho, J. C., Burnquist, W. L., Campos, M. K. F., Carvalho, K., Cheavegatti-Gianotto, A., Creste, S., Di Ciero, L., Ferro, J. A., Figueira, A. V. O., Filgueiras, T. S., Grossi-de-Sá, M. F., Guzzo, E. C., Hoffmann, H. P., Landell, M. G. de A., Macedo, N., Marur, C. J., Matsuoka, S., Pereira, L. F. P., Reinach, F. C., Romano, E., Silva, W. J., Silva-Filho, M. C., Souza, F. S., Ulian, E. C., Vieira, L. G. E.
7	28	Abreu, H. M. C., Arruda, P., Bessalhoc Filho, J. C., Burnquist, W. L., Carmona, A. K., Chabregas, S. M., Cheavegatti-Gianotto, A., Cotrin, S. S., Creste, S., Di Ciero, L., Falco, M. C., Ferro, J. A., Figueira, A. V. O., Filgueiras, T. S., Grossi-de-Sá, M. F., Guzzo, E. C., Henrique-Silva, F., Hoffmann, H. P., Landell, M. G. de A., Macedo, N., Matsuoka, S., Oliva, M. L. V., Reinach, F. C., Ribeiro, C. W., Romano, E., Santana, L. A., Silva, W. J., Silva-Filho, M. C., Soares-Costa, Andrea, Ulian, E. C.
8	23	Abreu, H. M. C., Arruda, P., Bessalhoc Filho, J. C., Burnquist, W. L., Cheavegatti-Gianotto, A., Creste, S., Di Ciero, L., Ferro, J. A., Figueira, A. V. O., Filgueiras, T. S., Grossi-de-Sá, M. F., Guzzo, E. C., Hoffmann, H. P., Landell, M. G. de A., Macedo, N., Matsuoka, S., Ravagnani, F. G., Reinach, F. C., Romano, E., Silva, W. J., Silva-Filho, M. C., Ulian, E. C., Vercesi, A. E.
9	38	Alvim, F. C., Aragão, F. J. L., Araujo, A. C. G., Baldoni, A. B., Brigido, M. M., Carneiro, G. E. S., Cascardo, J. C. M., Cidade, L. C., Cipriano, T. M., Costa, M. G. C., Covas, D. T., Cunha, N. B., Cunha, W. G., Dias, C. V., Faria, J. C., Fontes, A. M., Lacorte, C., Leite, A., Maranhão, A. Q., McPhee, T. R., Mendes, J. S., Murad, A. M., Nogueira, E. O. P. L., Pancoti, H. L., Pereira, G. A. G., Pinheiro, P. V., Pirovani, C. P., Ramos, G. L., Rech, E. L., Ribeiro, R. E., Romano, E., Santos, M. O., Silva, L. F., Souza, G. H. M. F., Tinoco, M. L. P., Vianna, G. R., Vieira, L. S., Waters, M. J.
10	15	Alezandro, M. R., Almeida, A. A., Almeida, S. A., Azevedo, L., Brigagão, M. R. P. L., Carvalho, H. A., Dragano, N. R. V., Gouvea, C. M. C. P., Lima, P. L. A., Maia, P. P., Resck, M. C. C., Sabino, A. P. L., Silva, J. P. L., Venâncio, V. P., Vieira, E. P.
11	11	Almeida, D. V., Alves-Costa, F. A., Figueiredo, M. A., Kuradomi, R. Y., Lanes, C. F. C., Maggioni, R., Mareco, E. A., Marins, L. F., Rosa, C. E., Silva, M. D. P., Wasko, A. P.
12	7	Almeida, D. V., Alves-Costa, F. A., Figueiredo, M. A., Kuradomi, R. Y., Lanes, C. F. C., Maggioni, R., Mareco, E. A., Marins, L. F., Moraes, P. V. D.
13	12	Alves, D. C. C., Bajgelman, M., Binelli, M., Bressan, F. F., De Bem, T. H., Krieger, J. E., Meirelles, F. V., Miranda, E. A., Perecin, F., Pereira, F. T. V., Russo-Carbolante, E. M., Russo-Carbolante, E. M., Strauss, B.
14	17	Alves, L. B., Bencke, M., Bertagnolli, P. F., Bodanese-Zanettini, M. H., Bucker-Neto, L., Droste, A., Homrich, M. S., Kaltchuk-Santos, E., Margis-Pinheiro, M., Nicolau, M., Osorio, M. B., Pasquali, G., Passaglia, L. M. P., Pereira, J. F., Salvadori, J. R., Weber, R. L. M., Wiebke-Strohm, B.
15	12	Alves, V. M., Brandao, R. L., Carneiro, A. A., Carneiro, N. P., Carvalho, C. H. S., Coelho, G. T. C. P., Imolesi, A. S., Karthikeyan, A. S., Paiva, L. V., Raghothama, K. G., Schaffert, R. E., Souza, I. R. P.
16	9	Andrade, T., Baldoni, A., Carvalho, M. L. M., Gris, C. F., Nascimento Junior, A. D., Nascimento, V. E., Pinho, E. V. R. von, Pinho, R. G. von, Souza, J. C.
17	19	Andreote, F. D., Araujo, W. L., Avila, L. A., Azevedo, J. L., Carneiro, R. T., Dini-Andreote, F. D., Elsas, J. D. van, Ferreira, A., Labate, C. A., Lacava, P. T.,

		Marcon, J.,Mendes, R., Pizzirani-Kleiner, A. A., Rampelotti, F. T., Romao, A. S., Rossetto, P. B., Salles, J. F., Stuart, R. M., Vendramim, J. D.
18	10	Aquino, M. F. S., Borges, M., Fontes, E. M. G., Laumann, R. A., Monteiro, P. M. F. O.,Nakashima, K., Paula, D. P., Pires, C. S. S., Sujii, E. R., Togni, P. H. B.
19	15	Arantes, J. G. Z.,Biffe, D. F., Braz, G. B. P., Castro, C., Constantin, J., Franchini, L. H. M., Kremer, R.J., Morais, L. S., Oliveira Júnior, A., Oliveira Júnior, R. S., Oliveira, F.A., Raimondi, M. A., Romagnoli, L. M., Takano, H. K., Zobiole, L.H.S.
20	8	Araujo, O. G., Boregas, K. G. B., Fadini, M. A. M., Lopes, M. E.,Marinho, C. G. S., Mendes, S. M., Waquil, J. M., Waquil, M. S.
21	17	Arisi, A. C. M., Balsamo, G. M., Bertoldo, J. B., Bosco, K. T., Brod, F. C. A., Cangahuala-Inocente, G. C., Dijk, J. P. van, Dinon, A. Z.,Faria, J. C., Kok, E. J.,Mello, C. S., Melo, J. E.,Oliveira, E. M. M., Prins, T. W.,Scholtens, I. M. J.,Terenzi, H., Treml, D.
22	14	Aragão, F. J. L., Arisi, A. C. M., Brod, F. C. A., Carneiro, G. E. S., Dinon, A. Z.,Faria, J. C., Knupp, A. M., Martins, C. M., Mello, C. S., Nogueira, E. O. P. L., Oliveira, E. M. M., Pinheiro, P. V., Rumjanek, N. G., Xavier, G. R.
23	11	Arisi, A. C. M., Barros, N. E. F., Brod, F. C. A., Dinon, A. Z.,Faria, J. C., Marin, V. A., Mello, C. S., Oliveira, E. M. M., Paschoalin, V. M. F., Silva, J. T., Silva, O. F.
24	8	Arruda, M. A. Z.,Arruda, S. C. C., Azevedo, R. A., Barbosa, H. S., Camina, J. M., Medici, L. O.,Módenes, A. N., Tsai, S. M.
25	7	Arruda, M. A. Z.,Arruda, S. C. C., Azevedo, R. A., Barbosa, H. S., Fioramonte, M., Gozzo, F. C., Mataveli, L. R. V.
26	10	Bacarin, M. A., Braga, E. J. B., Cassol, D., Dusí, A. N., Falqueto, A. R., Melo, P. E., Oliveira, C. L., Peters, J. A., Schmitz, D. D., Torres, A. C.
27	18	Barbosa-Mendes, J. M., Beer, S. V., Bergamin Filho, A., Boscarior-Camargo, R. L., Cardoso, S. C., Christiano, R. S. C., Cruz, R. B., Freitas Junior, W.,Harakava, R., Mendes, B. M. J., Mourão Filho, F. A. A., Murad, A. M., Rezende, J. A. M., Schinor, E. H., Souza, A. J.,Stach-Machado, D. R., Stipp, L. C. L., Vieira, M. L. C.
28	7	Barros, N. E. F., Costa, T. E. M. M., Dias, A. P. M., Marin, V. A., Oliveira, E. M. M., Ribeiro, I. G., Scheidegger, E. M. D.
29	14	Basso, L. A., Bencke, M., Bodanese-Zanettini, M. H., Bücken-Neto, L., Droste, A., Homrich, M. S., Margis-Pinheiro, M., Osorio, M. B., Pasquali, G., Passaglia, L. M. P., Santos, D. S., Sperb, F., Werlang, I. C. R., Wiebke-Strohm, B.
30	9	Begcy, K.,Bertolli, S. C., Catuchi, T. A., Gentile, A., Lembke, C. G., Mariano, E. D., A419, Souza, G. M., Vitolo, H. F., Zingaretti, S. M.
31	18	Abdelnoor, R. V., Beneventi, M. A., Carvalho, J. F. C., Farias, J. R. B., Fuganti, R., Marcelino-Guimaraes, F. C., Marin, S. R. R., Medri, M. E.,Nakashima, K., Nepomuceno, A. L., Neumaier, N., Oliveira, M. C. N., Polizel, A. M., Rodrigues, F. A., Rolla, A. A. P., Stolf-Moreira, R., Yamaguchi-Shinozaki, K., Yamanaka, N.
32	9	Boaventura, G. T., Cardozo, S. V., Chagas, M. A., Daleprane, J. B., Feijó, T. S., Pacheco, J. T., Ramos, C. F., Sabaa-Srur, A. U. O.,Vellarde, G. C.
33	8	Brasileiro, A. C. M., Caçado, G. M. de A., Fernandes, M. C. N., Fontes-Soares, B. D., Freitas, G. F., Ribeiro, A. P., Rocha, H. S., Sant'ana, G. C.
34	8	Bulcke, M. van den, Droogenbroeck, B. van, Eede, G. van den, Folloni, S., Guimarães, N. C. C., Kagkli, D. M., Rajcevic, B., Valicente, F. H.

35	11	Capalbo, D. M. F., Dusi, A. N., Ferreira, E. P. D., Fontes, E. M. G., Guivant, J., Melo, P. E., Oliveira, E. M. M., Pires, C. S. S., Rumjanek, N. G., Torres, A. C., Xavier, G. R.
36	9	Capalbo, D. M. F., Dusi, A. N., Fontes, E. M. G., Guivant, J., Nakasu, E. Y. T., Paula, D. P., Pires, C. S. S., Sujii, E. R., Togni, P. H. B.
37	12	Bespalhok Filho, J. C., Campos, M. K. F., Carvalho, K., Celloto, V. R., Gonçalves, J. E., Gonçalves, R. A. C., Marur, C. J., Oliveira, A. J. B., Pereira, L. F. P., Sala Junior, V., Souza, F. S., Vieira, L. G. E.
38	7	Dusi, A. N., Faria, J. C., Ferreira, E. P. D., Knupp, A. M., Martins, C. M., Rumjanek, N. G., Xavier, G. R.
39	20	Aragão, F. J. L., Araujo, A. C. G., Brigido, M. M., Cipriano, T. M., Covas, D. T., Cunha, N. B., Farinas, C. S., Fontes, A. M., Lacorte, C., Leite, A., Maranhão, A. Q., McPhee, T. R., Miranda, E. A., Murad, A. M., Ramos, G. L., Rech, E. L., Robic, G., Souza, G. H. M. F., Vianna, G. R., Waters, M. J.
40	16	Alvim, F. C., Aragão, F. J. L., Cascardo, J. C. M., Cidade, L. C., Costa, M. G. C., Dias, C. V., Floh, E. I. S., Gesteira, A. S., Macedo, A. F., Mendes, A. F. S., Mendes, J. S., Oliveira, T. M., Pereira, G. A. G., Pirovani, C. P., Silva, L. F., Soares, W. S.
41	18	Albuquerque, E. S., Barbosa, A. E. A. D., Cabral, G. B., Costa, P. M., Cunha, N. B., Cunha, W. G., Fernandez, D., Freitas, V. J. F., Grossi-de-Sá, M. F., Melo, C. H. S., Melo, L. M., Mourão Filho, F. A. A., Pereira, A. F., Sousa, F. C., Teixeira, D. I. A., Teixeira, J. B., Teles Filho, A. C. A., Vianna, G. R.

Fonte: resultados da pesquisa