

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - PPGA

JOÃO MARCOS SILVA DE ALMEIDA

**REDES DE COOPERAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO NO SETOR DE BIOTECNOLOGIA**

São Paulo
2021

João Marcos Silva de Almeida

REDES DE COOPERAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO SETOR
DE BIOTECNOLOGIA

COOPERATION NETWORKS FOR TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN THE
BIOTECHNOLOGY SECTOR

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em
Administração da Universidade Nove de Julho –
UNINOVE, como requisito parcial para a obtenção
de grau de Doutor em Administração.

Prof^a. Dra. Priscila Rezende da Costa – Orientadora

Prof^a. Dra. Cláudia Terezinha Kniess – Coorientadora

São Paulo
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Almeida, João Marcos Silva de.

Redes de cooperação para desenvolvimento tecnológico no setor de biotecnologia. / João Marcos Silva de Almeida. 2021.

157 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2021.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a. Priscila Rezende da Costa.

1. Inovação e gestão tecnológica. 2. Redes de cooperação tecnológica. 3. Análise de redes sociais. 4. Biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal. 5. Patentes.

I. Costa, Priscila Rezende da. II. Título.

CDU 658

**REDES DE COOPERAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO
SETOR DE BIOTECNOLOGIA**

JOÃO MARCOS SILVA DE ALMEIDA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Administração - PPGA da Universidade Nove
de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em Administração,
sendo a banca examinadora formada por:

Profª. Dra. Priscila Rezende da Costa - Orientadora
Universidade Nove de Julho - UNINOVE

Profª. Dra. Cláudia Terezinha Kniess - Coorientadora
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP

Prof. Dr. Leonardo Vils
Universidade Nove de Julho - UNINOVE

Prof. Dr. Marcos Rogério Mazzieri
Universidade Nove de Julho - UNINOVE

Profª. Dra. Geciane Silveira Porto
Universidade de São Paulo - USP

Prof. Dr. André Moraes dos Santos
Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI

São Paulo, 26 de março de 2021

AGRADECIMENTO

À Universidade Nove de Julho – UNINOVE, pelo apoio para realização desta pesquisa sob orientação da Profa. Dra. Priscila Rezende da Costa.

À minha orientadora Profa. Dra. Priscila Rezende da Costa, pelo apoio e condução na realização desta pesquisa.

À minha Coorientadora Profa. Dra. Cláudia Terezinha Kniess, por suas contribuições.

Aos membros da banca, pelas contribuições para o aprimoramento desta pesquisa.

À Coordenação, colaboradores e professores do Programa de Pós-Graduação Acadêmico em Administração – PPGA, por estarem sempre disponíveis em contribuir para as discussões desta pesquisa.

Aos colegas da turma de Doutorado 2018, um agradecimento especial pela amizade e companheirismo ao longo desta jornada.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo apoio ao Projeto FAPESP (2017/25364-6), “Mapeamento das Redes de Cooperação e de Tendências Tecnológicas em Patentes de Biotecnologia por meio da Análise de Redes Sociais”.

Aos colegas do Núcleo de Pesquisas em Inovação, Gestão Tecnológica e Competitividade – InGTeC da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – FEARP/USP pela parceria. Em especial, um agradecimento à coordenadora do grupo Profa. Dra. Geciane Porto que me acolheu generosamente junto ao grupo de pesquisa.

Em especial, a três colegas de pesquisa que tiveram participação fundamental nesta Tese, sendo: (1) Prof. Dr. Leonardo Vils, por sua ajuda no Estudo 1 contribuindo para a estruturação e análise dos dados junto aos softwares Bibexcel e SPSS; (2) Prof. Dr. Alex Fabianne, por sua ajuda no Estudo 2 contribuindo para a estruturação e análise dos dados junto ao software Gephi, e; a (3) Profa. Dra. Fernanda Basso, por ajudar no Estudo 3 contribuindo para a estruturação e análise dos dados junto ao software Gephi e a formulação para a medida de Salton.

Por fim, pela conquista deste desafio, agradeço a minha família!!

RESUMO

O equilíbrio entre desenvolvimento econômico e a preservação da natureza tem sido um desafio para a humanidade e a biotecnologia tem exercido um papel fundamental nesse processo. Por ser um campo no qual o conhecimento científico é multidisciplinar, o desenvolvimento de inovações ocorre de forma colaborativa entre empresas, universidades e institutos de pesquisas. O objetivo central desta pesquisa é, portanto, identificar e avaliar os fatores bibliográficos e patentários que contribuem para o desenvolvimento das redes de cooperação tecnológica (RCT) no setor de biotecnologia. Para atingir o objetivo central e gerar as contribuições apontadas, foram adotados os fundamentos científicos da bibliometria e da cientometria, subdivididos em três estudos interdependentes. Como resultado integrador desta tese, foi possível evidenciar a importância das RCT para o setor de biotecnologia, tendo as empresas, universidades e institutos de pesquisa como atores principais nesses laços cooperativos. A presente tese apresenta seu ineditismo metodológico estruturado em uma pesquisa bibliométrica com análise fatorial, análise de redes sociais e força mútua da relação de cooperação (Medida de Salton), bem como pelo mapeamento das RCT que utiliza como *proxy* de cooperação – entre as empresas, universidades e institutos de pesquisa – as patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82, referente ao agronegócio vegetal. Os resultados apresentados no Estudo 1, revelaram contribuições teóricas inéditas sobre os fatores conceituais convergentes determinantes ao desenvolvimento das RCT no setor de biotecnologia, a saber: (fator 1) o papel da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação; (fator 2) a patente como um fator tecnológico importante, pois representa um recurso valioso que congrega e evidencia conhecimentos, inovações e rotas tecnológicas; e (fator 3) a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades e as tecnologias concebidas nas empresas. O Estudo 2 também revelou contribuições teóricas inéditas sobre fatores conceituais determinantes ao desenvolvimento das RCT no setor de biotecnologia, a saber: o mapeamento da produção científica global demonstrou que houve avanço nas publicações a partir da década de 2000, e países como China e Taiwan agora estão presentes nesse cenário. Os Estados Unidos lideram o ranking de publicações e citações, possui a maior representatividade e é considerado um *hub* no cenário internacional. Observou-se que retirar os Estados Unidos da rede poderia desestruturar todo o sistema de cooperação, por outro lado, sua força de relacionamento (medida de Salton) é baixa demonstrando dispersão em suas publicações e pouca dependência de outros países. Por fim, os resultados apresentados no Estudo 3 revelaram contribuições teóricas e práticas inéditas sobre a aplicação tecnológica (fatores patentários) determinantes ao desenvolvimento das RCT no setor de biotecnologia com o auxílio do IPC C12N 15/82 a saber: a rede formada pelo IPC C12N 15/82 é dispersa e periférica. Foi possível identificar cinco *clusters* predominantes e uma característica encontrada é que poucos titulares (*assignes*), dentro dos clusters, possuem fortes laços diádicos dominando o desenvolvimento dessa tecnologia. Empresas com atuação global e institutos de pesquisa considerados centros de excelência em seus países de origem participam ativamente dessa rede. Acredita-se que esses resultados podem auxiliar pesquisadores, empresas e universidades nas decisões estratégicas para a estruturação de potenciais parcerias no desenvolvimento de novas tecnologias, na priorização de investimentos, bem como contribuir para a elaboração de políticas públicas voltadas ao setor de biotecnologia.

Palavras-chave: Inovação e Gestão Tecnológica; Redes de Cooperação Tecnológica; Análise de Redes Sociais; Biotecnologia aplicada ao Agronegócio Vegetal; Patentes.

ABSTRACT

The balance between economic development and the preservation of nature has been a challenge for humanity and biotechnology has played a fundamental role in this process. As it is a field in which scientific knowledge is multidisciplinary, the development of innovations takes place in collaboration among companies, universities, and research institutes. The main objective of this research is, therefore, to identify and evaluate the bibliographic and patent factors that contribute to the development of technological cooperation networks (TCN) in the biotechnology industry. In order to achieve this objective and produce such contributions, the scientific foundations of bibliometrics and scientometrics were adopted, subdivided into three interdependent studies. As an integrating result of this thesis, it was possible to highlight the importance of TCN for the biotechnology industry, with companies, universities, and research institutes as leading players for these cooperative relations. This thesis presents its methodological novelty structured in a bibliometric research with factor analysis, social networks analysis and mutual strength of the cooperation relationship (Salton's measure), as well as the mapping of TCNs using patents in co-ownership of IPC C12N 15/82, regarding vegetable agribusiness, as a *proxy* for cooperation – among companies, universities and research institutes. Results presented in Study 1 revealed new theoretical contributions on the conceptual factors determining the development of TCN in the biotechnology industry, namely: (factor 1) the role of biotechnology company in articulating the knowledge, innovations and technologies produced and disseminated in cooperation networks; (factor 2) the patent as an important technological factor, as it represents a valuable resource that brings together and highlights knowledge, innovations and technological routes; and (factor 3) research conceived as a networked activity that promotes the intersection between science produced in universities and technologies conceived in companies. Study 2 also revealed unprecedented theoretical contributions on conceptual factors determining the development of TCN in the biotechnology industry, namely: the mapping of global scientific production has shown that there has been an advance in publications since the 2000s, and countries like China and Taiwan are taking part in this field now. The United States lead the ranking of publications and citations, have the largest prevalence and are considered a *hub* in the international context. It was observed that removing the United States from the network could disrupt the entire cooperation system. On the other hand, its relationship strength (Salton's measure) is low, showing dispersion in its publications and little dependence on other countries. Finally, the results presented in Study 3 revealed unprecedented theoretical and practical contributions on technological application (patent factors) determining the development of TCN in the biotechnology sector with the help of IPC C12N 15/82 namely: the network formed by IPC C12N 15/82 is dispersed and peripheral. It was possible to identify five predominant *clusters*, and a feature was found that few *assignees* – within clusters – have strong dyadic ties dominating the development of this technology. Companies with global operations and research institutes considered centers of excellence in their countries of origin actively participate in this network. These results are deemed helpful to researchers, companies and universities in making strategic decisions for structuring potential partnerships in the development of new technologies, prioritizing investments, as well as contributing to the formulation of public policies to the biotechnology industry.

Keywords: Innovation and Technological Management; Technological Cooperation Networks; Social Network Analysis; Biotechnology applied to Vegetable Agribusiness, Patents

LISTA DE FIGURAS INTRODUÇÃO

Figura 1 – Matriz Metodológica (MM)	23
-------------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS DO ESTUDO 1

Figura 1 – Desenho da pesquisa	30
Figura 2 – Artigos publicados por ano considerando o campo conceitual sobre RCT (de 1999 a 2018)	34
Figura 3 – Citações por ano considerando campo conceitual sobre RCT (de 2000 a 2019)	34
Figura 4 – Resumo conceitual descritivo dos 32 autores do Fator 1	39
Figura 5 – Gráfico de ocorrências de palavras (Fator 1)	43
Figura 6 – Dendrograma Fator1	44
Figura 7 – Gráfico de similitudes do Iramuteq para o Fator 1 “Firma”	45
Figura 8 – Resumo conceitual descritivo dos 34 autores do Fator 2	47
Figura 9 – Gráfico de ocorrências de palavras (Fator 2)	52
Figura 10 – Dendrograma Fator 2	53
Figura 11 – Gráfico de similitudes do Iramuteq do Fator 2 “Patente”	54
Figura 12 – Resumo conceitual descrito dos 20 autores do Fator 3	56
Figura 13 – Gráfico de ocorrência de palavras do Fator 3 “Pesquisa”	59
Figura 14 – Dendrograma Fator 3.	60
Figura 15 – Gráfico de similitudes do Iramuteq para o Fator 3 “Pesquisa”	61
Figura 16 – Quadro sumarizado com os principais autores e seus esforços conceituais para o desenvolvimento de suas pesquisas	62
Figura 17 – Gráfico de similitudes do Iramuteq consolidando os três fatores	64

LISTA DE FIGURAS DO ESTUDO 2

Figura 1 – Gráfico consolidado (Qtde Artigos e Qtde Citações)	81
Figura 2 – Gráfico consolidado acumulado (Qtde Artigos e Qtde Citações)	81
Figura 3 – Ranking de países com maior número de publicações	82
Figura 4 – Mapa de frequência de palavras	87
Figura 5 – Mapa de granularidade	88
Figura 6 – Rede de países (nível 3)	89

LISTA DE FIGURAS DO ESTUDO 3

Figura 1 – Termos para a compreensão do universo de patentes	114
Figura 2 – Estatísticas de redes (métricas)	115
Figura 3 – “Visão Geral” da rede de cooperação	117
Figura 4 – “Componente Gigante” da rede de cooperação	118
Figura 5A – “Visão Geral”	120
Figura 5B – “Componente Gigante”	120
Figura 6 – Cluster formado entre Dupont e Pionner	120
Figura 7 – Cluster formado entre Monsanto e Stine	121
Figura 8 – Cluster 1 em forma gráfica	124
Figura 9 – Cluster 2 em forma gráfica	127
Figura 10 – Cluster 3 em forma gráfica	129
Figura 11 – Cluster 4 em forma gráfica	132
Figura 12 – Cluster 5 em forma gráfica	134

LISTA DE FIGURAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Figura 1 – Matriz Contributiva (MC)	154
-------------------------------------	-----

LISTA DE TABELAS DO ESTUDO 1

Tabela 1 – Dados sumarizados da pesquisa	34
Tabela 2 – Matriz Fatorial	35
Tabela 3 – Ocorrências de palavras (Fator 1)	43
Tabela 4 – Ocorrências de palavras (Fator 2)	52
Tabela 5 – Ocorrências de palavras (Fator 3)	59

LISTA DE TABELAS DO ESTUDO 2

Tabela 1 – Quantidade de artigos e citações	80
Tabela 2 – Ranking dos 10 principais países que mais trabalham em cooperação	83
Tabela 3 – Ranking dos 10 primeiros artigos com as respectivas citações	84
Tabela 4 – Lista consolidada dos journal, artigos e citações	84
Tabela 5 – Ocorrência de palavras	86
Tabela 6 – Ranking de países dos autores, publicações e citações	89
Tabela 7 – Ranking de cooperação entre os países	90
Tabela 8 – Ranking da cooperação entre os países (porcentual)	90
Tabela 9 – Ranking de autores e citações em universidades	91
Tabela 10 – Ranking de cooperação entre as universidades	92
Tabela 11 – Estatísticas de redes de cooperação entre os países (nível 3) ordenadas pelo Degree e PageRank	94
Tabela 12 – Produção de artigos científicos dos países (nível 3) ordenadas entre os períodos: (1990 a 2004) e (2005 a 2019)	95
Tabela 13 – Força mútua da cooperação (medida de Salton) – período 1990 a 2004	96
Tabela 14 – Força mútua da cooperação (medida de Salton) – período 2005 a 2019	97

LISTA DE TABELAS DO ESTUDO 3

Tabela 1 – Principais indicadores da rede geral de cooperação de biotecnologia vegetal	117
Tabela 2 – Principais indicadores da rede de cooperação “componente gigante”	118
Tabela 3 – Principais parcerias da rede de cooperação que mais desenvolveram patentes	119
Tabela 4 – 20 principais atores da rede de cooperação (Cluster 1)	123
Tabela 5 – 20 principais atores da rede de cooperação (Cluster 2)	125
Tabela 6 – 20 principais atores da rede de cooperação (Cluster 3)	128
Tabela 7 – 20 principais atores da rede de cooperação (Cluster 4)	130
Tabela 8 – 20 principais atores da rede de cooperação (Cluster 5)	133
Tabela 9 – Medida de Salton e Força da Relação para os principais titulares da rede de cooperação	135

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

AFE	Análise Fatorial Exploratória
ARS	Análise de Redes Sociais
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
ECLA	Sistema Europeu de Classificação de Patentes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPO	<i>European Patent Office</i>
EUA	Estados Unidos da América
GKPM	<i>Genetics Knowledge Persistence Measurement</i>
IA	Inovação Aberta
ICT	<i>Instituto de Ciência e Tecnologia</i>
INPADOC	<i>International Patent Documentation</i>
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	<i>Intergovernmental Panel Climate Change</i>
IPC	<i>International Patent Classification</i>
LPC	Lei de Proteção Cultivares
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PCT	<i>Patent Cooperation Treaty</i>
RCT	Redes de Cooperação Tecnológica
SNA	<i>Social Network Analysis</i>
TRIPS	<i>Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights</i>
UN	<i>United Nations</i>
UPOV	<i>International Union for the Protection of New Varieties of Plants</i>
USPC	<i>United States Patent Classification</i>
USPTO	<i>United States Patent and Trademark Office</i>
WIPO	<i>World Intellectual Property Organization</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	19
1.1.1 Questão Central de Pesquisa	21
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 Geral	21
1.2.2 Específicos	21
1.3 JUSTIFICATIVA.....	21
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	22
2. ESTUDO 1	24
2.1.INTRODUÇÃO	24
2.2 REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.3 MÉTODO	29
2.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	33
2.4.1 Fator 1: A firma e suas capacidades e recursos em alianças, acordos e redes de cooperação.....	36
2.4.2 Fator 2: A patente como evidência de fluxo de conhecimento, inovação e mudança tecnológica.....	45
2.4.3 Fator 3: A pesquisa como norteadora da ciência e da tecnologia nas empresas, universidades e sociedade	54
2.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	61
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS DO ESTUDO 1	65
3 ESTUDO 2	72
3.1 INTRODUÇÃO.....	72
3.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	74
3.3 MÉTODO	77
3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	79
3.4.1 Análise das Publicações e Citações.....	79
3.4.2 Análise dos principais países e publicações.....	81
3.4.3 Análise dos principais artigos, autores e periódicos.....	83
3.4.4 Análise consolidada Journals, Artigos e Citações.....	84
3.4.5 Análise das Redes Sociais (ARS).....	85
3.4.6 Ocorrência de palavras (frequência).....	85
3.4.7 Rede de países, instituições e autores.....	87
3.4.8 Rede de países (Instituição dos autores - nível 3).....	88
3.4.9 Redes de Universidades.....	91
3.4.10 Análise das Redes (Métricas).....	92

3.4.11 Força mútua da relação de cooperação (Medida de Salton).....	93
3.4.12 Análise das redes métricas (países).....	93
3.4.13 Força mútua da relação (medida de Salton).....	95
3.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	97
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	99
REFERÊNCIAS DO ESTUDO 2.....	100
4. ESTUDO 3.....	107
4.1 INTRODUÇÃO.....	108
4.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	109
4.3. MÉTODO.....	112
4.3.1 Mapeamento e coleta da base de dados.....	112
4.3.2 Estruturação da base de dados.....	113
4.3.3 Análise dos dados a partir de análise de redes sociais (ARS).....	114
4.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	116
4.4.1 Análise da rede “Visão Geral” de cooperação de Biotecnologia verde/agrícola.....	116
4.4.2 Análise do "componente gigante" da rede de cooperação de biotecnologia verde/agrícola.....	118
4.4.3 Análise das relações de cooperação.....	119
4.4.4 Análise <i>cluster</i> 1	121
4.4.5 Análise <i>cluster</i> 2.....	124
4.4.6 Análise <i>cluster</i> 3.....	127
4.4.7 Análise <i>cluster</i> 4.....	130
4.4.8 Análise <i>cluster</i> 5.....	132
4.4.9 Análise da medida de Salton e suas relações de dependência.....	134
4.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
REFERÊNCIAS DO ESTUDO 3.....	140
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	151
5.2 MATRIZ CONTRIBUTIVA.....	154
REFERENCIAS GERAIS.....	155

1 INTRODUÇÃO

O equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação da natureza tem sido um desafio para a humanidade. As ações decorrentes das atividades econômicas e industriais, nos últimos 100 anos, têm acelerado e provocado diversas alterações na biosfera, resultando, por exemplo, na quase duplicação da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera (Rocha, 2003).

O Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) informa que a emissão de gases de efeito estufa tem levado a uma série de consequências negativas discutidas mundialmente. Alguns exemplos desses danos são o aumento na temperatura média global, maior variação de temperaturas ao longo do tempo, bem como o aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos (IPCC, 2014).

Nesse contexto, a agricultura pode ser uma das principais atividades econômicas a sofrer com o aquecimento global, repercutindo em significativas alterações em relação à produção de alimentos (Gonçalves & Assad, 2009). No caso da agricultura, ações de pesquisa e desenvolvimento na área biotecnológica são fundamentais para o desenvolvimento de sistemas mais produtivos e sustentáveis. O melhoramento genético de plantas geneticamente modificadas (GM), a partir da criação de cultivares, tem sido uma das principais linhas de pesquisa na área biotecnológica. Essas variedades cultivadas têm por objetivo atender às demandas dos produtores e consumidores, gerando plantas mais resistentes e produtivas (Neto, Barros, Cavalcanti, & Melo, 2013). Existem diversas organizações e instituições envolvidas em pesquisas de tecnologias aplicadas ao cultivo de plantas GM, incluindo universidades, indústria e institutos governamentais (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Ho & Cheo, 2014). Por sua vez, as atividades de inovação tecnológica no campo agrícola, a partir de plantas geneticamente modificadas, são em geral realizadas pela interação de diferentes entidades (Ji, Barnett, & Chu, 2019).

Atualmente, diversos cientistas e pesquisadores de organizações tanto privadas como governamentais têm se debruçado sobre o tema e colocado seus esforços no desenvolvimento de pesquisas, visando ações para mitigar e/ou solucionar os efeitos do aquecimento global na natureza e, em especial, no setor agrícola. Pesquisar esse campo é crucial para governos, universidades, empresas, agricultores, cientistas e outras partes interessadas, pois fortalece o desenvolvimento econômico das diversas regiões e/ou países (Ji, Barnett & Chu, 2019).

Na lavoura, o potencial genético de uma cultivar está expresso em seu fenótipo, que será o responsável por melhorar o desenvolvimento de mudas e sementes que serão previamente selecionadas. Tais espécies recebem um nome único, devidamente registrado com base nas suas

características produtivas ou, ainda, em outras que a tornem interessante para o cultivo (EMBRAPA, 2020). O melhoramento vegetal biotecnológico pode identificar genes de interesse em espécies diferentes, introduzindo características que dificilmente seriam apresentadas pela planta na natureza (Ferreira & Faleiro, 2010).

Um aspecto relevante, dado o potencial econômico que pode ser gerado pelo desenvolvimento de novas cultivares, está ligado à segurança jurídica, ou seja, à proteção intelectual a partir do patenteamento das novas espécies de cultivares que começou a ser referida, de forma expressa, em acordos internacionais, com a criação da *International Union for the Protection of New Varieties of Plants* – UPOV, em 1961. O objetivo da Convenção foi a proteção das novas variedades de plantas pelo sistema de propriedade intelectual. Porém, somente por meio da aprovação do *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* – TRIPS, no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC) em 1994, ocorreu a obrigatoriedade da existência de proteção intelectual relacionada às plantas e vegetais em termos globais.

No Brasil, a Lei de Proteção de Cultivares (LPC) protege as novas variedades de plantas, resguardando os direitos dos seus criadores. Com a lei, confere-se, por um determinado prazo, direito exclusivo sobre a comercialização das espécies, uma vez que o melhoramento de plantas exige habilidade e conhecimentos bastante específicos. Além disso, as cultivares requerem investimentos significativos e, recorrentemente, demandam um tempo considerável para seu desenvolvimento (MAPA, 2020)

A biotecnologia, segundo Pisano (2006), caracteriza-se por ser um “negócio baseado na ciência”, não podendo ser vista como uma unidade ou algo homogêneo. A biotecnologia é, na verdade, transversal e heterogênea, por utilizar tecnologias e conhecimentos específicos em diferentes áreas de conhecimento, cada qual com seu campo de aplicação promovendo uma forte articulação e imbricamento entre desenvolvimento tecnológico e processos científicos. A biotecnologia também pode ser considerada como uma área de tecnologia de fronteira para as inovações e a comercialização de novos produtos ou processos em áreas como: saúde, agricultura, alimentação e manufatura (Kang & Park, 2012; Hazir & Autant-Bernard, 2014).

No setor de biotecnologia, o desenvolvimento de novos produtos remete ao conceito de inovação aberta, em que as empresas utilizam fontes de conhecimento externas para melhorarem a capacidade de inovação. Faz parte desse processo um fluxo interno e externo de conhecimento, para acelerar a inovação interna e expandir o mercado para o uso dessa inovação (Chesbrough, 2003, 2008).

O conceito de inovação aberta ressalta que a colaboração interorganizacional contribui para que os participantes reduzam custos de investimentos (Chesbrough & Appleyard, 2007; Guan &

Wei, 2015), reduzam riscos (Liyanage, 1995) e favoreçam a busca por informações e o acesso a recursos complementares (Guan *et al.*, 2015; Marquardt, 2013), aprimorando, desta forma, o desempenho inovador dos participantes (Sampson, 2007; Schilling, 2015).

Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) também observaram que o desenvolvimento de inovações no setor de biotecnologia está diretamente relacionado ao estabelecimento de parcerias interorganizacionais e na formação de redes de inovação e é justamente neste ponto que a inovação aberta se faz presente novamente, pois busca entender a natureza da inovação a partir da rede formada (Chesbrough 2003; Stanko *et al.* 2017; Dahlander e Gann 2010; Bogers *et al.* 2017).

A teoria da inovação aberta também fornece percepções importantes sobre o papel do acesso ao conhecimento e das redes na facilitação da inovação, estimulando a abertura de novos processos de inovação (Chesbrough 2006; Stanko *et al.* 2017; Bogers *et al.* 2018; Santoro *et al.* 2018). Definições mais recentes de Chesbrough e Bogers (2014), enfatizam cada vez mais que a principal característica da inovação é a capacidade da organização de gerenciar esses fluxos de conhecimento para definir a natureza da inovação em rede.

Freire (2014), por sua vez, observa que a atividade econômica que envolve a biotecnologia possui alta intensidade tecnológica e não se desenvolve sem a articulação entre os setores privado, público (governos/agentes) e acadêmico. A integração entre esses setores remete ao conceito de “Hélice Tripla”, que propõe uma relação dinâmica entre o Estado, a ciência realizada nas universidades e a tecnologia desenvolvida nas empresas (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000, p.112). Essa teoria enfatiza que certo nível de interação entre esses três atores – universidades, indústrias e governo – pode criar um sistema eficaz para o desenvolvimento de inovações (Ivanova & Leydesdorff, 2014).

O modelo denominado como “Hélice Tripla” também pode ser compreendido como uma proposta de interrelação entre o livre mercado e o planejamento centralizado (Etzkowitz, 2004). Segundo esta proposta, o crescimento econômico do futuro não é dependente somente dos ciclos de inovação, mas de uma nova estrutura, que tem como objetivo deixar cada vez mais próxima a pesquisa básica e a aplicada (Leydesdorff & Meyer, 2006).

Do ponto de vista das universidades, a inovação aberta está intimamente relacionada ao seu papel como agentes empreendedores, particularmente aquelas preocupadas com a transferência de conhecimento e comercialização de seus recursos e capacidades (Sharifi *et al.*, 2014). Tendo, portanto, a universidade esta missão de agência empreendedora, elas são cada vez mais retratadas como entidades centrais de produção de conhecimento que podem ter um papel importante na condução de processos de inovação e desenvolvimento econômico, fornecendo conhecimento para a indústria (Fritsch, 2002; Huggins *et al.*, 2008).

O surgimento do conceito de universidade empreendedora em consonância ao paradigma da inovação aberta é um reconhecimento de que em vez de um foco no conhecimento interno possuído ou gerado pelas empresas, o conhecimento proveniente de universidades é considerado um fator chave dentro dos processos da inovação aberta (Lawton Smith & Bagchi-sem, 2006; Rosli & Rossi, 2016). Uma das implicações mais significativas do modelo “Hélice Tripla” é a análise de que, embora haja uma forte ligação entre empresa, universidades e governo, há também de se manter a independência individual de cada instituição (Porto, 2006).

Segundo Costa (2012), as universidades e empresas usam uma variedade de arranjos, a fim de viabilizar um fluxo dinâmico de conhecimento entre eles. Esses arranjos variam de acordo com a intensidade das relações pessoais, dos tipos de conhecimentos transferidos e do sentido do fluxo do conhecimento. Chen, Zhang, Zhu e Mu (2017) conceituam as redes de cooperação entre empresas, universidades e centros de pesquisa como híbridas. Os resultados de suas pesquisas indicam que o padrão de impacto das posições de rede de organizações afeta seu desempenho e variam de acordo com a estrutura e composição da rede em diferentes contextos interorganizacionais (Chen, Dong & Huang, 2010).

Nesse contexto, diversos estudos foram realizados com o objetivo de explorar as atividades colaborativas cada vez mais complexas sob a perspectiva de rede (Gulati & Gargiulo, 1999; Paruchuri, 2010; Martin *et al.*, 2015). Em termos de análise de rede, o posicionamento está intimamente associado a conceitos e técnicas que identificam a centralidade dos atores dentro de sistemas de redes específicas. A centralidade definida de um ator remete a importância ou proeminência desse ator de forma individual em uma determinada rede formada (Freeman, 1977, 1979; Everett & Borgatti, 2005; Owen-Smith & Powell, 2004).

No campo dos estudos de inovação, os atores que possuem alta centralidade podem ser considerados os mais "inovadores abertos" em sistemas de inovação ou rede de conhecimento (Fleming & Waguespack, 2007). Nesse sentido, a posição estrutural dos atores dentro desses sistemas de rede é um importante indicador de sua capacidade de relacionamento e de sua capacidade de inovação aberta (Belussi *et al.*, 2010; Cassi & Plunket, 2013).

Desta forma, a lacuna teórica que norteia esta pesquisa é a compreensão de como estão organizadas e constituídas as redes de cooperação entre empresas, universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento tecnológico no setor de biotecnologia, considerando o paradigma da inovação aberta e das redes de cooperação tecnológica.

O delineamento desta pesquisa visou compreender as redes de cooperação tecnológica constituídas no setor de biotecnologia. Para isso, foi utilizado uma tecnologia de melhoramento genético denominada sob o IPC C12N-12/85, referente ao segmento da biotecnologia aplicada ao

agronegócio vegetal, adotando-se as patentes em cotitularidade (empresas, universidades e/ou centros de pesquisa) como *proxy* de cooperação tecnológica.

O motivo da escolha desta tecnologia de melhoramento genético vegetal deveu-se pelo fato de ela possuir importância global no desenvolvimento de pesquisas para aprimoramento genético de plantas e sementes mais resistentes, visando ações para mitigar e/ou solucionar os efeitos decorrentes das mudanças climáticas. Segundo o MAPA, (2020), a área de desenvolvimento e pesquisa de plantas GM é a que mais cresce no mundo e em especial no Brasil, tendo importância estratégica para o setor agrícola. Desde a década de 1980, a engenharia genética tem sido aplicada a safras agrícolas e anunciada como uma revolução biológica, com o objetivo de amenizar a fome e pobreza mundiais, contribuindo, inclusive, para as metas de segurança alimentar global. Examinar esse campo é, portanto, crucial para governos, empresas, agricultores, cientistas e outras partes interessadas para o desenvolvimento socioeconômico de regiões ou países (Ji, Barnett & Chu, 2019).

Por sua vez, em se tratando, especificamente, de tecnologias protegidas, Griliches (1990) já havia observado em suas pesquisas que os dados de patentes são um recurso único para o estudo das mudanças, podendo ser usados também para monitorar a competição e gerenciar o desenvolvimento de novas tecnologias (Ernst, 2003) e na investigação de atividades inovadoras e econômicas (Hicks *et al.*, 2001; Lybbert & Zolas, 2014).

Desde o início da agricultura, as plantas vêm sendo modificadas geneticamente pelo homem. Até recentemente, a única forma para introdução de características de interesse em um indivíduo ou espécie era por meio de cruzamentos. No entanto, esses métodos convencionais possuem limitações (Almeida & Borém, 2015). Com os avanços da biotecnologia, atualmente o melhoramento de plantas conta com importantes ferramentas para a introdução de novas características, como a engenharia genética que se utiliza de técnicas, métodos e recursos que promovem um aprimoramento do conteúdo genético de determinada espécie, a fim de trazer ganhos como aumento de produtividade, resistência ao estresse biótico, adequação às exigências do mercado consumidor e aumento no valor agregado do produto (Almeida & Borém, 2015).

Investimentos financeiros continuados são fundamentais para viabilizar a inserção de materiais geneticamente modificados no mercado, segundo Ji, Barnett e Chu (2019) a biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal, utilizada para produzir alimentos geneticamente modificados, é um dos campos mais inovadores da ciência. Segundo a EMBRAPA (2020), a liderança nesse processo está com a iniciativa privada representada por grandes empresas multinacionais. O Brasil é um grande consumidor dos materiais desenvolvidos por essas

corporações. Atualmente é segundo maior produtor de plantas geneticamente modificadas, atrás apenas do Estados Unidos, com cerca de 50 milhões de hectares plantados, representado aproximadamente 80% da área cultivada no Brasil e, aproximadamente, 30% da área cultivada globalmente.

A EMBRAPA (2020), ressalta ainda que a escolha de uma cultivar adequada, ou seja, geneticamente modificada para cada tipo de sistema de produção, região e outras especificidades, é de fundamental importância para a produtividade e eficiência de uma lavoura, bem como para que o produtor obtenha maior excelência na colheita.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Devido à diversidade científica, bem como à multidisciplinaridade dos conhecimentos gerados no setor de biotecnologia, o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias é realizado a partir da formação de redes de cooperação. Essas redes permitem que as empresas tenham acesso a fontes de conhecimento que não estariam disponíveis internamente (Powell, Koput & Smith-Doerr, 1996).

As redes de cooperação tecnológica são fundamentais para empresas do setor de biotecnologia, dada a natureza competitiva e intensiva do conhecimento, tornando a rede uma das principais fontes de novos conhecimentos (Pisano, 2006). O ambiente altamente competitivo e aberto pode provocar a colaboração entre organizações, gerar e estimular os sistemas de inovação (Lundvall *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 2015)

No setor de biotecnologia, a colaboração entre empresas, universidades e centros de pesquisa é crescente e tem atraído a atenção de diversos pesquisadores (Laursen *et al.*, 2011; Perkmann *et al.*, 2011; Guan & Zhao, 2013; Rentocchini *et al.*, 2014; Banal-Esteñol *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2016). Identificar o padrão de impacto da posição dos atores (empresas, universidades e centros de pesquisa) na estrutura da rede de cooperação é importante, pois afeta o desempenho da composição dessa rede em diferentes contextos interorganizacionais (Chen, Zhang, Zhu, & Mu, 2017).

O estabelecimento da parceria entre empresas e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT) trouxe contribuições significativas para a transformação do conhecimento decorrentes do desenvolvimento tecnológico. A utilização do conhecimento gerado nas universidades para o setor produtivo é o motor para o desenvolvimento de novas tecnologias cuja transferência consiste em um caminho complementar para alcançar um nível tecnológico superior (Leydesdorff & Etzkowitz, 1996).

Vale adiconar que o melhoramento genético das plantas, a partir do desenvolvimento de novos cultivares, traz benefícios de natureza coletiva à toda sociedade. As espécies vegetais encontradas na natureza já possuem diversas utilidades que facilitam a existência humana e promovem melhores condições de vida (INPI, 2020). Assim, a melhoria de seu conteúdo, por meio da pesquisa e tecnologia, é um dos principais meios que o homem tem para viabilizar soluções para os problemas que afligem a humanidade como um todo (INPI, 2020). Nota-se, atualmente, e de forma global, uma grande expansão das culturas biotecnológicas (James, 2015). Estados Unidos e Brasil são líderes em áreas cultivadas com plantas geneticamente modificadas (GM), mas os esforços de inovação baseados em cooperação tecnológica e nos fluxos de conhecimento a partir de relações interorganizacionais ainda não têm recebido a mesma priorização da acadêmica (Ji, Barnett, & Chu, 2019).

No campo da estratégia organizacional, a propriedade intelectual materializada nas patentes pode representar um importante ativo estratégico, ao tornar tangíveis os resultados de P&D, contribuindo com os retornos sobre os investimentos e com os direitos para exploração de determinadas invenções (Quoniam, Kniess, & Mazieri, 2014). Devido a este cenário, as técnicas de análise de patentes experimentaram um aumento considerável nas pesquisas em ciências sociais, nas últimas décadas (Jaffe e Rassenfosse 2016). Por essa razão, estabelecer padrões e princípios adequados para a aplicação de normas de proteção de direitos de propriedade intelectual sobre as cultivares torna-se medida fundamental a qualquer país e em especial ao Brasil, com demandas específicas para o setor agropecuário e por ser um dos países mais ricos em biodiversidade do mundo (Ghesti *et al.*, 2020).

Diante desse contexto, a principal problemática é a não convergência das bases conceituais e das relações interorganizacionais que são determinantes para o desenvolvimento científico e tecnológico de redes de cooperação em áreas onde é predominante a inovação tecnológica, como a biotecnologia (Perkmann *et al.*, 2011; Guan e Zhao, 2013; Rentocchini *et al.*, 2014; Banal-Esteñol *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2016).

Desta forma, considerando a importância da cooperação no processo de desenvolvimento tecnológico e da inovação no setor de biotecnologia, torna-se relevante, primeiramente, explorar as bases conceituais convergentes (Estudo 1) aqui nesta pesquisa descrita como fatores bibliográficos, posteriormente examinar a produção científica global (Estudo 2) e por fim, o desenvolvimento e aplicação tecnológica (Estudo 3) descrita aqui nesta pesquisa como fatores patentários. por meio da análise de redes sociais.

Portanto, a partir de uma concepção integradora, os Estudos 1 e 2 foram executados para preencher lacunas, ou seja, apontar os fatores conceituais convergentes (a partir do levantamento

bibliográfico) e que são determinantes para a produção científica sobre redes de cooperação no setor de biotecnologia. Já o Estudo 3, por sua vez, foi também executado para preencher lacunas a partir do exame das relações interorganizacionais na formação de redes de cooperação estabelecidas por tecnologias protegidas (fatores patentários) desenvolvidas em cotitularidade. Especificamente nesta etapa foi utilizada a tecnologia de melhoramento genético vegetal sob o IPC C12N-15/82. Tal tecnológica foi selecionada porque é determinante para a agricultura no desenvolvimento de plantas geneticamente mais fortes e eficientes que consigam responder de forma positiva as mudanças climáticas sofridas pelo meio ambiente.

1.1.1. Questão central de pesquisa

Quais são os fatores bibliográficos e patentários determinantes para o desenvolvimento das redes de cooperação tecnológica no setor de biotecnologia?

1.2 OBJETIVOS

A partir dessa problemática, enunciam-se os objetivos geral e específicos desta pesquisa.

1.2.1. Geral

Avaliar os fatores bibliográficos e patentários que contribuem para o desenvolvimento das redes de cooperação tecnológica no setor de biotecnologia.

1.2.2. Específicos

- a) Explorar as bases conceituais da temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia, a partir da bibliometria.
- b) Analisar a produção científica sobre a temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia, a partir da bibliometria com análise de redes.
- c) Examinar as redes de cooperação tecnológica formadas pelas empresas, universidades e institutos de pesquisa, a partir das patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82 no segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal, utilizando a cientometria com análise de redes sociais.

1.3 JUSTIFICATIVA

O equilíbrio entre desenvolvimento econômico e a preservação da natureza tem sido um desafio para a humanidade e a biotecnologia tem exercido um papel fundamental nesse processo. Por ser um setor no qual o conhecimento científico é multidisciplinar, o desenvolvimento de

inovações no setor de biotecnologia ocorre de forma colaborativa entre empresas, universidades e centros de pesquisas.

Muitos países introduziram uma série de medidas para fortalecer os vínculos entre indústrias, universidades, instituições públicas e institutos de pesquisa, com o objetivo de alcançar inovação, desenvolvimento tecnológico, bem como melhoria do desempenho econômico nacional (Cohen *et al.*, 2002; Dutrenit & Arza, 2010; Giuliani *et al.*, 2010; Haeussler & Colyvas, 2011; Mowery *et al.*, 2001; Rentocchini *et al.*, 2014; Van Looy *et al.*, 2003).

Portanto, nesta tese, foram obtidos achados inéditos para pesquisadores e praticantes, como a avaliação das bases conceituais convergentes (Estudos 1 e 2) e o exame das relações interorganizacionais estabelecidas a partir de tecnologias protegidas por patentes em cotitularidade (Estudo 3), ambos são achados relevantes para o desenvolvimento de redes de cooperação no campo da biotecnologia (Banal-Esteñol *et al.*, 2015; Guan & Zhao, 2013; Laursen *et al.*, 2011; Rentocchini *et al.*, 2014; Perkmann *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2016).

Destaca-se, nesta pesquisa, o ineditismo da utilização de patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82 (IPC de natureza biotecnológica e aplicada ao agronegócio vegetal) como *proxy* de cooperação entre as empresas, universidades e centros de pesquisa. Essa *proxy* representa o resultado tangível de um processo de pesquisa e desenvolvimento tecnológico de forma colaborativa, dada a cotitularidade. A escolha deste IPC específico é justificada também pelo seu potencial econômico no melhoramento genético de diversos tipos de sementes com o objetivo de aumentar a produtividade das lavouras.

A relevância desta pesquisa reside, também, na importância que a formação das redes de cooperação tecnológica tem para o setor de biotecnologia e no desenvolvimento de novos produtos, na busca por inovações e, sobretudo, nas contribuições para a melhoria da produtividade e eficiência na área agrícola, aliando sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente pesquisa está subdividida em três estudos que, em conjunto, atendem o objetivo geral da pesquisa, conforme modelo proposto por Costa, Ramos e Pedron (2019).

O Estudo 1 foi realizado objetivando identificar os bases conceituais ou fatores convergentes que conduziram os pesquisadores do construto “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia, nos últimos 30 anos (1988 a 2018). A partir desse levantamento foi possível identificar os principais autores que se correlacionavam dentro do tema e que contribuíram para a construção das bases conceituais em redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia.

O Estudo 2 foi conduzido com o objetivo de analisar a produção científica sobre a temática “redes de cooperação tecnológica e patentes” em biotecnologia, procurando complementar e ampliar os achados no (Estudo 1), entendendo a relação de cooperação existentes.

Por fim, o terceiro e último estudo (Estudo 3), teve como objetivo examinar e mapear as redes de cooperação constituídas para o desenvolvimento tecnológico no setor de biotecnologia. Nesta última etapa, foram examinadas as relações interorganizacionais estabelecidas a partir de tecnologias protegidas por patentes em cotitularidade, especificamente as patentes de engenharia genética denominada sob o IPC C12N-15/82, como *proxy* de cooperação entre os atores envolvidos nesse “ecossistema”, sendo: empresas, universidades e institutos de pesquisa. A tese é finalizada com as considerações finais e as referências.

A Figura 1 demonstra a matriz metodológica (MM) do desenvolvimento desta pesquisa

QUESTÃO CENTRAL DE PESQUISA						
Quais são os fatores bibliográficos e patentários determinantes para o desenvolvimento das redes de cooperação tecnológica?						
OBJETIVO GERAL						
Avaliar os fatores bibliográficos e patentários que contribuem para o desenvolvimento das redes de cooperação no setor de biotecnologia.						
JUSTIFICATIVA DE DISTINÇÃO			JUSTIFICATIVA DE INTERDEPENDÊNCIA			
Títulos dos estudos	Questão de pesquisa	Objetivo Geral	Pesquisas sequenciais ou simultânea*	Método único ou misto nas etapas de campo	Procedimentos de coleta de dados	Procedimentos de análise de dados
Redes de Cooperação Tecnológica e Patentes em Biotecnologia: Identificação das Bases Conceituais, a partir da Bibliometria e da Análise Fatorial	Estudo 1	Explorar as bases conceituais da temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia, a partir da bibliometria com análise fatorial	Estudo 1	Dados secundários	Artigos (<i>Web of Science</i>)	Bibliométrico
Produção Científica sobre Redes de Cooperação Tecnológica e Patentes em Biotecnologia: Análises Bibliométricas e de Redes Sociais	Estudo 2	Analisar a produção científica sobre a temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia, a partir da bibliometria com análise de redes	Estudo 2	Dados Secundários	Artigos (<i>Web of Science</i>)	Bibliométrico com Análise de Redes Sociais
Redes de cooperação para desenvolvimento tecnológico no segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal: um estudo a partir de patentes	Estudo 3	Examinar as redes de cooperação tecnológica formadas pelas empresas, universidades e institutos de pesquisa a partir das patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82 no segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal, utilizando a cientometria com análise de redes sociais	Estudo 3	Dados Secundários	<i>Derwent Innovation</i> (Clarivate)	Cientométrico com Análise de Redes Sociais

Figura 1: Matriz Metodológica (MM)

Fonte: o autor

2. ESTUDO 1

Redes de Cooperação Tecnológica e Patentes em Biotecnologia: Identificação das Bases Conceituais, a partir da Bibliometria e da Análise Fatorial

Resumo: O termo “redes de cooperação tecnológica” torna-se cada vez mais difundido na academia e no setor de biotecnologia. No entanto, o seu conceito vem de diferentes campos teóricos, sendo que não há convergência a esse respeito na literatura. Por meio de um estudo bibliométrico, este artigo busca explorar as bases conceituais da temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia a partir da bibliometria com análise fatorial. Assim, para as análises quantitativas, realizou-se uma análise fatorial exploratória (AFE), com o uso do *software Bibexcel* e teste de *Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)* (*software SPSS*). A matriz de citações e cocitações resultou em 86 artigos, distribuídos em três fatores, conforme análise de similitude (*software Iramuteq*). A principal contribuição da pesquisa foi a identificação de três fatores convergentes, a saber: (1) o papel de centralidade da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação tecnológica; (2) a patente como um recurso valioso que congrega e evidencia conhecimentos, inovações e rotas tecnológicas para a firma, suas redes e para a indústria, e; (3) a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades, as tecnologias concebidas nas firmas e a disseminação para a indústria e para a sociedade de artigos, patentes e inovações.

Palavras-chave: Redes de cooperação tecnológica; Inovação, Biotecnologia; Bibliometria; Análise de redes sociais.

2.1. INTRODUÇÃO

As evidências da importância dos mecanismos de cooperação entre as empresas frente a dinâmica das inovações tecnológicas têm sido, cada vez mais, exploradas em estudos. As pesquisas têm demonstrado que as abordagens centradas exclusivamente nas competências internas das empresas, especialmente no caso das atividades de maior complexidade científica e tecnológica e com frequência da inovação, não explicam totalmente os resultados (Côrtes *et al.*, 2005).

A interação entre os vários atores que compõem a cooperação pode ser analisada sob diversas óticas e, nesta pesquisa, observou-se sob o paradigma da inovação aberta que busca

favorecer a obtenção por novos conhecimentos e o acesso a recursos complementares (Guan *et al.*, 2015; Marquardt, 2013), aprimorando dessa forma a alocação de investimentos (Chesbrough & Appleyard, 2007; Guan & Wei, 2015) e o desempenho inovador dos participantes (Sampson, 2007; Schilling, 2015).

Dentre os objetos de análise sobre o tema, está a cooperação de empresas (Costa, Porto, & Feldhaus, 2010; Schreiber *et al.*, 2013), de universidades (Santana & Porto, 2009), de institutos de pesquisa (Oliveira & Telles, 2011), de núcleos de inovação tecnológica (Desiderio & Zilber, 2014; Dias & Porto, 2014), de parques científicos (Novelli & Segatto, 2012), de sistemas de inovação regionais (Santos, Sbragia, & Toledo, 2012) e de sistemas nacionais de inovação (Lopes, 2007; Cunha *et al.*, 2017; Gadelha *et al.*, 2013).

A cooperabilidade, por sua vez, requer também procedimentos de gerenciamento que devem ser desenvolvidos e comumente aceitos, implementados e flexibilizados pelos parceiros, resultando em aptidões e competências não somente tecnológicas, mas de gestão da capacidade relacional (Costa, Porto, & Feldhaus, 2010). De acordo com Dyer e Singh (1998), as ligações interfirmas podem ser uma fonte de ganhos relacionais e vantagem competitiva. Para Lado, Paulraj e Chen (2011), a obtenção de ganhos relacionais e de vantagem competitiva depende diretamente do desenvolvimento e da manutenção de competências relacionais.

Com o objetivo de potencializar a inovação tecnológica e ampliar os horizontes de cooperação além das empresas, Leydesdorff e Etzkowitz (1997) ampliam o escopo da cooperação e propõem o conceito da Hélice Tripla, em que a cooperação entre indústria, governo e universidade desempenha papel fundamental em sociedades baseadas, cada vez mais, no conhecimento (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). O modelo denominado como “Hélice Tripla” também pode ser compreendido como uma proposta que propõe uma interrelação entre o livre mercado e o planejamento centralizado (Etzkowitz, 2004). Segundo essa proposta, o crescimento econômico do futuro não é dependente somente dos ciclos de inovação, mas de uma nova estrutura, que tem como objetivo deixar cada vez mais próxima a pesquisa básica e a aplicada (Leydesdorff, Meyer: 2006).

A cooperação universidade-empresas (U-E) pode ser definida como um conjunto de interações que visam a produção de conhecimento, envolvendo relações diretas entre empresas ou grupo de empresas e universidades, como as redes de cooperação tecnológica (Schartinger *et al.*, 2012). Neste aspecto, Santoro e Gopalahrishnam (2000) destacam que é necessário a institucionalização do conhecimento nas relações cooperativas para que se efetive um fluxo contínuo na aquisição desse conhecimento, pois os processos de troca e aquisição são influenciados tanto pelos aspectos organizacionais (estrutura organizacional e cultura), quanto

pelas características do conhecimento, como apropriação e transferência em rede do conhecimento tácito para o explícito.

Vale destacar que o setor de biotecnologia tem um contexto de análise muito fortuito à formação de redes de cooperação, devido às características próprias que o segmento apresenta. Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) já observavam, em suas pesquisas, que o desenvolvimento de inovações no setor de biotecnologia está diretamente relacionado ao estabelecimento de parcerias interorganizacionais e na formação de redes de inovação. Isso ocorre não somente na transformação do conhecimento científico biotecnológico em novas tecnologias a partir da cooperabilidade, mas, também, pela multidisciplinaridade de conhecimentos que são necessários ao desenvolvimento dos produtos e processos biotecnológicos, culminando no crescimento tecnológico e socioeconômico de diversas nações. O setor de Biotecnologia possui indústrias que estão baseadas no conhecimento multidisciplinar e guardam características de trabalho em rede e de expansão no mercado internacional, as fontes de *expertise*. Essas indústrias estão muito dispersas e, nesses casos, o lócus da inovação será encontrado na modalidade de redes de cooperação, mais do que nas organizações individuais (Powell, Koput & Smith-Doer, 1996).

As empresas de biotecnologia tendem a desenvolver um sistema complexo e dinâmico de redes de cooperação, formadas por universidades, institutos de pesquisa, fundos de investimento, agências governamentais, laboratórios farmacêuticos e outras empresas de biotecnologia (Estrella & Bataglia, 2013). Frenken, Ponds e Van Oort (2010) utilizaram em suas pesquisas a contagem de patentes para caracterizar as redes de cooperação entre empresas e universidades. Os autores averiguaram que o impacto dessa cooperação para a inovação não é mediado somente pela proximidade dos atores, mas, sobretudo pelas redes resultantes da cooperação entre universidade e indústria. Hall, Jaffe e Trajtenberg (2005), por sua vez, concluíram que as patentes são indicadores de produção tecnológica e uma janela para a mudança tecnológica.

Diante do exposto, nota-se que, entre estudiosos, o termo Redes de Cooperação Tecnológica em Biotecnologia (RCT) tem sido cada vez mais difundido. No entanto, o conceito vem de diferentes campos teóricos, sendo que ainda falta convergência na literatura sobre seu uso. Dessa forma, emerge a seguinte pergunta: quais as bases conceituais da temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia? Deste modo, este estudo busca explorar as bases conceituais da temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia, a partir da bibliometria com análise fatorial. Para tal, utilizou-se o método bibliométrico, a partir do levantamento da produção científica dos autores mais influentes e suas respectivas correlações, identificando as principais bases conceituais que ajudaram na formação do campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia.

Com este trabalho, visou-se contribuir para a congruência conceitual do campo das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia, mediante a classificação dos principais fatores convergentes, auxiliando os pesquisadores na identificação das escolas de pensamento que construíram a base teórico-conceitual. Almeja-se, também, que futuros pesquisadores encontrem neste trabalho uma estrutura de pesquisa ordenada e sistêmica para posterior replicação, proporcionando um prévio direcionamento para as futuras pesquisas.

O presente estudo está estruturado da seguinte forma: a primeira seção, referente à introdução, contemplou as principais características da cooperação tecnológica e redes. Na segunda seção, encontra-se o referencial teórico, com os fundamentos das redes de cooperação tecnológica, o setor de biotecnologia e a bibliometria. A terceira seção contempla a metodologia e a quarta apresenta a discussão e análise dos resultados. Na quinta e última seção, está a conclusão com suas implicações para a teoria, identificando as limitações do estudo e os possíveis caminhos para novas investigações.

2.2. REFERENCIAL TEÓRICO

As redes de cooperação tecnológica surgem como um elemento essencial, que permite às organizações compartilharem suas competências e contribuírem para o desenvolvimento de tecnologias de forma mais rápida e intensiva (Balestrin & Verschoore, 2016).

Os estudos de Bengtsson e Sölvell (2004) já demonstravam que a intensidade de interação de uma rede está positivamente correlacionada à geração de inovações. As evidências indicam que as empresas que não estão engajadas em cooperação e trocas de conhecimento limitam suas bases de conhecimento e reduzem sua capacidade de participar de relações interorganizacionais (Pittaway *et al.*, 2004).

As redes de cooperação emergiram no campo organizacional com o objetivo de reunirem atributos que permitam às empresas se adaptarem ao ambiente competitivo e dinâmico (Thompson & Thompson, 2003), contribuindo para que combinem e integrem conhecimentos e competências complementares (Ahuja, 2000), e conquistem vantagem competitiva (Arya & Lin, 2007).

Belderbos, Carree e Lokshin (2006) observaram que o engajamento das empresas em múltiplas redes de cooperação pode representar uma complementaridade dos projetos, de modo a beneficiar as escolhas estratégicas das empresas para a inovação. A cooperação nesse sentido remete ao conceito de “Inovação Aberta” desenvolvido por Henry Chesbrough em 2003 como parte de um processo para a aquisição de recursos externos auxiliando na eficiência do processo de inovação. A inovação aberta também permite o acesso a recursos complementares (Guan *et al.*,

2015; Marquardt, 2013) o que contribui para o desempenho inovador dos participantes (Sampson, 2007; Schilling, 2015).

O paradigma da inovação aberta, a partir da cooperação, levou a um crescente interesse em compreender as estruturas de redes pertencentes aos fluxos de conhecimento e possíveis padrões estabelecidos (Sebestyén & Varga, 2013; Bogers *et al.*, 2017; Roper & Love, 2018) e em particular as influências das estruturas dessas redes formadas que possam resultar em inovação (Broekel & Hartog, 2013; Boschma *et al.*, 2014; Andrade Rojas *et al.*, 2018). Definições recentes, de Chesbrough e Bogers (2014), enfatizam cada vez mais que a principal característica da inovação é a capacidade de organização de gerenciar os fluxos de conhecimento para que se possa definir a natureza da inovação em rede.

O modelo da Hélice Tríplice, desenvolvido por Etzkowitz (1993) e Etzkowitz e Leydesdorff (1995), é aplicado nesse contexto de cooperação, pois tem demonstrado um novo entendimento acerca da relação entre empresas e universidades, colocando o governo como outro ator na rede de cooperação para a geração de inovações. A integração entre esses atores propõe uma relação dinâmica entre o Estado, a ciência realizada nas universidades e a tecnologia desenvolvida nas empresas (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000, p.112). Essa teoria enfatiza que certo nível de interação entre esses três atores (universidades, indústrias e governo) pode criar um sistema eficaz para o desenvolvimento de inovações (Ivanova & Leydesdorff, 2014)

O setor de biotecnologia nesse contexto é, portanto, um terreno fértil para a formação de redes de cooperação tecnológica. Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) também já observavam em suas pesquisas que o desenvolvimento de inovações no setor de biotecnologia está diretamente relacionado ao estabelecimento de parcerias interorganizacionais e na formação de redes de inovação. Isso faz com que tal setor assuma papel importante do ponto de vista das estratégias de consolidação da economia baseada no conhecimento, por promover a competitividade, alavancar o crescimento em rede e criar empregos especializados (Barbosa & Paula, 2016).

A heterogeneidade de conhecimento da rede, a partir das diferentes características dos atores integrantes e da força das relações entre eles, afeta diretamente o desempenho da inovação em empresas de biotecnologia (Demirkan & Demirkan, 2012). Powell *et al.* (1996) também observaram, em suas pesquisas, o mesmo fenômeno, ou seja, os diferentes tipos de acordo ou relações que as empresas no setor de biotecnologia estabelecem afetam diretamente o desempenho da inovação.

As redes de cooperação tecnológica são fundamentais para empresas do setor de biotecnologia, dada a natureza competitiva e intensiva do conhecimento, tornando a rede uma das principais fontes de novos conhecimentos (Pisano, 2006). A biotecnologia é caracterizada,

portanto, como um setor no qual os processos de desenvolvimento científico e de produto são colaborativos (Oliver, 2004). Além disso, a pesquisa científica em empresas de biotecnologia é cada vez mais conduzida por relacionamentos baseados em rede (Katz & Hicks, 1997).

2.3 MÉTODO

A bibliometria pode ser definida como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise de obras literárias (Pritchard, 1969), que tem como objetivo apresentar índices de produção e de disseminação do conhecimento científico (Araújo, 2006). Tais métodos podem colaborar com a tarefa de sistematizar as pesquisas realizadas em uma determinada área do conhecimento, direcionando problemas a serem investigados em pesquisas futuras (Chueke & Amatucci, 2015).

No campo das ciências sociais aplicadas, os estudos bibliométricos buscam também examinar a produção de artigos em um determinado campo do conhecimento, mapeando as comunidades acadêmicas e identificando as redes de pesquisadores e suas motivações (Okubo, 1997). Portanto, trata-se de uma técnica de pesquisa que permite a mensuração da produção científica (Nederhof, 2006), possibilitando contar, a partir de análises das publicações, citações e cocitações (Cronin, 2001).

Para compor este estudo, inúmeras pesquisas foram realizadas para analisar sistematicamente o campo científico, traçar a sua evolução histórica, mapear sua estrutura intelectual e avaliar seus pontos fortes e fracos (Nerur, Rasheed, & Natarajan, 2008; Shafique, 2013; Pilkington & Meredith, 2009). Nesta direção, as técnicas bibliométricas têm sido utilizadas para realizar estudos dessa natureza.

A análise de cocitações de autores revela padrões de associação entre os autores, com base em suas frequências de cocitações, o que possibilita a compreensão da evolução de uma disciplina acadêmica (White & McCain, 1998). Da mesma forma, este tipo de análise também pode indicar grupos de pesquisa, que tendem a compartilhar temas teóricos e metodológicos comuns (Small & Garfield, 1985). As citações de autores seminais proporcionam uma base para desvendar os padrões complexos de associações que existem entre eles, detectando as mudanças nas correntes intelectuais que ocorrem ao longo do tempo (Nerur *et al.*, 2008).

O estudo de citações, ao passo que recupera as fontes de consulta a respeito de trabalhos anteriores, tornou-se um método de mapeamento para o desenvolvimento da ciência. Porém, para se compreender de fato a pesquisa bibliométrica, é importante o conhecimento das três principais características destes estudos: (a) Lei de *Lotka*: que se refere ao cálculo de produtividade dos

autores; (b) Lei de Bradford: que se refere à dispersão dos autores em diferentes periódicos; e (c) Lei de Zipf: que se refere à frequência de palavras em determinado texto (Nerur *et al.*, 2008).

É importante também que o pesquisador possua domínio de conhecimento sobre o tema a ser pesquisado, para que possa definir adequadamente a “expressão de busca”. Por fim, é necessário definir os filtros da busca: período da pesquisa (ano), área e subárea, se serão buscados somente artigos publicados em periódicos ou não e, por fim, o idioma da publicação.

As bases de dados mais utilizadas para pesquisas bibliométricas são *Web of Science* (Thomson Reuters) e a *Scopus* (Elsevier), sendo que ambas possuem praticamente a mesma cobertura e estão preparadas para pesquisas bibliométricas, trazendo as principais informações. Ambas as bases contêm relevância dos periódicos, número de citações de cada artigo, autores mais citados etc. Nesta pesquisa, optou-se por utilizar a base de dados *Web of Science*, uma vez que contempla os periódicos de Administração com maior fator de impacto e utiliza a normalização de autores.

Diante disso, esta pesquisa foi desenvolvida a partir de um estudo bibliométrico, ferramenta estatística que permite mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento (Guedes & Borschiver, 2005). A bibliometria se mostrou apropriada para esta investigação, pois permitiu identificar as principais publicações, considerando o campo do conhecimento pesquisado ao longo do período determinado, demonstrando os principais fatores congruentes de um dado campo conceitual e as relações entre eles (Pilkington & Meredith, 2009).

A Figura 1 representa as etapas utilizadas para a realização desta pesquisa.

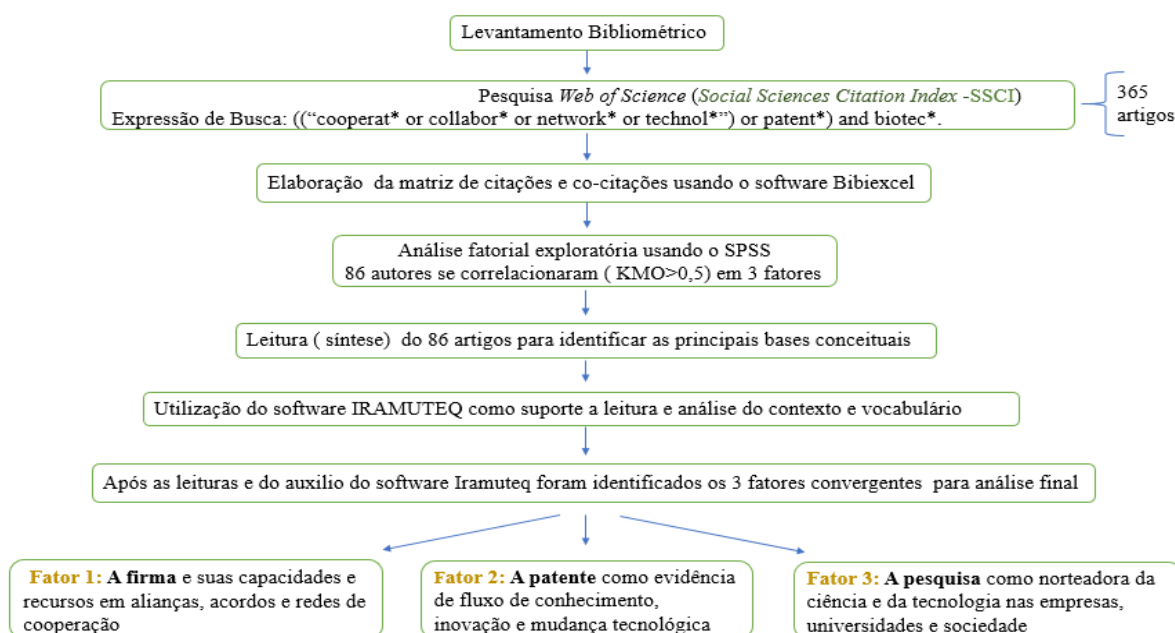


Figura 1: Desenho da pesquisa

Fonte: o autor

Seguindo o protocolo de Quevedo-Silva, Santos, Brandão e Vils (2016), foi realizada uma busca no portal de periódicos *Web of Science*, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2019 com os seguintes termos de busca: (“cooperat* or collabor* or network* or technol*”) or patent*) and biotec*. As palavras-chave que formaram a expressão de busca foram escolhidas por representarem, de forma mais precisa, o campo conceitual que se pretendia pesquisar, sendo: “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia. Devido à esta intenção, a palavra “biotecnologia” foi colocada no final da expressão com o booleano “and”, para que abrangesse o segmento de biotecnologia. Outro ponto a destacar foi a utilização da palavra “patente”, pois este termo é um elemento importante neste segmento, devido à proteção intelectual que ela propicia às empresas deste setor. Porém, colocou-se a “patente” com o booleano “or”, pois, quando foi realizada as pesquisas com o booleano “and”, a busca resultou muito restringida e apareceram poucos resultados. Este fato poderia, de certa forma, inviabilizar a pesquisa. Assim, utilizando o booleano “or”, abriram-se mais possibilidades. Vale ressaltar, a partir desta premissa adotada, que os resultados trouxeram um artigo em específico de Murray (2001), falando sobre a importância da lei Bayh-Dole sobre o patenteamento de pesquisas nas universidades americanas. Outro ponto que merece destaque é que outros segmentos, principalmente o de alta tecnologia, como, por exemplo, semicondutores e nanotecnologia também têm bases de cooperação com universidades e institutos de pesquisas.

O processo de decisão para se determinar a melhor expressão de busca objetivou o retorno de artigos que melhor abordassem o campo conceitual selecionado. Como ferramenta de apoio a escolha das palavras, termos e expressões foi utilizado o dicionário *Linguee*, que apresenta características que o distinguem de um dicionário tradicional, pois mostra não somente as entradas e suas respectivas traduções, mas também gera um *Corpus Paralelo*, contendo a palavra ou a expressão procurada. As frases que compõem o corpus são encontradas por programas chamados de rastreadores de redes (*web crawler*). Os rastreadores permitem que o dicionário tenha novos dados constantemente, deixando-o atualizado. (Linguee, 2014). Quando selecionado as palavras, frases ou expressões, é realizado a busca em sites bilíngues, incluindo aqueles traduzidos por profissionais, universidades e organizações (Mikhailov & Cooper, 2016).

Outro ponto importante para o sucesso da definição da expressão de busca é o domínio conceitual dos autores, porém antes de se definir a expressão de busca final é importante também que as sentenças encontradas sejam analisadas por pares da academia e especialistas na área. Nesta pesquisa em específico foi realizada encontros com colegas de pesquisa e professores que tinham *expertise* no campo de conhecimento.

Definida, portanto, a expressão de busca, foi importante colocar os parâmetros que filtraram a pesquisa. Nesta etapa, utilizaram-se os seguintes filtros: “Anos de Publicação”: de 1988 a 2019”; “Categorias da *Web of Science*”: Management and Business” e “Tipos de Documentos”: Artigos.

A busca resultou em 365 artigos, sendo possível extrair os artigos mais citados, autores mais importantes e períodos de maior influência. Além disso, foi elaborada a matriz de citações e cocitações, usando o *software bibexcel* para que fossem feitas as análises fatoriais exploratórias. Nesta etapa, especificamente, para que os artigos fossem exportados do *Web of Science* para o *software bibexcel*, foram “marcados” os 365 artigos e adicionados à Lista Marcada. Foi ainda necessário colocar os filtros neste processo, sendo: “autores”, “resumo”, “título”. Nesta etapa é de especial importância marcarem-se os campos: “referências citadas” e “número de citações”. Feita esta etapa, foi gerado um arquivo em TXT, que foi então inserido no *software bibexcel*, para que fosse elaborada a matriz de citações e cocitações. A matriz resultante de citações e cocitações deste processo, também chamada de matriz quadrangular, ficou representado por 86 artigos distribuídos em 86 linhas e 86 colunas. É importante ressaltar neste ponto que as citações entre os autores relacionados foram obtidas pelos artigos identificados pela matriz quadrangular. A partir desta etapa, os dados estavam prontos para a análise fatorial exploratória.

A análise fatorial exploratória é uma técnica de redução de dados que se baseia na correlação entre casos ou observações a fatores comuns. Os fatores encontrados indicam a convergência de autores para um determinado tema, assunto ou problema. Na análise da matriz de cocitações, os autores que se citam e se correlacionam formam um fator que pode determinar um campo de estudo (Quevedo-Silva *et al.*, 2016).

Seguindo os procedimentos recomendados por Hair *et al.* (2005), foram extraídos, com o apoio do *software SPSS*, três fatores principais, com 86 autores se correlacionando, conforme demonstrado na Tabela 1. Todos os autores envolvidos nesta extração estavam com o *KMO* acima de 0,5. O teste *Kaiser-Meyer-Olkin* (*KMO*) é um método estatístico que indica a proporção da variância dos dados que pode ser considerada comum a todas as outras variáveis, ou seja, se pode atribuir a um fator comum.

Após a leitura dos 86 artigos que integraram a matriz de citações e cocitações, e para auxiliar a análise de cada um dos três fatores identificados, foi utilizado o *software Iramuteq* com objetivo de identificar as possíveis relações entre as palavras e conceitos a partir da lexicometria que pudessem auxiliar e melhorar a interpretação dos resultados das análises de conteúdo realizadas com a leitura dos 86 artigos. Os resultados do *software Iramuteq* viabiliza diferentes tipos de análise de dados textuais, desde aquelas bem simples, como a lexicografia básica

(cálculo de frequência de palavras), até análises multivariadas (classificação hierárquica descendente, análises de similitude). Ele organiza a distribuição do vocabulário de forma facilmente compreensível e visualmente clara (análise de similitude e nuvem de palavras). (Camargo & Justo, 2013). O *Iramuteq* (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), desenvolvido pelo professor Pierre Ratinaud, do laboratório de estudos e pesquisas em ciências sociais aplicadas (LERASS), da Universidade de *Toulouse*, tem como princípio a lexicometria, que se constitui da organização e sumarização das estruturas dos textos, decompostas em palavras. As distâncias entre estas palavras possibilitam também análises lexicais, como agrupamento hierárquico descendente (Reinert, 1991) e análise de similaridade de segmentos de textos (Benzécri, 1973). Para esta etapa, foram introduzidos no *software Iramuteq* os títulos, abstracts e palavras-chaves para cada um dos três fatores encontrados individualmente, sendo 32 artigos que representam o fator 1, os 34 artigos que representam o fator 2 e, por fim, os 20 artigos que representam o fator 3. Ao final, foram colocados integralmente os 86 artigos com seus títulos, abstracts e palavras chaves no *Iramuteq* para uma visão e avaliação geral.

Por meio deste *software*, foi possível observar e analisar os diferentes tipos de dados textuais, o que contribuiu de forma significativa para que se pudessem nomear definitivamente os três fatores que representariam a convergência de conceitos entre os autores. Nas análises realizadas pelo *Iramuteq* foram utilizados os títulos e resumos dos 86 artigos, sendo que cada fator foi rodado independentemente.

2.4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A análise cronológica ao longo de 31 anos (de 1988 a 2019) do campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica foi apropriada. Apesar de o termo ter surgido com os estudos seminais de Stepanenko (1959), que abordou o desenvolvimento científico e tecnológico entre países socialistas, e com Pfaltzgraff e Deghand (1968), que estudaram a colaboração tecnológica entre países europeus, foi somente a partir da década 1990 que começaram a surgir os primeiros estudos com as perspectivas contemporâneas atuais sobre redes de cooperação tecnológica.

Destaca-se a teoria sobre estratégia para cooperação interorganizacional proposta por Hagedoorn (1993), na qual o autor afirma que a cooperação entre empresas tem como motivadores principais os interesses em pesquisa básica e aplicada ou está associada à uma estratégia em rede de acesso a mercados. Considerando a evolução científica do campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica ao longo de 31 anos (de 1988 a 2019), pode-se observar, na Tabela 1, a soma dos números de citações e média por item dos autores.

A Tabela 1 apresenta o número de publicações por ano, particularmente no período de 1999 a 2018, que tem a maior produção no campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica. Por fim, na Figura 3, é possível visualizar o número de citações por ano, particularmente no período de 2000 a 2019, período este de maior quantidade de citações no campo conceitual da pesquisa.

Tabela 1. Dados sumarizados da pesquisa

Evolução científica do campo conceitual sobre Redes de Cooperação Tecnológica (de 1988 a 2019)	Quantidade
Resultados encontrados (número de artigos)	365
Soma do número de citações	14.342
Média de citações por item	39,19
h-index	55

Fonte: dados da pesquisa.

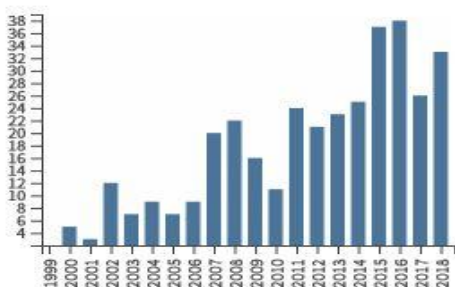


Figura 2: Artigos publicados por ano, considerando o campo conceitual sobre RCT (de 1999 a 2018).

Fonte: dados da pesquisa.

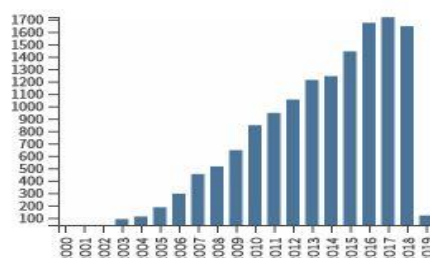


Figura 3: Citações por ano, considerando o campo conceitual sobre RCT (de 2000 a 2019)

Fonte: dados da pesquisa

Com base na Figura 2, pode-se constatar um relativo crescimento das publicações ao longo dos anos (1999 a 2010) no campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica, que mesmo após algumas oscilações, voltou a crescer em um novo ciclo (de 2011 a 2018). Com relação ao número de citações estabelecidas por ano (Figura 3), observa-se uma trajetória de crescimento, demonstrando o crescente impacto e relevância das pesquisas científicas sobre redes de cooperação tecnológica, com destaque para o período de 2003 a 2018.

Além da evolução científica do campo conceitual sobre redes de cooperação tecnológica (de 1988 a 2019), no que tange ao crescente número de artigos publicados, bem como suas citações, foi também elaborada a matriz de citações e cocitações (Tabela 1), usando-se o *software* bibexcel para as análises fatoriais exploratórias.

Assim, foram extraídos três fatores principais, com 86 autores se correlacionando, conforme demonstrado na Tabela 2. Todos os autores envolvidos nesta extração apresentavam o KMO acima de 0,5.

Tabela 2: Matriz Fatorial

	Matriz (Autores)	Fatores		
		1	2	3
1	Ahuja G, 2000	,809		
2	Ahuja G, 2001	,761		
3	Almeida P, 1999	,698		
4	Arora A, 1990	,810		
5	Baum J, 2000	,825		
6	Burt R, 1992	,690		
7	Decarolis D, 1999	,740		
8	Dosi G, 1988	,507		
9	Dyer J, 1998	,791		
10	Griliches Z, 1990	,651		
11	Hagedoorn J, 1993	,859		
2	Hausman J, 1984	,680		
13	Henderson R, 1996	,661		
14	Jaffe A, 1986	,673		
15	Jaffe A, 1993	,556		
16	Lane P, 1998	,814		
17	Levin R, 1987	,719		
18	Levitt B, 1988	,716		
19	Mowery D, 1996	,818		
20	Owen-Smith J, 2004	,650		
21	Penrose E, 1959	,741		
22	Pisano G, 1990	,680		
23	Powell W, 1996	,640		
24	Rosenkopf L, 2003	,647		
25	Rothaermel F, 2004	,758		
26	Schilling M, 2007	,684		
27	Schumpeter J, 1934	,639		
28	Shan W, 1994	,834		
29	Stuart T, 1999	,740		
30	Stuart T, 2000	,813		
31	Teece D, 1986	,500		
32	Teece D, 1997	,721		
33	Ahuja G, 2001		,854	
34	Albert M, 1991		,799	
35	Alcácer J, 2006		,730	
36	Alcácer J, 2009		,855	
37	Barney J, 1991		,636	
38	Chesbrough H, 2003		,509	
39	Cohen W, 1990		,558	
40	Dosi G, 1982		,634	
41	Fleming L, 2001		,775	
42	Fleming L, 2004		,630	
43	Grant R, 1996		,628	
44	Hall B, 2005		,731	
45	Harhoff D, 1999		,671	
46	Henderson R, 1990		,676	
47	Henderson R, 1994		,613	
48	Jaffe A, 2002		,762	
49	Katila R, 2002		,788	
50	Kogut B, 1992		,638	
51	Lanjouw J, 2004		,811	
52	Laursen K, 2006		,565	
53	Leonard B. D, 1992		,713	
54	Lerner J, 1994		,735	
55	Levinthal D, 1993		,651	

56	March J, 1991		,733	
57	Nelson R, 1982		,700	
58	Phene A, 2006		,861	
59	Rosenkopf L, 2001		,735	
60	Rothaermel F, 2008		,732	
61	Sorensen J, 2000		,793	
62	Stuart T, 1996		,705	
63	Trajtenberg M, 1990		,698	
64	Trajtenberg M, 1997		,808	
66	Tushman M, 1986		,675	
66	Zahra S, 2002		,635	
67	Arora A, 1994			,644
68	Audretsch D, 1996			,746
69	Cockburn I, 1998			,788
70	Cohen W, 2002			,779
71	Dasgupta P, 1994			,866
72	Gittelman M, 2003			,547
73	Hicks D, 1995			,837
74	Jensen R, 2001			,833
75	Liebeskind J, 1996			,660
76	Mansfield E, 1991			,703
77	Mansfield E, 1995			,761
78	McMillan G, 2000			,793
79	Mowery D, 2001			,699
80	Murray F, 2002			,782
81	Narin F, 1997			,621
82	Stern S, 2004			,791
83	Thursby J, 2002			,763
84	Zucker L, 1998			,695
85	Zucker L, 1998			,598
86	Zucker L, 2002			,764

Fonte: dados da pesquisa

2.4.1 Fator 1: A firma e suas capacidades e recursos em alianças, acordos e redes de cooperação

O primeiro fator, resultante da AFE, foi denominado como A firma e suas capacidades e recursos em alianças, acordos e redes de cooperação. Verificou-se, durante o processo de leitura dos 32 artigos, que representam o fator 1, alguns pontos interessantes. Primeiro, haviam dois seminiais neste bloco de artigos: (1) Penrose, 1959 “*A Theory of the Growth of the Firm*” e (2) Schumpeter J, 1934 “*Economic Development Theory*”. Vale ressaltar que, neste grupo de autores, há 22 artigos da década de 1990 e 10 da década de 2000.

Neste fator, chama à atenção também o autor Teece, que aparece duas vezes na lista, uma em 1986 “*Profiting from technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy*” e outra em 1987 com “*Dynamics Capabilities and Strategic Management*”, ambos ensaios teóricos que tiveram contribuição preponderante para os conceitos de colaboração e principalmente para a *Dynamics Capabilities*. Ainda com relação aos autores que aparecem mais de uma vez neste grupo, destacam-se: Ahuja, 2000 e 2001; Jaffe, 1983 e 1993;

Levitt, 1987 e 1988; Stuart, 1999 e 2000, sendo estes, portanto, os mais produtivos, conforme a lei de *Lotka*.

Observando o fator 1 e considerando a lei de Bradford, é possível observar que os autores que apareceram mais de uma vez na lista publicaram em periódicos diferentes, ou seja, houve uma dispersão dos autores em diferentes periódicos e, coincidentemente, todos os quatro autores recorrentes estão na mesma condição.

É importante ressaltar que aparece, nesse bloco, o primeiro artigo relacionado na lista da *Web of Science*, dos autores Owen-Smith e Powel (2004), “*Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in The Boston Biotechnology Community*”.

É interessante observar que, dentre os periódicos, o que mais publicou pesquisas dos autores deste fator foi o *Strategic Management Journal*, com oito publicações, seguido do *Administrative Science Quarterly*, com cinco publicações e o *Management Science*, com duas publicações. Os periódicos citados representam dois terços do total das 32 publicações do fator 1, sendo somente o *Strategic Management Journal* responsável por praticamente um terço das publicações. Vale mencionar que há dois livros neste bloco, justamente dos dois autores seminais, Penrose e Schumpeter.

Sobre os artigos que compõem o fator 1, é possível identificar que os esforços de pesquisa dos autores foram voltados para, basicamente, desenvolver suas pesquisas considerando os aspectos quantitativos. O universo de trabalho foram as firmas, inclusive de outros segmentos, além do setor de biotecnologia.

Ahuja, que foi listado duas vezes no fator 1 (2000 e 2001), desenvolveu seus trabalhos na indústria química, sendo que, em seu trabalho de 2001, foram listadas 97 empresas dos Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão. Schilling (2007) é outro autor que se destaca em sua pesquisa por ter como campo de trabalho 1.106 empresas de alta tecnologia dos setores automotivo, computadores, médicos, aeroespacial, entre outros.

A construção do conceito de cooperação ao longo dos 30 anos, que foi o espaço temporal considerado nesta pesquisa e em especial neste bloco, está pautada por alguns construtos. Estes, ao longo do tempo, foram trabalhados e aprimorados pelos pesquisadores. Como destaque, temos o artigo de Dyer (1998) “*The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage*”. Nesse trabalho, o autor desenvolve a estratégia de cooperação, tendo como referencial teórico a “*Resource-Based View*” de Barney (1991).

Pisano (1990), em “*The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis*”, é outro autor que recorre a conceitos seminais nesta área. E seu artigo, Pisano testa suas hipóteses em 92

projetos de empresas de biotecnologia e destaca, em seu referencial teórico, os “custos de transação”, de Williamson (1975 e 1982).

De modo geral, os autores relacionados neste primeiro fator desenvolvem suas pesquisas centrando-se em construtos como: Inovação Arora, (1990), redes de cooperação, alianças estratégicas Baum (2000), capacidade dinâmica, Teece, (1987), capacidade absorviva, Mowery D, (1996), base e transferência de conhecimento e aprendizado organizacional. (Ahuja & Katila, 2001, Rosenkopf & Almeida, 2003; Schilling e Phelps, 2007),

Ahuja e Katila (2001) comentam que, em redes de cooperação, a base do conhecimento adquirida com outros parceiros melhora o desempenho da inovação na firma. Mowery, Oxley e Silverman (1996), também integrantes do fator 1, concluíram que a “sabedoria recebida” pela firma contribui para promover maior transferência de conhecimento em rede. Os achados de Schilling e Phelps (2007) revelaram que as redes influenciam na criação do conhecimento na firma. Rosenkopf e Almeida (2003), por sua vez, constataram que a formação de redes facilita a informação e faz o conhecimento fluir no âmbito da firma. Portanto, ao longo das leituras, foi possível verificar o evidente papel da firma na construção do fator, independentemente do seguimento como protagonista para as pesquisas sobre cooperação.

Vale ainda ressaltar que, dentre as diversas contribuições dos pesquisadores deste bloco, uma significativa é a de Arora, (1990), Dosi.G (1998) no artigo “*Complementarity and External Linkages: The Strategies of the Large Firms in Biotechnology*”, que afirma que o lócus de inovação no seguimento de biotecnologia deve ser pensado como uma “rede de relações interorganizacionais”. Já Baum (2000), em “*Don't Go It Alone: Alliance Network Composition and Startups Performance in Canadian Biotechnology*”, observa a importância de as empresas de biotecnologia se configurarem em redes de alianças, pois assim aumentam seu desempenho em comparação ao início das operações.

Por fim, pode-se averiguar que o fator 1 compartilha temas e conceitos que estão correlacionados com as bases conceituais sobre o papel de centralidade da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação tecnológica, o que vem ao encontro do que está se propondo esta pesquisa a partir do referencial teórico declarado.

A Figura 4 apresenta um resumo conceitual-descriptivo dos 32 autores pertencentes ao fator 1.

Autores-KMO	Objetivo	Base Teórica	Resultados e Contribuições
1- Ahuja G, (2002) <i>C.F.</i> (0,809)	(*) Examinar o impacto dos laços diretos, laços indiretos e buracos estruturais na produção de inovação da empresa.	Redes Organizacionais: (Powel, Koput e Smith-Doerr, 1996) Buracos Estruturais: (Burt, 1992); (Hargadon e Sutton, 1997) - Laços Diretos e Indiretos: (Berg, Duncan & Friedman, 1982)	Os laços diretos e indiretos influenciam positivamente a produção de inovação, mas o impacto dos laços indiretos é moderado pelo nível de laços diretos da empresa. Um detalhe importante é que o vínculo entre patentes e inovação provavelmente será mais forte em setores nos quais as patentes proporcionam às empresas proteção justa ao seu patrimônio.
2- Ahuja G, (2001) <i>C.F.</i> (0,761)	(*) Examinar o impacto das aquisições tecnológicas e não tecnológicas no desempenho das inovações.	Base de conhecimento: (Griliches, 1984, 1990); (Pakes & Griliches, 1984); (Henderson e Cockburn, 1996)	Descobriu-se que, dentro das aquisições tecnológicas, o tamanho absoluto da base de conhecimento adquirida melhora o desempenho da inovação. Aquisições não tecnológicas não têm um efeito significativo na saída subsequente da inovação
3- Almeida P, (1999) <i>C.F.</i> (0,698)	(*) Investigar a relação entre a mobilidade dos principais detentores de patentes e a localização do conhecimento tecnológico por meio da análise de citações de patentes	Difusão do conhecimento: (Jaffe <i>et al.</i> (1993); Zucker <i>et al.</i> (1994); (Leslie and Kargan 1996)	Ao analisar os dados sobre a mobilidade interfirmas dos detentores de patentes, foi possível demonstrar empiricamente que a mobilidade interfirmas dos engenheiros influencia o fluxo e a transferência de conhecimento do mercado local. Os resultados estatísticos derivados de citações de patentes indicam que as transferências de tecnologia não são criadas uniformemente em todas as regiões, nem são subprodutos naturais de tecnologias específicas.
4- Arora A, (1990) <i>C.F.</i> (0,810)	(*) Verificar se as estratégias de ligação externa das grandes empresas são complementares entre si.	Estratégias Complementares: Bulow <i>et al.</i> (1985). Inovação: Imai (1980), Vacca (1986).	Os resultados demonstraram que as estratégias visam conjuntos distintos e complementares de recursos. Na biotecnologia, as grandes empresas não são mais o único “ <i>locus</i> ” da atividade inovadora. O “ <i>locus</i> ” da inovação deve ser pensado como uma “rede de relações” interorganizacionais.
5- Baum J, (2000) <i>C.F.</i> (0,825)	(*) Investigar qual o impacto da diversidade na composição das redes de alianças de <i>startups</i> em seu desempenho inicial.	Alianças Estratégicas: (Gulati, 1998; Teece, 1992). Recursos e vantagem competitiva: (Dyer & Singh, 1998)	Os resultados demonstram que a diversidade das redes de alianças conFiguradas no momento de sua fundação produz diferenças significativas em seu desempenho inicial, contribuindo diretamente para uma explicação de como e por que a idade e o tamanho da empresa afetam o desempenho da empresa.
6- Burt R, (1992) <i>C.F.</i> (0,690)	(**) Verificar se, dentro do conceito de buracos estruturais (ou estrutura social), as conexões dos gestores no mercado podem expandir o capital social.	Buracos Estruturais: (Burt, 1992). Estrutura Social: (Coleman, 1990; Bourdieu & Wacquant, 1992)	O capital social é criado por uma rede na qual as pessoas podem intermediar conexões entre segmentos desconectados. Para a teoria dos buracos estruturais, o capital social é criado por uma rede de elementos fortemente interconectados.
7- Decarolis D, (1999) <i>C.F.</i> (0,740)	(*) Testar a relação entre estoques e fluxos de conhecimentos organizacionais com o desempenho da empresa na área de biotecnologia.	Visão baseada no conhecimento: (Demsetz, 1991; Grant, 1996; Nonaka, 1994; Spender, 1996)	Os gastos com P & D são representativos dos fluxos de conhecimento, enquanto os produtos em andamento, citações e patentes são indicativos de estoques de conhecimento. A localização geográfica da empresa, a geração de conhecimento, acumulação e aplicação são uma fonte de desempenho superior no setor de biotecnologia.
8- Dosi G, (1988) <i>C.F.</i> (0,507)	(**) Analisar os processos desde as oportunidades tecnológicas até os esforços inovadores e observar as mudanças nas estruturas e no desempenho das indústrias	Inovação e Conhecimento: (Griliches, 1984); Nelson e Winter (1977, 1982) e Dosi (1982, 1984)	Os agentes privados, na busca de lucros, alocarão recursos para P&D ou novas técnicas de produção, se acreditarem na existência de algum tipo de atividade ou oportunidade científica ainda não explorada, pois esperam algum tipo de benefício econômico, líquido dos custos incorridos e oriundos do processo de inovação.
9- Dyer J, (1998) <i>C.F.</i> (0,791)	(**) Oferecer uma visão sugerindo que os recursos críticos de uma empresa podem ultrapassar seus limites e serem incorporados aos recursos e rotinas internos gerando vantagem competitiva.	Capacidade Relacional: (Hamel, 1991; Harrigan, 1985; Shan, Walker & Kogut, 1994; Teece, 1987) Visão Baseada em Recursos: (Barney, 1992)	A visão relacional pode oferecer prescrições normativas para as estratégias da empresa que contradizem as prescrições oferecidas somente pela visão baseada em recursos. A colaboração entre empresas pode gerar ganhos relacionais por meio de relação específica de ativos compartilhamento de conhecimento das rotinas, alocação de recursos complementares e governança mais eficaz.

10- Griliches Z, (1990) <i>C.F.</i> (0,651)	(**) Revisar o modelo básico de <i>Spillovers</i> de P & D baseado em econometria.	<i>Spillovers</i> em P&D (Griliches, 1979; Jaffe, 1988 e 1989) (Norton & Davis, 1981)	Os transbordamentos de P & D são, uma importante fonte potencial de crescimento endógeno das empresas.
11- Hagedoorn J, (1993) <i>C.F.</i> (0,859)	(*) Entender por que as empresas cooperam com seus esforços (recursos) para a inovação.	Custos de Transação: (Williamson, 1985) Alianças Estratégicas: (Teece, 1987)	Segundo a pesquisa os dois principais fatores que levam as empresas a cooperarem com seus esforços para a inovação são: Mercado e Tecnologia
12- Hausman J, (1984) <i>C.F.</i> (0,680)	(*) Analisar, a partir da contagem de patente, as relações entre Patentes e gastos em P&D.	Econometria (Patentes)	Os resultados apresentaram uma descoberta significativa: existe uma tendência negativa interativa na relação entre patentes e P & D. Ou seja, as empresas estão recebendo menos patentes de seus investimentos mais recentes em P & D, o que implica um declínio na "efetividade" ou produtividade de P & D
13- Henderson R, (1996) <i>C.F.</i> (0,661)	(*) Examinar a relação entre o porte da empresa e a produtividade da pesquisa na indústria farmacêutica	<i>Spillovers</i> em P&D: (Spence, 1984; Dasgupta & Stiglitz, 1980)	As grandes empresas, em seus enormes esforços de P&D, são mais produtivas, não apenas porque desfrutam de economias de escala, mas também porque realizam economias de escopo sustentando diversos portfólios de projetos de pesquisa que capturam transbordamentos de conhecimento internos e externos.
14- Jaffe A, (1986) <i>C.F.</i> (0,673)	(*) Apresentar evidências de que as patentes, lucros e valor de mercado estão relacionados à "posição tecnológica" nos programas de P&D das empresas.	<i>Spillovers</i> de P&D: (Griliches, 1979) Posição Tecnológica: (Jeff, 1984)	As empresas que têm uma interação positiva com seus departamentos de P&D produzem muito mais patentes por dólar que seus concorrentes e se beneficiam mais dos " <i>Spillovers</i> " em P&D. Foi possível encontrar evidências claras de que as empresas ajustam suas posições tecnológicas em resposta às possibilidades de lucro.
15- Jaffe A, 1993) <i>C.F.</i> (0,556)	(*) Comparar a localização geográfica das patentes citadas e até que ponto os transbordamentos de conhecimento estão geograficamente localizados.	<i>Spillover</i> de Conhecimento: Romer (1986, 1990); Gross-Man & Helpman (1991).	Apesar da invisibilidade dos transbordamentos de conhecimento, eles deixam uma trilha de papel na forma de citações. Encontramos evidências de que essas trilhas, pelo menos, estão geograficamente localizadas, porém há evidências de que a localização geográfica diminui com o tempo.
16- Lane P, (1998) <i>C.F.</i> (0,814)	(*) Analisar o papel que as características dos parceiros desempenham na aprendizagem interorganizacional	Capacidade absorviva: (Cohen e Levinthal, 1990) Aprendizagem Organizacional: (Hamel, 1991; Hamel, Doz, & Prahalad, 1989).	As empresas devem prestar tanta atenção ao gerenciamento de seus recursos como para o gerenciamento de seus ativos físicos. As empresas que conseguem desenvolver uma maior compreensão dos seus processos para converter em conhecimento são as que obtêm maior sucesso na aprendizagem interorganizacional.
17- Levin R, (1987) <i>C.F.</i> (0,719)	(*) Verificar se as patentes conferem apropriabilidade absoluta em relação aos retornos de P&D.	Patentes: (Griliches, Ariel Pakes & Bronwyn) Apropriabilidade: (Cohen, Levin, & Mowery, 1985)	As patentes não conferem apropriabilidade absoluta. Os resultados da pesquisa demonstram que as patentes são importantes como barreira para entrada na indústria de semicondutores, porque fornecem um obstáculo para potenciais novos participantes.
18- Levitt B, (1988) <i>C.F.</i> (0,716)	(**) Entender como as organizações aprendem.	Aprendizagem Organizacional: (Starbuck 1976, Hedberg 1981, Fiorello & Lyles 1985)	As organizações aprendem pelo aprendizado, (2) Aprendem fazendo, (3) Aprendem pela experiência dos outros e (4) Aprendem "ecologicamente" pelo comportamento e ambiente. A aprendizagem organizacional pode ser interpretada como uma forma de inteligência.
19- Mowery D, (1996) <i>C.F.</i> (0,818)	(*) Examinar de que forma é feita as transferências de conhecimento entre empresas dentro de alianças estratégicas	Capacidade Absorviva: (Kogut, 1988), (Doz & Prahalad, 1989; Cohen & Levinthal, 1990) Transferência de Conhecimento: (Mowery, Oxley, & Silverman, 1992)	A "capacidade de absorção" contribui para explicar a extensão da transferência de capacidades tecnológicas em alianças estratégicas, porém as <i>joint ventures</i> parecem ser canais mais eficazes para a transferência de capacidades complexas do que as alianças baseadas em contrato.
20- Owen Smith J, (2004) <i>C.F.</i> (0,650)	(*) Analisar se a proximidade geográfica e a forma organizacional alteram fundamentalmente o fluxo de informações de uma rede	Alianças Estratégicas: (Shan <i>et al.</i> 1994, Walker <i>et al.</i> 1997) <i>Spillovers</i> conhecimento: (Almeida e Kogut, 1999)	A proximidade geográfica e as características institucionais dos membros-chave de uma rede transformam a posição destes membros dentro de uma rede maior resultando em vantagem. A proximidade geográfica e centralidade, quando analisadas conjuntamente, resultam em transbordamentos de informação que se transformam em ganhos econômicos.

21- Penrose E, (1959) <i>C.F.</i> (0,741)	(***) O livro abre espaço para as discussões sobre recursos e capacidades internas das organizações	Teoria da Firma: Coase 1937	Penrose conceitua a firma como sendo um conjunto de recursos humanos e não humanos que possui competências, está sob uma coordenação administrativa e produz bens e serviços para venda no mercado, com o objetivo de obter lucro. O crescimento da firma é como um processo de evolução, e por meio dos recursos e capacidades é que ela vai evoluindo e aumentando de tamanho.
22- Pisano G, (1990) <i>C.F.</i> (0,680)	(*) Examinar as escolhas das firmas entre P&D interno e externo	Teoria dos custos de transação: (Williamson, 1985)	Os resultados demonstram que rápidas e radicais mudanças tecnológicas forçam as empresas a mudar o locus de P & D de interno para externo.
23- Powell W, (1996) <i>C.F.</i> (0,640)	(*) Verificar se as alianças podem servir como pontes que permitem as empresas superarem seus resultados em P&D ao invés de fazer P&D interno	Redes de Relacionamento: (Powell e Brantley, 1992). Aprendizagem Organizacional: Nelson (1990); Stinchcombe (1990).	Os resultados demonstram que em um setor de rápido desenvolvimento tecnológico como a biotecnologia, o “locus” da inovação encontra-se nas redes de relacionamentos interorganizacionais que sustentam uma comunidade fluida e em evolução. As alianças e a mobilidade servem como pontes permitindo que as empresas superem as restrições da pesquisa contextualmente localizada.
24- Rosenkopf L, (2003) <i>C.F.</i> (0,647)	(*) Verificar como as empresas podem ir além de seus contextos em busca por novos conhecimentos	Redes de Aprendizado: (Gulatti 1995, Eisenhardt & Schoonhoven 1996) Alianças: Doz (1996); Dyer (1997)	As alianças e a mobilidade dos inventores são dois mecanismos que servem de pontes para contextos geograficamente distantes permitindo que as empresas superem suas restrições da pesquisa localizada.
25- Rothaermel F, (2004) <i>C.F.</i> (0,758)	(*) A partir do conceito <i>exploration-exploitation</i> , verificar se o desenvolvimento de novos produtos depende do tipo de aliança	Alianças: (Koza & Lewin, 1998; Rothaermel, 2001) Exploration and Exploitation (Levinthal & March 1993).	O desenvolvimento de novos produtos realmente depende do tipo de aliança. Os resultados demonstraram que as empresas de biotecnologia entram muito mais em alianças de “ <i>exploitation</i> ” do que em alianças de “ <i>exploration</i> ”.
26- Schilling M, (2007) <i>C.F.</i> (0,639)	(*) Verificar se a estrutura da rede (densidade / aglomeração) influencia o potencial de criação do conhecimento	Alianças Estratégicas: (Shan <i>et al.</i> 1994) e Estrutura de Redes de Cooperação: (Ahuja 2000, Baum <i>et al.</i> 2000).	A aglomeração local densa fornece capacidade de transmissão de informações na rede, promovendo a comunicação e a cooperação. As empresas integradas em redes de alianças que exibam alta aglomeração e alto alcance (distâncias médias curtas para uma ampla gama de empresas) terão uma produção inovadora maior do que as empresas em redes que não exibem essas características.
27- Schumpeter <i>C.F.</i> (0,639)	(***) Oferecer um novo olhar mais dinâmico sobre a teoria econômica vigente na época	Alfred Marshall	A principal contribuição foi demonstrar que a economia cria ciclos que destrói uma estrutura atual para criar outra, o que ele denominou de “destruição criadora” ou “destruição criativa”.
28- Shan W, (1994) <i>C.F.</i> (0,834)	(*) Examinar a associação entre cooperação e a produção de inovação entre grandes empresas e empresas iniciantes.	Redes interorganizacionais de cooperação: (Kogut, Shan & Walker, 1992) e (Granovetter, 1985)	Os resultados demonstram que a cooperação afeta a inovação. O estudo descobriu que produção de inovação de pequenas empresas e seus acordos de cooperação com grandes empresas não são reciprocamente relacionados: a inovação é explicada por acordos, mas não o contrário.
29- Stuart T, (1999) <i>C.F.</i> (0,740)	(*) Investigar como as empresas iniciantes apoiadas por empresas tradicionais afetam sua capacidade de adquirir recursos para o crescimento tendo ainda um “ <i>valuation</i> ” positivo.	Redes interorganizacionais de Cooperação: (Granovetter, 1973 e 1985)	Os resultados demonstram que empresas jovens de biotecnologia apoiadas por capital de risco de empresas tradicionais vão para a IPO mais rapidamente e ganham melhores avaliações (<i>valuation</i>) do que as empresas que não têm essas conexões (ou endossos)
30- Stuart T, (2000) <i>C.F.</i> (0,813)	(*) Investigar a relação entre alianças interorganizacionais de tecnologia e o desempenho da empresa.	Alianças Estratégicas: (Nohria e Garcia-Pont, 1991; Gulati, 1995; Eisenhardt e Schoonhoven, 1996; Walker, Kogut, e Shan, 1997).	Os resultados demonstram que as alianças são relações de acesso e que as vantagens derivam de um portfólio de coalizões estratégicas dependentes dos perfis e recursos de seus parceiros na aliança. As empresas jovens e pequenas se beneficiam mais das alianças estratégicas inovadoras do que organizações antigas e grandes.

31- Teece D, 1986) C.F. (0,501)	(**) Desenvolver um framework explicando por que empresas inovadoras muitas vezes não conseguem obter retorno de uma inovação, enquanto outras empresas se beneficiam.	Apropriabilidade: (Teece, 1986 e Levin <i>et al</i> , 1984); Paradigma Dominante (Albernathy e Utterback, 1978 e Dosi, 1982); Recursos Complementares: (Teece, 1986)	Quando a imitação é fácil, os mercados não funcionam bem, e os lucros da inovação podem se acumular para os proprietários de ativos complementares, e não para os desenvolvedores da propriedade intelectual. O framework desenvolvido indica que as fronteiras das organizações (com seus ativos complementares, especializados e coespecializados) são uma variável importante na estratégia das empresas para a inovação.
32- Teece D, (1997) C.F. (0,721)	(**) Sugerir a construção de uma visão mais dinâmica da empresa para a conquista de vantagens competitivas	Forças Competitivas: (Porter, 1980) Estratégia de Negócios: (Shapiro, C 1989) Visão Baseada em Recursos: (Barney, 1986 e 1994)	As empresas possuem recursos dinâmicos que veem a criação de vantagem competitiva decorrentes de rotinas de alto desempenho operando dentro da empresa moldados por processos e posições. Dependências de caminho. As oportunidades tecnológicas marcam os caminhos a seguir.

Figura 4. Resumo conceitual-descritivo dos 32 autores do fator 1

Fonte: o autor.

Nota: (*) significa que a pesquisa foi “quantitativa”, (**) significa “qualitativa” e (***) significa “livro”.

Nota: Carga Fatorial (C.F)

Para contribuir para a identificação da palavra que expressasse a temática central e caracterizar o fator congruente do bloco 1, foi utilizado como apoio o *software Iramuteq*. Primeiramente, a análise foi realizada utilizando-se a de lei de *Zipft*, que mede a frequência das palavras nos textos selecionados. Neste caso, no fator 1, com 32 artigos, o resultado surge em forma de uma lista de termos dentro de uma disciplina, conforme sua relevância. Dessa forma, pode-se inferir que a concentração de palavras com alto conteúdo semântico poderia ser usada como forma de indexação do texto, em razão da sua representatividade dentro da temática.

A Tabela 3 demonstra esta situação, sendo que a palavra com maior número de ocorrências é “*Firm*”, com 120 ocorrências, reforçando os esforços de leitura. Dessa maneira, podemos ainda observar que temos palavras diretamente associadas à firma como, “*Organizational*” com 19 ocorrências e “*Industry*”, com 17 ocorrências, totalizando, portanto, 157 ocorrências.

O resultado apresentado foi também ao encontro da leitura dos 32 artigos, devido às palavras que aparecem na sequência, sendo: “*Alliance*” com 48 ocorrências e “*Knowledge*” com 44 ocorrências. Observa-se que os autores se correlacionam a partir de estudos que convergem para a busca de inovação a partir das alianças estabelecidas entre os parceiros, formando uma rede de cooperação tecnológica. A Figura 5 apresenta o fator R do fator 1.

Tabela 3: Ocorrência de Palavras (Fator 1)

	Palavra	Frequência
1	Firm	120
2	Alliance	48
3	Knowledge	44
4	Innovation	33
5	Network	30
6	Resource	28
7	Performance	25
8	Patent	22
9	Technological	22
10	Learning	21
11	Organizational	19
12	Research	19
13	Biotechnology	17
14	Industry	17

Fonte: *Iramuteq*

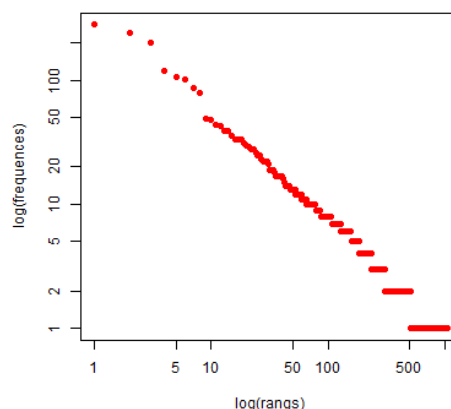


Figura 5: Gráfico de ocorrência de palavras (Fator 1)

Fonte: *Iramuteq*

Uma outra ferramenta do *software Iramuteq* utilizada foi o método da classificação hierárquica descendente (CHD), a análise visa obter as classes de segmento de textos que atendam ao mesmo tempo a apresentação de vocabulário semelhante entre si, e vocabulário diferente dos segmentos das outras classes. A partir deste ponto o software realiza análise dos dados apresentado no formato de um dendrograma, que são representações das relações entre as classes, fornecendo resultados que permitem uma descrição de cada uma das classes, que são fundamentadas no vocabulário léxico e suas variáveis (Reinert, 1987).

Cabe ao investigador, analisar os dados a partir dos grupos formados e observar os que façam sentido e que contribuam em suas pesquisas. Foi possível levantar seis classes semânticas, ou unidade de contexto elementar (UCE), esta etapa foi importante para que se pudesse continuar a discussão na identificação do constructo ou campo conceitual que construiu a formação do fator1.

Mais especificamente as Classes 1, 2, 3 e 6 que formam um agrupamento distinto das classes 5 e 4, contribuem com 64,6% das similaridades entre esses grupos. Neste agrupamento palavras como Organização, relacionamento, economia, startup, cooperação evidência, citação e localização se aproximam. Por outro lado, o outro agrupamento contendo as classes 5 e 4 representando 35,20% traz dentre as palavras mais destacadas aproximações entre recursos, oportunidades retorno e produtos. Por fim, é possível observar elementos conceituais sobre capacidades, recursos, alianças entre outros dentro do dendrograma, que fortalecem a descrição do fator 1, sendo: “A firma e suas capacidades e recursos em alianças, acordos e redes de cooperação”, apresentadas na Figura 6.

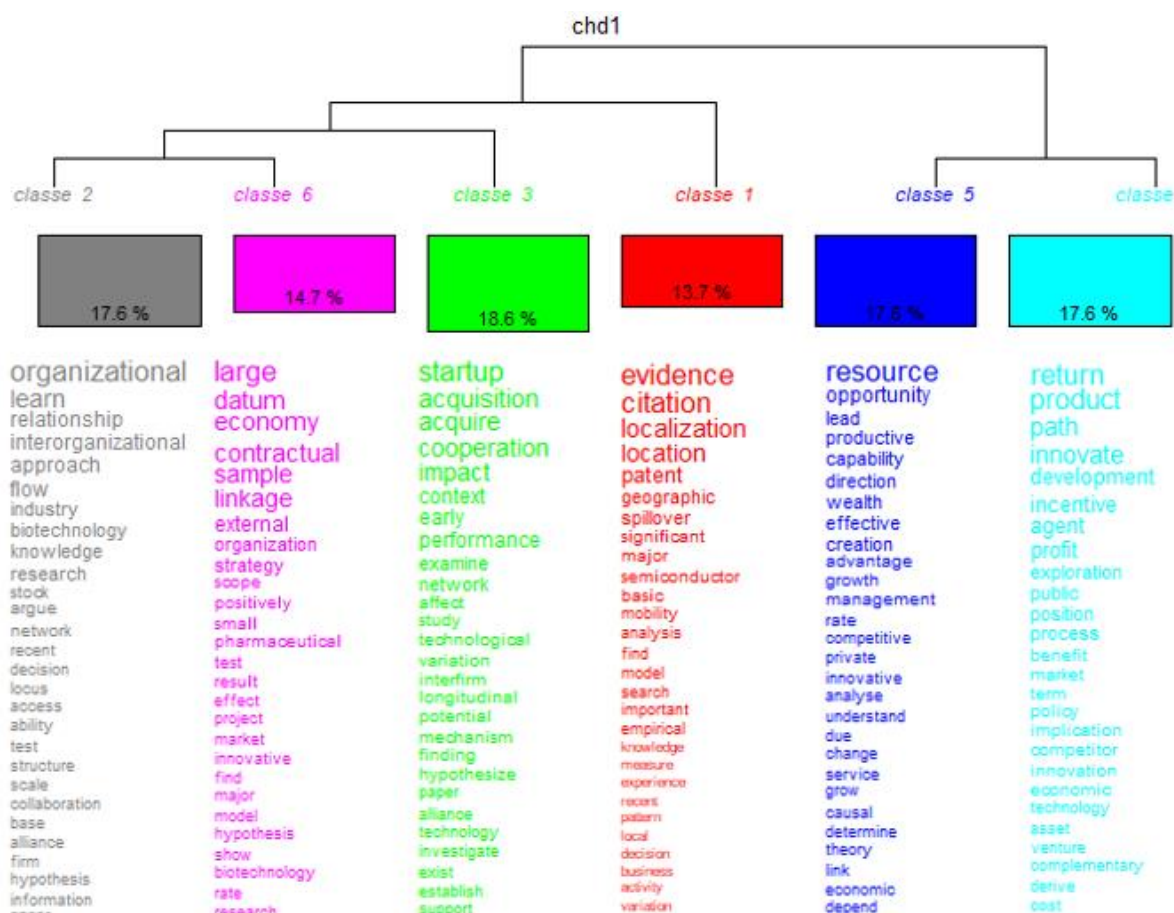


Figura 6: Dendrograma fator1

Fonte: Iramuteq

Por fim, outra ferramenta de análise utilizada do *Iramuteq* foi a análise de similitude, conforme demonstrado na Figura 7. O gráfico de similitudes se baseia na teoria dos grafos possibilitando identificar as coocorrência entre as palavras, trazendo indicações da conexidade entre as palavras (Pinto, Mazieri, & Vils, 2017). A distribuição estatística das frequências de palavras em um determinado texto, como uma lei, foi objeto de estudo há mais de um século, conforme estudos realizados por *Jean Baptiste Estoup* em 1916 (Lelu, 2014).

A análise dos *corpus* textuais se consolida nos relatórios de saída dos softwares de análise de conteúdo. Tal relatório apresenta as possíveis visões das análises de conteúdo como a análise de similitude, baseada na teoria dos grafos (utilizada com frequência por pesquisadores no campo de pesquisa de ciências sociais). Por esta análise é possível identificar a coocorrência existente entre as palavras, e assim permitir a análise de vínculo entre as palavras existentes nos *corpus* textuais e as variáveis categoriais que as descrevem (Marchand & Ratinaud, 2012).

O gráfico serviu para confirmar definitivamente os elementos conceituais congruentes que construíram o fator 1 e o *Iramuteq* foi uma ferramenta indispensável para a confirmação do fator congruente dos autores no bloco 1. A palavra “*Firm*” juntamente com suas capacidades e

recursos em alianças, acordos e redes de cooperação, representa a centralidade das pesquisas realizadas pelos autores.

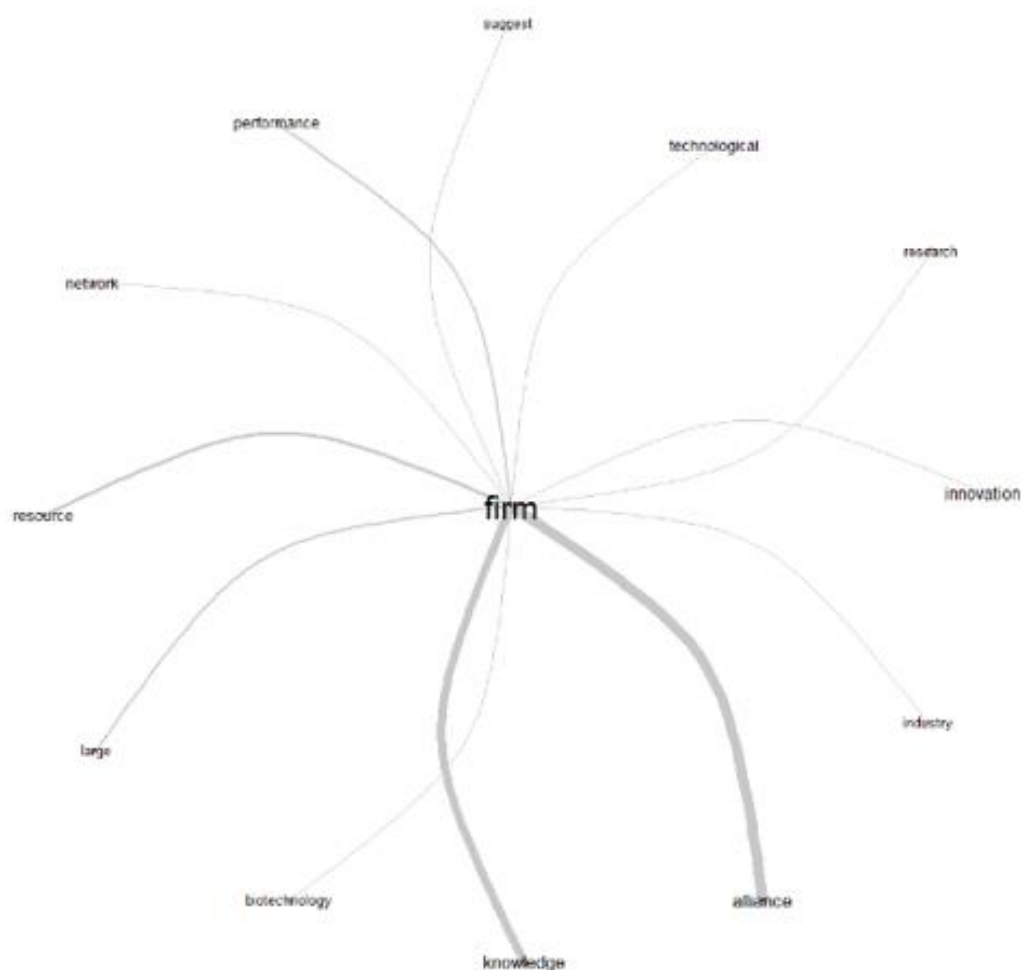


Figura 7. Gráfico de similitudes do Iramuteq para o fator 1 “Firma”.
Fonte: dados da pesquisa.

2.4.2 Fator 2: A patente como evidência de fluxo de conhecimento, inovação e mudança tecnológica

O segundo fator da pesquisa foi denominado como “A patente como evidência de fluxo de conhecimento, inovação e mudança tecnológica”. É interessante observar, neste grupo, a quantidade de autores que aparecem mais de uma vez: Alcácer (2006 e 2009), Fleming (2001 e 2004), Henderson (1990 e 1994) e Trajtenberg (1990 e 1997). Isto demonstra uma forte correlação de coautoria com os demais autores pertencentes a este grupo, uma vez que estes autores

pesquisam de forma conjunta e colaborativa, consequentemente, de acordo com os resultados apresentados nesta pesquisa e, de acordo com a lei de *Lotka*, sendo os mais produtivos também.

Outro indício da forte correlação entre estes autores (e neste ponto indicam-se os artigos que foram extraídos pela fatoração como um todo) é que alguns aparecem também na relação de autores do fator 1, como: Ahuja, Jaffe, Rosenkopf, Rothaermel e Stuart, demonstrando forte produtividades (lei de *Lotka*). Considerando a lei de *Bradford*, para este bloco, os autores que aparecem mais de uma vez, coincidentemente, publicaram em periódicos diferentes, ou seja, houve dispersão de periódicos para estes quatro autores.

De modo geral, os principais construtos que fazem a conexão entre os pesquisadores neste bloco estão centrados, principalmente, em patentes, citação de patentes, inovação, conhecimento e tecnologia. Estes construtos representam uma linha de pesquisa que construíram a base conceitual desta temática. Neste fator, o periódico com maior número de publicações continua sendo o *Strategic Management Journal*, com 10 publicações, o segundo periódico administrativo coincidentemente também é o *Administrative Science Quarterly*, que aparece com quatro publicações e, com três publicações, em terceiro lugar, aparece o *Research Policy*. Todos estes periódicos representam 50% do total de publicações do fator 2, que contém 34 publicações. Vale mencionar que há um livro neste bloco, dos autores AB Jaffe e M Trajtenberg (2002), publicado, por *The MIT Press* de Cambridge, Massachusetts London-England.

Nos artigos que compõem o fator 2, observa-se que o esforço metodológico de pesquisa dos autores foi desenvolver basicamente pesquisas quantitativas. Porém, há também ensaios teóricos e estudos de caso, sendo que o universo de trabalho foram empresas de alta tecnologia, como semicondutores, farmacêuticas e do setor de biotecnologia.

Os autores relacionados nesse bloco desenvolvem suas pesquisas com o foco em patentes, porém centrando também nos construtos que apoiam esta linha conceitual. Esses construtos são: transbordamento e fluxo de conhecimento, capacidade absorptiva e aprendizagem organizacional.

Vale ressaltar, neste bloco, os seguintes autores, que romperam paradigmas conceituais com seus artigos: Barney, o mais citado de todos os autores, com 64.604 citações, com o artigo seminal de 1991 “*Firm Resource and Sustained Competitive Advantage*”. O artigo trata dos recursos da firma para obter vantagem competitiva sustentadora. Chesbrough (2003), com “*Open Innovation*”, apresenta, neste livro, uma mudança de paradigma para o conceito de inovação, o qual o setor de biotecnologia tem utilizado em seus processos de inovação. Ao longo das leituras, foi possível verificar que ficou cada vez mais evidente o papel relevante da patente. Destaca-se, neste fator, alguns autores, como Hall (2007), que concluiu, em sua pesquisa, que as patentes são indicadores de produção tecnológica de uma rede. Já os achados de Jaffe e Trajtenberg (2002)

indicaram que as patentes são uma janela para a mudança tecnológica para os atores que integram uma rede.

Albert, Avery e McAllister (1991) concluíram que as patentes mais citadas são de importância tecnológica, têm maior âmbito em uma rede e podem indicar rotas tecnológicas promissoras. Nessa perspectiva, Harhoff, Scherer e Vopel (1999) também concluíram que as patentes mais citadas são mais valiosas. Adicionalmente, Alcácer, Gittelman e Sampat (2009) concluíram que as patentes citadas melhoram o fluxo do conhecimento. Fleming e Sorenson (2004), por sua vez, afirmam que, a partir da análise das patentes, é possível que os inventores de uma rede alterem suas buscas e suas pesquisas futuras.

Outro estudo também muito interessante, devido ao grande espaço temporal acompanhado, foi o desenvolvido por Hall (2005), intitulado “*Market Value and Patent Citations*”. Nesse trabalho, o autor fez um estudo longitudinal de 30 anos, com 4.800 empresas americanas, e teve como objetivo explorar o significado econômico gerado pelas patentes. O resultado deixou claro que as patentes que são citadas têm um impacto econômico muito mais positivo, aumentando a valorização das empresas no mercado. O autor também chegou à conclusão de que as patentes citadas proporcionam uma *proxy* de estoque de conhecimento para as empresas.

Sendo assim, pode-se averiguar que o fator 2 compartilha temas e conceitos que estão correlacionados com as bases conceituais de patente, que se apresenta como um recurso valioso que proporciona e evidencia conhecimentos, transformações tecnológicas e inovações para as empresas e suas redes de cooperação corroborando com os aspectos levantados dentro do referencial teórico em atenção aos constructos inovação aberta e redes de cooperação.

A Figura 8 apresenta um resumo conceitual-descriptivo dos 34 autores pertencentes ao fator 2.

Autores-KMO	Objetivo	Base teórica	Resultados e Contribuições
1- Ahuja G, (2001) C.F. (0,854)	(*) Examinar o impacto das aquisições tecnológicas e não tecnológicas no desempenho das inovações.	Base de conhecimento: (Griliches, 1984, 1990; Pakes & Griliches, 1984; Henderson & Cockburn, 1996)	Descobriu-se que, dentro das aquisições tecnológicas, o tamanho absoluto da base de conhecimento adquirida melhora o desempenho da inovação. Aquisições não tecnológicas não têm um efeito significativo na saída subsequente da inovação
2- Albert M, (1991) C.F. (0,799)	(*) Verificar se as patentes altamente citadas são de importância tecnológica maior do que as patentes que não são citadas	Patentes: (Narin, Rosen & Olivastro, 1989)	Pode concluir-se diretamente deste estudo que as patentes altamente citadas são de importância tecnológica significativamente maior do que as patentes que não são citadas, ou citadas com pouca frequência. O fato de essas patentes serem tão citadas tem sido interpretado como um indicador da alta qualidade da tecnologia embutida nessas patentes
3- Alcácer J, (2006) C.F. (0,730)	(*) Verificar se os examinadores são mais propensos a adicionar as autocitações dos inventores em suas	Transbordamentos de conhecimento: (Jaffe, Trajtenberg & Henderson, 1993) Patentes: (Cockburn, Kortum,	Uma proporção substancial de citações não contém nenhum sinal de conhecimento do inventor: aproximadamente 40% das patentes citadas têm todas as citações impostas pelos examinadores. Apenas 8% das patentes não têm citações adicionadas pelo

	análises e observar se as citações refletem um conhecimento maior por parte do inventor.	& Stern 2004; Lemley, 2005; Sampat, 2005	examinador. Os resultados indicam que as inferências sobre o conhecimento do inventor usando citações agrupadas podem sofrer de viés ou níveis de significância superinflacionados
4- Alcácer J, (2009) <i>C.F.</i> (0,855)	(*) Analisar as citações dos candidatos a patenteamento e examinadores em patentes nos EUA.	Patente e transmissão do conhecimento: (Jaffe & Trajtenberg, 2002).	Pode-se observar que as patentes que citam a técnica anterior se tornaram uma medida popular de qualidade de patente e fluxo de conhecimento entre empresas. Interpretar essas medidas é, em alguns casos, complicado, porque as citações da arte anterior são adicionadas por examinadores de patentes, bem como por requerentes de patentes.
5- Barney J, (1991) <i>C.F.</i> (0,636)	(**) Examinar a ligação entre recursos da empresa e vantagem competitiva sustentada	Estratégia e vantagem competitiva: (Porter, 1980 e 1990).	Foram apresentados quatro potenciais fatores que desenvolvidos contribuem para que a empresa obtenha vantagem competitiva: valor, raridade, não imitável e não substituível.
6- Chesbrough H, (2003) <i>C.F.</i> (0,509)	(***) Explorar os diversos aspectos da Inovação a partir de um modelo mais colaborativo e envolvente com uma maior variedade de participantes.	Capabilities: (Teece, 1986) Inovação Disruptiva: (Christensen, 1995 e 1996)	Neste estudo de caso desenvolvido na empresa <i>Xerox Company</i> o autor desenvolveu o termo "Inovação Aberta".
7- Cohen W, (1990) <i>C.F.</i> (0,558)	(*) Verificar se a capacidade de uma empresa reconhecer o valor de novas informações externas, assimilá-lo e aplicá-lo para fins comerciais é fundamental para a capacidade de inovação	Aquisição de conhecimento: (Bower & Hilgard (1981). Transferência de conhecimento: (Ellis, 1965; Estes, 1970)	Os resultados demonstraram que firmas são de fato sensíveis às características da aprendizagem no ambiente em que operam. Assim, a capacidade de absorção é parte da decisão de uma empresa na alocação de recursos para atividades inovadoras.
8- Dosi G, (1982) <i>C.F.</i> (0,634)	(**) Formular uma nova concepção entre paradigmas tecnológicos e trajetórias tecnológicas.	Inovação: (Nelson & Winter, 1977) Desenvolvimento tecnológico: (Clark, Freeman & Soete, 1980) Paradigma (Kuhn, 1962)	Os paradigmas de trajetórias tecnológicas estão entre continuidade e ruptura no processo de incorporação de conhecimento e tecnologia em ambientes de crescimento. O surgimento de um novo paradigma tecnológico está frequentemente relacionado a novas empresas "Schumpeterianas", enquanto sua continuidade frequentemente demonstra um processo de estabilização "oligopolista".
9- Fleming L, (2001) <i>C.F.</i> (0,775)	(*) Identificar as fontes e causas finais que causam incerteza em mudanças tecnológicas	Conhecimento em mudanças tecnológicas: (Rosenberg, 1996) Design Dominante: (Anderson e Tushman 1990, Klepper 1997).	Experimentar novos componentes e novas combinações levam a invenções menos úteis em média. Os dados de citação de patente demonstram que novas combinações são realmente mais variáveis. No entanto, a reutilização de componentes tem um efeito não monotônico e, eventualmente, positivo na variabilidade.
10- Fleming L, (2004) <i>C.F.</i> (0,630)	(*) Demonstrar que a ciência altera os processos de busca dos inventores, levando-os mais diretamente a combinações úteis, eliminando caminhos infrutíferos de pesquisa.	Inovação: (Trajtenberg, Henderson & Jaffe, 1997).	Este artigo demonstrou realmente que a ciência altera os processos de busca dos inventores, levando-os diretamente a combinações mais úteis. A ciência não tem efeito aparente quando os inventores trabalham com peças relativamente independentes; só aparece benéfico quando os inventores procuram combinar componentes compatíveis.
11- Grant R, (1996) <i>C.F.</i> (0,628)	(**) Identificar os mecanismos de coordenação pelo qual as empresas integram o conhecimento especializado dos seus membros	Base de Conhecimento: (Grant, 1996)	O papel principal da organização é aplicação do conhecimento, em vez de criação de conhecimento. O gestor desempenha um papel fundamental na coordenação do conhecimento.
12- Hall B, (2005) <i>C.F.</i> (0,731)	(*) Explorar o significado econômico de patentes baseadas em citações usando a avaliação do mercado financeiro das	Patentes: (Hall, Jaffe, & Trajtenberg, 2001).	Quanto maior o estoque de patentes maior o valor de mercado destas empresas. Se as patentes forem citadas o valor é ainda maior. As patentes citadas proporcionam uma proxy para o estoque de conhecimento da empresa maior do que se fosse uma patente simples.

	empresas que detêm estas patentes		
13- Harhoff D, (1999) <i>C.F.</i> (0,671)	(*) Verificar se as patentes mais valiosas são de fato as mais citadas	Patentes: (Trajtenberg, 1990); Hall <i>et al.</i> (1998)	As patentes reportadas como relativamente valiosas pelas empresas que as detêm são mais citadas nas patentes subsequentes.
14- Henderson R, (1990) <i>C.F.</i> (0,676)	(**) Demonstrar uma nova categoria de inovação a partir da reconfiguração das tecnologias existentes dentro dos produtos.	Design conceitual: (Clark, 1985) Design dominante: (Abernathy & Utterback, 1978) (Sahal, 1986)	Encontramos uma nova categoria de inovação além da radical e incremental que a denominamos de "Inovação arquitetural" que se processa a partir da reconfiguração dos componentes pertencentes ao produto, ou seja, muda-se a arquitetura de um produto sem alterar seus componentes.
15- Henderson R, (1994) <i>C.F.</i> (0,613)	(*) Explorar a natureza dos efeitos da competência em P&D e compreender o papel desta competência como vantagem competitiva.	Capabilities: (Barney, 1986; Dosi & Teece, 1993) Vantagem Competitiva: (Porter, 1980); Competência: (Burgelman, 1994; Iansiti, 1993; Leonard-Barton, 1992),	As empresas que mantêm ligações com a comunidade científica em geral através do uso de publicações e as empresas que gerenciam a alocação de recursos-chave de pesquisa por meio de processos colaborativos são significativamente mais produtivas na descoberta de medicamentos. O foco nas características "arquitetônicas" ou "integrativas" das organizações pode oferecer informações valiosas sobre a origem das diferenças duradouras no desempenho da empresa.
16- Jaffe A, (2002) <i>C.F.</i> (0,762)	(*) Demonstrar a utilidade de dados de patentes e citações como uma janela sobre o processo de mudança tecnológica e uma ferramenta poderosa para pesquisa sobre a economia da inovação	Patentes: (Hall, Griliches e Housman, 1986) Transbordamento de conhecimento: (Jaffe, 1986)	A utilização de dados de patentes e citações realmente é uma janela sobre o processo de mudança tecnológica e uma ferramenta poderosa para pesquisa sobre a economia da inovação. Registros de patentes contêm uma riqueza de informações, incluindo a identidade, localização e empregador dos inventores, bem como o campo tecnológico da invenção. As patentes também contêm referências de citação de patentes anteriores, que permitem rastrear links entre as invenções.
17- Katila R, (2002) <i>C.F.</i> (0,788)	(*) Verificar como as empresas pesquisam e introduzem novos produtos	Novos produtos: (Saviotti & Metcalfe, 1984) e Helfat, 1994; Base de Conhecimento: (Martin & Mitchell, 1998).	Os esforços de P&D das empresas variam em duas dimensões distintas: A profundidade da busca, ou com que frequência a empresa reutiliza suas existentes conhecimento, e o escopo de pesquisa, ou quão amplamente a empresa explora novos conhecimentos.
18- Kogut B, (1992) <i>C.F.</i> (0,638)	(**) Desenvolver um argumento de como as empresas fazem o compartilhamento e transferência do conhecimento, dos indivíduos e grupos dentro de uma organização.	Conhecimento: Rogers (1983) e Winter (1987) Conhecimento Organizacional: (March & Simon, 1958) e (Cyert & March, 1963)	Ficou demonstrado que o conhecimento (transferido) consiste em informação (quem sabe o que) e de know-how (como organizar uma equipe de pesquisa). O que é central para o nosso argumento é que o conhecimento é individual, mas também é expresso em regularidades pelas quais os membros cooperam em comunidade (seja, por grupo, organização ou rede).
19- Lanjouw J, (2004) <i>C.F.</i> (0,811)	(*) Identificar os determinantes do declínio de produtividade em pesquisa nas empresas de manufatura.	Patentes: (Choen <i>et al.</i> , 2000) Griliches, 1990)	Encontramos três determinantes, demanda, a qualidade das patentes e o esgotamento tecnológico. A Produtividade de pesquisa está inversamente relacionada à qualidade das patentes e ao nível de demanda, já que a qualidade prevista está positivamente associada ao estoque de patentes
20- Laursen K, (2006) <i>C.F.</i> (0,565)	(*) Explorar a relação entre a abertura das estratégias de busca externa das empresas e seu desempenho inovador	Inovação Aberta: (Chesbrough (2003) Inovação (Katila & Ahuja, 2002).	As empresas estão cada vez mais atraindo conhecimento de fontes externas em suas atividades inovadoras. Modernos processos de inovação exigem que as empresas dominem conhecimento altamente específico sobre diferentes usuários, tecnologias e mercados, descobrimos que a pesquisa é ampla e profundamente curvilínea (tomando uma forma em U invertido) relacionada ao desempenho inovador.
21- Leonard Barton D, (1992) <i>C.F.</i> (0,713)	(**) Examinar a natureza das principais capacidades de uma empresa, concentrando-se, em particular, em sua interação com novos projetos de	Capacidades básicas: (Zucker, 1977) Competências: (Thusman & Anderson, 1986) Conhecimento: (Henderson & Clark, 1990)	As capacidades básicas são uma coleção de conhecimento conjuntos, que estão distribuídos e estão constantemente se aprimorando. No entanto, ao mesmo tempo em que permitem a inovação, eles podem impedi-lo. O papel do gerente é fundamental para as alterações e liderança dos caminhos

	desenvolvimento de produtos e processos		
22- Lerner J, (1994) C.F. (0,735)	(*) Examinar o impacto do escopo da patente no valor da empresa	Patente e inovação: (Green & Scotchmer (1990), Matutes, Regibeau & Rockett (1992)	Foi constatado que o escopo da patente tem um impacto significativo no valor da empresa, de maneira consistente com sugestões teóricas. Este artigo ressalta ainda a importância do escopo das patentes como instrumento político.
23- Levinthal D, (1993) C.F. (0,651)	(**) Examinar os limites dos processos de aprendizagem	Aprendizagem: (Senge, 1990; Stalk, Evans & Shulman, 1992)	Encontrou-se três elementos limitantes: Miopia Temporal, Miopia Espacial e Miopia falha. Todos os três tipos comprometem a eficácia da aprendizagem. Em particular, eles complicam o problema de manter um equilíbrio apropriado entre “ <i>Exploitation</i> ” e “ <i>Exploration</i> ”.
24- March J, (1991) C.F. (0,733)	(**) Verificar a relação entre “ <i>Exploitation</i> ” e “ <i>Exploration</i> ” e examinar possíveis complicações na alocação de recursos entre eles.	Aprendizado Organizacional: (Winter 1971; Levinthal & March 1981). Conhecimento Organizacional: (Whyte 1957 e Maanen 1973)	Aprendizado, análise, imitação, regeneração e mudança tecnológica são componentes importantes de esforço para melhorar o desempenho organizacional e fortalecer vantagem competitiva. Cada um envolve adaptação e uma troca (trade-off) para manter um equilíbrio apropriado entre a exploração e “ <i>Exploitation</i> ” e “ <i>Exploration</i> ”
25- Nelson R, (1982) C.F. (0,700)	(*) Examinar qual o papel do conhecimento e se ele influencia na alocação de recursos em P&D.	Conhecimento e Inovação Tecnológica: (Sahal, 1981 e Gibbons, 1974) P&D Griliches, 1979	Existe um aspecto privado e público para conhecimento tecnológico e embora as linhas entre elas sejam obscuras, é importante reconhecer os dois, pois elas influenciam na alocação de recursos em P&D.
26- Phene A, (2006) C.F. (0,861)	(*) Verificar se o conhecimento externo caracterizado pela distância ou proximidade tecnológica pode ter um impacto diferencial na inovação radical.	Base de Conhecimento: (Cohen and Levinthal, 1990). Patente: (Jaffe <i>et al.</i> , 1993). Inovação (Ahuja e Lampert, 2001).	As descobertas demonstram que tecnologias distantes do conhecimento não garantem sua utilidade, pelo contrário, é a interação do espaço tecnológico e a origem geográfica que permite às empresas criar inovações radicais, ou seja, a exploração em áreas geográficas ou parques tecnológicos podem ser muito mais valioso para alcançar inovações revolucionárias.
27- Rosenkopf L, (2001) C.F. (0,735)	(*) Verificar o impacto de se explorar novas tecnologias além das fronteiras organizacionais.	Fontes externa de conhecimento: (Nonaka and Takeuchi, 1995, Leonard-Barton, 1995). Capabilities: (Teece, Pisano & Shuen, 1997),	No segmento de discos ópticos a evolução tecnológica é maior quando a exploração se estende além limites organizacionais. A exploração que não ultrapassa os limites organizacionais gera consistentemente menor impacto na evolução tecnológica.
28- Rothaermel F, (2008) C.F. (0,732)	(*) Explorar os fatores que levam à formação de alianças entre empresas farmacêuticas e de biotecnologia	Alianças Estratégicas: (Arora & Gambardella, 1990; Teece, 1992; Rothaermel, 2001).	Em empresas mais jovens o fator de motivação para formação de alianças está nas complementaridades de recursos. Já em empresas mais velhas o fator de motivação é por semelhanças.
29- Sorensen J, (2000) C.F. (0,793)	(*) Investigar a relação entre os processos de envelhecimento e a inovação organizacional	Competência Organizacional: Barron, West & Hannan (1994) Inovação: Cohen & Levinthal (1989, 1990); (Dosi, 1982).	Nossas evidências mostram que à medida que as organizações envelhecem, elas geram mais inovações. As competências para produzir inovações- ou pelo menos patentes - melhoraram com a idade, porém à medida que as empresas envelhecem, eles se tornam cada vez mais propensas a gerar inovações (<i>Exploitation</i>) das competências já previamente existentes.
30- Stuart T, (1996) C.F. (0,705)	(*) Propor uma abordagem analítica em rede para identificar a trajetória e a evolução das posições tecnológicas das empresas.	Trajectoria Organizacional: (Nelson & Winter, 1982; Winter, 1984).	Um componente da dinâmica de mudança tecnológica neste seguimento é que as empresas não pesquisam em isolamento, elas pesquisam como membros de uma população de organizações que pesquisam simultaneamente. Toda a trajetória passa pela criação do conhecimento
31- Trajtenberg M, (1990) C.F. (0,698)	(*) Apresentar contagens de patentes ponderadas por citações como indicadores do valor das inovações, superando assim as limitações das contagens simples.	Patentes: (Griliches, 1984 e 1986) Inovação: (Trajtenberg, 1990)	Os resultados apresentados sugerem que as citações de patentes podem ser indicativas do valor das inovações e que elas contêm a chave para desvendar a riqueza de informações contidas nos dados de patentes

32-Trajtenberg M, (1997) C.F. (0,808)	(*) Identificar os aspectos-chave da mudança tecnológica.	Patentes: (Griliches, 1981, 1986 e 1990) Conhecimento: (Jaffe; Trajtenberg & Henderson, 1993)	Encontramos dois aspectos-chave que ocupam um lugar de destaque nas mudanças tecnológicas que são: "basicidade", que se refere a características fundamentais das inovações como a originalidade e "Apropriabilidade" que se refere à capacidade dos inventores para colher os benefícios de suas próprias inovações. Um achado importante é que as universidades priorizam a pesquisa básica.
33- Tushman M, (1986) C.F. (0,675)	(*) Verificar se a tecnologia evolui através de períodos de mudanças incrementais pontuadas por avanços tecnológicos que aumentam ou destroem a competência das empresas.	Ambiente Organizacional: (Millera & Friesen, 1984; Tushman & Romanelli, 1985),	O estudo demonstrou que as descontinuidades que destroem competências são iniciadas por empresas jovens e estão associadas ao aumento da turbulência ambiental. Já as descontinuidades que aumentam a competência são iniciadas por empresas existentes e estão associadas a uma redução turbulência ambiental. As empresas que iniciam as grandes mudanças tecnológicas crescem mais rapidamente que outras empresas
34- Zahra S, (2002) C.F. (0,635)	(**) Revisar a literatura e oferecer uma reconceitualização do construto "Capacidade Absortiva".	Inovação e Aprendizagem: (Cohen & Levinthal, 1989) Capacidade Absortiva: (Cohen & Levinthal, 1990)	Foi possível a partir da visão de recursos dinâmicos da empresa observar que a capacidade potencial e a capacidade realizada de uma empresa podem influenciar diretamente a criação de vantagem competitiva sustentável

Figura 8 - Resumo conceitual-descriptivo dos 34 autores do fator 2

Fonte: o autor.

Nota: No campo "objetivo", o símbolo (*) significa pesquisa "quantitativa", (**) significa "qualitativa" e (***) significa "livro".

Nota: Carga Fatorial (C.F)

Contribuindo novamente para o trabalho de identificação de uma palavra que expressasse a temática central, caracterizando o fator congruente do bloco 2, foi utilizado novamente o *software Iramuteq*. A análise foi realizada utilizando a lei de *Zipft*, que mede a frequência das palavras nos textos selecionados. Neste caso, no fator 2, com 34 artigos, o resultado surge em forma de uma lista de termos dentro de uma disciplina, conforme sua relevância. Dessa forma, pode-se inferir que a concentração de palavras com alto conteúdo semântico poderia ser usada como forma de indexação do texto, em razão da sua representatividade dentro da temática.

A Tabela 4 demonstra esta situação, sendo a palavra com o maior número de ocorrências *Firm*, com 98 ocorrências. Coincidentemente, esta é a palavra que também representou o fator 1. Porém, como observado a partir dos esforços de leitura, as pesquisas realizadas utilizaram a patente como *proxy* para diversas evidências e análises. O *software Iramuteq* resgata esta palavra como a segunda maior frequência (94 ocorrências), muito próxima da palavra com maior número de ocorrências. Pode-se ainda observar a sequência de palavras diretamente ligadas a patentes, como: "*Innovation*", com 55 ocorrências, "*Knowledge*", com 51 ocorrências, "*Citation*", com 50 ocorrências e "*Technological*", com 47 ocorrências.

O resultado apresentado foi também ao encontro dos esforços de leitura dos 32 artigos, devido às palavras que aparecem na sequência estarem fortemente associadas aos conteúdos de leitura, pois as patentes representam fontes de conhecimento, transformações e inovações tecnológicas (Stuart, 1996) para as empresas, e alguns autores observam ainda que as patentes

citadas têm mais valor (Trajtenberg, 1990) que as que não são citadas. A Figura 9 apresenta o gráfico R do fator 2.

Tabela 4: Ocorrência de Palavras (Fator 2)

	Palavra	Frequência
1	Firm	98
2	Patent	94
3	Innovation	55
4	Knowledge	51
5	Citation	50
6	Technological	47
7	Research	37
8	Seach	26
9	Capability	24
10	Organization	22
11	Process	22
12	Exploration	21
13	Measure	19
14	Industry	18

Fonte: *Iramuteq*

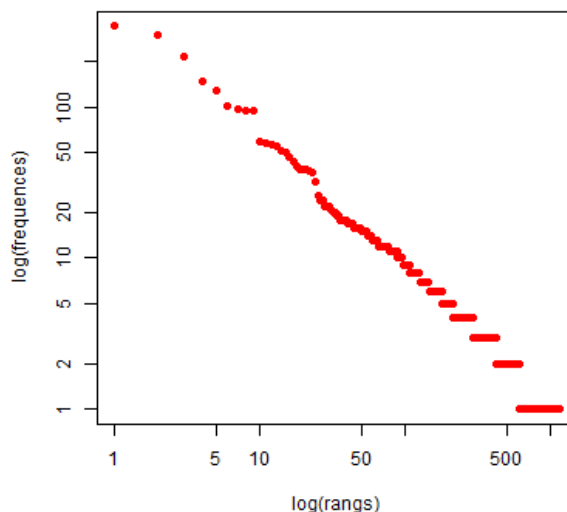


Figura 9: Gráfico ocorrências de palavras (Fator 2)

Fonte: *Iramuteq*

Novamente foi utilizado a classificação hierárquica descendente (CHD) para contribuir no processo de análise dos conceitos convergentes para a formação do bloco 2. Nesta etapa foram levantadas quatro classes semânticas, ou unidade de contexto elementar (UCE), foi possível observar que a classe 1 representada por 21,3% traz a palavra em destaque a “patente”, por sua vez, as classes, 2,3 e 4 formam um outro agrupamento representando 78,7% trazendo aproximações entre as palavras organização, aprendizado, inovação, competência, indústria e descoberta.

Conjuntamente com a leitura dos 32 artigos referentes ao bloco 2 elementos como: patentes, conhecimento, inovação e mudança tecnológica se destacam resultando no fortalecimento do campo conceitual para a formação do fator 2. A Figura 10 apresenta o dendrograma referente ao fator 2.

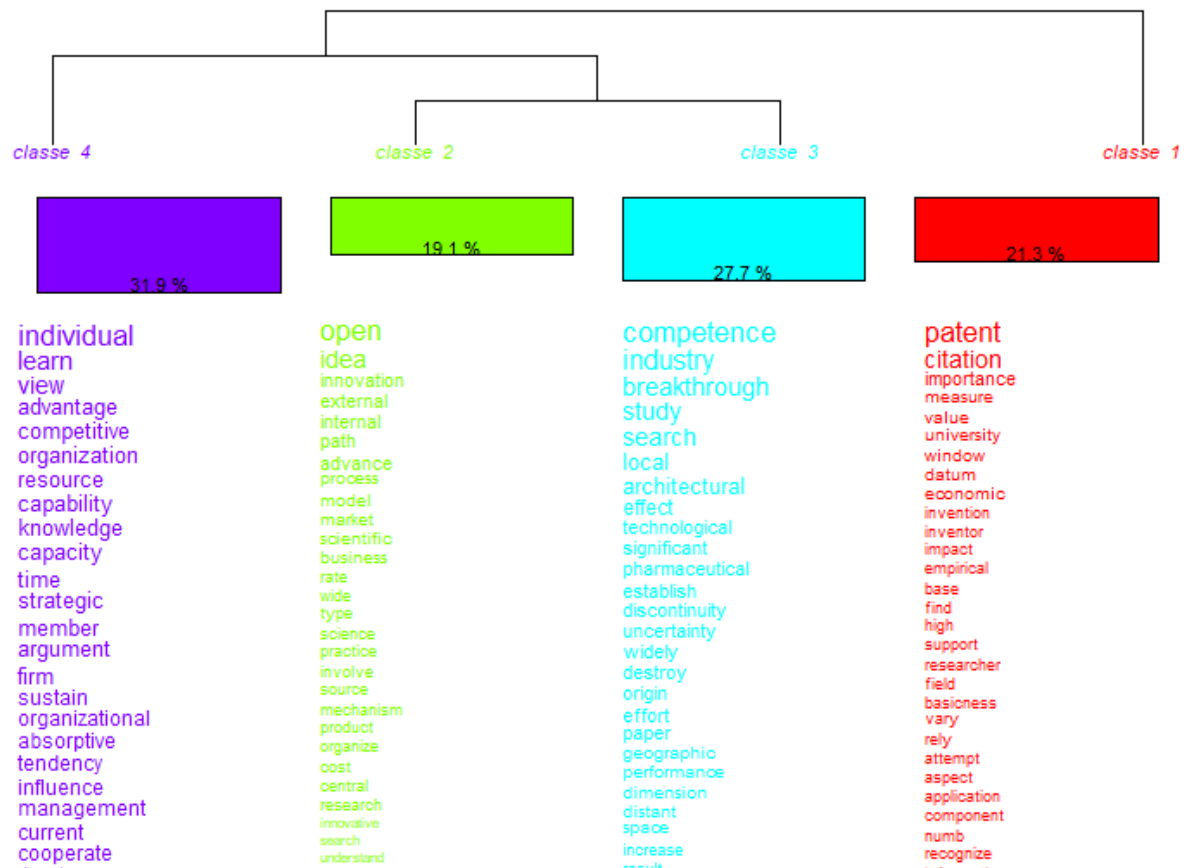


Figura 10: Dendrograma fator 2.

Fonte: dados da pesquisa.

Por fim, com relação aos 34 autores identificados no fator 2 e após a leitura dos artigos, o fator 2 foi nomeado como Patente juntamente como evidência de conhecimento, inovação e mudança tecnológica, inclusive porque é a palavra com maior preponderância e mais representativa dentre os artigos que representam o fator (Tabela 4). Foi possível finalmente atestar essa relevância, com o apoio do *software Iramuteq*, analisando o gráfico de similitude apresentado na Figura 11 confirmando a “patente como evidência de fluxo de conhecimento, inovação e mudança tecnológica”.

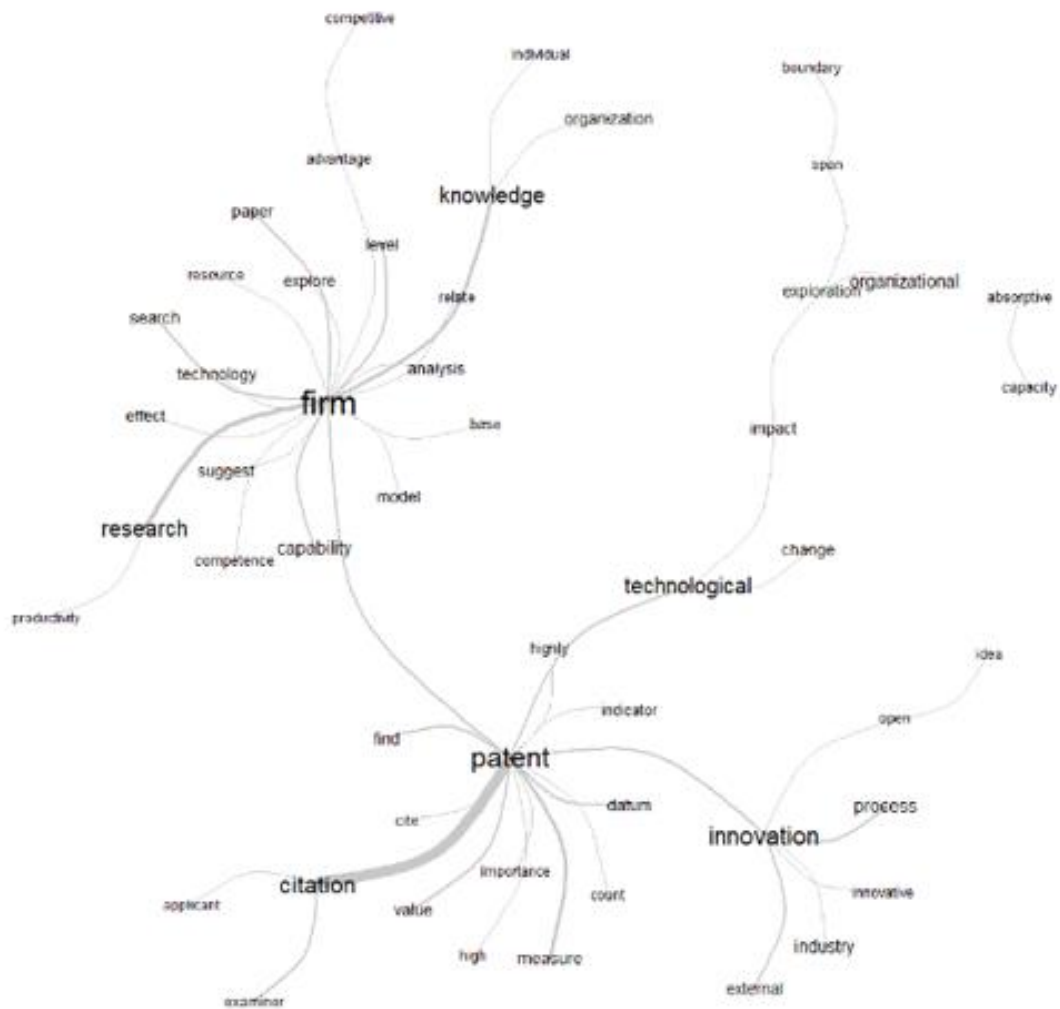


Figura 11: Gráfico de similitudes do Iramuteq para o fator 2 “Patente”.

Fonte: dados da pesquisa.

2.4.3 Fator 3: A pesquisa como norteadora da ciência e da tecnologia nas empresas, universidades e sociedade

Neste fator, temos dois autores que aparecem mais de uma vez: Mansfield (1995 e 1998) e Zucker (1998 e 2000). Consequentemente, tornam-se estes os autores mais produtivos, conforme a lei de Lotka. Como estes dois autores também publicaram em fontes diferentes, podemos observar que houve dispersão de periódicos. Portanto, neste ponto, esses autores também atendem à lei de Bradford.

O periódico com maior número de publicações no fator é o *Research Policy*, com seis publicações, seguido pelo *Management Science*, com três publicações. Estes dois periódicos representam 45% do total de 20 publicações deste bloco.

Pode-se identificar que o fator 3 compartilha de temas e conceitos que estão correlacionados com as bases conceituais sobre a pesquisa concebida, como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades, as tecnologias concebidas nas firmas e a disseminação para a indústria e para a sociedade de artigos, patentes e inovações. Vale destacar alguns autores que se correlacionaram neste bloco, utilizando o método quantitativo e qualitativo.

Os achados de Jensen e Thursby (2001) revelaram que o uso industrial das pesquisas financiadas pelo governo seria menor sem o licenciamento de patentes pelas universidades. Adicionalmente, Zucker, Darby e Armstrong (2002) concluíram que a pesquisa básica contribuiu para o desempenho das firmas que atuam em redes e que a pesquisa realizada de forma colaborativa evidenciada por publicações de ponta de universidades e cientistas tem também um efeito significativo no desempenho das empresas (Zucker, Darby & Armstrong, 1998).

De forma complementar, Narin, Hamilton e Olivastro (1997) concluíram que, quando há apoio governamental para as pesquisas científicas, há crescimento no nível de patenteamento. Na pesquisa dos referidos autores, foi evidenciado que 77% dos artigos citados por patentes nas indústrias dos Estados Unidos são de autoria das universidades ou outras instituições governamentais, enquanto somente 23% são de autoria de pesquisadores pertencentes à indústria.

O estudo de McMillan, Narin e Deeds (2000) também revelou que as indústrias de biotecnologia são muito mais dependentes da pesquisa científica pública do que em outras indústrias. De forma contributiva, Cohen, Nelson e Walsh (2002) avaliaram o papel que a pesquisa pública realizada pelas Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia (IC&T) desempenha desenvolvimento industrial, como também os caminhos pelos quais esse efeito é exercido. Foi constatada que a pesquisa pública é crítica e tem forte impacto para a P&D das indústrias. Cockburn e Henderson (1998) também evidenciaram, em suas pesquisas, uma significativa conectividade entre a pesquisa pública e privada e que a pesquisa privada, por sua vez, também traz retornos para as pesquisas públicas.

Vale destacar que dois autores Jensen (2001) e Thursby (2002) trataram diretamente dos impactos da lei *Bayh-Dole* em seus artigos, que se tornaram um ponto de inflexão para os investimentos em P&D, para a produção intelectual dos pesquisadores e, principalmente, para os esforços de licenciamento e patenteamento nos Estados Unidos. Curiosamente, os resultados apresentaram que a lei *Bayh-Dole* não resultou em acréscimo significativo de licenciamento ou patenteamento, mas contribuiu significativamente para facilitar os esforços de comercialização, criando um ambiente institucional mais seguro e definindo regras mais claras e objetivas com

relação às responsabilidades dos pesquisadores. A Figura 12 apresenta um resumo conceitual-descriptivo dos 20 autores pertencentes ao fator 3.

Autores-KMO	Objetivo	Base teórica	Resultados e Contribuições
1- Arora A, (1994) <i>C.F.</i> (0,644)	(*) Avaliar as diferentes formas que as empresas utilizam a informação para inovar a partir de relacionamentos colaborativos.	Colaboração: (Arora & Gambardella, 1990) Capabilities: (Nelson, 1990); (Teece, 1986)	Encontramos duas formas que as empresas utilizam a informação para inovar: capacidade de utilizar (que aumenta o número de parcerias para inovar) e avaliar (que é mais seletivo, porém cria vínculos mais valiosos com outras empresas)
2- Audretsch D, (1996) <i>C.F.</i> (0,746)	(*) Examinar a distribuição espacial da atividade inovadora, bem como a concentração geográfica da produção.	Transbordamento de conhecimento: (Jaffe, 1988) (Feldman, 1994)	Mesmo após controlar o grau de concentração geográfico das empresas, a atividade inovadora tende a se agrupar mais em setores nos quais os <i>Spillovers</i> de conhecimento desempenham um papel decisivo. resultados sugerem que a propensão para a atividade inovativa ao cluster é mais atribuível ao papel dos <i>Spillovers</i> de conhecimento e não apenas à concentração geográfica da produção.
3- Cockburn I, (1998) <i>C.F.</i> (0,788)	(*) Examinar a organização da pesquisa na indústria farmacêutica	Capacidade Absortiva: (Cohen & Levinthal, 1989)	As empresas mantêm conexões intensivas a partir de coautoria científica entre cientistas de empresas farmacêuticas e fundos públicos. A 'conexão' está correlacionada com o desempenho na descoberta de novos medicamentos.
4- Cohen W, (2002) <i>C.F.</i> (0,779)	(*) Avaliar o papel que a pesquisa pública desempenha no P&D das empresas.	Conexão entre Pesquisa Pública & Privada: (Narin, 1997)	A pesquisa pública afeta de forma importante o P&D de indústrias. Os resultados também indicam que os principais canais através do qual a pesquisa universitária afeta a P&D industrial incluem artigos publicados, relatórios, conferências e reuniões públicas, intercâmbio de informações e consultoria.
5- Dasgupta P, (1994) <i>C.F.</i> (0,866)	(**) Analisar as características gerais das instituições e as normas que distinguem a ciência aberta de outros modos de organização da pesquisa científica,	Transferência Tecnológica: (Arora, 1991) Tecnologia Pública e Privada: (Nelson, 1990)	As instituições e normas que regem a conduta da ciência aberta não produzem uma alocação ótima de esforços de pesquisa, porém funcionam adequadamente maximizando o crescimento em longo prazo do estoque de conhecimento científico. A simbiose existente entre pesquisa pública e privada na era moderna beneficiou a sociedade em geral e a máquina institucional que desempenha essas funções vitais para a nossa sociedade.
6- Gittelman M, (2003) <i>C.F.</i> (0,547)	(*) Verificar se a boa ciência leva a conhecimentos valiosos observando a lógica evolutiva dos padrões de citação.	Produtividade em pesquisa científica: (Cockburn <i>et al.</i> 2000; Gambardella 1995, Powell <i>et al.</i> 1996; Zucker <i>et al.</i> 2002).	O conhecimento científico e as patentes estão relacionados, mas boas publicações e boas patentes não. Isso pode ser facilmente explicado, lembrando que os dois pontos não são escolhidos pela mesma lógica evolucionária de seleção. Os resultados apontam para lógicas conflitantes entre ciência e inovação, e os cientistas devem contribuir para ambos enquanto habitam uma única comunidade intelectual.
7- Hicks D, (1995) <i>C.F.</i> (0,837)	(**) Explorar as razões das empresas para publicar na literatura científica e técnica, e as razões que ativam a necessidade de se vincular a outras organizações de pesquisa	Inovação em Pesquisa: (Freeman, 1991; Rothwell; 1992). Base Conhecimento: (Cohen & Levinthal, 1989, Gambardella, 1992).	Os artigos são essenciais para a transferência de conhecimento: eles não apenas transmitem informações formalizadas, mas também buscam desenvolver novos conhecimentos. Os pesquisadores acadêmicos e os industriais se distinguem entre o conhecimento público e privado de tal maneira e modo a proporcionar-lhes a máxima vantagem, porém as empresas podem publicar com maior precisão porque podem escolher quais informações tornar públicas.
8- Jensen R, (2001) <i>C.F.</i> (0,833)	(*) Avaliar se a utilização industrial das pesquisas financiadas pelo governo seria menor sem o licenciamento de patentes universitárias.	Pesquisa universitária: (Jaffe, 1989; Nelson, 1982) Licenciamento e <i>Royalties</i> : (Caves, Crookel & Killing, 1984)	Há ainda um estado embrionário na maioria das tecnologias licenciadas. Na maioria das invenções universitárias, há um problema de risco moral com o esforço do inventor. No debate em torno da Lei <i>Bayh-Dole</i> , os proponentes argumentam que, a menos que as universidades tenham o direito de licenciar as invenções do corpo docente, muitos são os resultados da pesquisa financiada pelo governo federal que permanecem no laboratório de pesquisa aguardando uma aplicação industrial.
9- Liebeskind J, (1996)	(**) Avaliar como as novas empresas de	Conhecimento científico: (Irvine e	Verificou-se que os cientistas industriais realizam muitos esforços colaborativos de pesquisa com cientistas de

C.F. (0,660)	biotecnologia (NFBs) obtém seu insumo mais crítico: O conhecimento científico	Martin, 1985; Zucker, Darby, Brewer & Peng, 1995) Redes Sociais: (Granovetter, 1985)	outras organizações e em especial de universidades. Os resultados indicaram que o uso de redes sociais aumenta tanto a aprendizagem quanto a flexibilidade na obtenção do conhecimento de uma forma que não seria possível se o trabalho fosse feito isoladamente.
10- Mansfield E, (1991) C.F. (0,703)	(*) Analisar a relação entre pesquisa acadêmica e inovação industrial	Pesquisa acadêmica: (Ben Martin & John Irvine, 1986) Inovação Industrial: (Mansfield, 1971, 1977 e 1980)	Os resultados fornecem evidências convincentes que, particularmente em indústrias como drogas e TI, a contribuição da pesquisa acadêmica à inovação industrial tem sido considerável. Isso não significa que outros insumos como: instalações e equipamentos, mão-de-obra ou administração também não sejam importantes, porém enquanto a contribuição desses outros insumos geralmente é dada como certo, o papel da pesquisa acadêmica é considerado incerto.
11- Mansfield E, (1995) C.F. (0,761)	(*) Verificar se as inovações tecnológicas de diversos setores se basearam em pesquisas acadêmicas recentes.	Pesquisa acadêmica: (Jaffe, 1989 e Pool, 1991). Pesquisa acadêmica e inovação industrial: (Mansfield, 1971, 1977, 1980 e 1987)	Uma proporção substancial de inovações industriais fora baseada em pesquisas acadêmicas recentes, embora em muitos casos a própria invenção não tenha sido originária das universidades. A extensão em que uma universidade é creditada por essas inovações tende a estar diretamente relacionada à qualidade do corpo docente da universidade, tamanho das despesas de P&D e proporção das indústrias localizadas nas proximidades.
12- Mcmillan G, (2000) C.F. (0,793)	(*) Analisar o papel crítico da ciência pública para a inovação no setor de biotecnologia	Ciência Publica e Tecnologia: (Narin, 1997) Capital Intelectual: (Zucker, 1995)	Os resultados indicam que a indústria de biotecnologia depende muito mais da ciência pública básica do que outras indústrias. O principal motivo é por confiarem na ciência pública e devido a isto estão cada vez mais procurando por alianças universitárias para sua pesquisa básica.
13- Mowery D, (2001) C.F. (0,699)	(**) Avaliar os efeitos do ato Bayh-Dole sobre o crescimento do patenteamento e licenciamento pelas universidades dos EUA	Ciência e Inovação: (Gambardella, 1995) Patentes: (Trajtenberg, Henderson, & Jaffe, A., 1994)	Os resultados demonstram que para as universidades pesquisadas a lei Bayh-Dole não resultou em um acréscimo de licenciamento ou patenteamento, mas contribuiu e facilitou os esforços de comercialização.
14- Murray F, (2002) C.F. (0,782)	(**) Avaliar a dinâmica de coevolução existente entre “ciência e tecnologia”.	Organização Social, Ciência e Tecnologia: (Dasgupta & David, 1994) Progresso tecnológico (Dosi, 1982)	“Ciência e Tecnologia” são de natureza distinta, porém existe entre elas uma sobreposição que tem forte influência no processo de inovação. As empresas que gerenciam o equilíbrio entre ciência e tecnologia tanto internamente, quanto externamente obterão vantagem significativa sobre sua concorrência. Em particular, isso significa desenvolver novas estratégias que incorporem os cientistas acadêmicos como atores importantes no processo de comercialização.
15- Narin F, (1997) C.F. (0,621)	(*) Evidenciar o apoio governamental da ciência pública para a tecnologia industrial	Pesquisa Acadêmica e Inovação Industrial: (Mansfield E, 1991) Pesquisa Básica (Martin B 1996) Patentes e citação: (Narin, 1988, 1991 e 1995)	Constatou-se que 73% dos artigos citados por patentes da indústria dos EUA, são de autoria de instituições acadêmicas, governamentais ou outras instituições públicas; só 27% são de autoria de cientistas industriais. A ciência pública desempenha um papel essencial no apoio à indústria dos EUA, todas as áreas da indústria ligadas à ciência, entre empresas grandes e pequenas é um pilar fundamental do avanço da tecnologia norte-americana.
16- Stern S, (2004) C.F. (0,791)	(*) Avaliar a relação entre salários e orientação científica das organizações de P & D	Inovação Tecnológica: (Cohen & Levinthal, 1990; Rosenberg, 1990). Conhecimento Tecnológico: (Dasgupta & David, 1994).	Existe uma forte relação negativa entre salários e ciência. As empresas que permitem que seus funcionários publiquem extraem, em média, um desconto salarial de 25%. A conclusão do artigo é que, condicionalmente à capacidade científica, os cientistas realmente pagam para serem cientistas.
17- Thursby J, (2002) C.F. (0,763)	(*) Examinar se o crescimento no licenciamento se deve ao aumento da produtividade ou é impulsionado por	Licenciamento Universitário: (Jensen & Thursby 1999); (Mowery & Ziedonis 1999),	Os resultados demonstram que o aumento do licenciamento se deve principalmente a uma maior disposição do corpo docente e dos administradores de licenciar e aumentar os negócios em P & D, em vez de uma reestruturação no corpo docente. Este aumento no

	mudanças do corpo docente ou dos administradores de se envolverem na comercialização de pesquisas universitárias.	(Siegel, Waldman, & Link 1999)	licenciamento reflete o efeito pretendido pela legislação (lei <i>Bayh-Dole</i>)
18- Zucker L, (1998) C.F. (0,695)	(*) Verificar o impacto das pesquisas universitárias com empresas localizadas próximas geograficamente.	Spillovers de Conhecimento: (Griliches, 1982) (Jaffe, Trajtenberg & Henderson, 1993)	Constatou-se que existe um impacto positivo da pesquisa universitária com empresas localizadas geograficamente próximas umas das outras, devido ao intercambio no mercado de cientistas universitários entre as empresas favorecendo os transbordamentos de conhecimento
19- Zucker L, (2002) C.F. (0,764)	(**) Verificar se o conhecimento básico tem impacto no desempenho das empresas de biotecnologia.	Capital intelectual humano: (Di Gregório and Shane 2000). Conhecimento: Nelson & Winter 1982).	O conhecimento básico tem impacto no desempenho das indústrias de biotecnologia e o capital humano intelectual no papel dos professores é um recurso chave na criação e transferência do conhecimento entre o meio acadêmico e privado.

Figura 12: Resumo conceitual-descriptivo dos 20 autores do fator 3

Fonte: o autor.

Nota: no campo “objetivo”, o símbolo (*) significa pesquisa “quantitativa”, (**) significa “qualitativa” e (***) significa “livro”.

Nota: Carga Fatorial (C.F)

Contribuindo novamente para a identificação da palavra que expressasse a temática central do conjunto, caracterizando o fator congruente do bloco 3, foi utilizado o *software Iramuteq*. A análise foi realizada utilizando de lei de *Zipf*, que mede a frequência das palavras nos textos selecionados. Neste bloco 3, há 20 artigos, sendo que o resultado surgiu em forma de uma lista de termos dentro de uma disciplina, conforme sua relevância.

Dessa forma, novamente inferiu-se que a concentração de palavras com alto conteúdo semântico poderia ser usada como forma de indexação do texto, em razão da sua representatividade dentro da temática. A Tabela 5 demonstra esta situação e a palavra com o maior número de ocorrência é “*Research*”. Em segundo lugar, aparece a palavra “*Science*”, com 40 ocorrências, “*University*”, com 39 ocorrências, “*Firm*” também aparece neste bloco com 35 ocorrências e, concluindo, aparece “*Knowledge*”, com 31 e “*Scientific*” com 27.

O resultado apresentado foi também ao encontro dos esforços de leitura dos 20 artigos, devido às palavras que aparecem na sequência estarem fortemente associadas aos conteúdos de leitura dos artigos, pois as pesquisas, sejam públicas ou privadas, buscam a construção do conhecimento científico para fazer ciência com o objetivo de inovar. A Figura 13 apresenta o gráfico R do fator 3.

Tabela 5: Ocorrência de Palavras (Fator 3)

	Palavra	Frequência
1	Research	62
2	Science	40
3	University	39
4	Firm	35
5	Knowledge	31
6	Scientific	27
7	Paper	25
8	Scientist	25
9	Public	22
10	Patent	21
11	Academic	20
12	Efecct	18
13	Industrial	18
14	Innovation	18

Fonte: *Iramuteq*

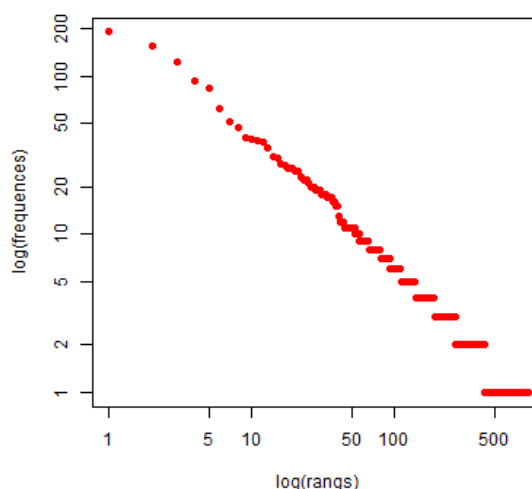


Figura 13: Gráfico de ocorrência de palavras (Fator 3)

Fonte: *Iramuteq*

Novamente foi utilizado a classificação hierárquica descendente (CHD) para contribuir no processo de análise dos conceitos congruentes para a formação do bloco 3. Nesta etapa foram levantadas cinco classes semânticas, ou unidade de contexto elementar (UCE). A classe 1 forma um agrupamento distinto das classes 4,2,3,5. O grupo 1 representado por 16,7% desta classificação é formado por elementos como licença, crescimento, invento e inventor, já as classes,4,2,3, e 5 que representam 83,40 % deste agrupamento traz elementos em destaque como pesquisador, científico, biotecnologia, industrial, estudo, economia e produção.

Foi possível observar conjuntamente com a leitura dos 19 artigos referentes ao bloco 3 elementos como: pesquisa, ciência e tecnologia nas empresas, universidades e sociedade resultando no fortalecimento do campo conceitual ou conhecimento para a formação do fator 3, aqui denominado como: “A pesquisa como norteadora da ciência e da tecnologia nas empresas, universidades e sociedade”. A Figura 14 apresenta o dendrograma referente ao fator 3.

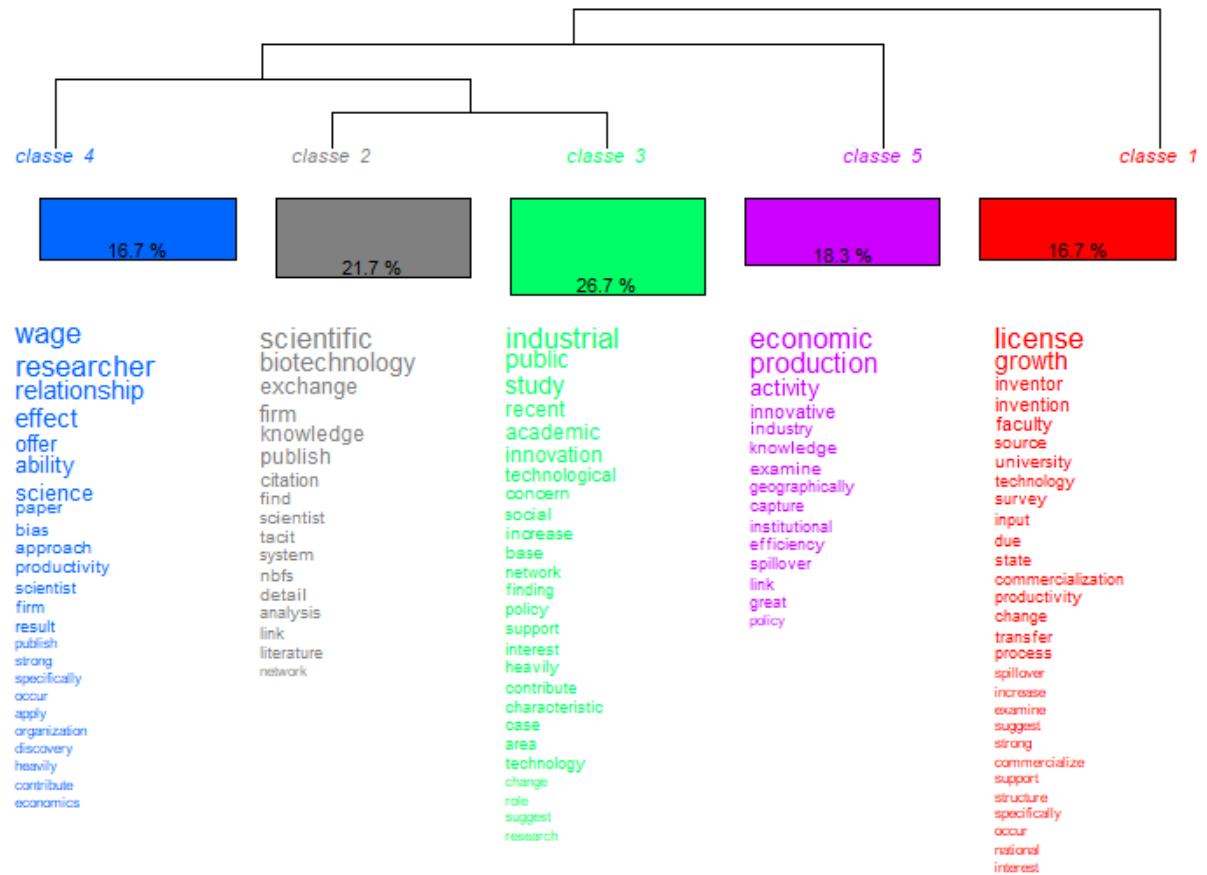


Figura 14: Dendrograma Fator 3.

Fonte: dados da pesquisa

Por fim, com relação aos 19 autores identificados no terceiro e último fator e após a leitura analítica dos artigos, o fator 3 foi nomeado como “A pesquisa como norteadora da ciência e da tecnologia nas empresas, universidades e sociedade”. Destaca-se que a palavra pesquisa é a com maior preponderância e mais representativa dentre os artigos que representam o fator (Tabela 5), o qual foi possível atestar com o apoio do *software Iramuteq*, a partir da análise de similitude, conforme demonstrado na Figura 15.

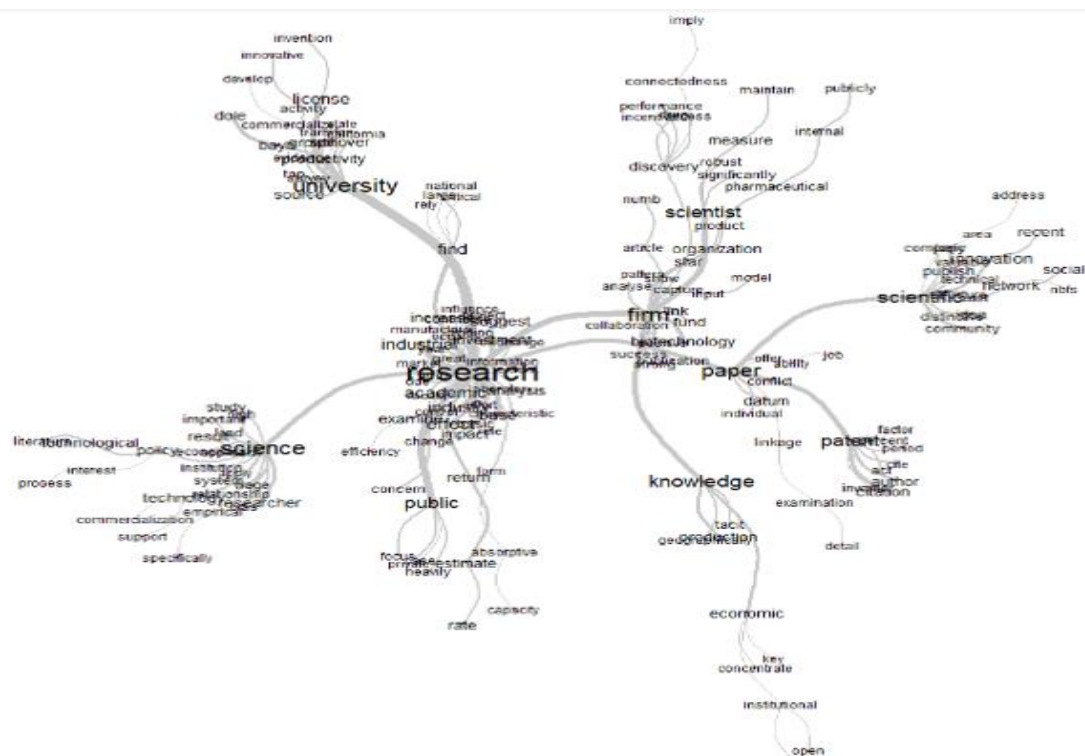


Figura 15: Gráfico de similitudes do *Iramuteq* para o fator 3 “Pesquisa”.

Fonte: dados da pesquisa

2.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O setor de biotecnologia tem a pesquisa (fator 3) como ponto determinante para o sucesso no desenvolvimento de novos produtos e processos no âmbito da firma (fator 1), principal motor das redes de cooperação. Além disso, devido à demanda por inovação ser fator crucial para que as empresas de biotecnologia conquistem vantagem competitiva, a patente (fator 2) surge como um ativo valioso neste processo, garantindo a propriedade sobre a invenção biotecnológica. Neste aspecto, conceber a pesquisa como uma atividade em rede (fator 3) no setor de biotecnologia é fundamental para que a firma (fator 1), as universidades, os institutos de ciência e tecnologia e o governo se relacionem da forma mais eficaz possível. Essas parcerias resultam na busca por novos conhecimentos, novas tecnologias ou recursos complementares, objetivando eficiência em seus processos e excelência organizacional remetendo ao conceito de inovação aberta onde a colaboração interorganizacional contribui para que os participantes reduzam custos de investimentos (Chesbrough & Appleyard, 2007; Guan & Wei, 2015), reduzam riscos (Liyanage, 1995) e favoreçam a busca por informações e ao acesso a recursos complementares (Guan *et al.*, 2015; Marquardt, 2013), aprimorando desta forma o desempenho inovador dos participantes (Sampson, 2007; Schilling, 2015).

Com o intuito de oferecer um panorama geral dos principais construtos que contribuíram para construir a base teórico-conceitual do tema “redes de cooperação tecnológica” ao longo dos últimos 30 anos, foi elaborado um resumo sintetizando e agrupando os principais conceitos e correntes teóricas e sua relação para cada fator encontrado.

A Figura 16 apresenta, de forma sumarizada os principais autores e seus construtos conceituais para o desenvolvimento de suas pesquisas.

Principais conceitos e correntes teóricas	Fator 1 (Firma)	Fator 2 (Patente)	Fator 3 (Pesquisa)
Visão Baseada em Recursos (VBR)	Teece (1986 e 1997); Dyer (1998)	Barney (1991)	
Teoria Custo de Transação (TCT)	Pisano (1990)		
Redes de Cooperação Tecnológica (RCT)	Shan, (1994); Henderson (1993); Baum (2000)		Murray (2002); Liebeskind (1996)
Análise de Redes Sociais	Almeida (1999)	Stuart (1996)	Arora (1994); Audretsch (1996)
Capacidade Dinâmicas (CD)	Teece (1997)	Henderson (1994); Chesbrough H (2003)	
Visão Baseada no Conhecimento (VBC), Aprendizagem e Spillovers de Conhecimento	Ahuja (2000 e 2001); Mowery (1996); Levitt, (1988); Griliches (1990); Rothaermel (2004); Decarolis (1999)	Nelson (1982); Rosenkopf (2001); March (1991); Dosi (1982); Alcacer (2006); Grant (1996); Levinthal (1993); Kogut (1992)	Gittelman (2003); Hicks (1995); Zucker (1998 e 2002); Liebeskind (1996)
Alianças Estratégicas	Schilling (2007); Rosenkopf (2003)	Rothaermel (2008)	
Capacidade Absortiva (CA)		Choen (1990); Zahra (2002)	Cockburn (1998)
Inovação	Arora (1990); Powel (1996)	Phene (2006); Chesbrough (2003); Henderson (1994); Laursen K, (2006);	Hicks (1995); Mansfield (1995); Stern (2004)
Patentes	Levin (1987); Jaffe (1993), Jaffe, (1993); Ahuja (2000); Decarolis (1999); Almeida (1999)	Alcacer (2006 e 2009); Fleming (2001 e 2004), Hall (2005) Harhoff (1999); Lerner (1994); Lanjouw (2004); Jaffe (2002); Albert (1991)	Mowery (2001); Thursby (2002); Zucker (2002)

Figura 16: Quadro sumarizado com os principais autores e seus esforços conceituais para o desenvolvimento de suas pesquisas.

Fonte: o autor

Pode-se observar a partir da linha de tempo estabelecida no resumo descritivo da Figura 17, a construção do tema “redes de cooperação” com os artigos seminais de Pisano, (1990) sobre teoria dos custos de transação (TCT); Barney, (1991) sobre visão baseada em recursos (RBV) e Teece, (1986, 1997 e 1990) com “*Capabilities*”.

No tema “visão baseada no conhecimento” temos os artigos desenvolvidos por Ahuja (2000 e 2001); Mowery (1996); Levitt, (1988); Griliches (1990); Rothaermel (2004); Decarolis (1999). No que concerne ao tema “patentes” temos os artigos desenvolvidos por Levin (1987); Jaffe (1993), Jaffe, (1993); Ahuja (2000); Decarolis (1999); Almeida (1999), Mowery (2001);

Thursby (2002); Zucker (2002), e por fim, “inovação” a partir dos artigos de Arora (1990); Powel (1996); Phene (2006); Chesbrough (2003); Henderson (1994) e Laursen (2006);

Com o propósito de fechar uma linha de raciocínio da base conceitual seguida pelos pesquisadores ao longo dos últimos 30 anos, é interessante observar o gráfico de similitude, envolvendo os três fatores conjuntamente, conforme Figura 18, gerada pelo *software Iramuteq*. Como se pode observar, os três fatores estão interconectados e o fator 1 “Firm” continua representando o construto central, que interliga o fator 2 “Patent” e o fator 3 “Research”.

Essa relação demonstra o papel da centralidade e a importância da “firma” no setor de biotecnologia demonstrado, demonstrando a importância da posição estrutural de um ator dentro de uma rede. Já a “Patente”, tem em sua ramificação nos construtos “citações” e “medidas”, reforçando o que foi encontrado ao longo de leitura, pois praticamente todos os artigos utilizaram a contagem de patentes, bem como as citações de patentes como indicadores da produtividade ou geração de conhecimento para a vantagem competitiva das empresas e universidades. A utilização de dados de patentes e citações realmente são uma janela sobre o processo de mudança tecnológica e uma ferramenta poderosa para pesquisa sobre a economia da inovação. (Jaffe, 2002) Registros de patentes contêm uma riqueza de informações, incluindo a identidade, localização e empregador dos inventores, bem como o campo tecnológico da invenção. As patentes também contêm referências de citação de patentes anteriores, que permitem rastrear links entre as invenções. (Jaffe, 2002)

Por fim, a “Pesquisa” que está interligada diretamente na ramificação do “Conhecimento” busca por conhecimento, que por sua vez se conecta às pesquisas de natureza acadêmica e industrial. Zucker, Darby e Armstrong (2002) observaram que a pesquisa científica contribui para o desempenho das empresas que atuam em redes e que a pesquisa realizada de forma colaborativa, evidenciada por meio de publicações de ponta de universidades e cientistas, tem também um efeito significativo no desempenho das empresas.

Por fim, é possível levantar a proposição de que as empresas de biotecnologia convivem em um ambiente altamente dinâmico e de rápida transformação científica e tecnológica. O conhecimento que traz novos recursos, competências e habilidades, é obtido, principalmente, a partir do desenvolvimento de pesquisas entre os setores público e privado que trabalham de forma cooperativa. É possível observar que o conhecimento proveniente de universidades é considerado um fator chave dentro dos processos da inovação aberta, resultando, inclusive, no surgimento do conceito de universidade empreendedora (Lawton Smith & Bagchi-Sem, 2006; Rosli & Rossi, 2016), o que torna mais eficaz o processo de desenvolvimento de novos produtos e serviços. A patente surge como um importante ativo para as empresas deste segmento, pois oferece um título

público de propriedade para seus produtos que pode contribuir para que as empresas obtenham uma vantagem competitiva por um período. Griliches (1990) já apontava em suas pesquisas, que os dados de patentes são um recurso único para o estudo das mudanças e para a gestão estratégica de tecnologia, sendo que as informações incorporadas nos dados de patentes podem também ser empregados para o planejamento estratégico

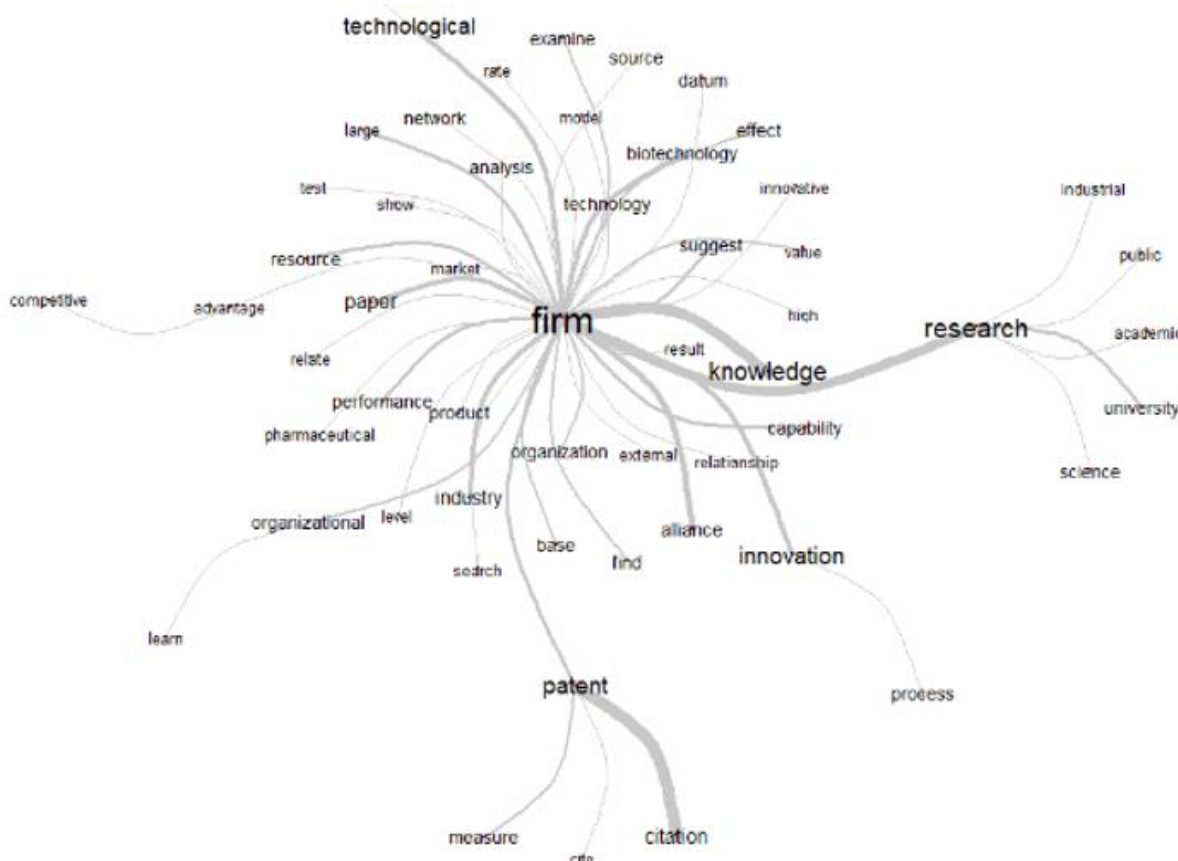


Figura 17: Gráfico de similitudes do *Iramuteq* consolidando os 3 fatores (F1/F2 e F3): “Firma”, “Patente” e “Pesquisa”.

Fonte: dados da pesquisa.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa foi explorar as bases conceituais da temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia, a partir da bibliometria com análise fatorial. Os resultados apresentados demonstram evidências que sustentam a congruência de frentes de investigação no campo conceitual das redes de cooperação tecnológica.

A principal contribuição deste estudo foi a identificação de três fatores convergentes no campo conceitual das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia, a saber: (fator 1) - o

papel de centralidade da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação tecnológica; (fator 2) - a patente como um recurso valioso que congrega e evidencia conhecimentos, inovações e rotas tecnológicas para a firma, suas redes e para a indústria; e, por fim, (fator 3) - a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades, as tecnologias concebidas nas firmas e a disseminação para a indústria e para a sociedade de artigos, patentes e inovações.

A pesquisa alcança seu objetivo final de identificar os fatores convergentes do campo conceitual das redes de cooperação tecnológica em biotecnologia. A Figura 14, obtida a partir do software Iramuteq, contribui para a análise e visualização final consolidando os três fatores que consubstanciam a congruência do desenvolvimento do tema, nos últimos 31 anos (de 1988 a 2019). Porém, a presente pesquisa ficou limitada ao setor de biotecnologia pelos motivos já expostos. É justamente por esta limitação e pela importância que a cooperação tecnológica tem para as empresas na atualidade e em ambientes altamente competitivos que se sugere abordar o tema redes de cooperação tecnológica em outros segmentos.

REFERÊNCIAS DO ESTUDO 1

- Ahuja, G. (2000). The duality of collaboration: Inducements and opportunities in the formation of interfirm linkages. *Strategic management journal*, 21(3), 317-343.
- Ahuja, G., & Katila, R. (2001). Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study. *Strategic management journal*, 22(3), 197-220.
- Albert, M. B., Avery, D., Narin, F., & McAllister, P. (1991). Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents. *Research policy*, 20(3), 251-259.
- Alcácer, J., Gittelman, M., & Sampat, B. (2009). Applicant and examiner citations in US patents: An overview and analysis. *Research Policy*, 38(2), 415-427.
- Almeida, P., & Kogut, B. (1999). Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks. *Management Science*, 45(7), 905-917.
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em questão*, 12(1), 11-32.
- Arya, B., & Lin, Z. (2007). Understanding collaboration outcomes from an extended resource-based view perspective: The roles of organizational characteristics, partner attributes, and network structures. *Journal of management*, 33(5), 697-723.
- Balestrin, A., & Verschoore, J. (2016). *Redes de Cooperação Empresarial-: Estratégias de Gestão na Nova Economia*. Bookman Editora.

- Barbosa, f. v., & Paula, h. c. (2016). redes de inovação em biotecnologia: relações de parceria e cooperação entre os atores.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2006). Complementarity in R&D cooperation strategies. *Review of Industrial Organization*, 28(4), 401-426.
- Bengtsson, M., & Sölvell, Ö. (2004). Climate of competition, clusters and innovative performance. *Scandinavian Journal of Management*, 20(3), 225-244.
- Bogers, M., Zobel, A. K., Afuah, A., Almirall, E., Brunswicker, S., Dahlander, L., ... & Hagedoorn, J. (2017). The open innovation research landscape: Established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, 24(1), 8-40.
- Broekel, T., & Hartog, M. (2013). Explaining the structure of inter-organizational networks using exponential random graph models. *Industry and Innovation*, 20(3), 277-295.
- Boschma, R., Heimeriks, G., & Balland, P. A. (2014). Scientific knowledge dynamics and relatedness in biotech cities. *Research Policy*, 43(1), 107-114.
- Camargo, B. V., & Justo, A. M. (2013). IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em psicologia*, 21(2), 513-518
- Cockburn, I. M., & Henderson, R. M. (1998). Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery. *The Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157-182.
- Chesbrough, H. W., & Appleyard, M. M. (2007). Open innovation and strategy. *California management review*, 50(1), 57-76.
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation. *New Frontiers in Open Innovation*. Oxford: Oxford University Press, Forthcoming, 3-28.
- Cronin, B. (2001). Bibliometrics and beyond: some thoughts on web-based citation analysis. *Journal of Information Science*, 27(1), 1-7.
- Chueke, G. V., & Amatucci, M. (2015). O que é bibliometria? Uma introdução ao fórum. *Internext*, 10(2), 1-5.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management science*, 48(1), 1-23.
- Côrtes, M. R., Pinho, M., Fernandes, A. C., Smolka, R. B., & Barreto, A. L. (2005). Cooperação em empresas de base tecnológica: uma primeira avaliação baseada numa pesquisa abrangente. *São Paulo em Perspectiva*, 19(1), 85-94.
- Demirkan, I., & Demirkan, S. (2012). Network characteristics and patenting in biotechnology, 1990-2006. *Journal of Management*, 38(6), 1892-1927.
- Da Costa, P. R., Porto, G. S., & Feldhaus, D. (2010). Gestão da cooperação empresa-universidade: o caso de uma multinacional brasileira. *Revista de Administração Contemporânea*, 14(1), 100-121.

- Da Cunha Lemos, D., & Cario, S. A. F. (2017). Os sistemas nacional e regional de inovação e sua influência na interação universidade-empresa em Santa Catarina. *REGE-Revista de Gestão*, 24(1), 45-57.
- DeCarolís, D. M., & Deeds, D. L. (1999). The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: An empirical investigation of the biotechnology industry. *Strategic Management Journal*, 20(10), 953-968.
- De Paula Santana, É. E., & Porto, G. S. (2009). E agora, o que fazer com essa tecnologia? Um estudo multicasco sobre as possibilidades de transferência de tecnologia na USP-RP. *Revista de Administração Contemporânea*, 13(3), 410-429.
- Desidério, P. H. M., & Zilber, M. A. (2014). Barreiras no processo de transferência tecnológica entre agências de inovação e empresas: observações em instituições públicas e privadas. *Revista Gestão & Tecnologia*, 14(2), 101-126.
- Dias, A. A., & Porto, G. S. (2014). Como a USP transfere tecnologia? *Organizações & Sociedade*, 21(70), 489-507.
- Dias, A. A., & Porto, G. S. (2013). Gestão de transferência de tecnologia na Inova Unicamp. *Revista de Administração Contemporânea*, 17(3), 263-284.
- Dyer, J. H., & Singh, H. (1998). The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *Academy of management review*, 23(4), 660-679.
- Estrella, A., & Bataglia, W. (2013). A influência da rede de alianças no crescimento das empresas de biotecnologia de saúde humana na indústria brasileira. *Organizações & Sociedade*, 20(65).
- Etzkowitz, H. (1993). Enterprises from science: The origins of science-based regional economic development. *Minerva*, 31(3), 326-360.
- Etzkowitz, H. (2013). Anatomy of the entrepreneurial university. *Social Science Information*, 52(3), 486-511.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Fleming, L., & Sorenson, O. (2004). Science as a map in technological search. *Strategic Management Journal*, 25(8-9), 909-928.
- Frenken, K., Ponds, R., & Van Oort, F. (2010). The citation impact of research collaboration in science-based industries: A spatial-institutional analysis. *Papers in regional Science*, 89(2), 351-271.
- Guan, J., Zhang, J., & Yan, Y. (2015). The impact of multilevel networks on innovation. *Research Policy*, 44(3), 545-559.

- Guedes, V. L., & Borschiver, S. (2005). Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. *Encontro Nacional de Ciência da Informação*, 6(1), 18.
- Hagedoorn, J. (1993). Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. *Strategic management journal*, 14(5), 371-385.
- Hair, J., Babin, B., Money, A., & Samouel, P. (2005). *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Bookman Companhia Ed.
- Hall, B. H., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of economics*, 16-38.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., & Vopel, K. (1999). Citation frequency and the value of patented inventions. *Review of Economics and statistics*, 81(3), 511-515.
- Hussler, C., & Ronde, P. (2009). Investing in networking competences or establishing in hot spots? The innovation dilemma. *Journal of technology management & innovation*, 4(4), 1-13.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge Spillovers as evidenced by patent citations. *the Quarterly journal of Economics*, 108(3), 577-598.
- Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (2002). *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*. MIT press.
- Jensen, R., & Thursby, M. (2001). Proofs and prototypes for sale: The licensing of university inventions. *American Economic Review*, 91(1), 240-259
- Katz, J. S., & Hicks, D. (1997). How much is a collaboration worth? A calibrated bibliometric model. *Scientometrics*, 40(3), 541-554.
- Lado, A. A., Paulraj, A., & Chen, I. J. (2011). Customer focus, supply-chain relational capabilities and performance: evidence from US manufacturing industries. *The International Journal of Logistics Management*, 22(2), 202-221.
- Lelu, A. (2014). Jean-Baptiste Estoup and the origins of Zipf's law: a stenographer with a scientific mind (1868-1950).
- Lerner, J. (1994). The importance of patent scope: an empirical analysis. *The RAND Journal of Economics*, 319-333.
- Leydesdorff, L., & Meyer, M. (2006). Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems: Introduction to the special issue. *Research policy*, 35(10), 1441-1449.
- Marchand, P., & Ratinaud, P. (2012). L'analyse de similitude appliquée aux corpus textuels: les primaires socialistes pour l'élection présidentielle française (septembre-octobre 2011). *Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles. JADT*, 2012, 687-699.

- Marquardt, D. (2013). "Networking" and "New modes of governance" in EU rural development policies-challenges of implementation in Romania.
- McMillan, G. S., Narin, F., & Deeds, D. L. (2000). An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology. *Research policy*, 29(1), 1-8.
- Mikhailov, M., & Cooper, R. (2016). *Corpus linguistics for translation and contrastive studies: A guide for research*. Routledge.
- Mowery, D. C., Oxley, J. E., & Silverman, B. S. (1996). Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. *Strategic management journal*, 17(S2), 77-91.
- Narin, F., Hamilton, K. S., & Olivastro, D. (1997). The increasing linkage between US technology and public science. *Research policy*, 26(3), 317-330.
- Nederhof, A. J. (2006). Bibliometric monitoring of research performance in the social sciences and the humanities: A review. *Scientometrics*, 66(1), 81-100.
- Nerur, S. P., Rasheed, A. A., & Natarajan, V. (2008). The intellectual structure of the strategic management field: An author co-citation analysis. *Strategic Management Journal*, 29(3), 319-336.
- Noveli, M., & Segatto, A. P. (2012). Processo de cooperação universidade-empresa para a inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 9(1), 81-105.
- Okubo, Y. (1997). Bibliometric indicators and analysis of research systems.
- Oliveira, J. F. G. D., & Telles, L. O. (2011). O papel dos institutos públicos de pesquisa na aceleração do processo de inovação empresarial no Brasil. *Revista USP*, (89), 204-217.
- Marklund, G., Vonortas, N. S., & Wessner, C. W. (Eds.). (2009). *Innovation Imperative: National Innovation Strategies in the Global Economy*. Edward Elgar Publishing.
- Oliver, A. L. (2004). Biotechnology entrepreneurial scientists and their collaborations. *Research Policy*, 33(4), 583-597.
- Pfaltzgraff, R. L., & Deghand, J. L. (1968). European Technological Collaboration: The Experience of the European Launcher Development Organization (ELDO). *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 7(1), 22-34.
- Pilkington, A., & Meredith, J. (2009). The evolution of the intellectual structure of operations management—1980–2006: A citation/co-citation analysis. *Journal of operations management*, 27(3), 185-202.
- Pinto, J. C., Mazieri, M. R., & Vils, L. (2017). Análise léxica automatizada em administração de empresas. *Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade*, 1-12.
- Pisano, G. (2006). Profiting from innovation and the intellectual property revolution. *Research policy*, 35(8), 1122-1130.

- Pittaway, L., Robertson, M., Munir, K., Denyer, D., & Neely, A. (2004). Networking and innovation: a systematic review of the evidence. *International journal of management reviews*, 5(3-4), 137-168.
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative science quarterly*, 116-145.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, 25(4), 348-349
- Quevedo-Silva, F., Santos, E. B. A., Brandão, M. M., & Vils, L. (2016). Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. *Revista Brasileira de Marketing*, 15(2), 246-262.
- Reinert, P. M. (1987). Classification Descendante Hierarchique et Analyse Lexicale par Contexte-Application au Corpus des Poesies D'A. Rihbaud. *Bulletin of Sociological Methodology/Bulletin de Méthodologie Sociologique*, 13(1), 53-90.
- Rojas, M. G. A., Solis, E. R. R., & Zhu, J. J. (2018). Innovation and network multiplexity: R&D and the concurrent effects of two collaboration networks in an emerging economy. *Research Policy*, 47(6), 1111-1124.
- Roper, S., & Love, J. H. (2018). Knowledge context, learning and innovation: an integrating framework. *Industry and Innovation*, 25(4), 339-364.
- Rosenkopf, L., & Almeida, P. (2003). Overcoming local search through alliances and mobility. *Management science*, 49(6), 751-766.
- Sampat, B. N., Mowery, D. C., & Ziedonis, A. A. (2003). Changes in university patent quality after the Bayh-Dole act: a re-examination. *International Journal of Industrial Organization*, 21(9), 1371-1390.
- Sampson, R. C. (2007). R&D alliances and firm performance: The impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of management journal*, 50(2), 364-386.
- Santoro, M. D., & Gopalakrishnan, S. (2000). The institutionalization of knowledge transfer activities within industry-university collaborative ventures. *Journal of Engineering and technology management*, 17(3-4), 299-319.
- Santos, S. C.; Sbragia, R.; Toledo, G. O modelo da Hélice Tríplice no desenvolvimento de um Arranjo Produtivo Local de micro e pequenas empresas de base tecnológica. *Revista Científica da FAI*, v.12, n.1, p.66-84, 2012.
- Schartinger, D., Rammer, C., & Fröhlich, J. (2006). Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants. In *Innovation, networks, and knowledge Spillovers* (pp. 135-166). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Sebestyén, T., & Varga, A. (2013). Research productivity and the quality of interregional knowledge networks. *The Annals of Regional Science*, 51(1), 155-189.

- Shafique, M. (2013). Thinking inside the box? Intellectual structure of the knowledge base of innovation research (1988–2008). *Strategic Management Journal*, 34(1), 62-93.
- Small, H., & Garfield, E. (1985). The geography of science: disciplinary and national mappings. *Journal of information science*, 11(4), 147-159.
- Schilling, M. A., & Phelps, C. C. (2007). Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation. *Management science*, 53(7), 1113-1126.
- Sorensen, J. B., & Stuart, T. E. (2000). Aging, obsolescence, and organizational innovation. *Administrative science quarterly*, 45(1), 81-112.
- Stepanenko, M. G. (1959). Methods of Improving Glass-Melting Tank Furnaces [in Russian],
- Tödtling, F., Lehner, P., & Kaufmann, A. (2009). Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*, 29(1), 59-71.
- Viana, F., Barros No, J., & Añez, M. (2014). Gestão da cadeia de suprimento e vantagem competitiva relacional nas indústrias têxtil e de calçados. *Gestão & Produção*, 21(4), 836-852.
- Thompson, G., & Thompson, G. F. (2003). *Between hierarchies and markets: the logic and limits of network forms of organization*. Oxford University Press on Demand.
- White, H. D., & McCain, K. W. (1998). Visualizing a discipline: An author co-citation analysis of information science, 1972–1995. *Journal of the American society for information science*, 49(4), 327-355.
- Zitt, M., & Bassecoulard, E. (2004). Internationalization in science in the prism of bibliometric indicators. In *Handbook of quantitative science and technology research* (pp. 407-436). Springer, Dordrecht.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. (1998). Geographically localized knowledge: Spillovers or markets? *Economic Inquiry*, 36(1), 65-86.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. S. (2002). Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1), 138-153.

3. ESTUDO 2

Produção Científica sobre Redes de Cooperação Tecnológica e Patentes em Biotecnologia: Análises Bibliométricas e de Redes Sociais

Resumo: O presente estudo tem como objetivo mapear a produção científica sobre a temática redes de cooperação tecnológica entre os países no setor de biotecnologia, a partir da bibliometria com análise de redes. Para a construção das redes bibliométricas foi utilizado o *software Gephi*. A pesquisa foi realizada no portal de revistas indexadas pela *Web of Science Core Collection*, publicadas entre 1989 a 2109, com a seguinte expressão de busca: (“*cooperat* or collabor* or network* or technol*”) or patent*) and biotec**. O mapeamento da produção científica global demonstrou que houve um grande avanço nas publicações a partir da década de 2000 e países como China e Taiwan agora estão presentes neste cenário. Os Estados Unidos lideram o ranking de publicações e citações, possui a maior representatividade e é considerado um grande *hub* no cenário internacional. Observou-se que retirar os Estados Unidos da rede poderia desestruturar todo o sistema cooperativo, por outro lado, sua força de relacionamento (medida de Salton) é baixa demonstrando dispersão em suas publicações e pouca dependência de outros países. Foi possível identificar grupos de parcerias, comprovando que a relação de cooperação realmente é uma prática utilizada na área de biotecnologia, resultando na cooperação em pesquisas para o desenvolvimento tecnológico. Verificou-se também que: (a) a direção das empresas volta-se à busca de recursos que complementem suas habilidades e competências; (b) as universidades são um importante ator nesse ecossistema cooperativo; (c) as patentes geradas podem ser um indicador da intensidade alcançada na relação de cooperação, pois é o resultado tangível de todo esforço cooperativo, contribuindo para vantagem competitiva dessas empresas. Espera-se que este estudo possa contribuir para o avanço do conhecimento científico a partir do mapeamento da estrutura teórico-conceitual, bem como colaborar para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas ao setor de biotecnologia.

Palavras-chave: Redes de Cooperação Tecnológica. Patentes. Biotecnologia. Bibliometria. Análise de Redes Sociais.

3.1 INTRODUÇÃO

É um desafio crescente para as empresas manterem-se competitivas e inovadoras em seus mercados de atuação. A complexibilidade do contexto organizacional e a dinâmica dos

mercados têm estimulado as empresas a buscarem novos arranjos organizacionais para seus modelos de negócios.

Para Pisano (2006), o setor de biotecnologia remete ao conceito de inovação aberta, por utilizar fontes de conhecimento externas para melhorar sua capacidade de inovação, a partir de esforços colaborativos, principalmente entre os setores públicos e privados. Esses esforços são fatores-chave para o desenvolvimento da indústria de biotecnologia e para o aprimoramento da capacidade de inovação em gestão empresarial, gestão de negócios e confiança mútua entre as empresas (Yun & Wenhsiang, 2017).

As empresas de biotecnologia tendem a desenvolver-se em um sistema complexo e dinâmico de redes de cooperação, formadas por universidades, institutos de pesquisa, fundos de investimento, agências governamentais, laboratórios farmacêuticos e outras empresas do próprio setor de biotecnologia (Estrella & Bataglia, 2013). Para Costa (2012, p. 103), “as universidades e empresas usam uma variedade de arranjos a fim de viabilizar este fluxo dinâmico e esses arranjos variam de acordo com a intensidade das relações pessoais, dos tipos de conhecimentos transferidos e do sentido do fluxo do conhecimento”.

Para Frenken, Ponds e Van Oort (2010), o impacto da cooperação para a inovação não é mediado somente pela proximidade dos atores, mas também pelas redes resultantes da cooperação entre universidade e indústria. Nesta pesquisa, os autores utilizaram a contagem de patentes para caracterizar a cooperação. Hall, Jaffe e Trajtenberg (2005), por sua vez, concluíram que as patentes, além de serem indicadores de produção tecnológica, são também uma janela para a mudança tecnológica.

A relevância das redes de cooperação tecnológica e das patentes para o setor de biotecnologia é, portanto, conhecida. Porém, não há convergência quanto à sistematização da produção científica e da configuração de redes de cooperação em pesquisa para o desenvolvimento tecnológico. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo mapear e analisar a produção científica sobre a temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia, a partir da bibliometria com análise de redes.

Cabe salientar que ainda são pontuais as pesquisas acerca da associação entre redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia (Frenken, Ponds & Van Oort, 2010; Fernald, Pennings, & Claassen, 2015), e escassos os estudos que consideram a intensidade e a relação de tais redes a partir de dados bibliométricos (Belter & Seidel, 2013; Du *et al.*, 2014; Fahimnia *et al.*, 2015).

Para alcançar o objetivo desta pesquisa, conduziu-se um estudo bibliométrico com análise de redes sociais. A pesquisa foi realizada no portal de revistas indexadas pela *Web of Science*

Core Collection, publicadas entre 1989 a 2109, com a seguinte expressão de busca: (“cooperat* or collabor* or network* or technol*”) or patent*) and biotec*.

Espera-se que o presente estudo possa contribuir para o avanço do conhecimento científico a partir do mapeamento da estrutura teórico-conceitual, bem como para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas ao setor de biotecnologia.

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A biotecnologia é uma área de grande potencial agregado, pois atua em diversos setores, como saúde, agricultura, meio ambiente, entre outros. Sua importância para os diversos países, em especial para os que se encontram em desenvolvimento, é ilustrada pela capacidade que tem de promover o desenvolvimento nacional baseado no conhecimento e na inovação, com geração de empregos e suporte à economia (Santos, 2009).

A moderna biotecnologia, segundo Pisano (2006), está caracterizada pela complexibilidade e multidisciplinaridade dos conhecimentos envolvidos e pela elevada dependência em pesquisa básica, sem contar os altos riscos compreendidos no desenvolvimento de uma nova descoberta. Zbucha *et al.* (2019) observam que, para as organizações de biotecnologia, é característica a relação entre a gestão do conhecimento e o desempenho nos negócios.

O desenvolvimento do setor de biotecnologia está diretamente relacionado com o estabelecimento de parcerias interorganizacionais e, portanto, na formação de redes de cooperação, que permitem que as empresas e demais instituições participantes da rede tenham acesso a fontes de conhecimento específico (Powell, Koput & Smith-Doerr, 1996). Assim, a cooperação interorganizacional ao longo da cadeia de valor é essencial para a criação e inovação de conhecimento (Chang, 2003), bem como para a transferência desse conhecimento (Gittelman, 2006).

Neste cenário, a cooperação surge como uma alternativa para as empresas adquirirem externamente novos recursos e conhecimentos na busca por inovação. Chesbrough (2006) conceitua esse modelo como “inovação aberta”. No atual paradigma da inovação aberta, pesquisas de colaboração entre inovação e os atores são considerados especialmente importantes para o desenvolvimento da ciência e tecnologia (C&T) (Chesbrough *et al.*, 2006; Baba *et al.*, 2009; Dahlander & Gann, 2010; Adegbesan & Higgins, 2011; West & Bogers, 2014; McKelvey *et al.*, 2015).

O termo “inovação aberta” foi formado com o propósito de se definir a natureza em rede dos mecanismos de inovação. De acordo com Chesbrough (2003, p. 24), a inovação aberta é

"um paradigma que assume que as empresas podem e devem usar ideias externas, bem como ideias internas ... à medida que as empresas procuram fazer avançar a sua tecnologia".

A teoria da inovação aberta começou a fornecer percepções importantes sobre o papel intensificado do acesso ao conhecimento e das redes para facilitar a inovação estimulando a abertura dos processos de inovação (Chesbrough 2003, 2011; Chesbrough *et al.* 2006; Dahlander e Gann 2010; Bogers *et al.* 2017; Stanko *et al.* 2017 Bogers *et al.* 2018; Santoro *et al.* 2018). Chesbrough e Bogers (2014) em definições mais recentes, enfatizam cada vez mais que a principal característica da inovação é a capacidade da organização de gerenciar esses fluxos de conhecimento.

As redes de cooperação emergiram no campo organizacional com o objetivo de agruparem atributos que permitam às empresas se adaptarem ao ambiente competitivo e dinâmico (Balestrin & Verschoore, 2016). Assim, as redes contribuem para agregar conhecimentos e competências complementares (Ahuja, 2000) e conquistar vantagem competitiva (Arya & Lin, 2007).

A participação de empresas em múltiplas redes de cooperação pode representar uma complementaridade nos diversos projetos em que a empresa está envolvida, beneficiando as escolhas estratégicas para a inovação (Belderbos, Carree, & Lokshin, 2006). Os estudos de Bengtsson e Sölvell (2004) demonstram que a intensidade de interação de uma rede está positivamente correlacionada à geração de inovações. Por outro lado, as evidências indicam que as empresas que não estão engajadas em cooperação e trocas de conhecimento limitam sua base de conhecimento (Pittaway *et al.*, 2004).

No setor de biotecnologia, a literatura demonstra que as empresas de biotecnologia atuam de forma natural em redes colaborativas mantendo, inclusive, parcerias com universidades para aumentar a sua capacidade de inovação (Lin, Yang, & Shyua, 2013). Seguindo a mesma linha de raciocínio, identifica-se que a cooperação dos setores produtivos com a academia pode superar atrasos tecnológicos, contribuindo para o desenvolvimento das empresas e da própria sociedade (Costa, Porto & Feldhaus, 2010).

Freire (2014), em suas pesquisas, observou que a atividade econômica que envolve a biotecnologia possui alta intensidade tecnológica e não se desenvolve sem a articulação entre os setores privado, público (governos/agentes) e acadêmico. A integração entre esses setores remete ao conceito de “Hélice Tripla”, que propõe uma relação dinâmica entre o Estado, a ciência realizada nas universidades e a tecnologia desenvolvida nas empresas (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000, p.112). Essa teoria enfatiza que certo nível de interação entre esses três atores (universidades,

indústrias e governo) pode criar um sistema eficaz para o desenvolvimento de inovações (Ivanova & Leydesdorff, 2014).

As colaborações interorganizacionais entre indústrias, universidades e institutos de pesquisa contribuem para a produção, transferência e aplicação de conhecimento, que são considerados estratégicos e centrais para melhorar a capacidade de inovação dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Muitos países introduziram uma série de medidas para fortalecer os vínculos entre indústrias, universidades, instituições públicas e institutos de pesquisa, com a esperança de alcançar inovação, desenvolvimento tecnológico e melhoria do desempenho econômico nacional (Cohen *et al.*, 2002; Dutrenit & Arza, 2010; Haeussler & Colyvas, 2011; Mowery, 2005; Rentocchini *et al.*, 2014; Van Looy *et al.*, 2003).

Outros estudos apontam ainda as vantagens dos esforços colaborativos para esse setor. Tais colaborações seriam vantajosas para as empresas, trazendo avanços mais rápidos ao desenvolvimento tecnológico (Eslami, Ebadi & Schiffauerova, 2013) fornecendo às empresas iniciantes, principalmente às *startups*, o conhecimento necessário para comercializarem seus produtos (Fernald, Pennings, & Claassen, 2015).

Por fim, as redes de cooperação tecnológica são fundamentais para as empresas do setor de biotecnologia, dada a natureza competitiva e intensiva do conhecimento, tornando essas redes as principais fontes de novos conhecimentos (Pisano, 2006) que, inclusive, podem ser usados no desenvolvimento de tecnologias patenteadas.

A patente representa um direito exclusivo temporário na exploração de uma nova tecnologia que foi concedida pelo Estado. Essa concessão exige, em contrapartida, disponibilidade de toda informação necessária para a obtenção da tecnologia que foi objeto dessa proteção (Mayerhoff, 2008). As patentes, de um modo geral, apresentam as informações mais recentes e atualizadas de um determinado setor tecnológico. Nesse contexto, os esforços de P&D serão naturalmente direcionados para novos caminhos, evitando-se com isso a duplicação de esforços (Ferreira, Guimarães & Contador, 2009).

Alicerçado no fato de que as patentes são uma forma de garantir o direito à propriedade intelectual, espera-se que elas incentivem os investimentos das empresas em inovações para alcançar maior competitividade (Lin & Wang, 2015; Russo *et al.*, 2011). Espera-se esse resultado visto que a comercialização de inovações patenteadas melhorou o desempenho organizacional das empresas.

No campo da estratégia organizacional, a propriedade intelectual materializada nas patentes pode representar um importante ativo estratégico, ao tornar tangíveis os resultados de

P&D, contribuindo nos retornos sobre os investimentos e nos direitos para exploração de determinadas invenções (Quoniam, Kniess & Mazieri, 2014).

Atualmente, com o desenvolvimento cada vez maior da biotecnologia e devido às suas próprias características centradas no desenvolvimento científico e tecnológico objetivando a inovação, as patentes se tornaram relevantes. Essas patentes podem gerar a possibilidade de recuperar os custos de P&D, que vêm se tornando maiores a cada dia. Além disso, nessa etapa do desenvolvimento, há muitas incertezas quanto aos seus resultados (Borges, Santos & Galina, 2018). A patente no setor de biotecnologia pode contribuir para identificar a evolução do desenvolvimento tecnológico (Ramani & Looze, 2002; Lecocq & Van Looy, 2009). Nesse ponto é importante também que as patentes possuam apropriabilidade, ou seja, apresentem barreiras para serem copiadas ou imitadas, dificultando o acesso por outras empresas, dentro do mercado, ao novo produto desenvolvido (Lin, & Wang, 2015).

3.3 MÉTODO

Este é um estudo bibliométrico com análise de redes sociais. Para Schneider e Borlund (2004), análises de pesquisas por métodos bibliométricos permitem compreender e avaliar o que foi feito e o que deve ser investigado. A análise de citações deriva da bibliometria, e tem sido amplamente aplicada para o progresso científico, propondo, inclusive, mudanças de paradigma, pois é capaz de medir a produtividade da pesquisa, analisando as citações de um determinado tema (Moed, 2006).

Os estudos bibliométricos estão se tornando um método preciso para avaliar a contribuição de um artigo para o avanço do conhecimento (Yi & Xi, 2008). Segundo Narin *et al.* (1994), o princípio básico da análise bibliométrica é a quantificação de publicações científicas por meio de parâmetros técnicos de desempenho para determinação de produtividade.

O *Science Citation Index (SCI)* da *Web of Science (WoS)* é o banco de dados mais amplamente aceito e usado para a análise de publicações científicas (Braun *et al.*, 2000) e que utiliza a normatização de autores para as análises. A *Web of Science* pesquisa o título do periódico, seu resumo, palavras-chave, autor e *Keywords* quando na opção de busca estiver marcado o campo “tópico”. A frequência de palavras ou frases é uma maneira muito comum de analisar o conteúdo em diferentes tipos de documentos.

Sendo assim, a presente pesquisa foi realizada no portal *Web of Science*, no período de junho e julho de 2019 por meio de palavras-chave e termos comumente usados para se referir ao tema central delimitado: “redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia”. A

pesquisa foi realizada no portal de periódicos indexados pela *Web of Science Core Collection*, permitindo a cobertura de pesquisa em *Science Citation Index Expanded* (SCIE), *Social Sciences Citation Index* (SSCI) e *Arts & Humanities Citation Index* (AHCI), publicadas entre 1988 a 2109.

Como ferramenta de apoio a escolha das palavras, termos e expressões foi utilizado o dicionário *Linguee*, desenvolvido por Gereon Frahling que apresenta características que o distinguem de um dicionário tradicional, pois não somente mostra as entradas e suas respectivas traduções, mas também gera um *Corpus Paralelo*, contendo a palavra ou a expressão procurada. As frases que compõem o corpus são encontradas por programas chamados de rastreadores de redes (*web crawler*). Os rastreadores permitem que o dicionário tenha novos dados constantemente, deixando-o atualizado (Linguee, 2014). Quando selecionado as palavras, frases ou expressões, é realizado a busca em sites bilíngues, incluindo aqueles traduzidos por profissionais, universidades e organizações (Mikhailov & Cooper, 2016).

Outro ponto importante para o sucesso da definição da expressão de busca é o domínio conceitual dos autores, porém antes de se definir a expressão de busca final é importante também que as sentenças encontradas sejam analisadas por pares da academia e especialistas na área. Nesta pesquisa em específico foi realizada encontros com colegas de pesquisa e professores que tinham *expertise* no campo de conhecimento. Apoiado em publicações anteriores (Belter & Seidel, 2013; Du *et al.*, 2014; Yu *et al.*, 2016), utilizamos técnicas bibliométricas e escolhemos alguns termos específicos para a construção da expressão de busca para o desenvolvimento da nossa análise concernente a esta pesquisa.

Portanto, a construção da expressão de busca deste estudo foi formada associando as palavras “*cooperation*” e “*collaboration*”, utilizando o booleano “OR” entre elas, pois ambas as palavras são comumente utilizadas nos artigos que se referem à cooperação. Foram também acrescentadas, na expressão de busca, as palavras “*network*” e “*technological*”, também associadas ao booleano “OR” para que se pudesse obter a melhor abrangência possível nos resultados. A palavra “*patent*”, com o caractere especial (*) foi adicionada nesta expressão de busca, para ampliar a pesquisa e identificar possíveis variações, conjuntamente com o booleano “OR”, objetivando evidenciar a cooperação entre os atores deste segmento. Como o objetivo final era obter documentos que incluíssem no tema abordado “redes de cooperação tecnológica” ao segmento de biotecnologia, foi utilizado o booleano “AND” para que se pudesse verificar a ocorrência simultânea dos demais termos em relação ao segmento de biotecnologia. O caractere especial (*) foi usado no final dos termos para identificar variações, ampliando assim a pesquisa.

Por fim, a expressão de busca usada foi: (“*cooperat* or collabor* or network* or technol**”) *or patent**) *and biotec**. É importante ressaltar que essas expressões devem ser elaboradas considerando o objeto de pesquisa em questão. É importante escolher expressões adequadas e palavras que representem a melhor semântica sobre a área a ser pesquisada.

A análise de redes sociais realizada com o apoio do *software Gephi*, versão 0.9.2, foi criada visando a construção, visualização e análise das redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia, bem como os grupos que mais cooperam, considerando os dados bibliométricos apurados (Bastian *et al.*, 2009). Inicialmente, foi construída uma rede bipartida, na qual os nós são as organizações que se conectaram por meio de outros nós que representam os títulos dos trabalhos. Em um segundo passo, os nós com os nomes dos artigos foram transformados em arestas que ligavam as organizações, formando a rede final. Modularidade, grau, grau médio ponderado e *PageRank* (Page *et al.*, 1999) foram as estatísticas adotadas para as análises e conclusões necessárias (Jackson, 2010).

Por fim, para a construção de redes, dados como título, autores e endereço (instituição e país) dos autores foram exportados e tratados com recursos do Microsoft Excel, até que dados de autoria pudessem ser obtidos.

3.4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

As subseções a seguir apresentam e interpretam os resultados obtidos neste estudo. Tais resultados estão presentes nas análises de publicações/citações, termos de busca (*Keywords*) e na avaliação das principais fontes de publicação/citação e dos principais autores. Uma análise detalhada das principais publicações sobre o tema foi realizada e redes foram construídas para que se pudesse evidenciar o trabalho dos principais pesquisadores sobre o tema “redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia”.

Segundo Weng (2014), áreas como administração e economia têm, por meio da pesquisa aplicada, buscado compreender quem são os atores, suas relações e suas influências nas redes, com o objetivo de aprimorar a gestão tecnológica.

3.4.1 Análise das publicações e citações

Os critérios de busca utilizados neste estudo renderam um total de 666 artigos, publicados entre 1990 e 2019 (Tabela 1). Observou-se 38 artigos em 2011 e 2014, o maior número de publicações no período estipulado. O ano de 1990 foi o de menor número de

publicações, com 4 estudos. Depois de 2000, foram identificadas mais de 20 edições por ano, mostrando uma estabilidade de publicações.

A análise do número de artigos resulta em reflexões sobre a importância que o tema investigado tem despertado junto aos pesquisadores. A análise de citações tem sido utilizada como ferramenta de avaliação que visa fazer diagnósticos e prognósticos de fatos que permeiam a comunicação científica em uma determinada área do conhecimento demonstrando sua relevância científica (Vanz & Stumpf, 2010, p.67).

Tabela 1. Quantidade de Artigos e Citações

Ano	Qtde Artigos	Qtde Citações
2019	11	0
2018	27	29
2017	35	105
2016	24	189
2015	22	165
2014	38	468
2013	27	327
2012	28	254
2011	38	1594
2010	28	541
2009	21	187
2008	24	255
2007	36	1179
2006	19	204
2005	29	408
2004	20	453
2003	23	437
2002	23	1105
2001	17	149
2000	32	1011
1999	19	78
1998	21	139
1997	23	46
1996	16	431
1995	17	88
1994	11	77
1993	17	36
1992	9	94
1991	7	28
1990	4	8
TOTAL	666	10085
MÉDIA	22,2	336,17

Fonte: o autor

A Figura 1 mostra o número total de artigos no período coberto graficamente. Ao revisar o número de citações nestes 666 artigos, encontramos 10.085 citações distribuídas ao longo do período do estudo. É interessante também observar as médias de publicações e citações, tivemos uma média de 22,2 publicações e 333 citações no período coberto.

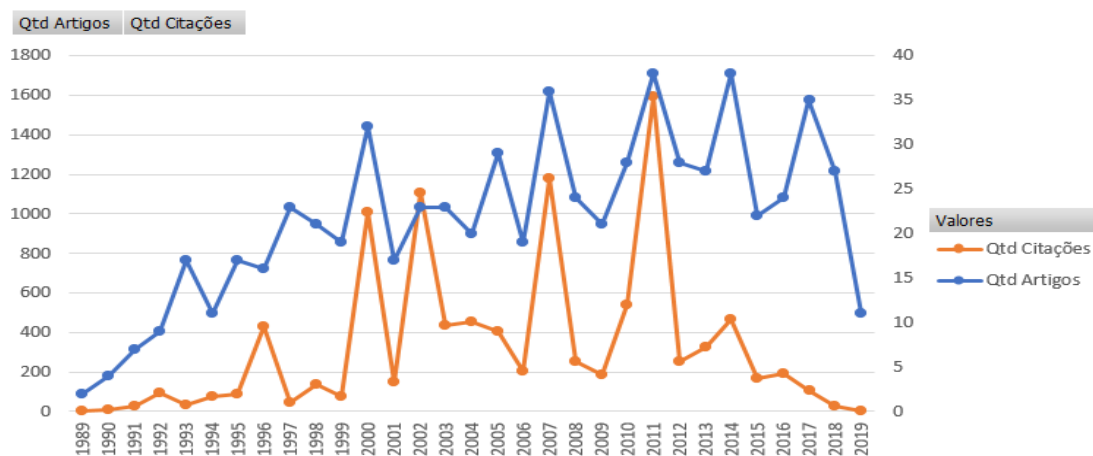


Figura 1. Gráfico consolidado (Qtde Artigos e Qtde Citações)

Fonte: Web of Science

A Figura 2 demonstra o consolidado, em forma de gráfico, da quantidade de artigos acumulada com a quantidade de citações ao longo dos anos.

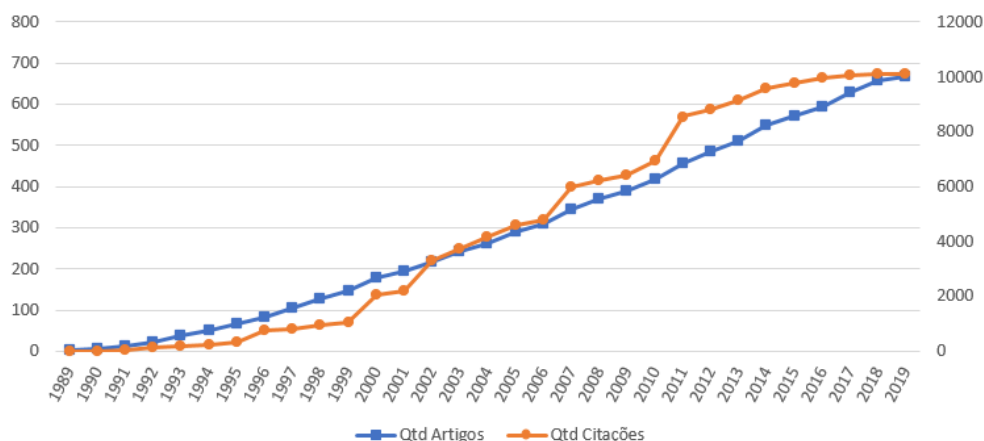


Figura 2. Gráfico consolidado acumulado (Qtde Artigos e Qtde Citações)

Fonte: Web of Science

3.4.2. Análise dos Principais países e publicações

Observar-se que o país com maior número de publicações são os Estados Unidos, com 205 publicações, seguidos pela Inglaterra, com 60 publicações. A Alemanha, com 49 publicações, e Itália, com 31 publicações, compõem um bloco representativo na produção científica em redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia. De qualquer modo, Estados Unidos, Canadá e Europa lideram, com folga, as publicações, conforme ilustrado na Figura 3.

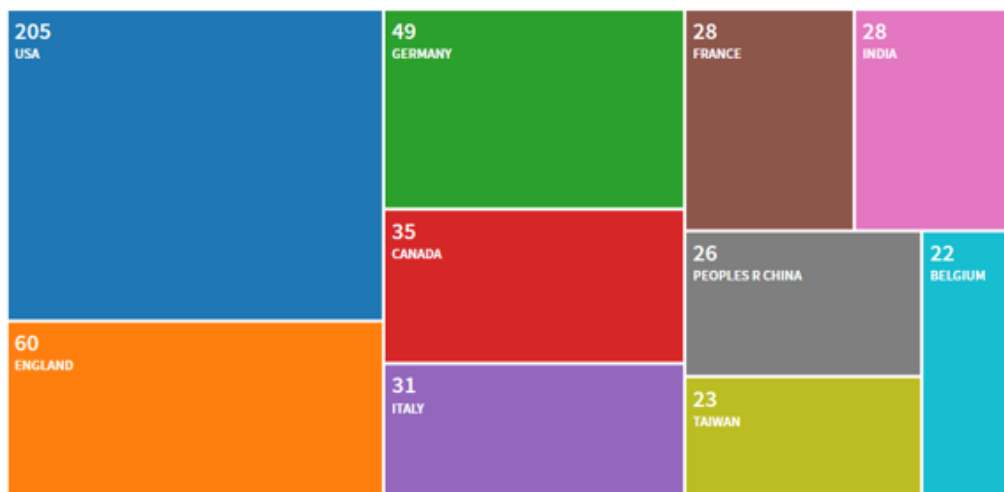


Figura 3: Ranking de países com maior número de publicações

Fonte: *Web of Science*

Outro aspecto interessante é a força da cooperação que pode ser avaliado pelo número de trabalhos cooperativos, ou seja, em coautoria, que cada país possui. Isso indica a conexão e interação que determinado país tem com outros países em pesquisas científicas colaborativas, ou seja, em coautoria. O compartilhamento de informações, a união de competências e esforços de pesquisadores na busca de objetivos em comum impulsionam a produção de conhecimento (Balancieri *et al.*, 2005) e é possível alegar que a coautoria em publicações, particularmente em artigos científicos, é realmente um indicador de colaboração (Newman & Girvan, 2004).

Na Tabela 2, elencamos os 10 principais países que mais acumularam evidências de trabalhos cooperativos, ou seja, em coautoria. Os Estados Unidos são o que tem o maior número de trabalhos (177), maior número de citações (3926) e o que possui o maior número de trabalhos cooperativos (99).

De acordo com Capaldo (2007), a força da relação pode ser expressa em termos de duração total do relacionamento, frequência ou intensidade da colaboração. Admite-se que, quanto mais duradouro, frequente ou intensa for a colaboração, maior será a força do relacionamento. Segundo a OCDE (2000), a força da relação é considerada uma variável importante, uma vez que afeta positivamente a confiança entre os parceiros e a transferência de conhecimentos. Os Estados Unidos é o país com maior número de publicação em artigos científicos e o primeiro em artigos científicos feitos de forma cooperativa (99), destaca-se também como o país com maior número de citações em suas publicações científicas. É interessante observar o Canadá, pois, com 33 artigos publicados, quantidade maior do que o

número de publicações da Inglaterra (47), na quinta posição, possui mais artigos em cooperação (36) que a Inglaterra (25).

Tabela 2: Ranking dos 10 principais países que mais trabalham em cooperação

	Países	Número de artigos	Citações	Trabalhos cooperativos*
1	Estados Unidos	177	3926	99
2	Canadá	33	1521	36
3	França	27	497	30
4	China	26	192	29
5	Inglaterra	47	677	25
6	Bélgica	21	369	24
7	Taiwan	24	241	24
8	Índia	22	136	22
9	Holanda	20	211	19
10	Alemanha	39	498	17

Fonte: o autor

Legenda: *são artigos científicos feitos em coautoria evidenciando a cooperação científica entre autores de diferentes instituições e nacionalidades.

3.4.3. Análise dos principais artigos, autores e periódicos.

As citações de artigos científicos podem contribuir para o mapeamento da estrutura da ciência (Leydesdorff & Rafols, 2009). Podem ainda ser aplicadas para investigar a ligação do conhecimento científico rastreando o desenvolvimento da ciência e revelando o fluxo e difusão do conhecimento. (Liu, Rafols, & Rousseau, 2012). A análise de citações é uma das análises de mais rápido crescimento na pesquisa bibliométrica (Sun & Grimes, 2016).

Este estudo identificou 687 publicações para a expressão de busca definida, contendo, no total, 9544 citações, ou 853,81 em média citações/ano no período de 30 anos abordado.

A Tabela 3 mostra os 10 primeiros artigos, autores e seus respectivos periódicos com suas respectivas citações e médias de citações/ano, sendo possível portanto, observar a relevância das publicações a partir dos artigos científicos. O maior número de citações está representado pelo esforço de um grupo de 14 autores, em artigo publicado no periódico *Nucleic Acids Research* da base de dados da *Web of Science*, referente ao *Science Citation Index Expanded* (SCIE), em um artigo de 2011 com 1088 citações. A pesquisa refere-se ao banco de dados *DrugBank*, com informações sobre bioinformática e quimio-informática, que combinam dados detalhados de medicamentos com informações abrangentes sobre os possíveis alvos de medicamentos. Na segunda posição, temos o periódico *Management Science*, pertencente ao *Social Sciences Citation Index* (SSCI), publicado no ano de 2007, com o segundo maior número de citações.

Tabela 3: Ranking dos 10 primeiros artigos com as respectivas citações

	Título (Artigo)	Autores	Periódico	Ano Publicação	Citações	Média/Ano
1	DrugBank 3.0: a comprehensive resource for 'Omics' research on drugs	Knox, Craig; Law, Vivian; Jewison, Timothy; Liu, Philip; Ly, Son; Frolkis, Alex; Pon, Allison; Banco, Kelly; Mak, Christine; Neveu, Vanessa; Djoumbou, Yannick; Eisner, Roman; Guo, An Chi; Wishart, David S.	Nucleic Acids Research	2011	1088	120,89
2	Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation	Schilling; Phelps.	Management Science	2007	515	39,62
3	Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology	Zucker; Darby; Armstrong	Management Science	2002	438	24,33
4	Transgenic plants as factories for biopharmaceuticals	Giddings Allison; Brooks; Carter	Nature Biotechnology	2000	323	16,15
5	Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses, and prospects	Baylis	Pest Management Science	2000	276	13,8
6	Does good science lead to valuable knowledge? Biotechnology firms and the evolutionary logic of citation patterns	Gittelman; Kogut	Management Science	2003	274	16,12
7	Relationships between academic institutions and industry in the life sciences - An industry survey	Blumenthal; Causino; Campbell; Louis	New England Journal of Medicine	1996	220	9,17
8	Do not fence me in: Fragmented markets for technology and the patent acquisition strategies of firms	Ziedonis	Management Science	2004	215	13,44
9	Selling university technology: Patterns from MIT	Shane	Management Science	2002	196	10,89
10	Gene transfer to plants by diverse species of bacteria	Broothaerts; Mitchell; Weir; Kaines; Smith; Yang; Mayer; Roa-Rodriguez; Jefferson	Nature	2005	161	10,73

Fonte: o autor

3.4.4. Análise consolidada, journal, artigos e citações

A Tabela 4 demonstra, de forma consolidada e em ranking, a lista dos 10 principais *journals* com os respectivos artigos e citações.

Tabela 4: Lista consolidada dos *journals*, artigos e citações

	Periódicos	Qtde Citações	Ranking Citações	Qtde Artigos	Ranking Artigos
1	Management Science	1802	1	10	9
2	Nucleic Acids Research	1156	2	2	50
3	Scientometrics	768	3	51	1
4	Nature Biotechnology	403	4	11	7
5	Technovation	369	5	14	5
6	Management Science	301	6	1	91
7	New England Journal of medicine	225	7	1	92
8	Nature	188	8	3	34
9	Biotechnology and Bioengineering	156	9	2	51
10	Journal of Product Innovation Management	139	10	2	52

Fonte: o autor

Aqui é interessante fazer uma análise conjuntamente do número de publicação e quantidade de citação, pois tradicionalmente a avaliação do número de trabalhos publicados, inicialmente amplamente aceita e utilizada, deixa de ser suficiente como forma de avaliação do

vigor da produção científica do pesquisador. A qualidade das publicações passa a ser vista também como fator diferencial. Desta forma, ganha destaque a avaliação do interesse despertado pelo trabalho ou linha de pesquisa dentro da comunidade científica, fator esse que reflete no número de citações feitas a um determinado trabalho. (Maia & Caregnato, 2008). Pode-se observar que os periódicos “management Science”, *Scientometrics*, *Nature Biotechnology* e *Technovation*, possuem os maiores índices de citações e as maiores quantidades de artigos. Por sua vez, o periódico *Nucleic Acids Research* apesar de possuir alta quantidade de citação não tem relevância na quantidade de produção, isto significa que a edição deste periódico representou importância para a comunidade científica.

3.4.5. Análise das Redes Sociais (ARS)

A Análise de Redes Sociais (ARS) pode ser utilizada como uma poderosa ferramenta de abordagem para se conseguir respostas sobre comportamento entre indivíduos ou organizações, bem como para a compreensão de padrões e principais agentes influenciadores dentro um tema (Paulo & Porto, 2017).

Atualmente, áreas como administração e economia, por meio da pesquisa aplicada, têm buscado compreender quem são os atores, suas relações e suas influências nas redes, com o objetivo de aprimorar a gestão tecnológica (Weng, 2014).

A ARS explora a relação ("laços", "arcos" ou "bordas") entre os atores (conhecidos como "nós" ou "vértices"). Nesta etapa da pesquisa, foi possível identificar, a partir da análise de redes sociais, a relação entre organizações (universidades, institutos de pesquisa ou empresas) em que as investigações foram desenvolvidas. Isso significa que os atores foram reconhecidos como *hubs* nas redes de cooperação sistematizadas ou como pontes entre as diferentes sub-redes (Newman, 2010).

Para a construção de redes, dados como título, autores e endereço (instituição e país) dos autores foram exportados e tratados com recursos do Microsoft Excel, até que dados de autoria pudessem ser obtidos. Concomitantemente, foi utilizado o *software Gephi*, versão 0.8.2, como ferramenta para construção, visualização e análise das redes (Bastian *et al.*, 2009).

3.4.6. Ocorrência de palavras (frequência)

É possível observar, na Tabela 5, as 15 primeiras palavras contempladas no título, resumo e palavras-chave que obtiveram maior frequência neste estudo. Segundo Van Eck e Waltman (2010), quanto mais importante for um item, tanto maior será a sua escrita e o seu

círculo representativo. A palavra biotecnologia, como não poderia deixar de ser, aparece quase em posição central na rede construída, com 161 ocorrências, inclusive confirmando o foco principal desta pesquisa no seguimento de biotecnologia. Ainda mais interessantes são as palavras redes, colaboração e tecnologia, que permeiam a periferia da rede construída, interconectando-se com a palavra biotecnologia e, principalmente, com a palavra inovação. Finalmente vale ressaltar as palavras que estão relacionadas com patentes, e que, nesta rede, aparecem palavras relacionadas, como: propriedade intelectual, análise de patentes e patente.

Pode-se observar, portanto, nesta ocorrência de palavras, a Lei de Zipf, que se dedica à análise da frequência (ou: “ocorrência”) de palavras em um texto, de modo que um pequeno grupo de palavras tem maior taxa de ocorrência, enquanto muitas palavras têm frequência menor. Aquelas com maior incidência determinarão a temática central de um documento (Araújo, 2006).

Tabela 5: Ocorrência de palavras

	Palavras	Frequência
1	Biotechnology	161
2	Patents	96
3	Innovation	82
4	Science	51
5	Technology	40
6	Patent	40
7	Knowledge	31
8	Research and Development	31
9	Intellectual Property	31
10	Industry	28
11	Performance	25
12	Network	25
13	Collaboration	23
14	Firm	19
15	Absorptive-Capacity	16

Fonte: o autor

Na Figura 4, reforçando a análise graficamente, podemos observar a lista de ocorrência das palavras. As cores representam os grupos (*clusters*) que são formados por similaridades e afinidades entre as palavras.

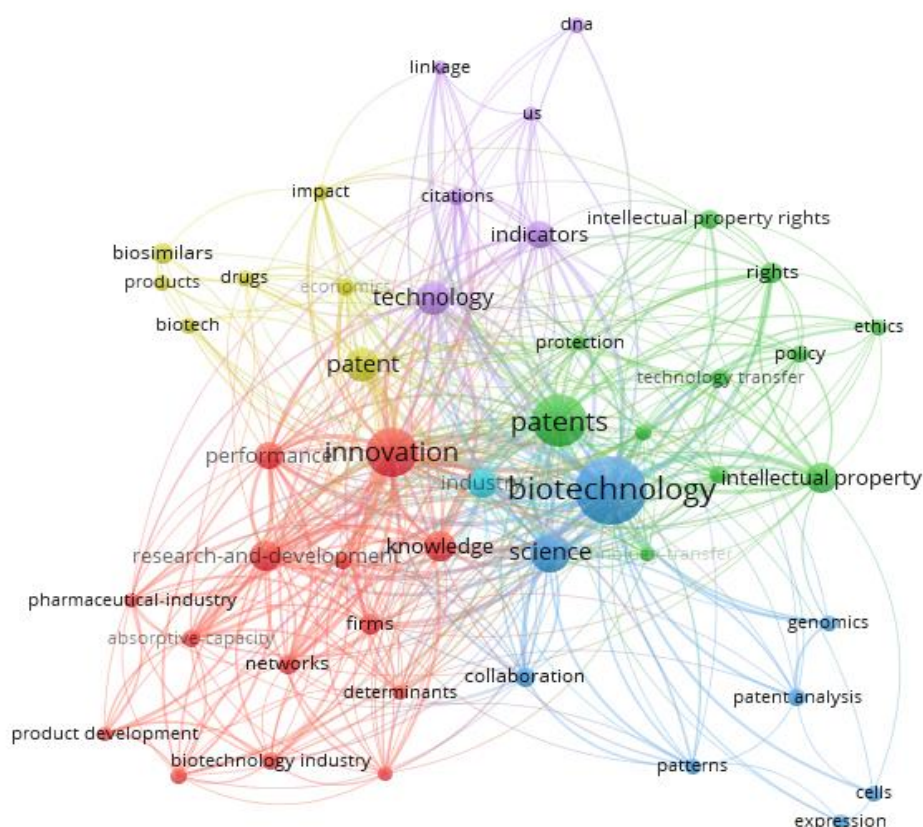


Figura 4: Mapa de frequência de palavras

Fonte: *Software VosViewer*

3.4.7. Rede de países, Instituições e Autores

O *Ghepi* proporcionou, a partir da tratativa dos dados, uma visualização por granularidade, na Figura 5. Pode-se observar a forma que os países, instituições e autores se relacionam em rede com os respectivos nós e arestas. No nível 1, os nós são os autores e as arestas os artigos científicos produzidos em coautoria. No nível 2, os nós são representados pelas instituições em que os autores estão ligados e as arestas dizem respeito aos artigos científicos produzidos em coautoria. Já no nível 3, temos os países a que pertencem os autores e as arestas as instituições onde são produzidos os artigos científicos em coautoria.

Na constituição da rede formada no no nível 3, pode-se observar, na Figura 5, que há 49 países (nós) com 110 artigos científicos (arestas) produzidos em coautoria.

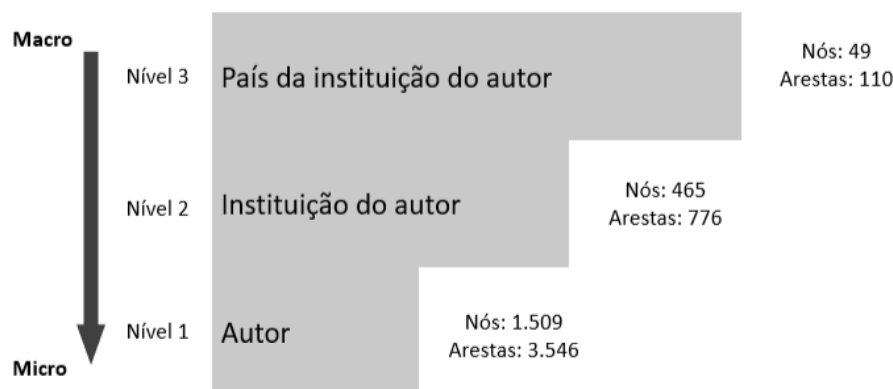


Figura 5: Mapa de Granularidade
Fonte: autor

3.4.8 Rede de países (Instituição dos autores – nível 3)

Em termos de análise de rede, a posição estrutural dos atores dentro de uma rede é um importante indicador de sua habilidade de articulação com outros atores, bem como sua capacidade de buscar a inovação de forma aberta (Belussi *et al.*, 2010; Cassi & Plunket, 2013). Por outro lado, a centralidade que um ator possui dentro de um sistema de rede demonstra sua importância ou proeminência de forma individual na rede formada (Freeman, 1977; Everett & Borgatti, 2005; Owen-Smith & Powell, 2004). No campo dos estudos de inovação, os atores com alta centralidade podem ser considerados os mais "inovadores abertos" em sistemas de inovação ou rede de conhecimento (Fleming & Waguespack, 2007).

Observa-se, a partir da rede gerada pelo *Gephi*, que os Estados Unidos, a partir de seus pesquisadores, formam um grande *hub*. O país concentra suas pesquisas e se correlaciona de forma global com praticamente o mundo todo, o que pode ser visto no gráfico gerado a partir da intensa cooperação formada por Bélgica, Inglaterra, Alemanha, China e Canadá. Outro ponto interessante para se observar é que o Brasil aparece nas redes que estão sendo formadas, porém fica evidente a força que os Estados Unidos possuem nesta rede de cooperação global. Na Figura 6, os países são representados pelos nós e a ligação entre esses nós representa as instituições onde são produzidos os artigos científicos em coautoria. A Figura 6 apresenta a rede formada pelo *Gephi*.

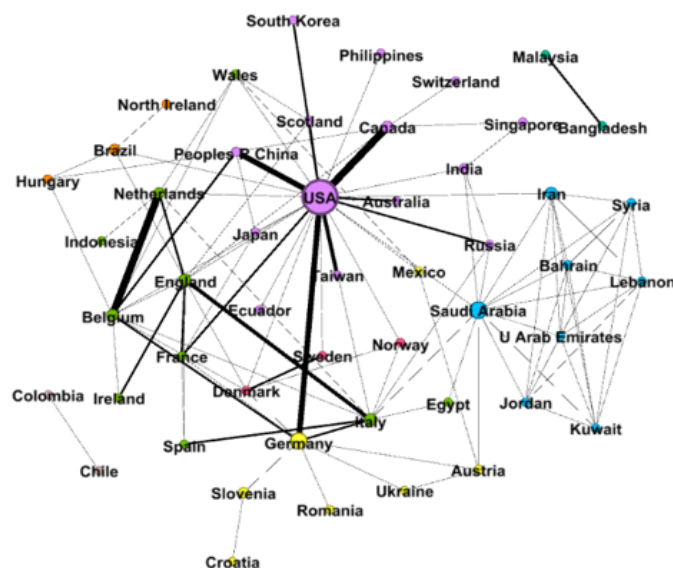


Figura 6: Rede de países (nível 3)

Fonte: *Software Gephi*

A Tabela 6 demonstra, em forma de ranking, os 15 principais países que possuem maior publicações. Nesse formato, é possível demonstrar, de forma numérica, a força que os Estados Unidos possuem, pois contemplam o maior número de artigos e maior número de citações.

Tabela 6: Ranking de países dos autores, publicações e citações

País Autor	Qtde Citações	Ranking Citações	Qtde Artigos	Ranking Artigos
USA	4498	1	177	1
Canada	1572	2	33	4
England	722	3	47	2
Germany	526	4	39	3
Italy	500	5	29	5
Wales	396	6	5	21
Belgium	378	7	21	10
Taiwan	260	8	24	8
Australia	245	9	14	13
Spain	243	10	11	16
France	240	11	26	6
Netherlands	218	12	20	11
R China	210	13	26	7
Brazil	191	14	20	12
India	147	15	22	9

Fonte: o autor

A Tabela 7 demonstra como está a distribuição dos artigos científicos realizados em cooperação pelos autores em cada país, ou seja, a quantidade de artigos que foram feitos em parcerias no país na mesma instituição, com outras instituições no mesmo país, ou ainda com outra instituição em países diferentes.

Nesta Tabela, quando estiver declarado “local”, significa que a cooperação ocorreu no mesmo país e na mesma universidade, quando estiver declarado “nacional”, significa que a

cooperação entre os pesquisadores ocorreu no mesmo país, porém em universidades diferentes. Por fim, quando estiver declarado “Internacional”, significa que a cooperação entre os pesquisadores ocorreu em países diferentes e, conseqüentemente, em universidades diferentes.

Tabela 7: Ranking de cooperação entre os países

	País	Internacional	Nacional	Local	sem cooperação	Total geral
1	USA	35	37	43	62	177
2	England	15	12	1	19	47
3	Germany	10	8	9	12	39
4	Canada	9	8	8	8	33
5	Italy	10	6	6	7	29
6	Peoples R China	7	9	8	2	26
7	France	7	5	6	8	26
8	Taiwan	3	9	8	4	24
9	India	3	11	3	5	22
10	Belgium	11	8	1	1	21
11	Netherlands	9	2	2	7	20
12	Brazil	4	8	7	1	20
13	Austrália	2	4	1	7	14
14	Switzerland	1	1	2	8	12
15	Japan	3	4	1	4	12

Fonte: o autor

A Tabela 8 mostra o percentual de participação da cooperação a partir dos dados obtidos. Os Estados Unidos lideram este ranking com 177 artigos científicos, 35% sem cooperação, 21% cooperação local, 24% cooperação nacional e 20% cooperação internacional. O país com maior número de cooperação internacional em dados percentuais é a Bélgica com 52%, e trabalho. Já o país com maior número de artigos sem cooperação é o Japão com 67%. O Brasil, com 20 obras, tem apenas 5% sem cooperação, 35% com cooperação local, 40% com cooperação nacional e 20% com cooperação internacional

Tabela 8: Ranking da cooperação entre os países (porcentual)

		Internacional (%)	Nacional (%)	Local (%)	Sem cooperação (%)	Total Artigos
1	USA	0,20	0,24	0,21	0,35	177
2	England	0,32	0,02	0,26	0,40	47
3	Germany	0,26	0,23	0,21	0,31	39
4	Canada	0,27	0,24	0,24	0,24	33
5	Italy	0,34	0,21	0,21	0,21	29
6	R China	0,27	0,31	0,35	0,08	26
7	France	0,27	0,23	0,19	0,31	26
8	Taiwan	0,13	0,33	0,38	0,17	24
9	India	0,14	0,14	0,5	0,23	22
10	Belgium	0,52	0,05	0,38	0,05	21
11	Netherlands	0,45	0,1	0,1	0,35	20
12	Brazil	0,2	0,35	0,4	0,05	20
13	Australia	0,14	0,07	0,29	0,5	14
14	Japan	0,08	0,17	0,08	0,67	12
15	Switzerland	0,25	0,08	0,33	0,33	12

Fonte: o autor, com recursos do Excel.

3.4.9. Rede de Universidades

A Tabela 9 demonstra como estão distribuídos os artigos científicos entre as universidades, por autores. É interessante observar que a Universidade de Alberta, no Canadá, está em primeiro lugar na quantidade de citações e na décima terceira posição no ranking de artigos. Porém, a universidade Katholieke Leuven, da Bélgica, é a primeira no ranking de artigos com 13 publicações, ocupando a nona posição na quantidade de citações.

Tabela 9: Ranking de autores e citações em universidades

	País Universidades	Qtde Citações	Ranking Citações	Qtde Artigos	Ranking Artigos	Citações / Artigos	Ranking Cit/Art
1	Univ. Alberta (Canada)	1168	1	4	13	292,0	6
2	Natl Inst. Nanotechnol (Canada)	1120	2	1	116	1120,0	1
3	NYU (USA)	832	3	3	24	277,3	7
4	Univ. Washington (USA)	552	4	1	117	552,0	2
5	Univ. Calif. Los Angeles (USA)	509	5	3	25	169,7	10
6	Anal Grp Econ (USA)	449	6	1	118	449,0	3
7	Harvard Univ. (USA)	443	7	5	7	88,6	18
8	Univ. Wales (Wales)	375	8	1	119	375,0	4
9	Katholieke Univ. Leuven (Belgium)	348	9	13	1	26,8	101
10	Univ. Penn (USA)	315	10	2	47	157,5	11
11	Zeneca Agrochem (England)	301	11	1	120	301,0	5
12	Univ. Minnesota (USA)	278	12	6	4	46,3	40
13	Univ. Michigan (USA)	238	13	5	8	47,6	37
14	Massachusetts Gen. Hosp. (USA)	225	14	1	121	225,0	8
15	Univ. Maryland (USA)	213	15	2	48	106,5	17

Fonte: o autor, com recursos do Excel

A Tabela 10 demonstra, em forma de ranking de participação em porcentagem do nível de cooperação. As universidades da Bélgica e Inglaterra não pesquisam isoladamente, todas as suas pesquisas são em cooperação. No caso da universidade da Bélgica, coincidentemente, 46% de suas pesquisas ou são locais ou internacionais. É importante ressaltar a dinâmica das universidades americanas, sendo que nesta lista constam sete delas, todas trabalhando de alguma forma em cooperação, com exceção das universidades de *Missouri* e, surpreendentemente, *Harvard*. As universidades asiáticas também se destacam, com quatro universidades representadas na lista. O total geral declarado na Tabela 10 é a quantidade de artigos publicados pelas universidades no período.

Tabela 10: Ranking de cooperação entre as universidades

	Filiação Autor	Internacional	Nacional	Local	Sem cooperação	Total Geral
1	Katholieke Univ. Leuven (Belgium)	0,46	0,08	0,46	0,00	13
2	UNIV SUSSEX (ENGLAND)	0,13	0,00	0,88	0,00	8
3	Duke Univ. (USA)	0,43	0,39	0,14	0,14	7
4	Univ. Minnesota (USA)	0,50	0,33	0,00	0,17	6
5	Natl Taiwan Univ. (Taiwan)	0,50	0,00	0,50	0,00	6
6	Univ. Missouri (USA)	0,00	0,33	0,00	0,67	6
7	Univ. Michigan (USA)	0,20	0,00	0,00	0,80	5
8	Norman Consulting (England)	0,00	0,00	0,00	1,00	5
9	Tufts Univ. (USA)	0,20	0,60	0,00	0,20	5
10	CNR (Italy)	0,60	0,40	0,00	0,00	5
11	Harvard Univ. (USA)	0,00	0,40	0,20	0,40	5
12	Foley & Lardner (USA)	0,40	0,00	0,20	0,40	5
13	Natl Univ. Singapore (Singapore)	0,50	0,35	0,00	0,35	4
14	Natl Cheng Kung Univ. (Taiwan)	0,25	0,35	0,25	0,25	4
15	Natl Yang Ming Univ. (Taiwan)	0,00	0,75	0,00	0,25	4

Fonte: Autor

3.4.10. Análise das Redes (métricas)

Com o propósito de ampliar a discussões referentes a este estudo, foram utilizados alguns indicadores, uma vez definida a rede com seus nós e arestas, existe uma ampla variedade de métricas que podem ser utilizadas para avaliar não só os elementos (composição) de uma rede, mas também o modo como eles se comportam ao estarem juntos e interligados. Os principais algoritmos e funções utilizados em ARS e adotados neste trabalho são:

- Centralidade do grau (*Degree centrality*). É usada como medida de conectividade de um nó e, portanto, também é uma forma de mensurar a popularidade de um nó. Também é útil para avaliar os nós que são centrais no que diz respeito à divulgação de informações e capacidade de influência da sua vizinhança imediata. Logo, um nó que tem alta centralidade do grau tende a ser um ator relevante na sua rede de relacionamentos (Newman, 2010; Zhang, 2010).
- Centralidade da proximidade (*Closeness centrality*). Esta função é baseada na noção de distância. Esta medida também pode ser interpretada como sendo o cálculo do tamanho médio de todos os caminhos mais curtos de um nó para todos os outros nós na rede (ou seja, quantos saltos, em média, que leva para chegar a qualquer outro nó). É uma medida do alcance, isto é, a velocidade com a qual a informação pode atingir outros nós a partir de um determinado nó inicial (Zhang, 2010). A centralidade da proximidade mede a independência ou a eficiência de um ator na rede.

- Centralidade da intermediação (*Betweenness centrality*). Trata-se de uma maneira de mensurar o potencial de controle de como um nó com elevada intermediação é capaz de atuar como um controlador no fluxo de recursos (informações, dinheiro, poder, por exemplo) entre outros nós que ele se conecta (Newman, 2010). Quanto mais próximo de 1 é o resultado desta razão, mais relevante é o nó no caminho entre os nós.
- *PageRank*. É uma medida bastante conhecida na Web, pois originou o Google que hoje é conhecido com uma das principais ferramentas de busca na internet. O algoritmo PageRank é também utilizado em ARS com uma função similar às demais de centralidade e utilizada para apontar os vértices mais importantes na rede tanto quantitativamente (por possuir conexões com muitos outros nós) quanto qualitativamente (ao receber apontamento de vários nós importantes).

3.4.11. Força mútua da relação de cooperação (Medida de Salton)

Existem diferentes formas para se medir a colaboração um dos métodos mais conhecidos e utilizados para mensurar a força das relações é a medida de Salton (Salton & McGill, 1983). Esta medida permite identificar o quão exclusivo ou dependente é a relação de cooperação entre duas entidades. Xue *et al.* (2017) afirma que a frequência de interação e o intercâmbio recíproco potencializam a força do relacionamento entre duas entidades e, conseqüentemente, a força da relação influencia significativamente o desenvolvimento de inovações tecnológicas.

O indicador da medida de Salton é usado para definir a força relativa do elo de colaboração mútua entre dois titulares (Glanzel, 2001; Zhou & Glanzel, 2010). É calculado pelo total de cooperação conjuntas entre os atores divididas pela raiz quadrada do produto das cooperações individuais dos dois atores. Nessa medida, a força mútua da relação de cooperação FMR_{ij} é mensurada da seguinte forma:

$$FMR_{ij} = CM_{ij} / \sqrt{TP_i \times TP_j}$$

onde, CM_{ij} é o número de patentes em colaboração mútua entre os titulares i e j , e TP_i e TP_j são totais de patentes de cada titular, respectivamente.

3.4.12. Análise das Redes Métricas (países)

A Tabela 11 demonstra todas as estatísticas de redes extraídas do *software Gephi* e tratadas com os recursos do Excel para os 15 primeiros países.

Tabela 11: Estatísticas de redes de cooperação entre o países (nível 3) ordenadas pelo *Degree* e *Pagerank*

	Países	Degree	Closness centrality	Betweenness centrality	PageRank
1	USA	25	0,6875	562,807	0,102259
2	England	11	0,494382	59,764	0,043677
3	Saudi Arabia	13	0,52381	175,517	0,042241
4	Germany	9	0,494382	168,358	0,040305
5	Belgium	10	0,5000	59,496	0,039393
6	Italy	10	0,536585	80,439	0,037983
7	Netherlands	6	0,453608	44,083	0,025523
8	Denmark	6	0,468085	9,408	0,024905
9	Iran	8	0,478261	73,571	0,024528
10	Canada	5	0,44898	62,626	0,023976
11	R China	5	0,444444	13,033	0,021757
12	France	5	0,458333	11,902	0,021211
13	Bahrain	7	0,363636	0	0,021095
14	Jordan	7	0,363636	0	0,021095
15	Kuwait	7	0,363636	0	0,021095

Fonte: o autor

Os Estados Unidos são o país com maior representatividade dentro da rede formada, pois atendem dentre outros, aos seguintes critérios:

- Centralidade de grau (*Degree centrality*), pois possui grande representatividade na rede formada (25), demonstrado sua popularidade e capacidade de disseminar informações e influenciar sua vizinhança imediata. Nós que possuem alta centralidade do grau tende a ser um ator relevante na sua rede de relacionamentos (Newman, 2010; Zhang, 2010).
- Centralidades de proximidade (*Closeness centrality*), que é uma medida relativa do alcance (velocidade) com a qual a informação pode atingir outros nós a partir de um determinado nó inicial. (0,6875), mede ainda a independência ou a eficiência de um ator na rede e sua capacidade de intermediação da informação. (Zhang, 2010).
- Centralidade da intermediação (*Betweenness centrality*), representa uma forma de mensurar o potencial de controle de como um nó com elevada intermediação é capaz de atuar como um controlador no fluxo de recursos (informações, dinheiro, poder, por exemplo) entre outros nós que ele se conecta. Nesta métrica os Estados Unidos apresentam o maior valor (562,807) muito distante dos outros países. (Newman, 2010).
- PageRank, que é um algoritmo utilizado em ARS com uma função similar às demais de centralidade e utilizada para apontar os vértices mais importantes na rede tanto quantitativamente (por possuir conexões com muitos outros nós) quanto qualitativamente (ao receber apontamento de vários nós importantes). Nesta métrica novamente os Estados Unidos se destacam dos demais (0,1022).

3.4.13 Força mútua da relação (medida de Salton)

Neste tópico será analisado a força mútua da relação (medida de salton) entre os países (nível 3). Com o objetivo de avaliar a evolução e dinâmica dos artigos científicos sobre redes de cooperação entre os países, nesta análise decidimos dividir o período total em dois períodos, sendo: (1990 a 2004) e (2005 a 2019) para que pudessemos observar a dinâmica de publicações pelos países.

Na Tabela 12 pode-se observar que, no primeiro período de 1990 a 2004, a publicação de artigos científicos sobre cooperação entre os países era bem inferior que no próximo período 2005 a 2019, porém os EUA já se sobressaíam nesse aspecto. Chama a atenção a China que não participava com nenhum artigo sobre rede de cooperação com zero publicações no primeiro período, Taiwan também se encontra nesta mesma situação, o Brasil é outro ator que avançou muito representando 90% de toda sua publicação de artigos científicos sobre rede de cooperação sendo estabelecida no segundo período. A Inglaterra demonstra praticamente o mesmo comportamento, porém Alemanha e Canada dobraram suas publicações. Por fim a Itália também é um país que avançou muito nos artigos científicos sobre cooperação com 97% de suas publicações realizadas no segundo período.

Tabela 12- Produção de artigos científicos dos países (nível 3) ordenadas entre os períodos: (1990 a 2004) e (2005 a 2019)

	Países	Valor Absoluto		Percentual		Total Valor Absoluto	Total Percentual
		1990 - 2004	2005 - 2019	1990 - 2004	2005 - 2019		
1	USA	64	112	36%	64%	177	100%
2	England	22	25	47%	53%	47	100%
3	Germany	14	25	36%	64%	39	100%
4	Canada	11	22	33%	67%	33	100%
5	Italy	1	28	3%	97%	29	100%
6	Peoples R China	0	26	0%	100%	26	100%
7	France	12	14	46%	54%	26	100%
8	Taiwan	0	24	0%	100%	24	100%
9	India	6	16	27%	73%	22	100%
10	Belgium	3	18	14%	86%	21	100%
11	Netherlands	8	12	40%	60%	20	100%
12	Brazil	2	18	10%	90%	20	100%
13	Australia	7	8	47%	53%	15	100%
14	Switzerland	5	7	42%	58%	12	100%
15	Japan	2	10	17%	83%	12	100%

Fonte: autor

A partir da categorização dos titulares, foi possível identificar qual perfil de cooperação é mais comum entre os países no que se refere a publicações de artigos científicos. Para isso, mantendo a divisão do tempo em dois períodos foi possível avaliar a evolução e a dinâmica das publicações entre os países globalmente, para a análise foi proposta uma segmentação da

medida de Salton por faixas da força mútua da relação de cooperação (FMR), sendo tais intervalos definidos da seguinte forma: $(0 \leq \text{FMR1} \leq 0,25)$; $(0,26 \leq \text{FMR2} \leq 0,50)$; $(0,51 \leq \text{FMR3} \leq 0,75)$ e $(0,76 \leq \text{FMR4} \leq 1)$ conforme proposto por Paulo (2019).

A Figura 13 demonstra o primeiro período (1990 a 2004). Os Estados Unidos, apesar de já possuir o maior número de artigos científicos neste período (64), continha poucos artigos em cooperação, porém, distribuídos globalmente. A força mútua da relação de cooperação está no primeiro nível FMR1, ou seja, baixa, isto demonstra grande dispersão dos seus artigos científicos, demonstrando ampla rede de relacionamentos, sem dependência de algum parceiro em específico. A Inglaterra, com o segundo maior número de artigos científicos (22), possui uma cooperação com o Canada e outra com a Holanda, a força mútua de cooperação entre ambos é baixa, demonstrando também maior dispersão de suas produções científicas.

A maior força mútua de cooperação (0,50 -FMR2) encontra-se entre o México e País de Gales, ambos possuem dois artigos científicos e justamente uma única cooperação, este resultado demonstra dependência entre estes dois países.

Tabela 13- Força mútua da cooperação (medida de Salton) – período 1990 a 2004

Período (1990 a 2004)						
	País A	País B	Cooperação A-B	Total A	Total B	Salton
1	USA	South Korea	1	64	1	0,13
2	USA	Norway	1	64	1	0,13
3	USA	Philippines	1	64	1	0,13
4	USA	Japan	1	64	2	0,09
5	USA	México	1	64	2	0,09
6	USA	Wales	1	64	2	0,09
7	USA	Australia	1	64	7	0,05
8	USA	Canada	1	64	11	0,04
9	Canada	England	1	11	22	0,06
10	Netherlands	England	1	8	22	0,08
11	Áustria	México	1	3	2	0,41
12	México	Wales	1	2	2	0,50
13	Indonésia	Netherlands	1	1	8	0,35

Fonte: autor

A Tabela 14 demonstra a força mútua de cooperação no segundo período 2004 a 2019. Destaca-se Bélgica e Holanda com 5 cooperações em artigos científicos, a Bélgica não aparecia no primeiro período e no segundo período já tem 18 artigos científicos publicados, a força mútua da relação de cooperação está no nível FMR2 com (0,34). Países que não estavam no primeiro período e se destacam no segundo são principalmente a China e diversos países europeus como: Alemanha, Itália, Dinamarca, Escócia, França, Espanha e a Rússia.

Chama atenção a cooperação entre Itália com 28 artigos científicos e Alemanha com 25 artigos científicos, porém, somente com dois artigos em conjunto, consequentemente, a força

mútua de relação em 0,09, posicionada no nível FMR1, com 0,08, ou seja, muito baixa, demonstrando baixa dependência desta relação e grande dispersão em suas relações.

Os Estados Unidos novamente aparecem na liderança em artigos científicos com 112 publicações, destaca-se quatro artigos em cooperação com a China, mas a força mútua da relação entre os dois é baixa 0,07, ou seja, insignificante. A maior força mútua de relação aparece entre a Suíça e Dinamarca com 0,47, porém ainda posicionado no nível FMR2 com apenas 2 cooperações significando uma certa dependência desta relação de cooperação entre os dois países, o que pode ser atestado pela baixa quantidade de artigos publicados individualmente por ambos.

Tabela 14- Força mútua da cooperação (medida de Salton) – período 2005 a 2019

Período (2005 a 2019)						
	País A	País B	Cooperação A-B	Total A	Total B	Salton
1	Netherlands	Belgium	5	12	18	0,34
2	USA	Germany	4	112	25	0,08
3	USA	Peoples R China	4	112	26	0,07
4	Italy	England	3	28	25	0,11
5	USA	Canada	3	112	22	0,06
6	USA	Taiwan	3	112	24	0,06
7	Bangladesh	Malaysia	2	2	3	0,82
8	Sweden	Denmark	2	3	6	0,47
9	England	Ireland	2	25	3	0,23
10	Italy	Spain	2	28	10	0,12
11	USA	Rússia	2	112	3	0,11
12	USA	Scotland	2	112	3	0,11
13	France	England	2	14	25	0,11
14	Belgium	Germany	2	18	25	0,09
15	Belgium	Peoples R China	2	18	26	0,09
16	Germany	Italy	2	25	28	0,08
17	USA	France	2	112	14	0,05

Fonte: Autor

3.5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com relação à produção científica geral mapeada, temos os Estados Unidos na liderança em posição de destaque, com 27% da produção mundial. Em segundo lugar, vem a Inglaterra, com 7%. Em terceiro, Alemanha, com 6%, e em quarto lugar está o Canadá, com 5%. Com relação ao número de citações, os Estados Unidos continuam na liderança isolada, com 39% do total, porém o Canadá aparece em segundo lugar, com 14% do total, Inglaterra com 6% e Alemanha está em quarto com 5%.

Outro aspecto interessante a se ressaltar é o número de citações dos autores que mais se destacam em suas respectivas áreas, pois isso é um indicativo de produtividade, conforme preconiza a lei de *Lotka*. Na área técnica, o autor Knox *et al.* (2011), em um artigo científico

com mais 13 pesquisadores da Universidade de Alberta, sobressaiu-se com 1088 citações. Na área de gestão, aparecem Schilling (2007), com 1377 citações, e Zucker (2002), com 1336 citações.

Na análise das redes de cooperação entre os países, fica evidente o protagonismo dos Estados Unidos como principal *hub* na publicação de artigos científicos referente à área de biotecnologia. Concernente ao campo de estudos sobre inovação, os atores com alta centralidade podem ser considerados os mais ‘inovadores abertos’ em inovação. (Fleming & Waguespack 2007). Os Estados Unidos têm papel estratégico global, mantendo fortes conexões em pesquisas a partir de artigos científicos divulgados em cooperação por suas instituições com países como, Canadá, China e Alemanha, entre outros.

Por sua vez, a Europa também forma um *hub*, tendo a Alemanha como um dos atores mais representativos desse bloco mantendo conexões de pesquisa com Itália, Inglaterra, Holanda e Bélgica. Nesse sentido, aqui novamente a posição estrutural de atores dentro desses sistemas de rede é um indicador importante de sua capacidade de inovação aberta. (Belussi *et al.* 2010; Cassi & Plunket 2013).

A partir das análises de rede de cooperação entre países e universidades, pode-se averiguar a estratégia que cada país adota no desenvolvimento de pesquisas na área de biotecnologia. Mais uma vez, os Estados Unidos aparecem na liderança, com, aproximadamente, 70% de suas pesquisas desenvolvidas em cooperação, sendo: 21% em pesquisas cooperativas locais, 24% em pesquisas cooperativas nacionais e 20% em pesquisas cooperativas internacionais; estes números demonstram um equilíbrio na participação americana. Alemanha e Canadá apresentam equilíbrio semelhante. A exceção fica por conta da Inglaterra, que trabalha com 60% de suas pesquisas de forma cooperativa, sendo 32% em cooperação internacional, mas que tem somente 2% de pesquisa cooperativa nacional. Apesar disso, este cenário demonstra claramente a estratégia inglesa de estar aberta globalmente.

A análise dos índices de cooperação também trazem a luz das conclusões a força mútua das relações de cooperação e, nesta pesquisa, avaliada pela medida de Salton, fica evidente, a partir dos números apresentados, a força que os Estados Unidos exercem globalmente na produção científica de artigos que tratam de redes de cooperação no setor de biotecnologia, mas chama a atenção a sua dispersão, a partir da quantidade de países que eles trabalham de forma cooperativa, o que resulta em baixa, ou insignificante força mútua de cooperação, ou seja, eles não são dependentes de nenhum país para desenvolver suas pesquisas ou artigos científicos nessa área.

No que tange à cooperação entre as universidades na lista das 15 primeiras, aparecem sete universidades americanas, três de Taiwan e duas inglesas. Novamente, a predominância americana fica evidente. Apesar de os números americanos apresentarem certo equilíbrio, é interessante observar que a universidade de Harvard não possui nenhuma cooperação internacional.

Nos dados apresentados pela bibliometria, apesar de haver indicativos de outras universidades e países, fica claro o papel que os Estados Unidos exercem no setor de biotecnologia como um grande *hub* na produção de artigos científicos por suas instituições. O papel das universidades como instituições de transferência de conhecimento é fundamental para os sistemas de inovação, tornando as regiões onde estão localizadas mais inovadoras. (Owen-Smith & Powell 2004; Garnsey & Heffernan 2005; Lawton Smith *et al.* 2014; Reynolds & Uygun 2018). Suas relações de cooperação estão presentes local, nacional e internacionalmente, e é forte também em sua produção científica, o número de citações de seus pesquisadores. O compartilhamento de informações, a união de competências e esforços de pesquisadores na busca de objetivos em comum impulsionam a produção de conhecimento (Balancieri *et al.*, 2005) e é possível alegar que a coautoria em publicações, particularmente em artigos científicos, é realmente um indicador de colaboração (Newman & Girvan, 2004).

Todo este potencial pode ser evidenciado a partir das principais métricas extraídas e relatadas neste estudo, sendo: (1) Os Estados Unidos possuem a maior representatividade na publicação de artigos científicos - centralidade do grau (*Degree centrality*), (2) As informações geradas pelos artigos científicos americanos alcançam maior velocidade junto a seus parceiros - Centralidades de proximidade (*Closeness centrality*), por fim, os artigos científicos americanos são considerados os mais importantes - centralidade da intermediação (*Betweenness centrality*).

3.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo mapear e analisar a produção científica sobre a temática redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia entre os países, a partir da bibliometria com análise de redes. A partir desta pesquisa, foi possível visualizar como os pesquisadores, universidades e países se organizam estrategicamente para realizarem suas pesquisas na área de biotecnologia.

Foi também possível identificar que o tema “redes de cooperação tecnológicas” vem crescendo ao longo dos últimos anos e se consolidando na literatura científica. Dentre os dez primeiros colocados no ranking de publicações, temos os Estados Unidos liderando, cinco países europeus, dois asiáticos, mais Índia e Canadá. O grande avanço nas publicações ocorreu

a partir da década de 2000, países que até então não participavam de pesquisas nesta área começaram a despontar, como China e Taiwan. Os Estados Unidos lideram o ranking de publicações e citações nos dois períodos analisados, possui a maior representatividade e é considerado um grande *hub* no cenário internacional. Como já destacado, retirar os Estados Unidos da rede de cooperação poderia desestruturar todo o sistema cooperativo, por outro lado, sua força de relacionamento (medida de Salton) é baixa demonstrando dispersão em suas publicações e pouca dependência de outros países. Foi possível identificar grupos de parcerias, comprovando que a relação de cooperação realmente é uma prática utilizada na área de biotecnologia, resultando na cooperação em pesquisas para o desenvolvimento tecnológico. Vale destacar o papel do Brasil que aparece na 12ª posição no ranking de publicações, com a maior parte dessas publicações, após a década de 2000.

Vale ressaltar que os investimentos em P&D são uma ferramenta importante para aumentar o potencial inovador de uma indústria ou região. Por outro lado, quando os formuladores de políticas públicas também fornecem suporte ao desenvolvimento de pesquisas, eles esperam que as empresas financiadas reforcem investimentos adicionais no próprio P&D, criem novas oportunidades de aprendizagem mútua, objetivando aumentar assim os resultados das pesquisas e o potencial inovador das empresas.

Concluindo esta reflexão, aponta-se que o presente estudo teve a limitação de analisar somente o setor de biotecnologia, devido a sua grande importância no contexto socioeconômico para diversos países. Porém, seria interessante também avaliar outros segmentos como o da nanotecnologia. Para futuros estudos, sugere-se mapear o mercado brasileiro e/ou América do Sul e avaliar suas características e especificidades.

REFERÊNCIAS DO ESTUDO 2

- Adegbesan, J. A., & Higgins, M. J. (2011). The intra-alliance division of value created through collaboration. *Strategic Management Journal*, 32(2), 187-211.
- Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45(3), 425-455.
- Arya, B., & Lin, Z. (2007). Understanding collaboration outcomes from an extended resource-based view perspective: The roles of organizational characteristics, partner attributes, and network structures. *Journal of management*, 33(5), 697-723.
- Baba, Y., Shichijo, N., & Sedita, S. R. (2009). How do collaborations with universities affect firms' innovative performance? The role of "Pasteur scientists" in the advanced materials field. *Research Policy*, 38(5), 756-764.

- Balancieri, R., Bovo, A. B., Kern, V. M., Pacheco, R. C. D. S., & Barcia, R. M. (2005). A análise de redes de colaboração científica sob as novas tecnologias de informação e comunicação: um estudo na Plataforma Lattes. *Ciência da informação*, 34(1).
- Balestrin, A., & Verschoore, J. (2016). *Redes de Cooperação Empresarial-: Estratégias de Gestão na Nova Economia*. Bookman Editora.
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009, March). Gephi: an open-source software for exploring and manipulating networks. In *Third international AAAI conference on weblogs and social media*.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2006). Complementarity in R&D cooperation strategies. *Review of Industrial Organization*, 28(4), 401-426.
- Belter, C. W., & Seidel, D. J. (2013). A bibliometric analysis of climate engineering research. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 4(5), 417-427.
- Belussi, F., Sammarra, A., & Sedita, S. R. (2010). Learning at the boundaries in an “Open Regional Innovation System”: A focus on firms’ innovation strategies in the Emilia Romagna life science industry. *Research policy*, 39(6), 710-721.
- Bengtsson, M., & Sölvell, Ö. (2004). Climate of competition, clusters and innovative performance. *Scandinavian Journal of Management*, 20(3), 225-244.
- Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*, 2008(10), P10008.
- Bogers, M., Chesbrough, H., & Moedas, C. (2018). Open innovation: research, practices, and policies. *California management review*, 60(2), 5-16.
- Bogers, M., Zobel, A. K., Afuah, A., Almirall, E., Brunswicker, S., Dahlander, L., ... & Hagedoorn, J. (2017). The open innovation research landscape: Established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, 24(1), 8-40.
- Borges, C. B., Santos, V. J. B., & Galina, S. V. R. (2018). Internacionalização da P&D—um estudo comparativo entre Brasil, China e Índia. *Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, ANPAD*, 2005.
- Braun, T., Glänzel, W., & Schubert, A. (2000). How balanced is the Science Citation Index's journal coverage? A preliminary overview of macrolevel statistical data. *Asist monograph series*, 251-277.
- Buchmann, T., & Kaiser, M. (2019). The effects of R&D subsidies and network embeddedness on R&D output: evidence from the German biotech industry. *Industry and Innovation*, 26(3), 269-294.
- Capaldo, A., 2007. Network structure and innovation: The Leveraging of a dual network as a distinctive relational capability. *Strategic Management Journal* 28 (6), 585–608.

- Casper, S. (2007). How do technology clusters emerge and become sustainable? social network formation and inter-firm mobility within the San Diego biotechnology cluster. *Research Policy*, 36(4), 438-455.
- Chang, Y. C. (2003). Benefits of co-operation on innovative performance: evidence from integrated circuits and biotechnology firms in the UK and Taiwan. *R&D Management*, 33(4), 425-437.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- Chesbrough, H. (2011). *Open services innovation: Rethinking your business to grow and compete in a new era*. John Wiley & Sons.
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation. *New Frontiers in Open Innovation*. Oxford: Oxford University Press, Forthcoming, 3-28.
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., & West, J. (Eds.). (2006). *Open innovation: Researching a new paradigm*. Oxford University Press on Demand.
- Costa, P. R. D., Porto, G. S., & Feldhaus, D. (2010). Gestão da cooperação empresa-universidade: o caso de uma multinacional brasileira. *Revista de Administração Contemporânea*, 14(1), 100-121.
- Dahlander, L., & Gann, D. M. (2010). How open is innovation? *Research Policy*, 39(6), 699-709.
- De Paulo, A. F., & Porto, G. S. (2017). Solar energy technologies and open innovation: A study based on bibliometric and social network analysis. *Energy Policy*, 108, 228-238.
- De Paulo, A. F. D. (2019) *Cooperação e Rotas Tecnológicas para o desenvolvimento de tecnologias sobre energia solar fotovoltaica: uma análise baseada em patentes (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo)*.
- dos Santos Santos, M. (2009). A biotecnologia como instrumento de desenvolvimento econômico e social. *Universitas: Relações Internacionais*, 6(1).
- Du, H., Li, N., Brown, M. A., Peng, Y., & Shuai, Y. (2014). A bibliographic analysis of recent solar energy literatures: The expansion and evolution of a research field. *Renewable Energy*, 66, 696-706.
- Eslami, H., Ebadi, A., & Schiffauerova, A. (2013). Effect of collaboration network structure on knowledge creation and technological performance: the case of biotechnology in Canada. *Scientometrics*, 97(1), 99-119.
- Estrella, A., & Bataglia, W. (2013). A influência da rede de alianças no crescimento das empresas de biotecnologia de saúde humana na indústria brasileira. *Organizações & Sociedade*, 20(65), 321-339.

- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Everett, M., & Borgatti, S. P. (2005). Ego network betweenness. *Social networks*, 27(1), 31-38.
- Fahimnia, B., Sarkis, J., & Davarzani, H. (2015). Green supply chain management: A review and bibliometric analysis. *International Journal of Production Economics*, 162, 101-114.
- Fernald, K., Pennings, E., & Claassen, E. (2015). Biotechnology commercialization strategies: Risk and return in interfirm cooperation. *Journal of Product Innovation Management*, 32(6), 971-996.
- Ferreira, A. A., Guimarães, E. R., & Contador, J. C. (2009). Patente como instrumento competitivo e como fonte de informação tecnológica. *Gestão & Produção*, 16(2), 209-221.
- Fleming, L., & Waguespack, D. M. (2007). Brokerage, boundary spanning, and leadership in open innovation communities. *Organization science*, 18(2), 165-180.
- Freeman, L. C. (1977). A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 35-41.
- Frenken, K., Ponds, R., & Van Oort, F. (2010). The citation impact of research collaboration in science-based industries: A spatial-institutional analysis. *Papers in Regional Science*, 89(2), 351-271.
- Gay, B., & Dousset, B. (2005). Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry. *Research policy*, 34(10), 1457-1475.
- Gittelman, M. (2006). National institutions, public–private knowledge flows, and innovation performance: A comparative study of the biotechnology industry in the US and France. *Research Policy*, 35(7), 1052-1068.
- Hall, B. H., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of Economics*, 16-38.
- Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). Introduction to social network methods.
- Ivanova, I. A., & Leydesdorff, L. (2014). Rotational symmetry and the transformation of innovation systems in a Triple Helix of university–industry–government relations. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 143-156.
- Jackson, M. O. (2010). *Social and economic networks*. Princeton university press.
- Kono, C. M., & Quoniam, L. (2014). A contribuição de patentes para a inovação de um produto sustentável: estudo de caso de um trocador de calor.
- Kuribara, F. M. (2016). Análise de cooperação entre instituições científicas e tecnológicas brasileiras e estrangeiras: um estudo por meio de patentes farmacêuticas e de biotecnologia submetidas em conjunto.

- Lecocq, C., & Van Looy, B. (2009). The impact of collaboration on the technological performance of regions: time invariant or driven by life cycle dynamics? An explorative investigation of European regions in the field of biotechnology. *Scientometrics*, 80(3), 845-865.
- Leydesdorff, L., & Rafols, I. (2009). A global map of science based on the ISI subject categories. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(2), 348-362.
- Lin, C. C., Yang, C. H., & Shyua, J. Z. (2013). A comparison of innovation policy in the smart grid industry across the pacific: China and the USA. *Energy Policy*, 57, 119-132.
- Lin, J. H., & Wang, M. Y. (2015). Complementary assets, appropriability, and patent commercialization: Market sensing capability as a moderator. *Asia Pacific Management Review*, 20(3), 141-147.
- Liu, Y., Rafols, I., & Rousseau, R. (2012). A framework for Knowledge Integration and Diffusion. *Journal of Documentation*.
- Looy, B. V., Debackere, K., & Andries, P. (2003). Policies to stimulate regional innovation capabilities via university–industry collaboration: an analysis and an assessment. *R&D Management*, 33(2), 209-229.
- Maia, M. D. F. S., & Caregnato, S. E. (2008). Co-authorship as an indicator of scientific collaboration network. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 13(2), 18-31.
- McKelvey, M., Zaring, O., & Ljungberg, D. (2015). Creating innovative opportunities through research collaboration: An evolutionary framework and empirical illustration in engineering. *Technovation*, 39, 26-36.
- Mayerhoff, Z. D. V. L. (2008). Uma análise sobre os estudos de prospecção tecnológica. *Cadernos de prospecção*, 1(1), 7-9.
- McKelvey, M., Zaring, O., & Ljungberg, D. (2015). Creating innovative opportunities through research collaboration: An evolutionary framework and empirical illustration in engineering. *Technovation*, 39, 26-36.
- Mello, M. T. L. (1998). Patentes em biotecnologia. *Cadernos de Ciênc. & Tecn.*, 15, 67-82.
- Moed, H. F. (2006). *Citation analysis in research evaluation* (Vol. 9). Springer Science & Business Media.
- Mowery, D. C. (2005). Universities in National innovation systems. Georgia Institute of Technology.
- Narin, F., Olivastro, D., & Stevens, K. A. (1994). Bibliometrics/theory, practice and problems. *Evaluation Review*, 18(1), 65-76.
- Newman, M. (2010). Epidemics on networks. In *Networks*. Oxford University Press.
- Newman, M. E., & Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Physical review E*, 69(2), 026113.

- Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2004). Knowledge networks as channels and conduits: The effects of spillovers in the Boston biotechnology community. *Organization science*, 15(1), 5-21.
- Page, L. *et al.* The PageRank Citation ranking: bringing order to the Web. 1999
- Pisano, G. (2006). Profiting from innovation and the intellectual property revolution. *Research Policy*, 35(8), 1122-1130.
- Pittaway, L., Robertson, M., Munir, K., Denyer, D., & Neely, A. (2004). Networking and innovation: a systematic review of the evidence. *International journal of management reviews*, 5(3-4), 137-168.
- Plunket, A., Cassi, L., Gallié, E. P., & Mérindol, V. (2013). Breakthrough inventions, firm characteristics and technological sector dynamics. In *35th DRUID Celebration Conference, Barcelona, Spain, June* (pp. 17-19).
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 116-145.
- Powell, W. W., & Sandholtz, K. W. (2012). Amphibious entrepreneurs and the emergence of organizational forms. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 6(2), 94-115.
- Quoniam, L., Kniess, C. T., & Mazieri, M. R. (2014). A patente como objeto de pesquisa em Ciências da Informação e Comunicação. *Encontros Bibliográficos: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 19(39), 243-268.
- Ramani, S., & De Looze, M. A. (2002). Using patent statistics as knowledge base indicators in the biotechnology sectors: An application to France, Germany and the UK. *Scientometrics*, 54(3), 319-346.
- Rentocchini, F., D'Este, P., Manjarrés-Henríquez, L., & Grimaldi, R. (2014). The relationship between academic consulting and research performance: Evidence from five Spanish universities. *International Journal of Industrial Organization*, 32, 70-83.
- Russo, S. L., SILVA, G. F. D., Serafini, M. R., Paixão, A. E., Nunes, M. A. S. N., & Silva, S. C. (2011). Capacitação em inovação tecnológica para empresários. *São Cristóvão*, 77-117.
- Sampson, R. C. (2007). R&D alliances and firm performance: The impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of management journal*, 50(2), 364-386.
- Santoro, G., Ferraris, A., Giacosa, E., & Giovando, G. (2018). How SMEs engage in open innovation: a survey. *Journal of the Knowledge Economy*, 9(2), 561-574.
- Schilling, M. A. (2015). Technology hocks, technological collaboration, and innovation outcomes. *Organization Science*, 26(3), 668-686.
- Schneider, J. W., & Borlund, P. (2004). Introduction to bibliometrics for construction and maintenance of thesauri. *Journal of Documentation*.

- Stanko, M. A., & Henard, D. H. (2017). Toward a better understanding of crowdfunding, openness and the consequences for innovation. *Research Policy*, 46(4), 784-798.
- Sun, Y., & Grimes, S. (2016). The emerging dynamics structure of national innovation studies: a bibliometric analysis. *Scientometrics*, 106(1), 17-40.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Vanz, S. A. D. S., & Stumpf, I. R. C. (2010). Procedimentos e ferramentas aplicados aos estudos bibliométricos. *Informação & Sociedade: estudos. João Pessoa, PB. Vol. 20, n. 2 (maio/ago. 2010), p. 67-75.*
- Weng, L. (2014). Information diffusion on online social networks. *Indiana University: Bloomington, IN, USA.*
- West, J., & Bogers, M. (2014). Leveraging external sources of innovation: a review of research on open innovation. *Journal of product innovation management*, 31(4), 814-831.
- YI, Huang; XI, Zhao. Trends of DDT research during the period of 1991 to 2005. *Scientometrics*, 2008, 75.1: 111-122.
- Yun, W. A. N. G., & Wenhsiang, L. A. I. (2017). Exploring the Influential Factors of Cluster Cooperation in Taiwan's Biotechnology Industry. *Journal of social and Administrative Sciences*, 4(2), 146-165.
- Zbuche, A., Pinzaru, F., Busu, M., Stan, S. O., & Bărgăoanu, A. (2019). Sustainable knowledge management and its impact on the performances of biotechnology organizations. *Sustainability*, 11(2), 359.
- Zhang, Y., & Li, H. (2010). Innovation search of new ventures in a technology cluster: the role of ties with service intermediaries. *Strategic Management Journal*, 31(1), 88-109.

4. ESTUDO 3

Redes de Cooperação Para Desenvolvimento Tecnológico no Segmento da Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio Vegetal: Um Estudo a Partir De Patentes

Resumo: Esta é uma pesquisa de natureza quantitativa descritiva que tem como objetivo examinar as redes de cooperação tecnológicas entre empresas, universidades e institutos de pesquisa no segmento de biotecnologia, a partir da análise de redes sociais (ARS) e medida da força mútua de relacionamento (medida de Salton). Como *proxy* de cooperação foi utilizada as patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82, do segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio. A busca ocorreu na base de dados *Derwent Innovation* pertencente a *Clarivate Analytics*. A primeira etapa da busca identificou 38.728 INPADOC (*International Patent Documentation Center*), ou famílias de patentes. Foram retiradas as patentes que já estavam classificadas em “*dead*” sendo que restaram 24.320 INPADOCs em “*alive*”. Por último, foi ajustado os nomes das empresas que possuíam subsidiárias para que os nomes ficassem unificados, restaram após esta etapa 4.489 INPADOCs. As redes de cooperação foram construídas utilizando o *software Gephi*. Os resultados demonstraram que a rede de cooperação em biotecnologia vegetal é dispersa e periférica, formada por empresas de atuação global e institutos de pesquisa considerados centro de excelência em seus países de origem. Foram identificados cinco *clusters* predominantes, sendo possível observar em cada um deles laços de cooperação fortes e diádicas entre alguns atores. A relevância desta pesquisa está na importância que a formação das redes de cooperação tecnológica têm para o setor de biotecnologia no desenvolvimento de novos produtos e inovações e, em específico, para o objetivo deste estudo, suas contribuições para o setor agrícola e para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Redes de cooperação tecnológica, patentes, inovação, análise de redes sociais

4.1 INTRODUÇÃO

As redes de cooperação interorganizacionais representam um importante meio para o desenvolvimento de inovações tecnológicas. A partir das redes de cooperação, é possível unir e recombina recursos-chave, tangíveis e/ou intangíveis, tais como o conhecimento, expertise, pessoal, infraestrutura, permitindo o compartilhamento de riscos e investimentos em P&D. (Gomes & Porto, 2017).

A seleção apropriada de um parceiro é importante para as organizações, pois a diversidade de conhecimento contribui para o desempenho da inovação (Powel Koput & Smith-Doerr, 1996; Beers & Zand, 2014). Nesse sentido, as universidades e institutos de pesquisa representam uma importante fonte de conhecimento externo para as empresas (Wang & Guan, 2011). A diversidade geográfica e as características dos atores de uma rede também podem contribuir para o estabelecimento de parcerias e para a troca de conhecimento (Jaffe, Trajtenberg & Henderson, 1993; Simard & West, 2006).

As redes de cooperação abrangem múltiplas organizações, cada uma com suas próprias características, estabelecendo relações de trocas de recursos entre os atores envolvidos. O núcleo dessas trocas é composto por ligações entre as organizações, que poderão ter características complexas e diversas. Diante desse cenário, faz-se oportuno o estudo das redes de cooperação sob a perspectiva da Análise de Redes Sociais (ARS) (Brenner, Cantner & Graf, 2013).

A análise de redes sociais trata das relações existentes entre um grupo de atores e permite identificar características e estruturas de um conjunto de relações complexas, por meio de cálculos estatísticos e sistemas gráficos (Newman, 2010).

Tratando-se especificamente da posição de um ator, há dois pontos de vista que em princípio são contrastantes: o primeiro, relacionado aos laços diretos, pois atores que ocupam posições centrais em redes altamente conectadas estão em posição de vantagem. Isso ocorre porque permitem amplo e imediato acesso aos recursos da rede, podendo alcançar dessa forma resultados inovadores superiores (Ahuja, 2000); a segunda perspectiva diz respeito aos laços indiretos, segundo os quais os recursos tendem a serem os mesmos a todos os membros de uma rede altamente conectada. Porém, o estabelecimento de conexões está representado por pontes entre os agrupamentos desconexos (Burt, 2004, 2001).

De acordo com Ahuja (2000), os laços diretos, geralmente formais, preveem a troca de recursos, conhecimentos e informações, enquanto nos laços indiretos, fluem apenas informações entre os contatos. De acordo com essas perspectivas, os laços diretos e indiretos impactam nos resultados de inovação.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é examinar as redes de cooperação tecnológica formadas pelas empresas, universidades e institutos de pesquisa, a partir das patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82 no segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal, utilizando a cientometria com análise de redes sociais. Contribuindo para o alcance do objetivo central deste estudo, foram elencados os seguintes objetivos específicos: (1) levantar as relações de cooperação a partir dos depósitos de patentes em cotitularidade ente empresas, universidades e Institutos de pesquisa classificados nas tecnologias do IPC C12N 15/82 (Segmento da Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio Vegetal); (2) Analisar as métricas de rede dos principais titulares das patentes depositadas em cotitularidade e (3) examinar a força das relações entre empresas, universidades e institutos de pesquisa nas redes de cooperação tecnológica.

Assim, compreender quem são os principais desenvolvedores tecnológicos no segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal, e quais são as principais redes de cooperação e a força das relações, são questões de significativa importância para os acadêmicos, os praticantes e para os formuladores de políticas públicas de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Esse assunto tem especial relevância para aqueles que são produtores e consumidores mundiais de alimentos com aplicação biotecnológica. Por fim, este estudo busca contribuir com seus resultados e gerar novas pesquisas a respeito do papel dos países em desenvolvimento nas redes de cooperação tecnológica.

4.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A partir do conceito da Inovação Aberta (IA), a importância da cooperação como um fator que impulsiona a inovação e o desenvolvimento tecnológico se tornou mais presente. Nesse modelo de gestão de inovação, os processos de troca de conhecimento ou tecnologia são fortemente sustentados por estratégias colaborativas, sejam por arranjos de parcerias formais ou não (Chesbrough, 2017).

O modelo de IA exige das organizações a abertura de suas fronteiras para a viabilização de inovações, a partir de combinações interna e externa de recursos, tendo-se em vista dois objetivos principais: absorver recursos externos e permitir que os internos não utilizados pelo negócio possam ser licenciados, evitando a perda dos investimentos realizados. (Chesbrough, 2006).

O paradigma da inovação aberta a partir da cooperação levou a um crescente interesse em compreender as estruturas de redes pertencentes aos fluxos de conhecimento e possíveis padrões estabelecidos (Sebestyén & Varga 2013; Bogers *et al.* 2017; Roper & Love 2018) e em particular

as influências das estruturas dessas redes formadas que possam resultar em inovação (Broekel & Hartog 2013; Boschma *et al.* 2014; Andrade Rojas *et al.* 2018). Definições recentes, de Chesbrough e Bogers (2014), enfatizam cada vez mais que a principal característica da inovação é a capacidade de organização de gerenciar os fluxos de conhecimento para que se possa definir a natureza da inovação em rede.

Segundo Costa e Porto (2013), o conceito de IA requer um modo de pensar diferente e suas formas de utilização são inúmeras, desde simples trocas colaborativas até atividades envolvendo outras empresas, clientes, fornecedores, ICTs, com a internalização e externalização de ideias e tecnologias. A interação entre empresas, universidade e ICTs, analisada pela ótica da Inovação Aberta (IA), ressalta a capacidade das organizações de articulação e uso de seus recursos internos e externos, como ideias, competências, projetos, infraestrutura, tecnologias, capital, patentes, dentre outros (Rogbeer, Almahendra, & Ambos, 2014).

Com a tendência crescente de colaborações para a inovação além das fronteiras organizacionais, a importância estratégica de explorar potenciais parceiros de tecnologia tem se tornado mais acentuada (Petroni, Venturini, & Verbano, 2012).

As organizações também têm buscado, com maior frequência, estabelecer parcerias com departamentos de universidades e institutos de pesquisa públicos e privados. Nesse contexto, abre-se o modelo da Hélice Tríplice, desenvolvido por Etzkowitz (1993) e Etzkowitz e Leydesdorff (1995). “A integração entre esses atores propõe uma relação dinâmica entre o Estado, a ciência realizada nas universidades e a tecnologia desenvolvida nas empresas” (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000, p.112). Essa teoria enfatiza que certo nível de interação entre esses três atores (universidades, indústrias e governo) pode criar um sistema eficaz para o desenvolvimento de inovações (Ivanova & Leydesdorff, 2014)

O setor de biotecnologia nesse cenário é, portanto, um terreno fértil para a formação de redes de cooperação tecnológica. Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) também já observavam, em suas pesquisas, que o desenvolvimento de inovações no setor de biotecnologia está diretamente relacionado ao estabelecimento de parcerias interorganizacionais e na formação de redes de inovação. Isso faz com que tal setor assuma papel importante do ponto de vista das estratégias de consolidação da economia baseada no conhecimento, por promover a competitividade, alavancar o crescimento em rede e criar empregos especializados (Barbosa & Paula, 2016).

Nota-se, portanto, um aumento considerável nos acordos de cooperação tecnológica e no intercâmbio de *know-how* entre as empresas (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), emergindo o interesse acadêmico sobre a Análise de Redes Sociais (ARS).

Sobre a perspectiva de ARS, alguns estudos exploraram os efeitos da posição que determinado ator ocupa em uma rede de inovação em relação aos próprios resultados da inovação. Sobre a posição dos atores, esses ocupam posições centrais em redes altamente conectadas e estão em posição de vantagem, ao permitirem amplo e imediato acesso aos recursos da rede. Dessa forma, possuem resultados inovadores superiores (Ahuja, 2000).

Segundo Burt (2000), os laços diretos, geralmente formais, pressupõem a troca de recursos, conhecimentos e informações, enquanto os laços indiretos fluem apenas informações entre os contatos. De acordo com essas perspectivas, os laços diretos e indiretos impactam nos resultados de inovação, porém os efeitos dos laços indiretos são moderados pela quantidade de laços diretos.

Bazzo e Porto (2013), em análise da evolução da rede de cooperação para desenvolvimento tecnológico da Petrobrás com universidades, institutos de pesquisa e outras empresas, deixaram evidente a importância do papel de universidades e institutos de pesquisa para o fortalecimento da rede e diminuição dos buracos estruturais.

Ao analisarem a relação entre ciência e tecnologia na área de nanotecnologia na China, a partir de patentes, Wang e Guan (2011) constataram que tanto os inventores mais ativos em patentear quanto os autores mais citados, em sua maioria, pertencem ao mesmo grupo. Essa descoberta sugere que podem existir efeitos complementares entre as atividades tecnológicas (patenteamento) e as atividades científicas (publicação). Segundo o Manual de Oslo (2010, p. 27):

Uma patente é um direito de propriedade sobre uma invenção, concedido por departamentos nacionais de patentes. Uma patente dá a seu detentor um monopólio (por certo período) sobre a exploração da invenção patenteada como contrapartida da divulgação (com o que se pretende permitir uma utilização social mais ampla da descoberta).

A patente constitui um direito temporário de exclusividade na exploração de uma nova tecnologia concedida pelo Estado. Essa concessão exige, como contrapartida do titular, a disponibilização da informação necessária para a obtenção da tecnologia objeto da proteção. O patenteamento resulta na revelação de invenções que poderiam ser mantidas em segredo, se não houvesse esse processo (Mayerhoff, 2013).

O mapeamento e a observação da ciência, por meio dos INPADCOS, são utilizados como fontes de informação tecnológica que auxiliam a identificação das características de uma área do conhecimento. Auxiliam também a identificação de seu estado da técnica, as suas tendências de mercado, bem como a posição dos países produtores de tecnologias (Maricato, Noronha & Fujimo, 2010).

Porto e Kannebley Jr. (2012) demonstraram a importância da identificação de tecnologias emergentes por meio de patentes, como uma nova forma de orientar os investimentos tecnológicos de um setor. A utilização de patentes e análise de suas citações é um importante maneira de identificação de tecnologias promissoras em diferentes áreas tecnológicas (Linares & Porto, 2016).

O planejamento e a previsão tecnológica, por meio de patentes, têm sido enfatizados como um processo essencial no gerenciamento estratégico de tecnologia, uma vez que patentes, quando bem planejadas, podem trazer bons retornos financeiros e possível posição de dominância tecnológica (Jeong & Yoon, 2015).

Considerando, portanto, o cenário acima descrito fundamentado em inovação aberta e a constituição de redes de cooperação tecnológica formadas pelas empresas, universidades e institutos de pesquisa no setor de biotecnologia este estudo teve como objetivo examinar as redes de cooperação tecnológica formadas pelas empresas, universidades e institutos de pesquisa, a partir das patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82, no segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal.

4.3 MÉTODO

Esta é uma pesquisa de natureza quantitativa descritiva visando examinar as redes de cooperação tecnológicas no segmento de biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal, a partir da análise de redes sociais (ARS) e medida da força mútua de relacionamento (medida de Salton). A seguir, apresenta-se as etapas de coleta e análise de dados.

4.3.1 Mapeamento e coleta da base de dados

Esta pesquisa iniciou com o mapeamento das patentes relacionadas ao IPC C12N – 15/82 - Mutação ou engenharia genética; DNA ou RNA concernentes à engenharia genética, vetores; uso de seus hospedeiros para células vegetais. O levantamento foi realizado na base de dados *Derwent Innovation* pertencente a *Clarivate Analytics*, e que cobre mais de 14,3 milhões de invenções, de 40 autoridades de emissões de patentes em todo o mundo.

Para evitar duplicidades associadas aos países de cobertura a pesquisa utiliza o INPADOC ao invés do depósito de patentes. O INPADOC é uma coleção internacional de patentes criado e mantido pelo *European Patent Office* (EPO). A família de patentes estendidas do INPADOC é descrita pelo EPO como uma coleção de documentos de patentes que cobrem

uma mesma tecnologia. Membros de uma família de patentes estendida têm, pelo menos, uma prioridade em comum com, pelo menos, um outro membro direto ou indireto.

4.3.2 Estruturação da base de dados

Para coleta dos dados foram delimitados como parâmetros de extração: (a) IPC *current* C12N 15/82 – Mutação ou engenharia genética; DNA ou RNA concernentes à engenharia genética, vetores; uso de seus hospedeiros para células vegetais, e (b) Período de aplicação de 1988 a 2018.

A primeira etapa da busca identificou 38.728 INPADOC (*International Patent Documentation Center*), ou famílias de patentes. A segunda etapa consistiu na exportação das informações recebidas da base de dados para uma planilha Excel, para que se pudessem filtrar as informações, consolidar o banco e iniciar as análises. Coletou-se os campos de informação das patentes: *Publication Number, Title, Title - DWPI, IPC - Current, IPC Current Full, Assignee - Standardized, Assignee - DWPI, Application Country, Priority Country, Cited Refs - Patent, INPADOC Legal Status, Application Year, Publication Year, INPADOC Family Members, Abstract and Claims*.

A terceira etapa consistiu na parametrização da planilha Excel, considerando somente as patentes classificadas como “*alive*”, pois não interessava, para esta pesquisa, as patentes que haviam sido negadas, arquivadas ou de domínio público, classificadas como “*dead*”. Esta etapa resultou em uma amostra de 24.320 documentos (INPADOC).

Na quarta etapa foi realizada a parametrização do campo “*assignee*”, que corresponde aos titulares das patentes, cuja natureza pode ser empresas, universidades e institutos de pesquisa. Essa escolha ocorreu para evidenciar a cooperação existente entre esses atores, sendo que se partiu do princípio de que se uma patente tem dois ou mais titulares, tal tecnologia foi desenvolvida em parceria. Desta etapa, identificou-se 4.489 INPADOC, que representam 10.222 titulares de patentes (*assignee*), formando a amostra final desta pesquisa.

Os 10.222 titulares (*assignee*) da rede de cooperação foram classificados conforme a sua natureza em três categorias. A primeira categoria com 6.702 titulares foi classificada como “Empresas” (65,56%). A segunda categoria com 1.583 titulares (15,48%) foi classificada como “Universidades” e por fim, a terceira categoria com 1.743 titulares (17,05%) foi classificada como “Institutos de Pesquisa”. Contudo, ainda foi identificado um agrupamento menor com 195 (1,9%) classificada como “Órgãos de governo”.

A quinta e última etapa consistiu em analisar os dados destes titulares por meio *software Gephi*, como ferramenta para construção, visualização e análise das redes sociais. Esta pesquisa utiliza-se dos seguintes termos para a compreensão do universo de patentes (figura 1).

Análise de redes sociais (ARS)	Técnica de análise que possibilita explorar diferentes entidades e/ou objetos de tal forma a determinar as características das suas relações e inferir sua real importância naquele contexto.
Cooperação tecnológica	Relação de apoio mútuo entre entidades que resulta no depósito de uma patente (cotitularidade). Será utilizado como proxy de cooperação, a identificação de dois ou mais titulares (<i>assignes</i>) na mesma patente.
Número da Patente (Publication Number)	Número da patente (INPADOC) quando realizado o depósito original.
Título da patente (Title)	Título original da patente.
Data de depósito (Application Date)	Data de depósito da patente.
IPC (IPC - Current)	Código IPC da patente e que caracteriza seu domínio tecnológico.
Titular da patente (Assigne - Standardized)	Depositante da patente.
Referências citadas (Cited Refs - Patent)	Código das patentes citadas.
INPADOC (INPADOC Family ID)	Código da família INPADOC das patentes.
Ano de depósito (Application Year)	Ano de depósito da patente.
Ano de publicação (Publication Year)	Ano de publicação da patente.
País de depósito (Application Year)	País de depósito da patente.
País de publicação (Publication Year)	País de publicação da patente.
Membros da família de INPADOCs (INPADOC Family Members)	Números das patentes depositadas em diferentes escritórios.
Resumo (Abstract)	Sumarização do conteúdo da invenção.
Reivindicações (Claims)	Reivindicações da patente contém o conteúdo da invenção que está sendo protegida.

Figura 1: Termos de compreensão do universo de patentes.

Fonte: Adaptado De Paulo (2017).

4.3.3 Análise dos dados a partir de análise de redes sociais (ARS)

Partindo da concepção de Borgatti *et al.*, (2009) que as instituições ou indivíduos estão inseridos em uma estrutura de relações e interações sociais, se torna importante analisar as relações entre esses atores. (Sternitzke *et al.*, 2009). A ênfase não está nas características (atributos) dos atores, mas sim, nas ligações entre os elos, sendo a unidade de observação composta pelo conjunto de atores e seus laços (Wasserman e Faust, 1994). Por sua vez, a análise de redes sociais trata das relações existentes entre um grupo de atores e permite identificar características e estruturas de um conjunto de relações complexas, por meio de cálculos estatísticos e sistemas gráficos (Newman, 2010). Para a construção, visualização e análise das redes de cooperação foi utilizado o *software Gephi*, versão 0.9.2.

Dentre as inúmeras medidas que descrevem o estudo de redes em relação a sua melhor caracterização dos nós, seus relacionamentos e importância deles, optou-se por um conjunto de métricas que permitissem identificar padrões de comportamento e suas comunidades (Figura 2).

Termos	Definições
Nó ou vértice	Elemento básico ou agente local de uma rede.
Aresta ou ligação	É a ligação entre dois ou mais nós em uma rede. Laços podem ser dirigidos ou não e ter valores conforme a força da ligação entre os nós.
Redes	Redes são conjuntos de nós conectados por arestas. Redes são equivalentes a grafos.
Rede bipartida	Representação de uma rede em que os vértices possuem mais de uma aresta. Em tal rede, há dois tipos de vértices, um representando os vértices originais e o outro representando os grupos a que pertencem.
Grau	Número de arestas que estão ligadas a um nó.
Centralidade do grau (<i>Degree centrality</i>)	É utilizada como medida de conectividade de um nó, sendo um modo de mensurar a popularidade de um nó, utilizado também para avaliar os nós que são centrais no que diz respeito à divulgação de informações e capacidade de influência da sua "vizinhança" imediata (Newman, 2010; Zhang, 2010).
Grau ponderado médio	Representa o número de conexões ponderadas que, em média, os nós de uma rede possuem. Similar ao grau médio, mas, para sua medida, utilizam-se os pesos das arestas em seu algoritmo para, então, definir o peso dos nós.
Triangulações	Processo no qual dois nós que possuem ligação em comum com outro nó também se conectam em algum momento na rede social. Também conhecido pelo termo fechamento triádico.
Rede Ego	Refere-se ao foco em um nó individual e duas relações. Uma rede tem tantas redes ego quanto sua quantidade de nós.
Centralidade da proximidade (<i>Closeness centrality</i>)	Baseada na noção de distância, pode ser considerada uma medida que pode ser interpretada como o cálculo do tamanho médio de todos os caminhos mais curtos de um nó para todos os outros nós na rede. Ou seja, quantos saltos, em média, que leva para chegar a qualquer outro nó. É uma medida do alcance, isto é, a velocidade com a qual a informação pode atingir outros nós a partir de um determinado nó inicial (Zhang, 2010).
Centralidade da intermediação (<i>Betweenness centrality</i>)	Forma de mensurar o potencial de controle de como um nó com elevada "intermediação" é capaz também de atuar como um controlador no fluxo de recursos, por exemplo: informações, dinheiro ou poder, entre outros nós que ele se conecta (Newman, 2010). Esta medida de centralidade é puramente uma medida estrutural da popularidade, eficiência e poder em uma rede, ou seja, o ator mais conectado ou centralizado é também o mais popular, eficiente ou poderoso.
PageRank	O <i>PageRank</i> é uma medida muito conhecida na web pois deu origem ao Google, conhecido atualmente como uma das principais ferramentas de busca na internet. Brin e Page (2012) ao desenvolverem o Google criaram um algoritmo de busca, fazendo forte uso da estrutura presente nos hipertextos presentes nas páginas da Web. O <i>PageRank</i> funciona na Web porque uma página que tem apontamentos (conexões) a partir de páginas importantes em outros lugares é uma boa indicação de que sua página pode também ser importante (Newman, 2010). O algoritmo <i>PageRank</i> também é utilizado em análises de redes sociais como uma função similar às demais de centralidade, sendo utilizada para apontar os vértices mais importantes na rede tanto quantitativamente quanto qualitativamente.

Figura 2: Estatísticas de redes (métricas)

Fonte: Adaptado De Paulo (2017).

Por último, foi utilizado o indicador da medida de Salton para definir a força relativa do elo de colaboração mútua entre dois titulares (Glanzel, 2001; Zhou & Glanzel, 2010). Esta medida permite identificar o quão exclusivo ou dependente é a relação de cooperação entre dois atores. Xue *et al.* (2017) afirmam que a frequência de interação e o intercâmbio recíproco potencializam a força do relacionamento entre duas entidades e, consequentemente, a força da relação influencia significativamente o desenvolvimento de inovações tecnológicas.

A medida é calculada pelo total de patentes conjuntas divididas pela raiz quadrada do produto de patentes dos dois titulares. Nessa medida, a força mútua da relação de cooperação FMR_{ij} é mensurada da seguinte forma:

$$FMR_{ij} = CM_{ij} / \sqrt{TP_i \times TP_j}$$

onde, CM_{ij} é o número de patentes em colaboração mútua entre os titulares i e j , e TP_i e TP_j são totais de patentes de cada titular, respectivamente.

Além da força mútua das relações de cooperação, também será avaliada a dependência unilateral de cada titular sobre aquela relação de parceria. Essa medida é uma adaptação da afinidade de cooperação proposta por Glänzel (2000, 2001) e Glänzel e Schubert (2001), no qual a dependência unilateral da relação de cooperação DUR_i ocorre da seguinte maneira:

$$DUR_i = CM_{ij} / TP_i$$

onde, CM_{ij} é o número de patentes em colaboração mútua entre os titulares i e j , e TP_i é o número total de patentes do titular i . Essas análises permitirão apontar o quão um determinado titular é dependente ou tem exclusividade de cooperação com outro titular no desenvolvimento de tecnologias ligada ao IPC C12N 15/82.

A partir da categorização de cada um dos titulares, foi possível identificar qual perfil de cooperação é mais comum entre as entidades Universidade, Institutos de Pesquisa e Empresa. Para isso, foi proposta uma segmentação para a medida de Salton por faixas da força mútua da relação de cooperação (FMR), sendo tais intervalos definidos da seguinte forma: $0 \leq FMR1 \leq 0,25$; $0,26 \leq FMR2 \leq 0,50$; $0,51 \leq FMR3 \leq 0,75$ e $0,76 \leq FMR4 \leq 1$ conforme proposto por De Paulo (2019).

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Esta seção traz as análises das relações de cooperação entre empresas, universidades e institutos de pesquisa à luz da análise de redes sociais (ARS). Serão mapeados e caracterizados os principais *clusters* e suas relações de cooperação, bem como identificados os titulares com maior centralidade e influência. Posteriormente foram apresentadas as discussões e análises referentes as características da rede formada.

4.4.1 Análise da rede “Visão Geral” de cooperação de Biotecnologia verde/agrícola

Inicialmente foi construída a rede geral de cooperação (Figura 3), onde é possível ter a visão espacial de como estão distribuídas as parcerias. Observam-se grupos distintos, classificados por cores, os quais apresentam como uma das características, atores se relacionando de forma mais consistente em seus próprios clusters. Trata-se de uma rede denominada “Redes sociais descentralizadas” que funciona como várias redes centralizadas conectadas entre si, nas quais vários nós centralizam e distribuem a informação (Barabási, 2002).

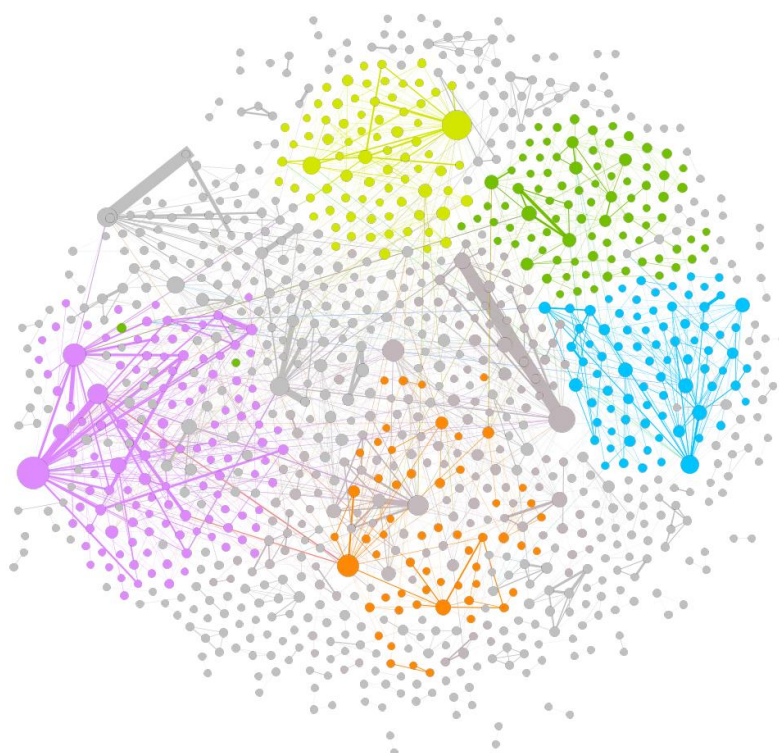


Figura 3 – “Visão Geral” da rede de cooperação
Fonte: Gephi

A rede geral tem 114 clusters com 1.072 atores entre empresas, universidades e institutos de pesquisa (nós) e 1.863 relações de parcerias (arestas), cada ator tem em média 3,46 (grau médio) conexões com seus parceiros. Já a intensidade das relações avaliada pelo grau médio ponderado indica que cada ator fez, em média, 13,82 relações de parcerias. O diâmetro da rede é 11 o que significa uma rede com muitos atores, porém pouco conectada com uma densidade de 3%. A rede constituída possui 92 componentes conectados, constituindo-se como uma rede esparsa com poucos atores conectados e parcerias pontuais que não se repetem. O coeficiente de *Clustering* médio ficou em uma escala mediana, onde metade dos nós são muito conectados e a outra metade não, quanto maior o coeficiente de *Clustering* menor a densidade, neste caso (Tabela 1).

Tabela 1 – Principais indicadores da rede geral de cooperação de biotecnologia vegetal

Métricas	Rede “Visão Geral”
Grau Médio	3,466
Grau Médio Ponderado	13,82
Número de clusters	114
Componentes conectados	92
Coefficiente de Clustering médio	0,575
Densidade dos grafos	0,003

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.2 Análise do "componente gigante" da rede de cooperação de biotecnologia verde/agrícola.

A rede “componente gigante” é o maior componente dentro da rede geral e também mais interconectada. A rede do componente gigante (Figura 4) possui 899 (nós) e 1.677 (arestas), o grau médio ficou ligeiramente superior com 3,998 e o grau médio ponderado aumentou para 16,117. O número de cluster diminui para 21, pois foram retirados componentes dispersos contidos dentro da rede, mantendo-se apenas 1 componente. O coeficiente de *Clustering* médio ficou ainda um pouco menor em 0,545, porém, a densidade melhorou para 5% (Tabela 2).

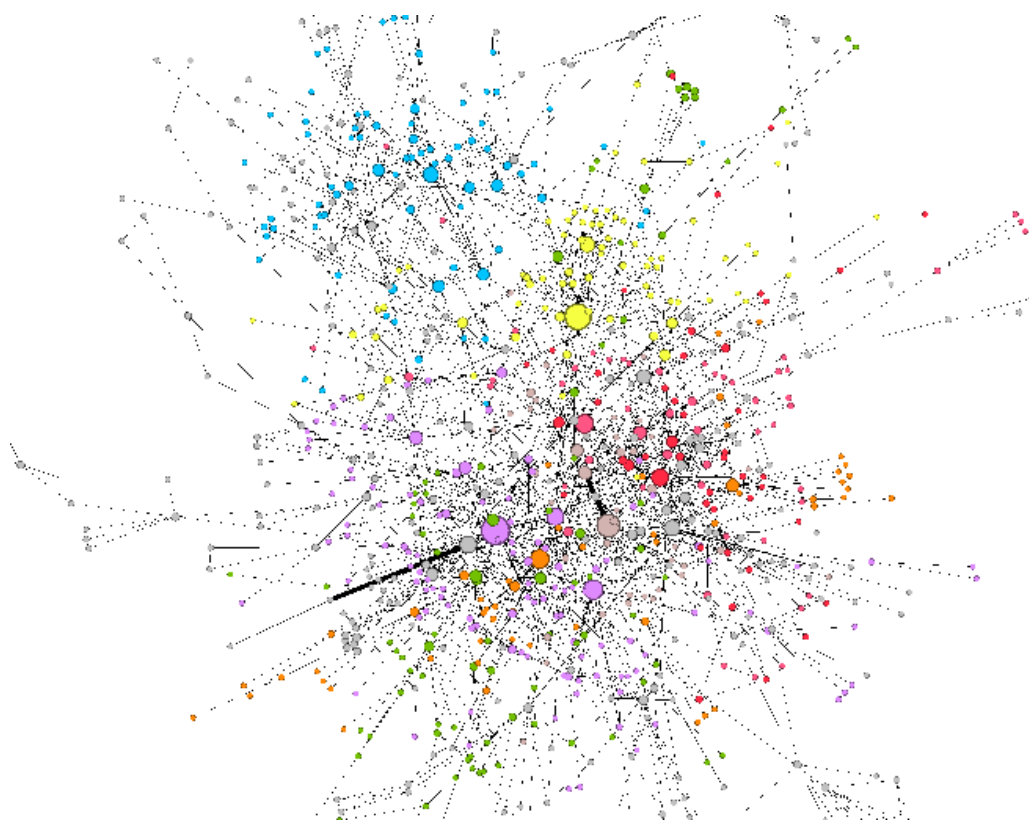


Figura 4 – “Componente Gigante” da rede de cooperação
Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 – Principais indicadores da rede de cooperação “componente gigante”

Métricas	Rede “Componente Gigante”
Grau Médio	3,998
Grau Médio Ponderado	16,117
Número de clusters	21
Componentes conectados	1
Coefficiente de Clustering médio	0,545
Densidade dos grafo	0,005

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.3 Análise das relações de cooperação

As empresas que possuem o maior número de patentes em cooperação dentro do IPC C12N 15/82 (Tabela 3) são a Du Pont (EUA) e Pioneer (EUA), com 421 patentes. Em seguida a Monsanto (Alemanha) e Stine Seed (EUA), com 418 patentes. Da terceira posição em diante, o número de patentes no campo tecnológico pesquisado fica abaixo de 100. Ressalta-se nesta lista a presença das universidades americanas Havard e MIT, com 31 parcerias entre si. Essas instituições têm um histórico de cooperação em diversas áreas, o que fez com que as universidades criassem um instituto de pesquisa, o Broad Inst. para facilitar a relação dos pesquisadores com empresas e outros institutos.

Destacam-se a predominância de empresas americanas com 3.314 patentes em cooperação (32,42%) e europeias com 3.091 (30,23%). Notabiliza-se neste contexto a Alemanha com 1.323 que representa 12,94% do total.

Tabela 3 – Principais parcerias da rede de cooperação que mais desenvolveram patentes

	Source	Target	Patentes em Cooperação
1	DU PONT CO LTD	PIONEER INT. CO LTD	421
2	MONSANTO TECHNOLOGY	STINE SEED COMPANY INC	418
3	DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	SANGAMO BIOSCIENCE INC	67
4	BAYER AG	BASF AG	62
5	INST COMMONWEALTH SCI & RES CORP	GRAINS RES & DEV. CORP	56
6	DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	FRAUNHOFER USA INC	51
7	DSM INTELLECTUAL PROPERTY ASSETS MANAGE	MARTEK BIOSCIENCE CORP	49
8	ABBOTT LABORATORIES	ABBVIE PHARMACEUTICAL	46
9	SYNGENTA BIOTECHNOLOGY INC	NOVARTIS AG	39
10	INST. BROAD INC	MASSACHUSETTS INST. TECHNOLOGY	38
11	STINE SEED COMPANY INC	ASGROW SEED CO	36
12	DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	UNIV. NEBRASKA	35
13	DIVERSA CORP	VERENIUM CORP	32
14	INST. BROAD INC	UNIV. HARVARD	31
15	MASSACHUSETTS INST. TECHNOLOGY	UNIV. HARVARD	31
16	AVENTIS CROPSCIENCE	BAYER AG	30
17	SUNTORY HOLDING LTD	INT FLOWER DEV PTY LTD	30
18	BASF AG	VERENIUM CORP	30
19	FLETCHER CHALLENGE FORESTS LTD	GENESIS RES & DEV.	30
20	AVESTHA GENGRAINE TECHNOLOGIES	QUANTE AG	30

Fonte: Elaborado pelo autor

Observou-se que embora Dupont e Pioneer e Monsanto e Stine mantenham relações muito fortes (figura 5A e 5B), estas não fazem parte dos cinco *cluster* selecionados, uma vez que possuem um relacionamento forte entre eles, porém com poucas conexões com os outros nós pertencentes a rede.

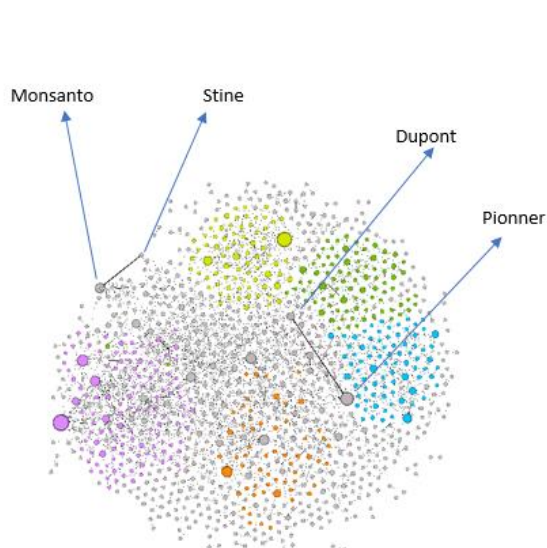


Figura 5A - “visão geral”
Fonte: Autor

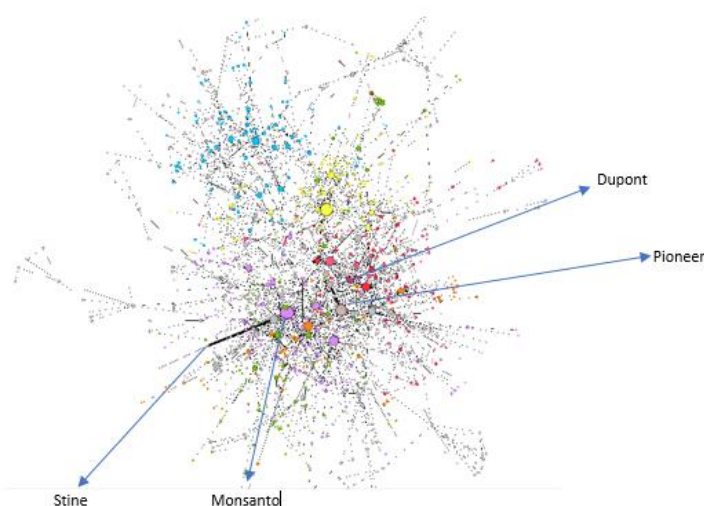


Figura 5B - “componente gigante”
Fonte: Autor

Aprofundando a análise do relacionamento entre a *Dupont* e *Pionner* (Figura 6), observa-se que suas relações, de forma geral, são diádicas. Seu agrupamento possui apenas 41 atores e 61 relações de parcerias respondendo por somente 3,82% da rede formada. Participam deste ecossistema diversas universidades americanas, dentre elas: universidade de Iowa, Califórnia, Carolina do Norte, Missouri, Rockefeller e Nova York.

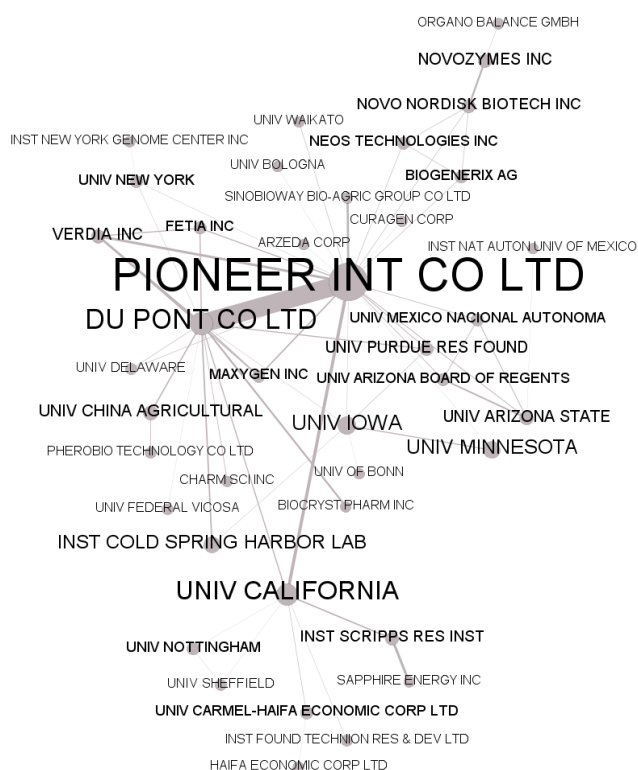


Figura 6 - Cluster formado entre Dupont e Pionner
Fonte: Gephi

O relacionamento entre a Monsanto e Stine (Figura 7) também apresenta parcerias diádicas. A rede formada contém 31 atores e 36 relações de parcerias representando 2,89% da rede geral. A Monsanto mantém relações um pouco mais diversificadas com outras empresas e universidades do que a Stine que teve apenas mais um parceiro a Asgrow Seed Co.

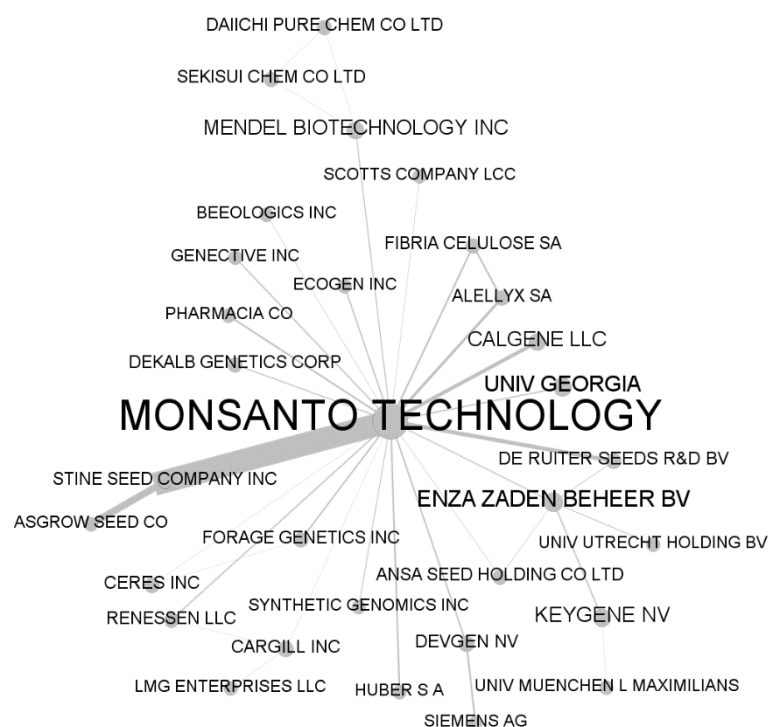


Figura 7 - Cluster formado entre Monsanto e Stine
Fonte: Gephi

4.4 Análise do *cluster* 1 (Europeu/Alemanha)

Observa-se neste *cluster* a predominância de empresas, universidades e institutos de pesquisa europeus com destaque para as organizações da Alemanha. A rede gerada tem 120 atores (nós) entre empresas (71), universidades (35) e instituto de pesquisa (14) e 178 relações de parcerias (arestas), em que cada ator da rede faz, em média, 17,03 relações de parcerias com 2,97 diferentes atores, já a densidade da rede é baixa (2,5%), demonstrando dispersão.

Entre os 20 principais atores do *cluster* Europeu/Alemanha (Tabela 4), a Basf lidera apresentando as melhores métricas, com 44 parceiros e estabelecendo 367 parcerias tecnológicas em 258 patentes em colaboração. A partir do *Pageranks* pode-se avaliar que a Basf faz suas parcerias com outros atores também considerados representativos dentro da rede, (Newman, 2010).

A Basf possui o maior número de parceiros dentro da rede, o que a faz ter a maior centralidade de conexões, dessa forma, mais recursos da rede uma organização pode acionar favorecendo outras situações de cooperação. Os atores centrais têm uma situação mais favorável, pois possuem mais alternativas para atender suas necessidades, uma vez que estabelecem e acumulam mais vínculos (Formanski, 2018). Nessa abordagem, a investigação dessas relações considera as obrigações e expectativas, pois são elas que sustentam a estrutura e na sua centralidade ou concentração surge confiança para constituir e manter os grupos formados. (Barboza & Laruccia, 2016). Complementarmente, empresas com melhor centralidade são as que possuem maior capacidade de inovar (Powell, Koput & Smith-Doerr, 1996; Shipilov & Li, 2008) e apontam para maior poder e influência dentro da rede (Brass, 1984).

A Basf possui também a maior centralidade de intermediação (*Betweenness centrality*) com um valor de 5.005,30. Esta é uma medida relativa, pois identifica com que frequência uma organização intermedeia a relação entre outras, o que significa que a Basf é muito importante e exerce controle e poder nas conexões com seus parceiros. Retirar a Basf da rede poderia fazer com que ela se desestruturasse, o que a torna relevante para o desenvolvimento tecnológico do IPC C12N 15/82.

A Basf realiza 33 triangulações dentro da rede, ou seja, parcerias realizadas conjuntamente entre outros atores. Pode-se constatar, também, a partir da centralidade de aproximação (*Closeness centrality*) que a troca de informação ocorre de forma rápida e há boa fluidez. Segundo Chesbrough e Bogers (2014), a principal característica da inovação é a capacidade de organização de gerenciar os fluxos de conhecimento para que se possa definir a natureza da inovação em rede.

A Syngenta, empresa Suíça agora controlada pela ChemChina, e a Bayer, alemã, são as outras duas empresas que se destacam nas métricas, embora com menos triangulações e contam com relações de cooperação com parceiros não tão importantes na constituição da rede quanto os da Basf, conforme identificado pelo *PageRank*. Isto indica que assim como a Basf, seus parceiros formam relações que tendem a contribuir mais com o desenvolvimento tecnológico em biotecnologia vegetal.

É interessante observar nesse *cluster* a EMBRAPA, brasileira, aparecer na quarta posição, com 50 relações com 17 parceiros. As universidades federais de Brasília e Rio de Janeiro, em conjunto com a universidade estadual de São Paulo, são os outros atores brasileiros nessa lista.

Tabela 4 – Métricas dos 20 principais atores da rede de cooperação Cluster 1 (Europeu/Alemanha)

	Id-Label	Total de Patentes	Patentes em Parceria	Degree	Weighted Degree	Closness centrality	Betweenness centrality	Pageranks	Triangles
1	BASF AG	1223	258	44	367	0,55608	5005,29048	0,10617	33
2	SYNGENTA BIOTECHNOLOGY INC	926	181	21	191	0,44074	2169,34524	0,05341	12
3	BAYER AG	832	178	20	186	0,44074	1793,52143	0,05259	11
4	EMBRAPA AGROPECUARIA BRASIL	42	40	17	50	0,40203	1476,33333	0,04190	10
5	UNIV GENT	48	35	11	31	0,41608	948,08333	0,02842	5
6	ABBOTT LABORATORIES	84	53	7	96	0,39799	193,68333	0,01638	8
7	UNIV COPENHAGEN	14	13	7	17	0,36281	802,97619	0,02007	2
8	VERENIUM CORP	49	49	6	94	0,39799	260,28571	0,01454	6
9	AVENTIS CROPSCIENCE	35	32	5	36	0,31071	119,50000	0,01408	3
10	INST MAX PLANCK GES	27	27	5	31	0,38889	269,74524	0,01431	2
11	CROP FARMING SERVICES CANADA	36	34	5	55	0,36728	121,00000	0,01270	4
12	CROPDESIGN ZWINJNAARDE BELGIUM	150	44	5	38	0,37778	171,16667	0,01286	3
13	ROTHAMSTED RES LTD	21	14	5	10	0,38387	282,16667	0,01400	2
14	UNIV QUEENSLAND TECHNOLOGY	26	15	5	17	0,31316	465,00000	0,01607	1
15	UNIV BRASILIA-UNB	8	8	4	15	0,28954	1,00000	0,00991	4
16	DIVERSA CORP	32	32	4	71	0,39535	26,28571	0,00965	5
17	INST GENETICS INC	16	16	4	58	0,36391	0,00000	0,00920	6
18	ABBVIE PHARMACEUTICAL	47	46	4	88	0,36391	0,00000	0,00920	6
19	UNIV FEDERAL RIO DE JANEIRO-UFRJ	6	6	4	11	0,32514	168,33333	0,01073	1
20	UNIV ESTADUAL SAO PAULO-USP	2	2	4	4	0,29024	118,50000	0,01088	2

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se a posição da empresa Basf e sua atuação de forma triangular dentro da rede (Figura 8). Porém dentre as suas conexões a principal é com a Bayer, com 47 patentes em parceria. Segundo Burt (2000), geralmente estas parcerias são formais e pressupõem uma troca maior de recursos, conhecimentos e informações, bem como laços fortes de relacionamento cujo contato é realizado mais frequentemente (Granovetter, 2005).

Outra relação que chama a atenção é entre a Syngenta e a farmacêutica Novartis (Suíça). As indústrias dos segmentos de agronegócio e farmacêutico, em muitos casos surgiram de um mesmo conglomerado empresarial e passaram por fortes processos de fusões e aquisições a partir da década de 90, com o objetivo de criar oportunidades que não seriam possíveis caso as empresas operassem separadamente (Damodaram, 2005).

Pode-se observar universidades e institutos de pesquisas brasileiros que estabelecem uma boa rede de relacionamento com a EMBRAPA, que ocupa uma posição central para as organizações brasileiras. Porém essas conexões são denominadas díades, pois apresenta pouca triangulação entre suas conexões, ocasionando bastante buracos ou lacunas estruturais. Uma rede com muitos buracos estruturais pode reproduzir nós desconectados uns contra os outros e gerar uma dependência ainda maior sobre si mesmo (Borgatti *et al.* 2009).

A Tabela 5 apresenta os 20 atores com a maior quantidade de parceiros e as principais métricas de ARS utilizadas nesta pesquisa. O Instituto Chinês Acadêmico de Shanghai possui a maior quantidade de parceiros (14), o maior número de parcerias (66) e 55 patentes em parceria para o escopo tecnológico de biotecnologia vegetal. Chama a atenção nesse ator seu alto valor de intermediação, significando que possui grande importância dentro dessa rede. O ator com intermedialidade elevada pode controlar as informações e o caminho que elas circulam na rede, portanto, tem grande influência sobre o fluxo de informações na rede (Hanneman, 2001). A velocidade com que a informação flui, neste instituto, também é a maior dentro do *cluster*, apesar de a informação fluir a uma velocidade regular entre os outros atores.

O Instituto *Genetics & Dev. Biolog.* desenvolveu 51 parcerias com 12 organizações, entretanto, há pouca triangulação. Destaca-se neste cluster os hospitais, que de maneira geral, estabelecem muitas triangulações em seus relacionamentos de cooperação, mesmo com poucos parceiros. Essa característica demonstra forte articulação e maior troca de conhecimento entre os parceiros.

Tabela 5 – 20 principais atores da rede de cooperação Cluster 2 (Asiático/Chinês)

	Id-Label	Total de Patentes	Patentes em Parcerias	Degree	Weighted Degree	Closness centrality	Betweenness centrality	Pageranks	Triangles
1	INST CHINESE ACADEMY SHANGHAI	80	55	14	66	0,384956	1.286.708.658	0,051718	4
2	BEIJING DABEINONG TECH GROUP	387	41	12	32	0,345238	657.715.476	0,044074	4
3	INST GENETICS & DEV BIOLOG CAS	256	51	12	51	0,360996	705.404.473	0,043098	6
4	INST BIOTECHNOLOGY RES INST CAAS	26	26	11	29	0,384956	879.200.289	0,03614	5
5	XINGWANG INVEST CO LTD	17	17	11	36	0,303136	594.630.303	0,025873	21
6	INST CROP SCIENCE CAAS	218	17	10	16	0,384956	931.872.078	0,033981	4
7	UNIV ZHEJIANG	162	22	10	20	0,324627	785.141.126	0,03994	0
8	INST SHENZHEN BGI RES	26		9	35	0,375	1.098.092.316	0,026291	9
9	FRONTIER AGRI-SCI INC	21	20	8	30	0,306338	242.158.225	0,023421	7
10	DONGGUAN BIOTECHNOLOGY LTD CO	1	1	7	7	0,237705	86	0,016033	15
11	INST HUNAN HYBRID RICE RES CENT	6	6	6	10	0,294915	417	0,020671	3
12	HOSP 309TH HOSP PLA	1	1	6	6	0,237057	0	0,013031	15
13	HOSP BEIJING PLA	1	1	6	6	0,237057	0	0,013031	15
14	HOSP LIBERATION ARMY GEN	1		6	6	0,237057	0	0,013031	15
15	HOSP PLA SECOND AFFILIATED	1	1	6	6	0,237057	0	0,013031	15
16	YANGZHOU YILIN BIOTECHNOLOGY			6	6	0,237057	0	0,013031	15
17	INST BOTANY CAS	85	5	5	6	0,335907	182.433.333	0,018172	2
18	INST JIANGSU ACAD AGRICULTURAL	8	8	5	6	0,288079	170.283.333	0,019034	0
19	INST WEIMING XINGWANG BEIJING	5	5	5	9	0,298969	127.657.576	0,014511	4
20	UNIV NORTHEAST AGRICULTURAL	62	9	5	9	0,32342	433.422.944	0,019034	0

Fonte: Gephi

A Figura 9 apresenta de forma gráfica a estrutura do *cluster* Asiático/Chinês. Destaca-se neste *cluster* o relacionamento de cooperação entre o Instituto *Genetics ACAS* e o Instituto *Chinese Academic Shanghai*. Esses dois atores possuem fortes vínculos de relacionamento e, juntos, desenvolveram 117 tecnologias para o desenvolvimento da biotecnologia vegetal. Esses dois institutos não estabelecem muitas triangulações em seus relacionamentos, demonstrando muitos buracos estruturais, porém, segundo Burt (2009), em alguns casos essa configuração pode demonstrar maior competitividade, como é o caso desses dois institutos que, juntos, desenvolveram 117 tecnologias para o IPC C12 15/82.

A biotecnologia tem aplicação em diversas áreas como farmacêutica, química e agronegócio, o que favorece a parcerias entre essas indústrias. Métodos de modificação genética por exemplo, podem ser utilizados para distintas áreas. O mercado biofarmacêutico vem mostrando um crescimento contínuo sob constante pressão pelo aumento da produtividade e pela necessidade de redução de custos. A produção de fármacos em sistemas agrícolas tem sido uma das grandes promessas da engenharia genética. (Rocha, & Marin, 2011).

Ressalta-se que os institutos de pesquisa atuam tanto no desenvolvimento da pesquisa básica quanto na aplicada e são atores importantes no sistema de inovação, pois auxiliam na resolução das necessidades da população local, assumindo o papel de agente transformador (Ribeiro, Salles-Filho, , & Bin, 2015).

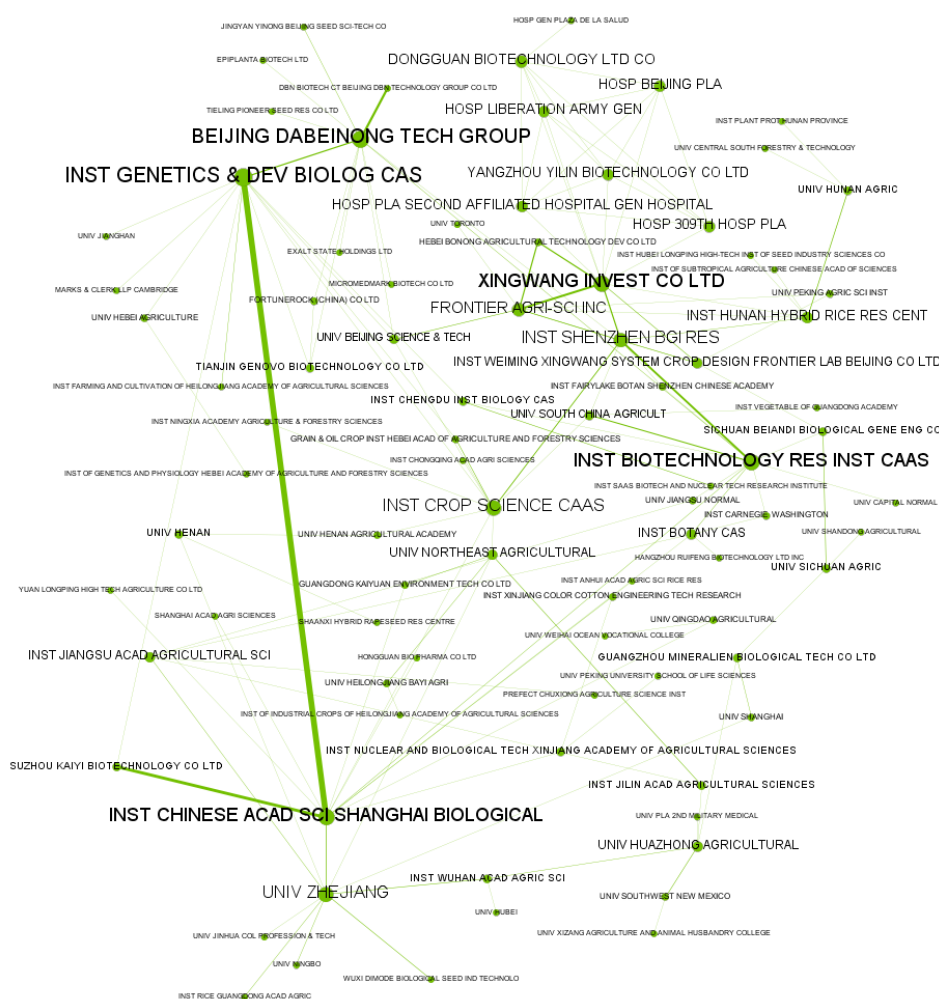


Figura 9 – Cluster 2 (Asiático/Chines) em forma gráfica
Fonte: Gephi

4.4.6 Análise *cluster* 3 (Asiático/Japonês)

Observa-se neste *cluster* a predominância de empresas, universidades e institutos de pesquisas japoneses. A rede gerada tem 80 atores (nós) entre empresas (44), universidades (13) e institutos de pesquisa (23) e 172 relações de parcerias (arestas). Cada ator da rede faz, em média, 13,17 relações de parcerias, com 4,3 diferentes atores. Já a densidade da rede é de 5,4%, maior que os demais clusters, porém ainda baixa, demonstrando novamente dispersão das 71 patentes.

Conjuntamente os *Institute National Agric. & Bio Oriented Res Org* (Tóquio) e o Instituto Nacional *Agrobio Sciences* (Tsukuba) desenvolveu o maior número de parcerias, totalizando 124. Porém, o Inst. Nat Agric. & Bio Oriented Res Org possui maior capacidade de intermediação demonstrando sua importância no fluxo de conhecimento nessa relação. Por

sua vez, a centralidade de aproximação mantém uma regularidade entre todos os atores do *cluster*.

O instituto de pesquisa *Agrobio SCI* da Bulgária é o único país europeu neste *cluster* e realizou 71 parcerias. Apesar da baixa capacidade de intermediação, o que indica baixa relevância na conexão do cluster como um todo, demonstrou habilidade e imbricamento em suas relações de cooperação com as empresas asiáticas, fato observável pelo volume de 24 triangulações. Destaca-se ainda neste *cluster* a Toyota, que desenvolveu 36 patentes, o que indica que há um setor desta indústria que vem atuando na área de biotecnologia vegetal. A Tabela 6 relaciona os 20 primeiros atores deste cluster.

Tabela 6 – 20 principais atores da rede de cooperação Cluster 3 (Asiático/Japonês)

	Id-Label	Total de Patentes	Total em Parceria	Degree	Weighted Degree	Closness centrality	Betweenness centrality	Pageranks	Triangles
1	INST NAT AGRIC & BIO ORIENTED RES ORG	39	53	23	96	0,473054	1035,45574	0,056152	39
2	INST NAT INST OF AGROBIO SCIENCES	20	20	17	28	0,481707	706,922147	0,042065	20
3	RIKEN KK	24	21	16	43	0,431694	817,672983	0,043587	14
4	INST NAT AGROBIO SCI	43	30	15	71	0,411458	306,871576	0,035098	24
5	INST NAT ADVANCED IND SCI & TECH	53	53	13	26	0,374408	496,42181	0,037023	8
6	INST NAT INST OF ADVANCED IND SCIEN	16	15	12	24	0,389163	425,620513	0,031757	8
7	NIPPON PAPER IND CO LTD	24	23	11	35	0,367442	244,415917	0,027266	19
8	UNIV TOKYO	10	10	10	51	0,431694	368,022677	0,024386	15
9	INST ADMINISTRATIVE AGENCY PUBLIC WORKS	9	9	9	16	0,401015	177,396841	0,023817	11
10	JUJO PAPER CO LTD	68	36	9	27	0,385366	53,680436	0,021025	20
11	TOYOTA CENTRAL RES & DEV	14	10	8	48	0,459302	403,979348	0,019541	11
12	UNIV TSUKUBA	99	45	8	14	0,383495	458,404762	0,02637	3
13	SUNTORY HOLDING LTD	25	22	6	45	0,340517	231,666667	0,018027	4
14	KUMIAI CHEM IND CO	27	25	6	28	0,372642	166,084199	0,018246	3
15	INST HOKKAIDO GREEN BIO	4	4	6	9	0,298113	8,655556	0,016512	9
16	INST NAT RES & DEV AGENCY AGRIC & FOOD	8	8	6	7	0,372642	161,049655	0,016747	4
17	SANWA KAGAKU KENKYUSHO CO	7	4	6	18	0,374408	12,633766	0,014179	12
18	UNIV HOKKAIDO	34	34	6	11	0,298113	85,555556	0,017891	6
19	INST BIO-ORIENTED TECHNOLOGY	3	3	5	22	0,352679	14,600333	0,013028	6
20	PREFECT OKAYAMA PERFECTURE	8	8	5	36	0,385366	43,52557	0,012832	4

Fonte: Gephi

Na Figura 10 podemos observar de forma gráfica as relações de cooperação deste *cluster*. Sobressai as diversas triangulações, demonstrando boa rede de conexão entre os atores, o que favoreceu o resultado da densidade um pouco mais elevada. Outro ponto que chama a atenção devido à forte triangulação é a baixa existência de buracos estruturais, com vários atores intermediários fortalecendo a rede de relacionamento e otimizando a troca de informações e

4.4.7 Análise *cluster* 4 (Europeu/França)

Observa-se neste *cluster* a predominância de empresas, universidades e institutos de pesquisa europeus, com destaque para a França. A rede gerada tem 77 atores (nós) entre empresas (23), universidades (29) e institutos de pesquisa (25) e 154 relações de parcerias (arestas), em que cada ator da rede se relaciona com quatro atores distintos e, em média essas parcerias se repetem, 9,79 vezes, já a densidade da rede é 5,3%, demonstrando novamente dispersão.

O instituto CNRS é o que possui o melhor conjunto de métricas referente à cooperação, atuando com 37 parceiros e possuindo 118 relações. Sua capacidade de intermediação é alta e demonstra importância, com relação a informação que circula dentro da rede. Sua retirada poderia desestabilizar as demais conexões. É um ator que trabalha em várias conexões, já que possui 32 triangulações e diminui a formação de buracos estruturais na rede. A centralidade de aproximação apesar de ser a maior deste *cluster* não destoa das demais e o que apresenta certa regularidade na velocidade das informações. Outra métrica que consolida essa análise é o *PageRank* que evidencia que o instituto CNRS possui vínculos com outros atores que estabelecem parcerias com outros nós relevantes.

O Instituto Agrônomo de Pesquisa (NRAE), ocupa a segunda posição e possui 49 relações e 26 parceiros, além de apresentar boa capacidade de intermediação com relevante número de triangulações. A Medicago, empresa canadense, se destaca neste cluster, pois possui 87 relações, a segunda maior de grupo. Essas relações foram estabelecidas com 10 parceiros, o que indica que a empresa adquiriu confiança em seus parceiros e acredita que essas são relevantes o suficiente para a continuidade do desenvolvimento tecnológico. Além disso os parceiros têm boas relações na rede, o que favoreceram para que a Medicago adquirisse boa centralidade de intermediação. A Tabela 7 relaciona os 20 maiores atores pertencentes ao *cluster* 4 (Europeu/França).

Tabela 7 – 20 principais atores da rede de cooperação Cluster 4 (Europeu/França)

	Id-Label	Total de Patentes	Total em Parceria	Degree	Weighted Degree	Closness centrality	Betweenness centrality	Pageranks	Triangles
1	INST CNRS CENT NAT RECH SCI	73	49	37	118	0,571429	1.487.894.737	0,117928	32
2	INST AGRONOMIQUE INST NAT RECH (NRAE)	49	31	26	49	0,496552	909.333.333	0,083284	18
3	INST VLAAMS INTERUNIVERSITAIR BIOTEC	8	7	16	20	0,486486	67.419.969	0,035995	17
4	MEDICAGO INC	149	58	10	87	0,426036	42.127.193	0,040751	4
5	BIOGEMMA SAS	25	19	8	15	0,439024	227.366.357	0,029522	5
6	INST LEUVEN RES & DEV	8	8	7	18	0,346154	171,5	0,023204	9
7	UNIV BRUXELLES	4	4	7	13	0,458599	49.533.024	0,020981	12
8	UNIV KU LEUVEN RES & DEV	3	4	6	14	0,344498	100,5	0,019165	9

9	INST FRANCAIS DE LA VIGNE ET DU VIN	2	2	6	9	0,455696	19.033.024	0,017947	11
10	UNIV PARIS VI PIERRE & MARIE CURIE	6	6	5	12	0,423529	9.366.357	0,015642	7
11	INST CURIE	2	2	5	6	0,423529	9.366.357	0,015614	7
12	UNIV BORDEAUX	3	3	5	8	0,423529	2.169.969	0,016052	6
13	UNIV STRASBOURG	2	2	5	8	0,45283	869.969	0,015126	9
14	MEIOGENIX	2	2	5	7	0,423529	9.366.357	0,015448	7
15	UNIV CLAUDE BERNARD LYON	6	3	5	16	0,423529	9.366.357	0,015575	7
16	UNIV KATHOLIEKE UNIV LEUVEN	3	3	4	8	0,261818	71	0,015125	3
17	UNIV ROUEN	18	14	4	45	0,387097	5	0,014816	4
18	UNIV LLEIDA	3	3	4	5	0,375	140	0,016502	2
19	INST BIOTECNOLOGIA UNAM	2	2	4	8	0,339623	0	0,012871	6
20	INST NAT SANTE RECH MED	2	2	4	5	0,421053	2.119.969	0,013374	3

Fonte: Gephi

Avaliando a Figura 11 observa-se que o Instituto CRNS é um polo central de relações de cooperação. Em parceria com a Medicago e a Universidade de Rouen (França), foram desenvolvidas 15 patentes, demonstrando que estas três organizações de naturezas distintas, buscam viabilizar seus projetos tecnológicos estabelecendo cooperação, a fim de otimizar os resultados e minimizar os riscos, além de ter acesso ao conhecimento externo à sua equipe. Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) já observavam em suas pesquisas que o desenvolvimento de inovações no setor de biotecnologia está diretamente relacionado ao estabelecimento de parcerias interorganizacionais e na formação de redes de inovação.

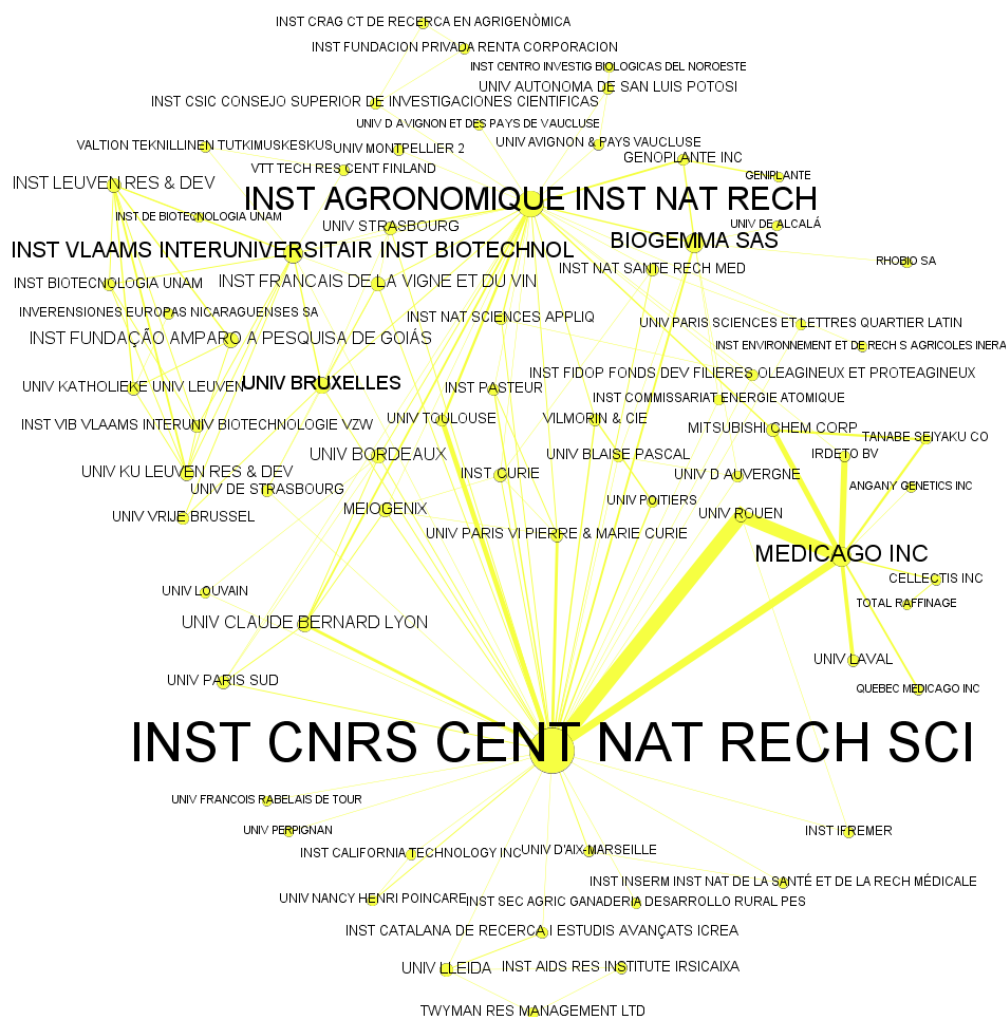


Figura 11 – Cluster 4 (Europeu/França) em forma gráfica
Fonte: Gephi

4.4.8 Análise *cluster 5* (Europeu/Sul Americano)

Observa-se neste *cluster* uma certa heterogeneidade de países, com predominância de empresas, universidades e institutos de pesquisa da Grã-Bretanha e Argentina, cujas organizações apresentaram as principais métricas. A rede gerada tem 57 atores (nós) entre empresas (24), universidades (18) e institutos de pesquisa (15) e 77 relações de parcerias (arestas), cada ator da rede estabeleceu, em média, 8,035 parcerias com 2,70 atores. A densidade da rede é de 4,8%, ou seja, demonstrando novamente uma rede dispersa. Isso ocorre pois há baixa triangulação entre os atores na rede, o que indica que há maior incidência de buracos estruturais.

O *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas* (CONICET) da Argentina apresenta 74 relações de parcerias para o desenvolvimento de 40 patentes em cooperação. Na sequência, a empresa *Plant Bioscience* da Grã-Bretanha, estabeleceu 62

relações de parcerias que originaram 75 patentes em cooperação com 11 triangulações. Isso indica que a empresa tem mais de uma patente com alguns parceiros e o alto valor de intermediação indica a relevância de suas conexões. É interessante notar, neste *cluster*, que tanto o instituto Argentino e a empresa Plant Bioscience, possuem o mesmo grau de centralidade (18), demonstrando a importância ou proeminência que ambos os atores, de forma individual, possuem dentro da rede (Freeman 1977, 1979; Borgatti 2005; Everett & Borgatti 2005; Owen-Smith & Powell 2004). Outro ponto a se ressaltar neste cluster é que de um modo geral as organizações apresentam uma regularidade na velocidade de troca de informação. A Tabela 8 demonstra os 20 primeiros atores da rede de cooperação que mais realizaram parcerias no *cluster* 5 (Europeu/Sul Americano).

Tabela 8 – 20 Principais atores da rede de cooperação Cluster 5 (Europeu/Sul Americano)

	Id-Label	Total de Patentes	Total em Parceria	Degree	Weighted Degree	Closness centrality	Betweenness centrality	Pageranks	Triangles
1	INST CONSEJO NAC INVEST CIENT TEC – CONICET	48	40	18	74	0,454545	730,6	0,110428	7
2	PLANT BIOSCIENCE CO LTD	95	75	18	62	0,528846	1.022.966.667	0,103636	11
3	UNIV WAGENINGEN	28	23	8	22	0,413534	316.766.667	0,044758	5
4	VENTRIA BIOSCIENCE INC	9	7	6	13	0,390071	123.233.333	0,033487	5
5	INST STICHTING LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK	23	23	6	29	0,390071	168	0,033968	5
6	UNIV NANJING AGRIC	254	20	5	11	0,371622	259	0,03903	0
7	UNIV FLORIDA	57	12	4	11	0,303867	158	0,027057	1
8	VALENTA-INTELLEKT LTD	2	2	4	4	0,390071	156	0,023581	3
9	UNIV NAC DEL LITORAL	14	14	3	31	0,395683	16,4	0,018058	2
10	UNIV VALENCIA POLITECNICA	16	16	3	12	0,319767	54	0,021174	1
11	BIOCERES INC	15	11	3	25	0,317919	0,5	0,018605	2
12	INST NAC INVESTIGACION MADRI INIA	5	3	3	5	0,321637	107	0,024016	0
13	INST BASIC SCIENCE	11	9	3	9	0,287958	107	0,023233	0
14	INST CPRO-DLO PLANTENVEREDELINGS	2	2	3	4	0,359477	0	0,017279	3
15	TIENSE SUIKERRAFFINADERIJ NV	2	1	3	3	0,359477	0	0,017279	3
16	INST APPLIED BIOTECHNOLOGY	5	5	2	2	0,283505	0	0,012908	1
17	MINERVA BIOTECHNOLOGIES CORP	1	1	2	2	0,283505	0	0,012908	1
18	KWEEK EN RESEARCHBEDRIJF AGRICO BV	5	5	2	6	0,298913	0	0,012178	1
19	UNIV GUIZHOU	8	2	2	2	0,275	54	0,018158	0
20	INST FOUND AGRIC RES SERVICE	7	7	2	14	0,357143	0	0,012383	1

Fonte: Gephi

A partir da rede gráfica, (Figura 12), pode-se observar que a *Plant Bioscience Co Ltd* recorre com certa constância a parcerias com institutos de pesquisa, já que dentre seus parceiros estão: o instituto *Stichting* da Holanda e o CONICET. Outro aspecto é que a empresa busca parcerias ao redor do mundo, já que além das instituições listadas acima, também desenvolveu projetos de P&D com a Univ. Nanjing Agriculture (China).

O CONICET tem muitas parcerias com atores de países cujo idioma é o espanhol, o que indica que a proximidade cultural foi um fator relevante para o desenvolvimento tecnológico.

consequentemente, a força dessa relação irá influenciar significativamente no desenvolvimento de inovações tecnológicas.

A parceria que possui o maior número de patente está entre a *Du Pont* e *Pionner*, porém a *Du Pont* possui, individualmente, 522 patentes e a *Pionner*, 3.056 patentes. Essa parceria pode ser claramente observada na Figura 4 como uma relação totalmente direta e extremamente forte, sobressaindo-se do aglomerado geral. Portanto, a força mútua de colaboração entre ambos é de 0,33, considerada baixa (FMR2) de acordo com a escala utilizada por De Paulo (2019). Já ao avaliar a relação de dependência de cada um desses indivíduos o portfólio de tecnologias da *Du Pont* é dependente em 80,65% da *Pionner* na área tecnologia C12N 15/82. Por outro lado, a *Pionner* tem dependência de somente 13,77% dessa parceria para o desenvolvimento de suas.

Na segunda posição, a *Monsanto*, com 4188 patentes, e a *Stine*, com 457, é outro exemplo semelhante, pois a força de relação mútua entre as duas empresas é baixa (FMR2), porém, a *Stine* tem uma relação de dependência muito alta, de 91.46%, ao passo que a *Monsanto* tem uma dependência de somente 9,98%.

Vale destacar as forças de relação mútua entre os Instituto *Broad* e as Universidades de *Harvard* e *Massachusetts*, em ambos os casos a força de Salton é alta (FMR4) sendo respectivamente entre *Broad* e *Univ. Massachusetts* (0,83) e entre *Broad* e *Harvard* (0,82). Por sua vez, a força de Salton entre *Univ. Massachusetts* e *Harvard* é menor FMR3 (0,66).

Outra cooperação interessante de mencionar e que está classificada no nível FMR3 (0,73) é entre a *Abbott Laboratories* e indústria biofarmacêutica *Abbvie Pharmaceutical*, ambas americanas, porém com uma dependência muito alta desta parceria pela *Abbvie Pharmaceutical* (0,97).

No nível mais baixo (FMR1) temos sete organizações, mas é interessante destacar a parceria entre as empresas *Basf* e *Bayer* no nível FMR1 (0,061) e mesmo observando o nível de dependência entre ambas pode-se verificar um nível muito baixo, respectivamente *Basf* (0,050) e *Bayer* (0,074).

Tabela 9: Medida de Salton e Força da Relação para os principais titulares da rede de cooperação

	Organização i	Organização j	Cmij	TPi	TPj	Resultado de Salton	Nível	Dependência Tpi	Dependência TPj
1	DU PONT CO LTD	PIONEER INT CO LTD	421	522	3056	0,33333	FMR2	0,80651	0,13776
2	MONSANTO TECHNOLOGY	STINE SEED COMPANY I	418	4188	457	0,30214	FMR2	0,09981	0,91466
3	DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	SANGAMO BIOSCIENCES	67	1050	91	0,21675	FMR1	0,06381	0,73626
4	BAYER AG	BASF AG	62	832	1223	0,06146	FMR1	0,07452	0,05070
5	INST COMMONWEALTH SCI & IND RES	GRAINS RES & DEV CORP	56	80	55	0,84423	FMR4	0,70000	1,01818
6	DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	FRAUNHOFER USA INC	51	1050	107	0,15215	FMR1	0,04857	0,47664

7	DSM INTELLECTUAL PROPERTY ASSETS	MARTEK BIOSCIENCES CORP	49	103	49	0,68973	FMR3	0,47573	1,00000
8	ABBOTT LABORATORIES	ABBVIE PHARMACEUTICAL	46	84	47	0,73210	FMR3	0,54762	0,97872
9	SYNGENTA BIOTECHNOLOGY	NOVARTIS AG	39	926	39	0,20522	FMR1	0,04212	1,00000
10	INST BROAD INC	UNIV MASSACHUSETTS	38	38	55	0,83120	FMR4	1,00000	0,69091
11	STINE SEED COMPANY INC	ASGROW SEED CO	36	457	48	0,24307	FMR1	0,07877	0,75000
12	DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	UNIV NEBRASKA	35	1050	51	0,15125	FMR1	0,03333	0,68627
13	DIVERSA CORP	VERENIUM CORP	32	32	35	0,95636	FMR4	1,00000	0,91429
14	INST BROAD INC	UNIV HARVARD	31	36	39	0,82733	FMR4	0,86111	0,79487
15	UNIV MASSACHUSETTS	UNIV HARVARD	31	55	39	0,66934	FMR3	0,56364	0,79487
16	AVENTIS CROPSCIENCE	BAYER AG	30	35	832	0,19655	FMR2	0,85714	0,03606
17	AVESTHA GENGRAINE TECH	QUANTE AG	30	38	30	0,95443	FMR4	0,78947	1,00000
18	BASF AG	VERENIUM CORP	30	1223	34	0,14712	FMR1	0,02453	0,88235
19	SUNTORY HOLDING LTD	INT FLOWER DEV PTY	30	99	30	0,64282	FMR3	0,30303	1,00000
20	FLETCHER CHALLENGE FORESTS	GENESIS RES & DEV	29	29	44	0,83986	FMR4	1,00000	0,65909

Fonte: Gephi

4.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível averiguar, a partir dos resultados, que há 1.072 empresas, universidades e institutos de pesquisa, que num esforço global, estão desenvolvendo novas possibilidades dentro da área tecnologia do IPC C12N 15/82 a partir da colaboração de P&D, que geraram 4.489 INPADOCS. Nesse sentido Ji, Barnett e Chu (2019) afirmam que atividades de inovação tecnológica no campo agrícola, a partir de plantas geneticamente modificadas (GM), são em geral realizadas pela interação de diferentes entidades sociais.

Nesta pesquisa o objetivo geral foi mapear as redes de cooperação constituídas para o desenvolvimento tecnológico no setor de biotecnologia a partir de patentes em cotitularidade do IPC C12N-15/82, segundo Porto e Kannebley Jr. (2012) identificar as relações interorganizacionais estabelecias a partir de tecnologias protegias por patentes em cotitularidade é uma forma de alavancar o desenvolvimento tecnológico e orientar os investimentos tecnológicos de um setor. Pode-se observar que a rede “visão geral” é dispersa, com baixo coeficiente de clusterização e densidade, pois apesar de possuir diversos atores, falta conectividade entre eles. Ao filtrar a rede “componente gigante” identificou-se um grande conglomerado de empresas que estão cooperando entre si. Porém, mesmo neste agrupamento a maioria dos atores são considerados periféricos e a maioria das relações são diádicas. Ao concentrar a análise em 5 clusters observou-se que as relações de cooperação estão voltadas

para algumas empresas multinacionais e institutos de pesquisas, que foram consideradas centrais para a rede. Independentemente de quem estiver no centro da rede dentro do campo dos estudos de inovação, os atores com alta centralidade serão considerados os mais "inovadores abertos" (Fleming e Waguespack 2007), uma vez que a posição estrutural dos atores dentro desses sistemas de rede é um importante indicador de sua capacidade de inovação aberta (Belussi *et al.* 2010; Cassi e Plunket 2013).

Referente ao objetivo específico 1, pode-se averiguar que as relações de cooperação não são estruturadas de forma equânime entre as empresas, universidades e institutos de pesquisa. As empresas são os maiores depositantes de patentes nesta área. Isso ocorre pois tradicionalmente são organizações que tem benefícios monetários com o depósito de patentes. De forma geral observa-se muitas patentes desenvolvidas entre multinacionais. Esse perfil de cooperação pode ser atribuído ao fato de serem empresas de grande porte e consolidadas no mercado, com grande capital investido em inovação e, conseqüentemente, presam pelo sigilo tecnológico prioritariamente como diferencial competitivo (Maisashvili *et al.*, 2016).

Os institutos de pesquisa e universidades, por sua vez, passam por uma mudança de paradigma em que buscam explorar cada vez mais o conhecimento gerado por parte de suas pesquisas. Atualmente a ação empreendedora é considerado atividade fundamental dessas instituições (Etzkowitz, 2016). A cotitularidade para as patentes, assim como a coautoria para análise de publicações científicas, se tornou um indicativo relevante de colaboração tecnológica (Sternitzke, Bartkowski & Schramm, 2008).

Apesar das empresas representarem 65,56% desse universo e as universidades e institutos de pesquisas somados representarem 32,53% fica evidente que as redes de cooperação tecnológica são fundamentais para empresas do setor de biotecnologia, dada a natureza competitiva e intensiva do conhecimento, tornando a rede uma das principais fontes de novos conhecimentos (Pisano, 2006). O ambiente altamente competitivo e aberto pode provocar a colaboração entre organizações, gerar e estimular os sistemas de inovação (Lundvall *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 2015) o que é fundamental para esse segmento.

Foi identificado um pequeno volume de patentes de órgãos governamentais, o que corrobora com a teoria da hélice tripla, de que o governo busca se integrar em ações de inovação para facilitar e incentivar o processo de desenvolvimento tecnológico (Etzkowitz & Klofsten, 2005).

No objetivo 2 observou-se, a partir das métricas de rede extraídas dos clusters avaliados, identificou-se que as empresas com mais destaque são de países desenvolvidos, com ampla tradição na pesquisa e no mercado de produtos agrícolas, como Estados Unidos e Alemanha.

Por sua vez ao avaliarmos os institutos de pesquisa e universidades, observa-se que dentre as principais estão instituições advindas do Brasil e da Argentina. Esse resultado corrobora com Basso, Porto e Gonçalves (2021) que observaram uma tendência dos pesquisadores brasileiros a desenvolver pesquisas voltadas à agricultura buscando atender a uma demanda latente do mercado e, por sua vez, está inserida na agenda de fomento governamental.

Vale ressaltar que universidades e institutos de pesquisa públicos desempenham um importante papel não só na geração de novos conhecimentos tecnológicos, mas também na sua difusão. Ao analisar redes locais observa-se que as organizações públicas de pesquisa são atores-chave nas redes regionais de inovadores, tanto em termos de produção de patentes, quanto em termos de centralidade de sua posição nas redes (Graf & Henning, 2009). Organizações públicas de pesquisa bem conectadas dentro da rede de inovação são essenciais para o desempenho de inovações tecnológicas (Graf, 2011). A atuação de universidades e institutos de pesquisa depende das características que cada país define em seus modelos para o setor de biotecnologia como o fortalecimento dos Institutos CNRS e Agrônômico da França e as universidades Japonesas.

Empresas consideradas inovadoras na área Dupont, Pionner e Monsanto estabeleceram muitas parcerias, porém com poucas organizações. Segundo Burt (2000) esta é uma característica peculiar nos modelos de negócios, que geram laços fortes onde as relações são mais próximas, com contatos mais frequentemente ou de forma mais intensa (Granovetter, 2005). Neste ponto, vale observar a luz conceitual que relações com essas características remetem ao constructo confiança que é gerado com o desenvolvimento de comportamentos cooperativos entre as partes e a melhoria do desempenho (Adami & Verschoore, 2014).

A distância geográfica não atua como um impedimento para a cooperação tecnológica no segmento da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal, fica claramente identificado que a atuação em rede das empresas, universidades e institutos de pesquisa nesse ecossistema cooperativo é global. Este aspecto confirma os achados de Nieto e Santamaria (2007), Duysters e Lokshin (2011), Lin (2012) e Beers e Zand (2014), onde afirmam que multiplicidade organizacional dos parceiros em redes de cooperação, como a diversidade geográfica, têm impactos significativos sobre o desempenho de inovação das organizações.

Sobre o objetivo específico 3, que remete às forças mútuas de relação e suas respectivas relações de dependência, é preciso considerar que as discussões remetem à complexibilidade dos laços interorganizacionais existentes no ecossistema da biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal. Vale enfatizar que força mútua de relação permite identificar e medir

prioritariamente a intensidade de relação a frequência de interações entre os titulares dessas patentes e trocas recíprocas de conhecimento (Xue *et al.*, 2017).

Pode-se observar nas principais parcerias estabelecidas na rede, que sete relações são consideradas baixas (FMR1) como a relação entre a Bayer e a Basf. Já na outra extremidade, houve seis relacionamentos considerados muito elevados (FMR4) como os parceiros Diversa Corp com a Verenum Corp (0,97) com 32 patentes na mesma tecnologia. A força mútua de relacionamento é uma medida relativa dessa interação e apesar de ser um dos indicativos mais utilizados, é importante verificar também a dependência mútua entre esses atores, pois isso pode trazer indicativos mais realistas da parceria estabelecida.

Mantendo como exemplo os mesmos atores, a relação de parceria entre a Basf e a Bayer, Observou-se que a Bayer, com 74,54%, é mais depende desta parceria do que a Basf com 50,70%. Já na parceria entre a Diversa e a Verenum, ambas possuem alta dependência uma da outra, sendo a Verenum dependente 94% dessa relação e a Diversa dependendo 100%. Manter relações fortes e dependentes pode agilizar o desenvolvimento de novas patentes e criar, inclusive, relações de cooperação e confiança entre os parceiros (Alves & Pimenta-Bueno, 2014; Costa, Porto, & Plonski, 2010).

A partir dos resultados, temos elementos de reflexão e de discussão sobre as relações de cooperação no segmento de biotecnologia vegetal. As empresas, universidades e institutos de pesquisa realmente trabalham em conjunto no desenvolvimento de novas tecnologias, promovendo a produção, transferência e aplicação de conhecimento (Zhang *et al.*, 2016; Gao *et al.*, 2014). De forma específica, nota-se que a rede de cooperação tecnológica foram estabelecidos não só parcerias entre grandes instituições, mas há uma busca na capacidade de desenvolvimento das tecnologias promovidas por startups, universidades e/ou institutos de pesquisa, haja visto o caso da Basf e a EMBRAPA.

Portanto, pode-se inferir que na biotecnologia aplicada ao agronegócio vegetal o desenvolvimento de tecnologias protegidas por patentes tem sido realizado por meio da cooperação, corroborando com os achados de Freire (2014), de que a biotecnologia possui alta intensidade tecnológica e não se desenvolve sem a articulação entre os setores privado, público (governos/agentes) e acadêmico. A integração entre esses setores remete ao conceito de “Hélice Tripla”, que propõe uma relação dinâmica entre o Estado, as universidades e as empresas. Essa teoria enfatiza que determinado nível de interação entre esses três atores pode criar um sistema eficaz para o desenvolvimento de inovações (Ivanova & Leydesdorff, 2014).

A presente pesquisa apresenta as seguintes limitações: (1) está limitada ao IPC C12N 15/82 que, apesar de sua importância ao segmento agrícola, foi o recorte estabelecido dentro da

área de biotecnologia do agronegócio. (2) Não foram consideradas as relações de cooperação diferenciando matriz, subsidiária e/ou spin-off. (3) A parametrização dos nomes dos depositantes pode apresentar inconsistências em virtude do volume de dados.

Sobre as propostas de estudos futuros, vale elencar: (1) Avaliar sob a lente conceitual a estratégia adotada pelos atores, de acordo com os achados desta pesquisa, ao estabelecerem relacionamentos diádicos fortes; (2) identificar o escopo tecnológico presente nos clusters definidos por esta pesquisa.

REFERÊNCIAS DO ESTUDO 3

- Adami, V. S., & Verschoore, J. R. (2014). Confiança em relacionamentos interorganizacionais triádicos. *Revista Alcance*, 21(2), 350-368.
- Andrade Rojas et al. (2018). Innovation and network multiplexity: R&D and the concurrent effects of two collaboration networks in an emerging economy. *Research Policy*, 47(6), 1111-1124.
- Ahuja, G. (2000). The duality of collaboration: Inducements and opportunities in the formation of interfirm linkages. *Strategic management journal*, 21(3), 317-343.
- Ahuja, G., & Katila, R. (2001). Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study. *Strategic management journal*, 22(3), 197-220.
- Albert, M. B., Avery, D., Narin, F., & McAllister, P. (1991). Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents. *Research policy*, 20(3), 251-259.
- Alcácer, J., Gittelman, M., & Sampat, B. (2009). Applicant and examiner citations in US patents: An overview and analysis. *Research Policy*, 38(2), 415-427.
- Almeida, P., & Kogut, B. (1999). Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks. *Management Science*, 45(7), 905-917.
- Araújo, C. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em questão*, 12(1), 11-32.
- Arya, B., & Lin, Z. (2007). Understanding collaboration outcomes from an extended resource-based view perspective: The roles of organizational characteristics, partner attributes, and network structures. *Journal of management*, 33(5), 697-723.
- Balestrin, A., & Verschoore, J. (2016). *Redes de Cooperação Empresarial-: Estratégias de Gestão na Nova Economia*. Bookman Editora.
- Barboza, A. P. C., & Laruccia, M. M. (2016). Redes de Inovação: Os efeitos da colaboração em indústrias de petróleo e gás. *Revista de Administração da Unimep*, 14(1), 220-241.
- Barbosa, f. v., & Paula, h. c. (2016). Redes de Inovação em Biotecnologia: Relações de parceria e cooperação entre os atores.

- Ji, J., Barnett, G. A., & Chu, J. (2019). Global networks of genetically modified crops technology: a patent citation network analysis. *Scientometrics*, 118(3), 737-762.
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009, March). Gephi: an open-source software for exploring and manipulating networks. In *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media* (Vol. 3, No. 1).
- Bazzo, C., & Porto, G. (2013). Redes de cooperação da PETROBRAS: Um mapeamento a partir das patentes. *Turchi, L.; De Negri, J. and DE Negri, F. Impactos Tecnológicos das Parcerias da PETROBRAS com Universidades, Centros de Pesquisa e Firms Brasileiras. IPEA, Brasília. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_impactos_tecnologicos_parcerias.pdf.*
- Basso, F. G., de Paulo, A. F., Porto, G. S., & Pereira, C. G. (2020). Cooperative efforts on developing vaccines and therapies for COVID-19 Cooperative efforts for COVID-19. *bioRxiv*.
- Beers, C., & Zand, F. (2014). R&D cooperation, partner diversity, and innovation performance: an empirical analysis. *Journal of Product Innovation Management*, 31(2), 292-312.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2006). Complementarity in R&D cooperation strategies. *Review of Industrial Organization*, 28(4), 401-426.
- Belussi, F., Sammarra, A., & Sedita, S. R. (2010). Learning at the boundaries in an “Open Regional Innovation System”: A focus on firms’ innovation strategies in the Emilia Romagna life science industry. *Research policy*, 39(6), 710-721.
- Bengtsson, M., & Sölvell, Ö. (2004). Climate of competition, clusters, and innovative performance. *Scandinavian Journal of Management*, 20(3), 225-244.
- Blondel, V. D., Guillaume, J. L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*, 2008(10), P10008.
- Borgatti, S. P. (2005). Centrality and network flow. *Social networks*, 27(1), 55-71.
- Bogers, M., Zobel, A. K., Afuah, A., Almirall, E., Brunswicker, (2017). The open innovation research landscape: Established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, 24(1), 8-40.
- Brenner, T., Cantner, U., & Graf, H. (2013). Introduction: Structure and dynamics of innovation networks. *Regional Studies*, 47(5), 647-650.
- Broekel, T., & Hartog, M. (2013). Explaining the structure of inter-organizational networks using exponential random graph models. *Industry and Innovation*, 20(3), 277-295.
- Burt, R. S. (2000). The network structure of social capital. *Research in organizational behavior*, 22, 345-423.
- Burt, R. S. (2001). Closure as social capital. *Social capital: Theory and research*, 31-55.

- Burt, R. S. (2004). Structural holes and good ideas. *American journal of sociology*, 110(2), 349-399.
- Burt, R. (2012). Structural Holes [1992]. *Contemporary Sociological Theory*, 204, 9780429494468-63.
- Cantner, U., & Graf, H. (2006). The network of innovators in Jena: An application of social network analysis. *Research Policy*, 35(4), 463-480.
- Cockburn, I. M., & Henderson, R. M. (1998). Absorptive capacity, coauthoring behavior, and the organization of research in drug discovery. *The Journal of Industrial Economics*, 46(2), 157-182.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- Chesbrough, H. W., & Appleyard, M. M. (2007). Open innovation and strategy. *California management review*, 50(1), 57-76.
- Chesbrough, H., & Prencipe, A. (2008). Networks of innovation and modularity: a dynamic perspective. *International Journal of Technology Management*, 42(4), 414-425.
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation. *New Frontiers in Open Innovation*. Oxford: Oxford University Press, Forthcoming, 3-28.
- Chesbrough, H. (2017). The future of open innovation: The future of open innovation is more extensive, more collaborative, and more engaged with a wider variety of participants. *Research-Technology Management*, 60(1), 35-38.
- Graf, H. (2011). Gatekeepers in regional networks of innovators. *Cambridge Journal of Economics*, 35(1), 173-198.
- Cronin, B. (2001). Bibliometrics and beyond: some thoughts on web-based citation analysis. *Journal of Information Science*, 27(1), 1-7.
- Chueke, G. V., & Amatucci, M. (2015). O que é Bibliometria? Uma introdução ao fórum. *Internext*, 10(2), 1-5.
- Cohen, W. M. (2010). Fifty years of empirical studies of innovative activity and performance. *Handbook of the Economics of Innovation*, 1, 129-213.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management science*, 48(1), 1-23.
- Côrtes, M. R., Pinho, M., Fernandes, A. C., Smolka, R. B., & Barreto, A. L. (2005). Cooperação em empresas de base tecnológica: uma primeira avaliação baseada numa pesquisa abrangente. *São Paulo em Perspectiva*, 19(1), 85-94.
- Dahlander, L., & Gann, D. M. (2010). How open is innovation? *Research policy*, 39(6), 699-709.

- Da Costa, P. R., Porto, G. S., & Feldhaus, D. (2010). Gestão da cooperação empresa-universidade: o caso de uma multinacional brasileira. *Revista de Administração Contemporânea*, 14(1), 100-121.
- Da Cunha Lemos, D., & Cario, S. A. F. (2017). Os sistemas nacional e regional de inovação e sua influência na interação universidade-empresa em Santa Catarina. *REGE-Revista de Gestão*, 24(1), 45-57.
- DeCarolís, D. M., & Deeds, D. L. (1999). The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: An empirical investigation of the biotechnology industry. *Strategic Management Journal*, 20(10), 953-968.
- Demirkan, I., & Demirkan, S. (2012). Network characteristics and patenting in biotechnology, 1990-2006. *Journal of Management*, 38(6), 1892-1927.
- De Melo Maricato, J., Noronha, D. P., & Fujino, A. (2010). Análise bibliométrica da produção tecnológica em biodiesel: contribuições para uma política em CT&I. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 15(2), 89-107.
- De Paula Santana, É. E., & Porto, G. S. (2009). E agora, o que fazer com essa tecnologia? Um estudo multicasco sobre as possibilidades de transferência de tecnologia na USP-RP. *Revista de Administração Contemporânea*, 13(3), 410-429.
- Desidério, P. H. M., & Zilber, M. A. (2014). Barreiras no processo de transferência tecnológica entre agências de inovação e empresas: observações em instituições públicas e privadas. *Revista Gestão & Tecnologia*, 14(2), 101-126.
- Dias, A. A., & Porto, G. S. (2014). Como a USP transfere tecnologia? *Organizações & Sociedade*, 21(70), 489-507.
- Dias, A. A., & Porto, G. S. (2013). Gestão de transferência de tecnologia na Inova Unicamp. *Revista de Administração Contemporânea*, 17(3), 263-284.
- Duysters, G., & Lokshin, B. (2011). Determinants of alliance portfolio complexity and its effect on innovative performance of companies. *Journal of Product Innovation Management*, 28(4), 570-585.
- Dyer, J. H., & Singh, H. (1998). The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *Academy of management review*, 23(4), 660-679.
- Estrella, A., & Bataglia, W. (2013). A influência da rede de alianças no crescimento das empresas de biotecnologia de saúde humana na indústria brasileira. *Organizações & Sociedade*, 20(65).
- Etzkowitz, H. (1993). Enterprises from science: The origins of science-based regional economic development. *Minerva*, 31(3), 326-360.
- Etzkowitz, H. (2013). Anatomy of the entrepreneurial university. *Social Science Information*, 52(3), 486-511.

- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Everett, M., & Borgatti, S. P. (2005). Ego network betweenness. *Social networks*, 27(1), 31-38.
- Fleming, L., & Sorenson, O. (2004). Science as a map in technological search. *Strategic Management Journal*, 25(8-9), 909-928.
- Fleming, L., & Waguespack, D. M. (2007). Brokerage, boundary spanning, and leadership in open innovation communities. *Organization science*, 18(2), 165-180.
- Freeman, L. C. (1977). A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 35-41.
- Freeman, L. C., Roeder, D., & Mulholland, R. R. (1979). Centrality in social networks: II. Experimental results. *Social networks*, 2(2), 119-141.
- Frenken, K., Ponds, R., & Van Oort, F. (2010). The citation impact of research collaboration in science-based industries: A spatial-institutional analysis. *Papers in regional Science*, 89(2), 351-271.
- Gao, J., & Bernard, A. (2018). An overview of knowledge sharing in new product development. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(5), 1545-1550.
- Glänzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, 51(1), 69-115.
- Ghesti, G. F., de Melo, L. R., Santos, L. C. X., Giordano, M. C., & Pereira, W. E. L. Principais Aspectos Da Proteção Das Cultivares No Contexto Nacional E Internacional. 1-388.
- Guan, J., & Wei, H. (2015). A bilateral comparison of research performance at an institutional level. *Scientometrics*, 104(1), 147-173.
- Guan, J., Zhang, J., & Yan, Y. (2015). The impact of multilevel networks on innovation. *Research Policy*, 44(3), 545-559.
- Guedes, V. L., & Borschiver, S. (2005). Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. *Encontro Nacional de Ciência da Informação*, 6(1), 18.
- Hair, J., Babin, B., Money, A., & Samouel, P. (2005). *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Bookman Companhia Ed.
- Hall, B. H., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of economics*, 16-38.
- Hagedoorn, J. (1993). Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. *Strategic management journal*, 14(5), 371-385.

- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., & Vopel, K. (1999). Citation frequency and the value of patented inventions. *Review of Economics and statistics*, 81(3), 511-515.
- Ho, M. H., & Cheo, H. Y. (2014, July). Analyzing the brokerage roles of stakeholders in a technological network: A study of GMO plant technologies. In *Proceedings of PICMET'14 Conference: Portland International Center for Management of Engineering and Technology; Infrastructure and Service Integration* (pp. 3144-3154). IEEE.
- Hussler, C., & Ronde, P. (2009). Investing in networking competences or establishing in hot spots? The innovation dilemma. *Journal of technology management & innovation*, 4(4), 1-13.
- INPI. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Disponível em <https://www.gov.br/inpi/pt-br>: Acesso em 23 de julho de 2020
- Ivanova, I. A., & Leydesdorff, L. (2014). Rotational symmetry and the transformation of innovation systems in a Triple Helix of university–industry–government relations. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 143-156.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge Spillovers as evidenced by patent citations. *the Quarterly journal of Economics*, 108(3), 577-598.
- Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (2002). *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*. MIT press.
- Jensen, R., & Thursby, M. (2001). Proofs and prototypes for sale: The licensing of university inventions. *American Economic Review*, 91(1), 240-259
- Jeong, Y., & Yoon, B. (2015). Development of patent roadmap based on technology roadmap by analyzing patterns of patent development. *Technovation*, 39, 37-52.
- Ji, J., Barnett, G. A., & Chu, J. (2019). Global networks of genetically modified crops technology: a patent citation network analysis. *Scientometrics*, 118(3), 737-762.
- Katz, J. S., & Hicks, D. (1997). How much is a collaboration worth? A calibrated bibliometric model. *Scientometrics*, 40(3), 541-554.
- Lado, A. A., Paulraj, A., & Chen, I. J. (2011). Customer focus, supply-chain relational capabilities and performance: evidence from US manufacturing industries. *The International Journal of Logistics Management*, 22(2), 202-221.
- Laursen, K., Reichstein, T., & Salter, A. (2011). Exploring the effect of geographical proximity and university quality on university–industry collaboration in the United Kingdom. *Regional studies*, 45(4), 507-523.
- Lavie, D., & Miller, S. R. (2008). Alliance portfolio internationalization and firm performance. *Organization science*, 19(4), 623-646.
- Lerner, J. (1994). The importance of patent scope: an empirical analysis. *The RAND Journal of Economics*, 319-333.

- Leung, A. K. Y., Maddux, W. W., Galinsky, A. D., & Chiu, C. Y. (2008). Multicultural experience enhances creativity: The when and how. *American psychologist*, 63(3), 169.
- Leung, A. K. Y., & Chiu, C. Y. (2010). Multicultural experience, idea receptiveness, and creativity. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 41(5-6), 723-741.
- Linares, I. M. P., De Paulo, A. F., & Porto, G. S. (2019). Patent-based network analysis to understand technological innovation pathways and trends. *Technology in Society*, 59, 101134.
- Lin, W. T. (2012). Family ownership and internationalization processes: Internationalization pace, internationalization scope, and internationalization rhythm. *European Management Journal*, 30(1), 47-56.
- Liyanage, S. (1995). Breeding innovation clusters through collaborative research networks. *Technovation*, 15(9), 553-567.
- Lundvall, B. Å., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation, and competence building. *Research Policy*, 31(2), 213-231.
- Maisashvili, A., Bryant, H., Raulston, J. M., Knappek, G., Outlaw, J., & Richardson, J. (2016). Seed prices, proposed mergers, and acquisitions among biotech firms. *Choices*, 31(4), 1-11.
- Maricato, Noronha & Fujimo, (2010). Análise bibliométrica da produção tecnológica em biodiesel: contribuições para uma política em CT&I. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 15(2), 89-107.
- Marquardt, M.J., 2013. The Global Advantage. Routledge, TX, USA.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <https://www.gov.br/pt-br/servicos/solicitar-registro-de-propriedade-intelectual-de-vegetais-protecao-de-cultivares> . Acesso em 23 de julho de 2020.
- McMillan, G. S., Narin, F., & Deeds, D. L. (2000). An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology. *Research policy*, 29(1), 1-8.
- Mitze, T., & Strotebeck, F. (2019). Determining factors of interregional research collaboration in Germany's biotech network: Capacity, proximity, policy? *Technovation*, 80, 40-53.
- Mowery, D. C., Oxley, J. E., & Silverman, B. S. (1996). Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. *Strategic management journal*, 17(S2), 77-91.
- Narin, F., Hamilton, K. S., & Olivastro, D. (1997). The increasing linkage between US technology and public science. *Research policy*, 26(3), 317-330.
- Nederhof, A. J. (2006). Bibliometric monitoring of research performance in the social sciences and the humanities: A review. *Scientometrics*, 66(1), 81-100.
- Nerur, S. P., Rasheed, A. A., & Natarajan, V. (2008). The intellectual structure of the strategic management field: An author co-citation analysis. *Strategic Management Journal*, 29(3), 319-336.

- Newman, M. E. (2006). Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the national academy of sciences*, 103(23), 8577-8582.
- Nieto, M. J., & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6-7), 367-377.
- Noveli, M., & Segatto, A. P. (2012). Processo de cooperação universidade-empresa para a inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 9(1), 81-105.
- Okubo, Y. (1997). Bibliometric indicators and analysis of research systems.
- Oliveira, J. F. G. D., & Telles, L. O. (2011). O papel dos institutos públicos de pesquisa na aceleração do processo de inovação empresarial no Brasil. *Revista USP*, (89), 204-217.
- Marklund, G., Vonortas, N. S., & Wessner, C. W. (Eds.). (2009). *Innovation Imperative: National Innovation Strategies in the Global Economy*. Edward Elgar Publishing.
- Oerlemans, L. A., Knoben, J., & Pretorius, M. W. (2013). Alliance portfolio diversity, radical and incremental innovation: The moderating role of technology management. *Technovation*, 33(6-7), 234-246.
- Oliver, A. L. (2004). Biotechnology entrepreneurial scientists and their collaborations. *Research Policy*, 33(4), 583-597.
- Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2004). Knowledge networks as channels and conduits: The effects of spillovers in the Boston biotechnology community. *Organization science*, 15(1), 5-21.
- Pfaltzgraff, R. L., & Deghand, J. L. (1968). European Technological Collaboration: The Experience of the European Launcher Development Organization (ELDO). *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 7(1), 22-34.
- Pilkington, A., & Meredith, J. (2009). The evolution of the intellectual structure of operations management—1980–2006: A citation/co-citation analysis. *Journal of operations management*, 27(3), 185-202.
- Pinto, J. C., Mazieri, M. R., & Vils, L. (2017). Análise léxica automatizada em administração de empresas. *Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade*, 1-12.
- Pisano, G. (2006). Profiting from innovation and the intellectual property revolution. *Research policy*, 35(8), 1122-1130.
- Pittaway, L., Robertson, M., Munir, K., Denyer, D., & Neely, A. (2004). Networking and innovation: a systematic review of the evidence. *International journal of management reviews*, 5(3-4), 137-168.
- Plunket, A., Cassi, L., Gallié, E. P., & Méridol, V. (2013). Breakthrough inventions, firm characteristics and technological sector dynamics. In *35th DRUID Celebration Conference, Barcelona, Spain, June* (pp. 17-19).

- Porto, G. S., & Costa, P. R. D. (2013). Abordagens da inovação. *Gestão da Inovação e Empreendedorismo, Cap, 4*.
- Porto, G., Kannebley Jr, S., Baroni, J. P. M. T., & Romano, A. C. D. (2012). Subprojeto 3-Rotas tecnológicas e sistemas de inovação produto 03–Estrutura SASTec. *Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. FUNDACE–BNDES. Ribeirão Preto–SP*.
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard business review*, 73-91.
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative science quarterly*, 116-145.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of documentation*, 25(4), 348-349.
- Quevedo-Silva, F., Santos, E. B. A., Brandão, M. M., & Vils, L. (2016). Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação. *Revista Brasileira de Marketing*, 15(2), 246-262.
- Rentocchini, F., D'Este, P., Manjarrés-Henríquez, L., & Grimaldi, R. (2014). The relationship between academic consulting and research performance: Evidence from five Spanish universities. *International Journal of Industrial Organization*, 32, 70-83.
- Rogbeer, S., Almahendra, R., & Ambos, B. (2014). Open-innovation effectiveness: when does the macro design of alliance portfolios matter? *Journal of International Management*, 20(4), 464-477.
- Roper, S., & Love, J. H. (2018). Knowledge context, learning and innovation: an integrating framework. *Industry and Innovation*, 25(4), 339-364.
- Rosenkopf, L., & Almeida, P. (2003). Overcoming local search through alliances and mobility. *Management science*, 49(6), 751-766.
- Salton, G., & McGill, M. (1983). Introduction to modern information retrieval. New York: McGraw-Hill.
- Sampat, B. N., Mowery, D. C., & Ziedonis, A. A. (2003). Changes in university patent quality after the Bayh–Dole act: a re-examination. *International Journal of Industrial Organization*, 21(9), 1371-1390.
- Santoro, M. D., & Gopalakrishnan, S. (2000). The institutionalization of knowledge transfer activities within industry–university collaborative ventures. *Journal of Engineering and technology management*, 17(3-4), 299-319.
- Sampson, R. C. (2007). R&D alliances and firm performance: The impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of management journal*, 50(2), 364-386.
- Santos, S. C.; Sbragia, R.; Toledo, G. O modelo da Hélice Tríplice no desenvolvimento de um Arranjo Produtivo Local de micro e pequenas empresas de base tecnológica. *Revista Científica da FAI*, v.12, n.1, p.66-84, 2012.

- Schartinger, D., Rammer, C., & Fröhlich, J. (2006). Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants. In *Innovation, networks, and knowledge Spillovers* (pp. 135-166). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Schilling, M. A. (2015). Technology shocks, technological collaboration, and innovation outcomes. *Organization Science*, 26(3), 668-686.
- Schilling, M. A., & Phelps, C. C. (2007). Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation. *Management science*, 53(7), 1113-1126.
- Sebestyén, T., & Varga, A. (2013). Research productivity and the quality of interregional knowledge networks. *The Annals of Regional Science*, 51(1), 155-189.
- Shafique, M. (2013). Thinking inside the box? Intellectual structure of the knowledge base of innovation research (1988–2008). *Strategic Management Journal*, 34(1), 62-93.
- Small, H., & Garfield, E. (1985). The geography of science: disciplinary and national mappings. *Journal of information science*, 11(4), 147-159.
- Sorensen, J. B., & Stuart, T. E. (2000). Aging, obsolescence, and organizational innovation. *Administrative science quarterly*, 45(1), 81-112.
- Stanko, M. A., & Henard, D. H. (2017). Toward a better understanding of crowdfunding, openness and the consequences for innovation. *Research Policy*, 46(4), 784-798.
- Stepanenko, M. G. (1959). Methods of Improving Glass-Melting Tank Furnaces [in Russian],
- Sternitzke, C. (2009). Defining triadic patent families as a measure of technological strength. *Scientometrics*, 81(1), 91-109.
- Stuart, T. E. (2000). Interorganizational alliances and the performance of firms: a study of growth and innovation rates in a high-technology industry. *Strategic management journal*, 21(8), 791-811.
- Tödtling, F., Lehner, P., & Kaufmann, A. (2009). Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*, 29(1), 59-71.
- Van Beers, C., & Zand, F. (2014). R&D cooperation, partner diversity, and innovation performance: an empirical analysis. *Journal of Product Innovation Management*, 31(2), 292-312.
- Velho, L. (2011). Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação. *Sociologias*, 13(26), 128-153.
- Viana, F., Barros No, J., & Añez, M. (2014). Gestão da cadeia de suprimento e vantagem competitiva relacional nas indústrias têxtil e de calçados. *Gestão & Produção*, 21(4), 836-852.
- Weng, C. H., & Tang, Y. (2014). The relationship between technology leadership strategies and effectiveness of school administration: An empirical study. *Computers & Education*, 76, 91-107.

- White, H. D., & McCain, K. W. (1998). Visualizing a discipline: An author co-citation analysis of information science, 1972–1995. *Journal of the American society for information science*, 49(4), 327-355.
- Xue, C. T. S. (2017). A literature review on knowledge management in organizations. *Research in Business and Management*, 4(1), 30-41.
- Zhang et al., (2016). Identity mappings in deep residual networks. In *European conference on computer vision* (pp. 630-645). Springer, Cham.
- Zhao, S. L., Cacciolatti, L., Lee, S. H., & Song, W. (2015). Regional collaborations and indigenous innovation capabilities in China: A multivariate method for the analysis of regional innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 94, 202-220.
- Zitt, M., & Bassecoulard, E. (2004). Internationalization in science in the prism of bibliometric indicators. In *Handbook of quantitative science and technology research* (pp. 407-436). Springer, Dordrecht.
- Zhou & Glanzel, 2010. Zhou, P., & Glänzel, W. (2010). In-depth analysis on China's international cooperation in science. *Scientometrics*, 82(3), 597-612.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. (1998). Geographically localized knowledge: Spillovers or markets? *Economic Inquiry*, 36(1), 65-86.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Armstrong, J. S. (2002). Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1), 138-153.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta tese o objetivo central foi avaliar os fatores bibliográficos e patentários que são determinantes ao desenvolvimento das redes de cooperação no setor de biotecnologia, para tal, foram realizados três estudos. Os fatores conceituais convergentes (a partir da bibliografia) foram investigados a partir dos Estudos 1 e 2, já os fatores patentários foram investigados a partir do Estudo 3.

O Estudo 1 foi realizado objetivando identificar os fatores conceituais convergentes que conduziram os pesquisadores no construto “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia, nos últimos 30 anos. A partir deste levantamento, foi possível identificar os principais autores que se correlacionavam dentro do tema e que contribuíram para a construção das bases conceituais em redes de cooperação tecnológica e patentes em biotecnologia.

A principal contribuição do Estudo 1 foi a identificação de três fatores conceituais convergentes, a saber: (fator 1) o papel de centralidade da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação tecnológica; (fator 2) a patente como um recurso valioso que congrega e evidencia conhecimentos, inovações e rotas tecnológicas para a firma, suas redes e para a indústria, e; por fim, (fator 3) a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades, as tecnologias concebidas nas firmas e a disseminação para a indústria e para a sociedade de artigos, patentes e inovações.

O Estudo 2, por sua vez, foi conduzido com o objetivo de analisar a produção científica sobre a temática “redes de cooperação tecnológica e patentes” em biotecnologia, procurando complementar e ampliar os achados do Estudo 1, observando a relação de cooperação existente na produção científica entre os países. Com a análise de redes sociais, foi possível identificar grupos de parcerias, comprovando que a relação de cooperação é realmente uma prática utilizada no setor de biotecnologia, resultando na cooperação em pesquisas para o desenvolvimento tecnológico e que essas pesquisas foram intensificadas a nível global, a partir da década de 2000, com destaque para a China e Taiwan. Foi possível também verificar que: a) a direção das empresas volta-se à busca de recursos para complementação de habilidades e competências; b) as universidades são um importante ator nesse ecossistema cooperativo; c) as patentes geradas podem ser um indicador da intensidade alcançada na relação de cooperação, pois é o resultado tangível de todo esforço cooperativo, contribuindo para a vantagem competitiva das empresas, e; d) os Estados Unidos são um grande *hub*, com extensa rede de cooperação global e com forte atuação de seus pesquisadores na publicação de artigos científicos em cooperação.

O Estudo 3 remete a reflexão inicial desta tese sobre o desafio que é para a humanidade manter o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente, sendo que as dificuldades enfrentadas pelo setor agrícola frente as fortes alterações climáticas trazem desafios no cultivo das lavouras. Devido a este cenário, o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas (GM), conduzidas principalmente pelo setor de biotecnologia, são uma alternativa para a crescente demanda de alimentos associado as incertezas e inseguranças no plantio das safras agrícolas.

Diante desse contexto, foi desenvolvido o Estudo 3 que buscou examinar as redes de cooperação tecnológica formadas pelas empresas, universidades e institutos de pesquisa, utilizando a cientometria com análise de redes sociais. Para entender este fenômeno, optou-se por focar em uma das mais promissoras tecnologias de melhoramento genético aplicadas no momento, a patente de mutação genética denominada sob o IPC C12N 15/82. Os direitos de propriedade intelectual são mecanismos institucionais importantes que podem assegurar e garantir a apropriabilidade dos esforços de inovação direcionados ao desenvolvimento de sementes geneticamente modificadas. (Ferrari, Dal-Poz & Silveira, 2016).

Foi possível averiguar, a partir dos achados do Estudo 3, que grandes empresas globais e institutos de pesquisa considerados centros de excelência em seus países de origem estão desenvolvendo novas possibilidades inovativas dentro dessa tecnologia. Atualmente, há 10.222 titulares ou seja, empresas, universidades e institutos de pesquisa trabalhando de forma colaborativa e já foram depositas 4.489 INPADOCs, ou seja, patentes e famílias de patentes dentro da tecnologia do IPC C12N 15/82.

Vale destacar que a rede gerada no Estudo 3 (Figura 4 – “visão geral”) é periférica e dispersa com poucos atores dominando o desenvolvimento de patentes dentro da tecnologia do IPC C12N 15/82. Porém, esses atores são empresas com atuação global, tendo ainda universidades e institutos de pesquisa de reputação internacional. Entretanto, há quatro atores em específico que se sobressaem, pois atuam em conjunto sem participar ativamente da rede como um todo. Dupont e Pionner são uma dessas relações de parceria em destaque, com 421 patentes produzidas em cooperação, outro destaque é a relação de parceria entre a Monsanto e Stine com 418 patentes produzidas em parceria.

A concentração de empresas nesse segmento iniciou-se a partir da década de 1990, com a forte atuação das “*big six companies*” (Monsanto, Syngenta, Du Pont, Dow, Bayer e Basf) em fusões e aquisições (F&A). Isso ocorreu devido à forte competitividade do setor na busca por inovações a fim de garantir e ampliar seus mercados e, também, porque começou a haver uma

sobreposição de patentes no setor de sementes que foi atenuado pelas F&A conduzidas, principalmente, por essas “*big six companies*” (Marco & Rausser, 2008).

Ainda no Estudo 3, foi possível evidenciar cinco *clusters* que foram elencados a partir do grau de centralidade, ou seja, pelo o número de nós que determinado ator possuía. Todos os cinco *clusters* possuem peculiaridades, como, por exemplo, os *clusters* europeus com predominância para Alemanha e França e o asiático, com Japão e China. A Alemanha trabalha forte com empresas globais e a França predominantemente com institutos de pesquisa, já Japão e China, desenvolvem muitas tecnologias a partir de suas universidades e institutos de pesquisa.

Independentemente do arranjo formado pela rede de cooperação, as interações entre universidades e empresas visam a produção de conhecimento, envolvendo relações diretas entre elas (Schartinger *et al.*, 2012). Para que se efetive um fluxo contínuo na aquisição desse conhecimento, Santoro e Gopalakrishnan (2000), observaram, em suas pesquisas, que é necessário a institucionalização do conhecimento nas relações cooperativas, pois os processos de troca e aquisição são influenciados tanto pelos aspectos organizacionais (estrutura e cultura), quanto pelas características do conhecimento, como apropriação e transferência em rede do conhecimento.

Como resultado integrador desta tese, fica evidente, a partir dos estudos realizados, a importância das redes de cooperação para o desenvolvimento da produção científica e de tecnologias protegidas por patentes no setor de biotecnologia, especificamente as tecnologias de mutação ou engenharia genética denominada sob o IPC C12N-15/82, destacando-se a participação das empresas, universidades e institutos de pesquisa como atores centrais deste ecossistema.

Os três estudos colaboraram para que se pudesse compreender quais são os fatores bibliográficos e patentários determinantes para o desenvolvimento das redes de cooperação no setor de biotecnologia. O Estudo 1, oferecendo de forma sistêmica uma pesquisa que identifica os constructos na construção do tema. O Estudo 2, oferecendo também de forma sistêmica, uma pesquisa de como o tema é pesquisado e publicado no âmbito global e, por fim, o Estudo 3, a partir de tecnologias protegidas por patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82, onde foi possível compreender de que forma estão estruturadas essas redes de cooperação.

5.1 MATRIZ CONTRIBUTIVA

A seguir, a Figura 1 traz a Matriz Contributiva (MC), com a síntese dos resultados, contribuições, limitações e proposta de pesquisas futuras de cada estudo desta tese.

QUESTÃO CENTRAL DE PESQUISA			
Quais são os fatores bibliográficos e patentários determinantes ao desenvolvimento das redes de cooperação no setor de biotecnologia?			
OBJETIVO GERAL			
Avaliar os fatores bibliográficos e patentários que contribuem para o desenvolvimento das redes de cooperação no setor de biotecnologia.			
CONCLUSÃO PARTICULARIZADA			
Síntese dos resultados	Contribuições para o avanço do conhecimento	Limitações	Proposta de estudos futuros
Estudo 1 – Foi identificado três fatores convergentes conceituais que contribuíram para a construção do tema “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia.	Demonstrar que os fatores convergentes conceituais estão presentes: (1) no papel de centralidade da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação tecnológica; (2) a patente como um recurso valioso que congrega e evidencia conhecimentos, inovações e rotas tecnológicas para a firma, suas redes e para a indústria; e (3) a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades, as tecnologias concebidas nas firmas e a disseminação para a indústria e para a sociedade de artigos, patentes e inovações	Estar focada no setor de biotecnologia.	Avançar para outros campos do conhecimento.
Estudo 2 – Foi possível identificar os principais países que mais publicaram artigos científicos sobre “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia.	A bibliometria proporcionou um mapeamento por país das publicações científicas globalmente. A partir das métricas extraídas da análise de redes sociais constatou-se que os Estados Unidos exercem um papel central na publicação de artigos científicos atuando como um grande <i>hub</i> . A medida de Salton demonstrou como estão distribuídas as forças de relacionamento entre os países e novamente apontaram que os Estados Unidos conseguem ter abrangência global sem depender unicamente de alguma parceria.	Estar centrada na produção de artigos científicos no nível de países sobre “redes de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia.	Aprofundar mais a pesquisa considerando o nível 2 (universidades) e o nível 3 (pesquisadores).
Estudo 3 – Os resultados permitiram compreender que a “rede de cooperação tecnológica” no setor de biotecnologia tomando como objeto de estudo as patentes que estão dentro da tecnologia do IPC C12N 15/82 são realizados por grandes empresas, universidades e institutos de pesquisa ao redor do mundo.	O mapeamento da rede de cooperação com o IPC C12N 115/82 demonstrou que a rede de cooperação formada é dispersa e pulverizada. Empresas de atuação global, universidades e institutos de pesquisa considerados centros de excelência em seus países de origem dominam o desenvolvimento de tecnologias no IPC C12N 15/82. Destaca-se que poucas empresas detêm a maioria das patentes e que estas poucas empresas se relacionam de forma forte e diádica.	Estar limitado ao IPC C12N 15/82 e não considerar as relações de cooperação entre matriz, subsidiária e/ou spin-off.	Aprofundar a pesquisa considerando as subsidiárias e/ou spin-off.
CONCLUSÃO INTEGRADORA			
<p>Como resultado integrador desta tese, foi possível evidenciar a importância das RCT para o setor de biotecnologia, tendo as empresas, universidades e institutos de pesquisa como atores principais nesses laços cooperativos. A presente tese apresenta seu ineditismo metodológico estruturado em uma pesquisa bibliométrica com análise fatorial, análise de redes sociais e força mútua da relação de cooperação (Medida de Salton), bem como pelo mapeamento das RCT que utiliza como <i>proxy</i> de cooperação – entre as empresas, universidades e institutos de pesquisa – as patentes em cotitularidade do IPC C12N 15/82, referente ao agronegócio vegetal. Os resultados apresentados no Estudo 1, revelaram contribuições teóricas inéditas sobre os fatores conceituais determinantes ao desenvolvimento das RCT no setor de biotecnologia, a saber: (fator 1) o papel da firma de biotecnologia na articulação dos conhecimentos, inovações e tecnologias produzidos e disseminados nas redes de cooperação; (fator 2) a patente como um fator tecnológico importante, pois representa um recurso valioso que congrega e evidencia conhecimentos, inovações e rotas tecnológicas; e (fator 3) a pesquisa concebida como uma atividade em rede que promove a interseção entre a ciência produzida nas universidades e as tecnologias concebidas nas empresas. O Estudo 2 também revelou contribuições teóricas inéditas sobre fatores conceituais determinantes ao desenvolvimento das RCT no setor de biotecnologia, a saber: o mapeamento da produção científica global demonstrou que houve avanço nas publicações a partir da década de 2000, e países como o China e Taiwan agora estão presentes nesse cenário. Os Estados Unidos lideram o ranking de publicações e citações, possui a maior representatividade e é considerado um <i>hub</i> no cenário internacional. Observou-se que retirar os Estados Unidos da rede poderia desestruturar todo o sistema de cooperação, por outro lado, sua força de relacionamento (medida de Salton) é baixa demonstrando dispersão em suas publicações e pouca dependência de outros países. Por fim, os resultados apresentados no Estudo 3 revelaram contribuições teóricas e práticas inéditas sobre os fatores tecnológicos determinantes ao desenvolvimento das RCT no setor de biotecnologia, a saber: a rede formada pelo IPC C12N 15/82 é dispersa e periférica. Foi possível identificar cinco <i>clusters</i> predominantes e uma característica encontrada é que poucos titulares (<i>assignes</i>), dentro dos clusters, possuem fortes laços diádicos dominando o desenvolvimento dessa tecnologia. Empresas com atuação global e institutos de pesquisa considerados centros de excelência em seus países de origem participam ativamente dessa rede.</p>			

Figura 1- Matriz Contributiva (MC)

Fonte: o autor

REFERÊNCIAS GERAIS

- Chesbrough, H. W. (2006). The era of open Innovation. *Managing innovation and change*, 127(3), 34-41
- Chesbrough, H. (2017). The future of open innovation: The future of open innovation is more extensive, more collaborative, and more engaged with a wider variety of participants. *Research-Technology Management*, 60(1), 35-38.
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation. *New Frontiers in Open Innovation*. Oxford: Oxford University Press, Forthcoming, 3-28.
- Chen, D. Z., Dong, H. R., & Huang, M. H. (2010). A study of collaborations in solar cell science and technology. In *2010 IEEE International Conference on Management of Innovation & Technology* (pp. 794-799). IEEE.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management science*, 48(1), 1-23.
- Costa, P. D., Porto, G. S., & Silva, A. D. (2012). Capacidades dinâmicas de inovação e cooperação: aspectos da trajetória e da maturidade das multinacionais brasileiras. *XV SEMEAD*.
- De Paulo, A. F., Ribeiro, E. M. S., & Porto, G. S. (2018). Mapping countries cooperation networks in photovoltaic technology development based on patent analysis. *Scientometrics*, 117(2), 667-686.
- Dutrénit, G., & Arza, V. (2010). Channels and benefits of interactions between public research organisations and industry: comparing four Latin American countries. *Science and Public Policy*, 37(7), 541-553.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Produtos Agropecuários, disponível em <https://www.embrapa.br/produtos/cultivares> , Acesso em 30 junho de 2020
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Ferrari, V., Dal-Poz, M. E. S., & Silveira, J. The importance of intellectual property rights to the plant biotechnology industry In: The WINIR Symposium on Property Rights, 2016. Bristol, UK.
- Ferreira, M. (2010, March). Faleiros. FG Biotecnologia: avanços e aplicações no melhoramento genético vegetal. Disponível em: < http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio/projeto/palestras/capitulo_23.Pdf > Acesso em (Vol. 22).
- Ghesti, G. F., de Melo, L. R., Santos, L. C. X., Giordano, M. C., & Pereira, W. E. L. Principais Aspectos Da Proteção Das Cultivares No Contexto Nacional E Internacional. 1-388.
- Gonçalves, R. D. V., & Assad, E. D. (2009). Análise de tendências de temperatura mínima do Brasil. *Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Congresso Brasileiro De Agrometeorologia, 16, 2009, Belo Horizonte. Anais... Viçosa, MG: UFV; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.
- Guan, J., Zhang, J., & Yan, Y. (2015). The impact of multilevel networks on innovation. *Research Policy*, 44(3), 545-559.

- Guan, J., & Zhao, Q. (2013). The impact of university–industry collaboration networks on innovation in nanobiopharmaceuticals. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(7), 1271-1286.
- Gulati, R., & Gargiulo, M. (1999). Where do interorganizational networks come from? *American journal of sociology*, 104(5), 1439-1493.
- Haeussler, C., & Colyvas, J. A. (2011). Breaking the ivory tower: Academic entrepreneurship in the life sciences in UK and Germany. *Research Policy*, 40(1), 41-54. INPI, 2020
- IPCC - Fifth Assessment Report, Synthesis Report. 2014. Disponível em: < <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>>. Acesso em: 15 nov. 2014
- Ivanova, I. A., & Leydesdorff, L. (2014). Rotational symmetry and the transformation of innovation systems in a Triple Helix of university–industry–government relations. *Technological Forecasting and Social Change*, 86, 143-156. Laursen et al., 2011
- Linares, I. M. P., De Paulo, A. F., & Porto, G. S. (2019). Patent-based network analysis to understand technological innovation pathways and trends. *Technology in Society*, 59, 101134.
- Liyanage, S. (1995). Breeding innovation clusters through collaborative research networks. *Technovation*, 15(9), 553-567.
- Lundvall, B. Å., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, 31(2), 213-231. Manual De Oslo. Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª. Ed. Brasília, OECD,
- Marco, A. C., & Rausser, G. C. (2008). The role of patent rights in mergers: Consolidation in plant biotechnology. *American Journal of Agricultural Economics*, 90(1), 133-151.
- Martin, S., Brown, W. M., Klavans, R., & Boyack, K. W. (2011, January). OpenOrd: an open-source toolbox for large graph layout. In *Visualization and Data Analysis 2011* (Vol. 7868, p. 786806). International Society for Optics and Photonics.
- Mowery, D. C., Nelson, R. R., Sampat, B. N., & Ziedonis, A. A. (2001). The growth of patenting and licensing by US universities: an assessment of the effects of the Bayh–Dole act of 1980. *Research policy*, 30(1), 99-119
- Neto, F. D. C. V., Barros, L. M., Cavalcanti, J. J. V., & Melo, D. S. (2013). Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. *Agronegócio caju: práticas e inovações*. Brasília, DF: Embrapa, 481-508.
- Paruchuri, S. (2010). Intraorganizational networks, interorganizational networks, and the impact of central inventors: A longitudinal study of pharmaceutical firms. *Organization Science*, 21(1), 63-80.
- Perkmann, M., Neely, A., & Walsh, K. (2011). How should firms evaluate success in university–industry alliances? A performance measurement system. *R&D Management*, 41(2), 202-216.
- Pisano, G. (2006). Profiting from innovation and the intellectual property revolution. *Research policy*, 35(8), 1122-1130.
- Porto, G. S., & Costa, P. R. D. (2013). Abordagens da inovação. *Gestão da Inovação e Empreendedorismo*, Cap. 4. Powell; Koput; Smith-Doerr, 1996

- Santoro, M. D., & Gopalakrishnan, S. (2000). The institutionalization of knowledge transfer activities within industry–university collaborative ventures. *Journal of engineering and technology management*, 17(3-4), 299-319.
- Schartinger, D., Wilhelmer, D., Holste, D., & Kubeczko, K. (2012). Assessing immediate learning impacts of large foresight processes. *foresight*.
- Quoniam, L., Kniess, C. T., & MAZIERI, M. R. (2014). A patente como objeto de pesquisa em Ciências da Informação e Comunicação. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 19(39), 243-268.
- Rentocchini, F., D'Este, P., Manjarrés-Henríquez, L., & Grimaldi, R. (2014). The relationship between academic consulting and research performance: Evidence from five Spanish universities. *International Journal of Industrial Organization*, 32, 70-83.
- Rezende da Costa, P., Rodriguez Ramos, H., & Drebes Pedron, C. (2019). Proposição De Estrutura Alternativa Para Tese De Doutorado A Partir De Estudos Múltiplos. *Revista Ibero-Americana de Estratégia (RIAE)*, 18(2).
- Sampson, R. C. (2007). R&D alliances and firm performance: The impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of management journal*, 50(2), 364-386.
- Schilling, M. A. (2015). Technology shocks, technological collaboration, and innovation outcomes. *Organization Science*, 26(3), 668-686.
- Looy, B. V., Debackere, K., & Andries, P. (2003). Policies to stimulate regional innovation capabilities via university–industry collaboration: an analysis and an assessment. *R&D Management*, 33(2), 209-229.
- WIPO, World Intellectual Property Organization. World Intellectual Property Indicators 2020. Disponível em: < https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2020.pdf>. Acesso em: 20 apr. 2020.
- Zhang, M. (2016) Social network analysis: history, concepts, and research. In: Handbook of social network technologies and Application. Springer US. p. 3-21.
- Zhao, Z.; Chen, Y.; Chang, R (2015). How to stimulate Renewable energy Power generation effectively? China's incentive approaches and lessons. *Renewable energy*, v. 92, p. 147-156.