

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE
RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES

RICARDO CRUZ GOMES

**A influência da rede interorganizacional para desenvolvimento tecnológico no valor da
inovação: análise dos efeitos da posição, estrutura e diversidade**

ORIENTADORA: PROF. DRA. GECIANE SILVEIRA PORTO

RIBEIRÃO PRETO

2023

Prof. Dr. Carlos Gilberto Carlotti Junior
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Fabio Augusto Reis Gomes
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

Prof. Dr. João Luiz Passador
Chefe do Departamento de Administração

RICARDO CRUZ GOMES

A influência da rede interorganizacional para desenvolvimento tecnológico no valor da inovação: análise dos efeitos da posição, estrutura e diversidade

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências. Versão Corrigida. A original encontra-se disponível na FEA-RP/USP.

ORIENTADORA: PROF. DRA. GECIANE SILVEIRA PORTO

RIBEIRÃO PRETO

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Gomes, Ricardo Cruz

A influência da rede interorganizacional para desenvolvimento tecnológico no valor da inovação: análise dos efeitos da posição, estrutura e diversidade. Ribeirão Preto, 2023

121 p.

Tese de Doutorado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração das Organizações, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

Orientadora: Porto, Geciane Silveira.

1. Rede. 2. Mundo pequeno. 3. Diversidade. 4. Patentes. 5. Valor da inovação. 6. Colaboração. 7. Parceria. 8. Posição na rede. 9. Inovação

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: GOMES, Ricardo Cruz

Título: A influência da rede interorganizacional para desenvolvimento tecnológico no valor da inovação: análise dos efeitos da posição, estrutura e diversidade.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

TÍTULO

A influência da rede interorganizacional para desenvolvimento tecnológico no valor da inovação: análise dos efeitos da posição, estrutura e diversidade

RESUMO

As redes de colaboração interorganizacionais representam importante papel no processo de desenvolvimento de inovações tecnológicas. Sob a ótica da teoria de redes é relevante investigar como as características das redes interorganizacionais afetam a inovação. Esses estudos são conduzidos em dois níveis de análise: o primeiro foca nos efeitos da posição ocupada, e o segundo em função das características estruturais. Com relação a posição ocupada na rede, destacam-se os diferentes benefícios proporcionados por laços diretos, indiretos e buracos estruturais. Sobre a estrutura da rede, uma importante característica é o mundo pequeno, que favorece o fluxo e a renovação de recursos e informações entre os membros. No entanto, observa-se a ausência de estudos que analisaram a relação entre a inovação e a diversidade de parceiros no nível da estrutura da rede. A diversidade de membros pode beneficiar o desenvolvimento de inovações, uma vez que os diferentes tipos de organizações e o ambiente geográfico onde estão instaladas, permitem o fluxo de recursos especializados e diferenciados. Assim, o objetivo da presente pesquisa é verificar se a posição ocupada, as características estruturais e a diversidade de membros, na rede interorganizacional para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos, estão associadas com o valor da inovação. Este estudo utilizou dados de 71.221 famílias de patentes depositadas no período de 1998 a 2012, no setor de biocombustíveis líquidos. O valor da inovação foi mensurado por meio de atributos de patentes concedidas, que são reconhecidos como indicadores de valor técnico das patentes, como as citações recebidas e cobertura de mercado. As redes interorganizacionais foram construídas e analisadas por meio de técnicas de Análise de Redes Sociais. Os resultados demonstram que as redes são muito fragmentadas, sendo que a maioria dos componentes agrupam poucas organizações, e poucos componentes reúnem relevante quantidade de organizações. A característica de mundo pequeno foi identificada em apenas 0,5% dos componentes. A maioria dos componentes não apresenta diversidade organizacional ou geográfica de membros. Constatou-se que a posição ocupada, as características estruturais, e a diversidade de membros nas redes, impactam positivamente o valor da inovação. O valor da inovação apresentou associação positiva com: ocupar posições de destaque na rede de inovação, com muitos laços diretos, indiretos e buracos estruturais; estar inserido em uma rede com característica de mundo pequeno; e a maior diversidade organizacional e geográfica dos membros na rede. O estudo contribui para a teoria de redes ao analisar as principais características de posição e estrutura na rede, adicionando aspectos de diversidade, permitiu enriquecer o entendimento de como as características da rede interorganizacional para desenvolvimento tecnológico proporcionam benefícios individuais e coletivos no valor da inovação. Como recomendações práticas, os resultados desta pesquisa podem apoiar gestores na definição de estratégias e tomada de decisões sobre a construção e configuração das redes para desenvolvimento tecnológico.

Palavras-Chave: rede, mundo pequeno, diversidade, patentes, valor da inovação, colaboração, parceria, posição na rede, inovação.

TITLE

The influence of the interorganizational network for technological development on the value of innovation: analysis of the effects of position, structure and diversity

ABSTRACT

Interorganizational collaboration networks play a key role in the process of developing technological innovations. From the perspective of network theory, it is important to investigate how the characteristics of interorganizational networks affect innovation. These studies are conducted at two levels of analysis: the first focuses on the effects of the network position, and the second on structural characteristics. Regarding the position occupied in the network, the different benefits provided by direct ties, indirect ties and structural holes stand out. About the structure of the network, an important characteristic is the small world, which favors the flow and renewal of resources and information between members. However, there has been a lack of studies analyzing the relationship between innovation and the diversity of partners at the network structure level. The diversity of members can benefit the development of innovations, since the distinct types of organizations and the geographical environment in which they are installed, allow the flow of specialized and diversified resources. Therefore, the aim of this research is to verify whether the position, the structural characteristics and the diversity of members in the interorganizational network for the development of liquid biofuel technologies are associated with the value of innovation. This study used data from 71,221 patent families applied between 1998 and 2012 in the liquid biofuels sector. The value of innovation was measured through the attributes of granted patents, which are recognized as indicators of the technical value of patents, such as forward citations and market coverage. The interorganizational networks were built and analyzed using Social Network Analysis techniques. The results show that the networks are very fragmented, with most components grouping together a few organizations, and a few components bringing together a relevant number of organizations. The small world characteristic was identified in only 0.5% of the components. Most of the components have no organizational or geographical diversity of members. It was found that the network position, the structural characteristics and the diversity of members in the networks, positively impact the value of innovation. The value of innovation was positively associated with: occupying prominent positions in the innovation network, with many direct ties, indirect ties and structural holes; being part of a network with small world characteristics; and the greater organizational and geographical diversity of members in the network. The study contributes to the network theory by analyzing the main characteristics of position and structure in the network, adding aspects of diversity, allowing to enrich the understanding of how the characteristics of the interorganizational network for technological development provides individual and collective benefits in the value of innovation. As practical recommendations, the results of this research can support managers in defining strategies and making decisions about the construction and configuration of networks for technological development.

Keywords: network, small world, diversity, patents, value of innovation, collaboration, partnership, network position, innovation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Pesquisa	42
Figura 2 - Evolução temporal de todas as patentes coletadas classificadas como biocombustíveis líquidos	55
Figura 3 - Tamanho das redes e componentes.....	56
Figura 4 - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 1998 a 2000	57
Figura 5 - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2010 a 2012	57
Figura 6 - Histograma das variáveis de estrutura e diversidade da rede	60
Figura 7 - Distribuição de frequência acumulada das variáveis de estrutura e diversidade	60
Figura 8 - Histograma das variáveis de posição na rede	64
Figura 9 - Distribuição de frequência acumulada das variáveis de posição na rede	65
Figura 10 - Histograma dos indicadores de valor por patente	66
Figura 11 - Distribuição de frequência acumulada dos indicadores de valor por patente	66
Figura 12 - Histograma dos indicadores de valor das patentes organizacionais	68
Figura 13 - Distribuição de frequência acumulada dos indicadores de valor das patentes organizacionais	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo estatístico das variáveis de estrutura e diversidade da rede	59
Tabela 2 - Distribuição da quantidade de atores exclusivos nas redes, classificados por natureza organizacional	61
Tabela 3 - Distribuição da quantidade de atores exclusivos nas redes, classificados por nacionalidade	62
Tabela 4 - Resumo estatístico das variáveis de posição na rede	64
Tabela 5 - Resumo estatístico dos indicadores de valor por patente	66
Tabela 6 - Resumo estatístico dos indicadores de valor das patentes organizacionais	67
Tabela 7 - Resumo estatístico das variáveis da análise de regressão	69
Tabela 8 - Análise de correlação	69
Tabela 9 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas	72
Tabela 10 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado...73	
Tabela 11 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas (t+1)74	
Tabela 12 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas (t+2)75	
Tabela 13 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado (t+1)	75
Tabela 14 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado (t+2)	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1	Redes interorganizacionais para desenvolvimento tecnológico	22
2.2	Posição ocupada na rede e os efeitos na inovação.....	23
2.2.1	Laços diretos	24
2.2.2	Laços indiretos	24
2.2.3	Buracos estruturais	25
2.2.4	Descrição dos estudos empíricos sobre a posição na rede e inovação	26
2.3	Características da estrutura da rede e os efeitos na inovação	28
2.4	Diversidade de parceiros na rede e os efeitos na inovação.....	30
2.4.1	Diversidade organizacional	30
2.4.2	Diversidade geográfica.....	31
2.4.3	Descrição dos estudos empíricos sobre a diversidade organizacional e geográfica	32
2.5	Avaliação de patentes	35
2.5.1	Citações recebidas	36
2.5.2	Autocitação	37
2.5.3	Família de patentes.....	37
2.5.4	Manutenção da patente.....	37
2.5.5	Reivindicações	38
2.5.6	Classificação Tecnológica.....	38
2.5.7	Referências	38
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	40
3.1	Tipo de pesquisa	40
3.2	Pergunta e Hipóteses de pesquisa.....	40
3.2.1	Pergunta de pesquisa	40
3.2.2	Hipóteses de pesquisa	40
3.2.3	Modelo de pesquisa.....	41
3.3	Universo de pesquisa	42
3.3.1	Coleta e preparação dos dados.....	43
3.3.1.1	Interpretação de eventos legais de concessão da patente	44
3.4	Análise dos dados	46
3.4.1	Análise de Redes Sociais	46

3.4.2	Definição das variáveis da pesquisa.....	47
3.4.2.1	Variáveis dependentes.....	47
3.4.2.2	Variáveis independentes.....	48
3.4.3	Análise estatística.....	52
4	RESULTADOS	54
4.1	Descrição dos dados	54
4.2	Análise das redes interorganizacionais para desenvolvimento de tecnologias.....	55
4.2.1	Análise da estrutura da rede	58
4.2.2	Análise da diversidade na rede.....	61
4.2.3	Análise da posição ocupada na rede.....	63
4.3	Indicadores do valor de patentes	65
4.4	Análise dos efeitos da rede no valor da inovação.....	68
4.4.1	Análise da relação entre a posição ocupada na rede e o valor da inovação	70
4.4.2	Análise da relação entre a característica da estrutura da rede e o valor da inovação	70
4.4.3	Análise da relação entre a diversidade de membros na rede e o valor da inovação	71
4.4.4	Análise de robustez	73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	77
5.1	Limitações e estudos futuros	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
	APÊNDICE A - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2001	91
	APÊNDICE B - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2002	92
	APÊNDICE C - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2003	93
	APÊNDICE D – Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2004	94
	APÊNDICE E - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2005	95
	APÊNDICE F - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2006	96

APÊNDICE G - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2007	97
APÊNDICE H - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2008	98
APÊNDICE I - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2009	99
APÊNDICE J - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2010	100
APÊNDICE K - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2011	101
APÊNDICE L - Distribuição da quantidade de atores exclusivos nas redes, classificados por nacionalidade	102
APÊNDICE M - Dispersão das variáveis dependentes	104
APÊNDICE N - Teste fator de inflação da variância	105
APÊNDICE O - TRF entre os modelos de regressão Poisson e Binomial Negativa	106
APÊNDICE P - TRF inclusão da variável de controle para período	107
APÊNDICE Q - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas	108
APÊNDICE R - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas ($t + 1$).....	109
APÊNDICE S - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas ($t+2$)	110
APÊNDICE T - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado.....	111
APÊNDICE U - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado ($t+1$)	112
APÊNDICE V - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado ($t+2$)	113
APÊNDICE X - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de citações recebidas	114
APÊNDICE Y - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de citações recebidas ($t+1$)	115
APÊNDICE W - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de citações recebidas ($t+2$)	116

APÊNDICE Z - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de cobertura de mercado.....	117
APÊNDICE AB - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de cobertura de mercado (t+1).....	118
APÊNDICE AC - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de cobertura de mercado (t+2).....	119
ANEXO A - Lista de nacionalidades identificadas dos atores das redes	120

1 INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo baseado em conhecimento, e com o acirramento da competição em nível global, a inovação se tornou chave para competitividade e desenvolvimento sustentável de empresas. Nesse contexto empresas definem estratégias organizacionais para estabelecer colaborações para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), que é um reconhecido meio de impulsionar o desenvolvimento de inovações tecnológicas, conduzindo inevitavelmente a formação de redes interorganizacionais para inovação (FREEMAN, 1991; HAGEDOORN, 2002). Essas redes interorganizacionais para inovação também são fomentadas por meio de políticas públicas (ZHANG et al., 2016), face o impacto econômico e social das inovações, bem como a necessidade de enfrentamento aos desafios globais (LIANG; LIU, 2018).

As redes interorganizacionais para inovação caracterizam-se por envolver múltiplas organizações com características distintas, que se relacionam formalmente em projetos específicos com objetivo de desenvolver inovações tecnológicas (AHRWEILER; KEANE, 2013). Essas relações interorganizacionais permitem acessar e recombina recursos chave que as organizações não dispõem individualmente, como conhecimento, capacidades, recursos humanos, financeiros e de infraestrutura. Contribuindo ainda para a redução dos riscos e investimentos individuais em P&D, que são compartilhados entre os parceiros (DYER; SINGH, 1998; AHUJA, 2000).

Assim, a investigação dos efeitos das redes interorganizacionais para desenvolvimento tecnológico sob a inovação constitui um relevante objeto de pesquisa. As pesquisas atuais têm evoluído amparadas na teoria de redes e com a aplicação da Análise de Redes Sociais (ARS), que proporcionou meios analíticos para capturar os efeitos da rede (VALK; GIJSBERS, 2010). A aplicação da teoria de redes em estudos de inovação apresenta variadas vertentes, entre as quais, a busca por explicar as consequências das variáveis da rede que resultam em benefícios individuais ou coletivos (BORGATTI; HALGIN, 2011). Nesse sentido, uma importante corrente de pesquisa consiste na busca por compreender como as características das redes interorganizacionais afetam a inovação. Esses estudos são conduzidos em dois níveis de análise, micro e macro.

O nível micro foca em analisar os efeitos na inovação em função da posição que a organização ocupa na rede (CANTÙ, 2015). Sob tal ótica, três aspectos da posição são

comumente investigados, considerando os laços diretos, indiretos e buracos estruturais (AHUJA, 2000). Os laços diretos representam os parceiros formalmente conectados. Nesse aspecto, atores com muitos laços diretos estariam em posição de vantagem ao permitir amplo e imediato acesso a recursos, informações e conhecimento de seus parceiros, e dessa forma contribuindo para resultados inovadores superiores. Evidências empíricas demonstram que os laços diretos estão positivamente associados ao desempenho inovador, considerando a quantidade de inovações geradas, para empresas de química industrial dos EUA, Europa e Japão (AHUJA, 2000) e startups de biotecnologia em Taiwan (WANG; QUAN, 2017). Com o impacto da inovação, considerando o nível de novidade, para empresas da Noruega no setor de óleo e gás (HJERTVIKREM; NYLAND, 2015), marinho, marítimo e biotecnologia (KVAMSÅS, 2018). E com o valor da inovação, por redes formadas entre universidades e empresas para desenvolvimento tecnológico de biofármacos, em que o valor da inovação considerou a cobertura geográfica de patentes (MINGJI; PING, 2014), e por extensa rede global para inovação, em que o valor da inovação considerou as citações recebidas pelas patentes (IINO et al., 2021).

A vantagem de ocupar posição com muitos laços indiretos está no acesso favorecido ao fluxo de informações na rede, por meio dos contatos dos parceiros diretos, e demais contatos desses contatos. Evidências empíricas que suportam o efeito positivo dos laços indiretos no desempenho inovador, foram demonstradas em estudos que focaram em empresas de química industrial dos EUA, Europa e Japão (AHUJA, 2000), energia fotovoltaica na China (LIANG; LIU, 2018) e setor de semicondutores na Coreia (KIM, 2019). Assim como para inovações novas para o mercado das empresas norueguesas de óleo e gás, marinho, marítimo e biotecnologia (KVAMSÅS, 2018).

A vantagem de posições na rede com muitos buracos estruturais está no acesso a recursos, informações e conhecimento não redundantes, provenientes de parcerias com membros de agrupamentos até então desconectados, servindo como fonte para criatividade e inovação. Essas conexões representam pontes, com alta condição de intermediação, sendo também considerada como uma posição de controle aos outros membros da rede (BURT, 1992; 2001; 2004). Evidências que suportam o impacto positivo dos buracos estruturais no desempenho de inovações, foram demonstradas nos estudos com empresas de alta tecnologia (SCHILLING; PHELPS, 2007), energia fotovoltaica (LIANG; LIU, 2018) e setor de telefonia móvel (SONG; LEE; LEE, 2019). Assim como no desempenho de patentes desenvolvidas com base em novos conhecimentos tecnológicos para organização, no setor de nano energia em nível global (GUAN; LIU, 2016). Como também, estudos demonstraram que os buracos

estruturais estão associados ao maior valor da inovação, considerando atributos como a cobertura geográfica das patentes (MINGJI; PING, 2014) e citações recebidas pelas patentes (IINO et al., 2021). No entanto, alguns estudos encontram resultados que indicam impacto negativo dos buracos estruturais no desempenho inovador, na análise de redes interorganizacionais formadas por colaboração em geral (AHUJA, 2000) e formadas por colaboração em pesquisa (KVAMSÅS, 2018).

O nível macro centra-se em investigar os efeitos na inovação em razão das características estruturais da rede (CANTÙ, 2015). O mundo pequeno representa uma importante característica estrutural da rede, que tem sido objeto de investigação em estudos dessa natureza, além de ser comumente encontrada em redes reais. Uma rede com propriedade de mundo pequeno apresenta alto cluster e reduzido caminho curto. Essa combinação favorece o fluxo de recursos e informações entre os membros, bem como proporciona a transmissão de recursos e informações heterogêneas e não redundantes entre os clusters (WATTS; STROGATZ, 1998). Estudos que investigaram a relação entre inovação e característica da rede mundo pequeno ainda são recentes, e apresentam resultados mistos. Esses estudos têm como limitação a capacidade de mensurar o indicador de mundo pequeno apenas para o componente gigante (maior agrupamento de atores interconectados) de cada rede, além aplicarem diferentes abordagens para cálculo do indicador de mundo pequeno, construção das redes e a forma de mensurar a inovação. As evidências empíricas que demonstraram que organizações inseridas no componente gigante de redes com característica de mundo pequeno, apresentam maior desempenho inovador, em setores de alta tecnologia (SCHILLING; PHELPS, 2007), e na colaboração científica em biotecnologia no Canadá (ESLAMI; EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2013). No entanto alguns estudos não conseguiram encontrar evidências de que a característica de mundo pequeno afeta o desempenho da inovação, analisando redes de coinventores nas regiões metropolitanas dos EUA (FLEMING; KING III; JUDA, 2007), bem como no valor da inovação, considerando o número de reivindicações das patentes como atributo de valor (ESLAMI; EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2013).

A diversidade de membros nas parcerias interorganizacionais representa importante objeto de pesquisa, uma vez que os diferentes tipos de organizações e o ambiente geográfico onde estão instaladas, proporciona oportunidade para acessar e recombinar recursos especializados e diferenciados. No aspecto da diversidade organizacional parte do princípio de que diferentes tipos de parceiros apresentam diferentes tipos de atributos, com diferentes recursos, competências, capacidades, e experiência industrial. Nesse aspecto destacam-se as

parcerias para inovação com universidades e centros de P&D (LEEuw; LOKSHIN; DUYSTERS, 2014; TETHER; TAJAR, 2008; TETHER, 2002). Evidências empíricas suportam o efeito positivo da diversidade organizacional de parceiros com o desempenho inovador das empresas de biotecnologia (DEMIRKAN; DEMIRKAN, 2012), empresas de manufatura na China (HUANG; CHEN; LIANG, 2018) e empresas do setor de nano-biofarmacêutica (ZHANG; TANG, 2018). Com o desenvolvimento de inovações radicais para empresas na Espanha (NIETO; SANTAMARÍA, 2007), empresas de biotecnologia na Holanda (VAN BEERS; ZAND, 2014), e empresas de manufatura no Taiwan (HSIEH et al., 2018).

O aspecto da diversidade geográfica dos parceiros destaca a possibilidade de acesso a conhecimentos sofisticados, especializados e tácitos (DE LEEuw; LOKSHIN; DUYSTERS, 2014), além de informações, recursos e infraestrutura disponíveis em outro sistema de inovação (JAFfe; TRAJTENBERG; HENDERSON, 1993; MIOTTI; SACHWALD, 2003), com distintos níveis de desenvolvimento econômico e diferentes culturas (LAVIE; MILLER, 2008). Assim, a diversidade geográfica já foi positivamente associada com o desempenho inovador de empresas de manufatura na China (HUANG; CHEN; LIANG, 2018), empresas de nano-biofarmacêutica (ZHANG; TANG, 2018). Com o desenvolvimento de inovações incrementais (VAN BEERS; ZAND, 2014) e radicais (HSIEH et al., 2018; TANG et al., 2020). E com o valor da inovação, utilizando da contagem de citações recebidas para mensurar o valor de patentes das organizações (IINO et al., 2021).

Conforme descrito na literatura, a diversidade de parceiros, tanto em aspectos geográficos como organizacionais é um importante fator para inovação. No entanto, observa-se a ausência de estudos que analisaram a relação entre a inovação e a diversidade de parceiros no nível macro da rede. Até então, foram demonstradas evidências sobre a importância da diversidade de parceiros na inovação em aspectos micro, com foco na diversidade dos parceiros diretos. Dessa forma, essa lacuna de pesquisa torna relevante analisar a relação entre inovação e a diversidade de membros no nível de agrupamentos das redes.

Ainda, com base na literatura descrita, observa-se que são raros os estudos que analisaram aspectos micro e macro das redes, simultaneamente, sendo essa demanda endereçada por Fleming, King III e Juda (2007) que argumentam que estudos no nível micro, juntamente com o macro, pode prover benefícios adicionais para o entendimento e maior robustez nos resultados.

Verifica-se também que os efeitos na inovação proporcionados por aspectos micro e macro das redes interorganizacionais ainda são mistos, principalmente sobre os buracos estruturais e característica de mundo pequeno. Alguns estudos atribuem essa divergência nos resultados em função das diferentes implicações proporcionadas por abordagens distintas para mensurar a inovação (GUAN; LIU, 2016; KVAMSÅS, 2018)

Os estudos que se dedicaram a analisar os efeitos da rede interorganizacional na inovação utilizam de diferentes indicadores para mensurar a inovação, que geralmente remetem ao desempenho, impacto ou valor (embora não exista consenso sobre a terminologia). Os estudos que focaram no impacto da inovação buscam distinguir a inovação introduzida pelo nível de novidade, entre radical ou incremental (HJERTVIKREM; NYLAND 2015; KVAMSÅS, 2018). Os estudos que mensuram inovação considerando o desempenho, se baseiam na quantidade de inovações em determinado período, para tanto utilizam dados como a contagem de produtos, serviços ou processos introduzidos, ou por meio da contagem de patentes (KIM, 2019; WANG; QUAN, 2017; SONG; LEE; LEE, 2019; LIANG; LIU, 2018; SHI et al., 2019).

Com relação a mensuração do valor da inovação, as patentes são reconhecidas como indicadores de inovação (OECD, 2009), no entanto a simples contagem de depósitos e concessões de patentes tem sido considerado um indicador inadequado, em função da alta variância em importância técnica e valor econômico entre cada uma (TRAJTENBERG, 1990). Recentemente, observa-se um crescente interesse em investigar aspectos relacionados ao valor da inovação, por meio de atributos que permitem avaliar as patentes sob aspectos técnicos, como: citações recebidas e cobertura geográfica da proteção. As citações recebidas por uma patente demonstram sua relevância tecnológica, o potencial em ser implementada e gerar desdobramentos em novas invenções, assim como, a literatura aponta a associação entre citações recebidas e valor econômico da inovação (TRAJTENBERG, 1990; HALL; JAFFE; TRAJTENBERG, 2005; FISCHER; LEIDINGER, 2014). Por sua vez, a abrangência de cobertura geográfica de uma família de patentes também é considerada como um indicador de valor, pois reflete a expectativa dos detentores que investiram na expansão da proteção (FISCHER; LEIDINGER, 2014; HARHOFF; SCHERER; VOPEL, 2003) e o potencial para explorar mercados distintos (ERNST; OMLAND, 2011).

Nesse contexto, poucos estudos buscaram investigar os efeitos das características das redes interorganizacionais no valor da inovação (MINGJI; PING, 2014; IINO et al., 2021; ESLAMI; EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2013), o que conduz a necessidade de estudos sobre

o tema, e que pode ser ainda mais enriquecido ao considerar os efeitos da diversidade de membros nas redes.

Outra limitação reconhecida por alguns estudos, indica que os resultados encontrados não podem ser generalizados, e que demandam estudos futuros em diferentes contextos e setores (ESLAMI; EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2013; GUAN; LIU, 2016; SCHILLING; PHELPS, 2007; SONG; LEE; LEE, 2019). Nesse aspecto, o setor de biocombustíveis líquidos é adequado para investigação, considerando que as redes interorganizacionais para inovação no setor já foram mapeadas, sendo demonstrada a existência de complexas redes com diversidade de membros, nos níveis organizacional e geográfico (GOMES, 2017). Também há de se destacar a importância em pesquisar o setor, que é alvo de políticas públicas para impulsionar a adoção e o desenvolvimento de inovações, objetivando tornar a produção viável e para fazer frente aos desafios globais, como as mudanças climáticas. Nesse contexto, para fomentar a inovação tecnológica é indicado que sejam apoiadas, entre outras, as colaborações para P&D entre diversos atores, como as universidades, e colaboração internacional entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (OECD 2008; OECD, 2011; IEA, 2011).

Assim, para preencher as lacunas de pesquisa identificadas na literatura, esta tese se propõe a responder a seguinte pergunta de pesquisa:

A posição ocupada, as características da estrutura, e a diversidade de membros, na rede interorganizacional para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos estão associadas ao valor da inovação?

Para responder à pergunta de pesquisa foi definido o seguinte objetivo geral:

Verificar se a posição ocupada, as características estruturais e a diversidade de membros, na rede interorganizacional para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos estão associadas com o valor da inovação.

Para a condução desta pesquisa como forma de alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- i. Identificar as patentes na área de biocombustíveis líquidos depositadas no período de 1998 até 2012;
- ii. Analisar a posição ocupada por organizações nas redes interorganizacionais para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos, formadas pela cotitularidade no depósito de patentes;
- iii. Analisar as características estruturais das redes interorganizacionais para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos, formadas pela cotitularidade no depósito de patentes;

iv. Analisar a diversidade dos atores sob aspectos organizacionais e geográficos, nas redes interorganizacionais para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos, formadas pela cotitularidade no depósito de patentes;

v. Mensurar o valor das inovações por meio dos atributos de citações recebidas e cobertura de mercados, de patentes concedidas e/ou ativas.

Esta pesquisa está estruturada da seguinte forma: a primeira seção é esta introdução que busca contextualizar a pesquisa proposta, identificar a lacuna teórica e, assim, apresentar o problema de pesquisa e os objetivos, geral e específicos. A segunda seção traz uma revisão da bibliografia sobre as principais correntes teóricas tanto organizacionais como de redes, assim como a literatura atual sobre redes interorganizacionais para desenvolvimento de inovações, os efeitos das características micro, macro e diversidade de membros das redes interorganizacionais na inovação, e sobre avaliação de patentes. A terceira seção descreve toda a metodologia utilizada nesta pesquisa, onde são definidos: a tipologia da pesquisa, coleta e construção da base de dados, técnicas de análise de redes sociais, as variáveis da pesquisa e análise estatística. Na quarta seção os resultados são descritos e apresentados. Na quinta seção os principais achados são discutidos com base na literatura, e são descritas as considerações finais e limitações da pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção aborda as principais correntes teóricas e a revisão da literatura atual que estruturam o presente estudo. Na seção 2.1 são abordados aspectos das redes interorganizacionais para desenvolvimento de inovações, e a aplicação da teoria de redes em estudos organizacionais com foco em inovação. A seção 2.2 trata dos efeitos de aspectos micro das redes interorganizacionais na inovação. Sendo assim dividida entre benefícios da posição ocupada na rede de acordo com as perspectivas dos laços diretos (subseção 2.2.1), indiretos (subseção 2.2.2) e buracos estruturais (subseção 2.2.3). Como a maioria das pesquisas analisam essas perspectivas simultaneamente, a subseção 2.2.4 detalha os resultados empíricos recentes. A seção 2.3 aborda os efeitos de aspectos macro das redes interorganizacionais na inovação, que foca nos benefícios proporcionados pela estrutura da rede com característica de mundo pequeno. A seção 2.4 aprofunda sobre os benefícios para inovação em função da diversidade dos parceiros nas redes interorganizacionais, de acordo com as diferentes características organizacionais e geográficas. Por fim, a subseção 2.5 aborda a literatura que sustenta as técnicas aplicadas para avaliação de inovações, centrada no valor técnico de patentes.

2.1 Redes interorganizacionais para desenvolvimento tecnológico

O conceito de redes interorganizacionais para desenvolvimento tecnológico trata de como as organizações se relacionam em esforços conjuntos em torno de projetos específicos para inovar (AHRWEILER; KEANE, 2013 p.73). As organizações estabelecem parcerias para inovar em busca de acesso a conhecimento, recursos e competências complementares, que combinados com os ativos e esforços de P&D internos, geram sinergias que contribuem para os resultados inovadores (FREEMAN, 1991; CANTÙ, 2015)

Desde meados do século XX, evidências empíricas demonstram a importância do estabelecimento de parcerias de P&D para impulsionar inovações tecnológicas, conduzindo a formação de redes interorganizacionais (FREEMAN, 1991; HAGEDOORN, 2002). O estudo seminal do Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) aponta que em setores intensivos em tecnologia, como a biotecnologia, o desenvolvimento de inovações está fundamentado nas interações entre diversos atores, que constituem redes cada vez mais densas, com maior quantidade e diversidade de membros.

Os esforços em atividades internas de P&D ampliam a capacidade para colaborar e obter benefícios das redes de colaboração (KVAMSÅS, 2018). Ainda que estudos apontem

que a maioria das empresas ainda desenvolvem inovações individualmente, sem o engajamento em parcerias para isso, evidências apontam que as organizações que se engajam em parcerias para P&D são mais propensas a desenvolverem inovações radicais (TETHER, 2002; VAN BEERS; ZAND, 2014)

Considerando fatores como o acesso a recursos externos e a posição ocupada na rede como fonte de vantagem competitiva, Dyer e Singh (1998) propuseram a teoria da Visão Relacional, como uma expansão da Visão Baseada em Recursos. A Visão Relacional se concentra nas relações interorganizacionais como fonte de vantagem competitiva e geração de valor compartilhado. Sustenta que a vantagem competitiva advém de fatores como: o resultado da combinação de recursos complementares entre organizações parceiras, se esse for valioso, raro, difícil de imitar e substituir; a posição que a organização ocupa na rede econômica e social; a experiência em desenvolver e gerenciar relações, e o esforço interno na busca e assimilação do conhecimento. Destaca a dependência nos processos relacionais, como a habilidade de explorar fontes externas de recursos, e nos padrões de relacionamento que permitem a transferência, a recombinação, ou a criação de conhecimento especializado.

As linhas atuais de pesquisa evoluíram por meio da abordagem da teoria de redes, e da recente evolução e popularização da Análise de Redes Sociais (ARS), que forneceu meios analíticos de investigação. A teoria de redes e ARS têm sido amplamente aplicadas em estudos organizacionais, proporcionando contribuições significativas para o entendimento de como as redes impactam no desenvolvimento de inovações (VAN DER VALK; GIJSBERS, 2010; KVAMSÅS, 2018; ZHENG et al., 2019).

Com base na teoria de redes os estudos buscam explicar os benefícios individuais ou sociais como consequência das características da rede em que estão inseridos. (BORGATTI; HALGIN, 2011; VAN DER VALK; GIJSBERS, 2010). Nesse escopo, estudos sobre as características das redes interorganizacionais e os efeitos na inovação constitui relevante corrente de pesquisa. Esses estudos são conduzidos em dois níveis de análise, micro e macro, que são distintos e complementares ao mesmo tempo. O nível micro foca no ator, ou nos benefícios individuais de ocupar determinada posição de destaque na rede. Já o nível macro foca nas características da rede como um todo, ou nos benefícios coletivos de estar inserido em uma rede com determinadas características estruturais (CANTÙ, 2015).

2.2 Posição ocupada na rede e os efeitos na inovação

Os estudos no nível micro de análise de redes interorganizacionais buscam analisar os efeitos na inovação em função da posição que a organização ocupa na rede. As pesquisas

geralmente focam em dois aspectos distintos da posição na rede, conforme abordagem proposta por Ahuja (2000), seguida por outros autores (GUAN; LIU, 2016; LIANG; LIU, 2018; KVAMSÅS, 2018). O primeiro aspecto observa a posição na rede em função dos contatos diretos e indiretos, e o segundo em função dos buracos estruturais. De acordo com a perspectiva de laços diretos e indiretos a vantagem está no acesso facilitado à recursos e informações. Por outro lado, as relações que criam pontes em buracos estruturais proporcionam acesso privilegiado a recursos exclusivos e diferenciados, que também são forte indutores de inovação.

2.2.1 Laços diretos

Os laços diretos de um determinado ator na rede representam os parceiros que estão diretamente conectados a ele. Um laço direto, geralmente formal, conduz ao compartilhamento e combinação de recursos físicos, habilidades, capacidades, conhecimento e informações entre os parceiros. Além de proporcionar a redução de riscos e dos custos envolvidos no desenvolvimento de inovações, que são compartilhados entre os parceiros (AHUJA, 2000). Estudos empíricos têm indicado que os laços diretos estão positivamente associados com a inovação (AHUJA, 2000; HJERTVIKREM; NYLAND, 2015; IINO et al., 2021; KVAMSÅS, 2018; MINGJI; PING, 2014; WANG; QUAN, 2017; WEI, CHEN; 2019; ZHENG et al., 2019). Outros estudos encontraram resultados que apontam que o efeito dos laços diretos sob a inovação ocorre em forma de U-invertido, indicando um ponto ótimo que maximiza a inovação, a partir do qual o excesso de laços diretos reduz o benefício sob o resultado da inovação (GUAN; LIU, 2016; LIANG; LIU, 2018; SHI et al., 2019; SONG; LEE; LEE, 2019). Considerando esse efeito controverso dos laços diretos, Guan e Liu (2016) argumentam que as parcerias também envolvem riscos e podem gerar efeitos adversos para os parceiros, assim o excesso de parceiros pode consumir muito tempo e esforço no gerenciamento dos processos relacionais, e os benefícios gerados pela combinação de recursos podem ser superados pelos efeitos adversos da parceria.

2.2.2 Laços indiretos

Os laços indiretos de um determinado ator representam os membros da rede que podem ser indiretamente acessados por meio de seus parceiros diretos, e os demais contatos desses parceiros. Os laços indiretos proporcionam acesso apenas ao conhecimento que

transborda entre os membros da rede, o que envolve principalmente o fluxo de informações entre os contatos, como fatos que podem ser transmitidos por meio de uma simples comunicação. Esse fluxo de informações, embora potencialmente ruidosas, favorecem o desenvolvimento de inovações ao permitir melhor compreensão sobre: o estágio de desenvolvimento de determinada tecnologia, novas aplicações ou insights a problemas, assim como abordagens que falharam em testes (AHUJA, 2000). Também facilita na identificação de competências dos membros da rede, o que potencializa a formação de novos laços diretos entre os contatos indiretos (DYER; SINGH, 1998; LIANG; LIU, 2018).

Estudos empíricos têm indicado que os laços indiretos estão positivamente associados com a inovação (AHUJA, 2000; KIM, 2019; KVAMSÅS, 2018; LIANG; LIU, 2018), no entanto Guan e Liu (2016) encontraram associação negativa entre laços indiretos e inovação. Ahuja (2000) argumenta que, ambos, os laços diretos e indiretos impactam nos resultados de inovação, porém os efeitos dos laços indiretos são moderados pela quantidade de laços diretos.

2.2.3 Buracos estruturais

A teoria dos buracos estruturais, de Burt (1992), concentra-se nas vantagens individuais obtidas pela posição ocupada na rede em função dos buracos estruturais, que tende a beneficiar o acesso a informações e recursos exclusivos e heterogêneos. Um buraco estrutural implica na ausência de relacionamento direto entre os parceiros de um ator, indicando lacuna no fluxo de recursos e informações entre eles. Atores envolvidos em redes altamente conectadas tendem a acessar e compartilhar recursos e informações muito semelhantes, dessa forma, ocupar uma posição na rede com muitos buracos estruturais favorece o acesso a recursos não redundantes que são indutores de inovações.

O estabelecimento de relações que representam pontes sobre buracos estruturais, conectando assim agrupamentos isolados, favorece a condição de poder dos atores posicionados nessas pontes, pela possibilidade de controlar o fluxo e o acesso de recursos e informações aos demais parceiros diretos e indiretos, a depender do nível de exclusividade gerado por meio dessas pontes. No entanto deve-se considerar que a criação e operacionalização de relações que representam pontes consomem esforços e recursos internos. Assim, decisões que envolvem o estabelecimento e continuidade dessas pontes devem considerar os benefícios potenciais, exclusividade, amplitude e complementariedade de recursos (BURT, 1992; BURT, 2004).

Burt (2004) foi o primeiro estudo empírico a relacionar buracos estruturais com inovação, demonstrando que gerentes ocupando posições com mais buracos estruturais apresentavam ideias com maior potencial e criatividade. Outros estudos encontraram associação positiva entre buracos estruturais e inovação, indicando que quanto mais buracos estruturais, melhor (GUAN; LIU, 2016; LIANG; LIU, 2018; SCHILLING; PHELPS, 2007; SONG; LEE; LEE, 2019; ZHENG et al., 2019; IINO et al., 2021). No entanto os resultados empíricos são mistos, o estudo de Shi et al. (2019) argumenta que a relação se dá em forma de U invertido, indicando que o excesso de buracos estruturais reduz a inovação. Outros estudos encontraram associação negativa com desempenho da inovação (AHUJA, 2000; KVAMSÅS, 2018), e inconsistente com o impacto da inovação (KVAMSÅS, 2018). O que nos indica a necessidade de se aprofundar os estudos a respeito desta relação.

2.2.4 Descrição dos estudos empíricos sobre a posição na rede e inovação

Esta seção descreve os estudos empíricos que analisaram os efeitos na inovação em função de laços diretos, indiretos e buracos estruturais. Os estudos foram concentrados nessa seção pois a maioria deles focam em dois ou mais dos aspectos analisados, simultaneamente. A descrição da literatura aborda as diferenças metodológicas sobre o setor analisado, meios para construção das redes e como a inovação foi mensurada, considerados aspectos importantes para interpretação dos resultados mistos, assim como justificam a lacuna de pesquisa sobre a necessidade de mais estudos sobre o tema.

Considerando as pesquisas que analisam aspectos micro da rede interorganizacional formada por colaboração formal, que envolvem múltiplos propósitos nas relações, não necessariamente de relações estabelecidas com o propósito de inovação, o estudo seminal de Ahuja (2000) com empresas globais de química industrial na década de 1980, identificou associação positiva entre laços diretos e indiretos e desempenho em patentes concedidas, no entanto associação negativa com buracos estruturais. Já o estudo de Schilling e Phelps (2007) em setores de alta tecnologia na década de 1990, demonstrou associação positiva entre buracos estruturais e desempenho em patentes. E o estudo de Hjertvikrem e Nyland (2015), utilizando dados primários de empresas de óleo e gás norueguesas, identificou que laços diretos aumentam a probabilidade de introduzir processo, tecnologia, componente ou material, novo ou significativamente melhorado. Por outro lado, a medida de centralidade de intermediação não apresentou resultados significativos.

Sob a perspectiva das redes interorganizacionais formadas por meio de colaboração em pesquisa científica, Kvamsås (2018) analisou ampla amostra de empresas norueguesas dos setores de óleo e gás, marinho, marítimo e biotecnologia, indicando associação positiva entre laços diretos e indiretos com a introdução de produto, serviço, e processo, novos para o mercado, no entanto buracos estruturais apresentou resultados inconsistentes, sendo associação negativa para inovação em geral, e não significativo para inovação nova para o mercado. Ainda contribuiu ao demonstrar que o efeito dos laços diretos é positivamente moderado pela intensidade de investimento em P&D. Para Liang e Liu (2018) no setor de energia fotovoltaica na China, a quantidade de laços diretos está associada em forma de U-invertido com o desempenho em depósitos de patentes, mas os laços indiretos e os buracos estruturais exercem efeito positivo.

Por sua vez os estudos de rede interorganizacional com o propósito de desenvolver inovações, têm recebido maior atenção dos pesquisadores. Geralmente esses estudos utilizam indicadores de patentes para observar fatos de colaboração e inovação, ou obtém fatos sobre colaboração por fontes primárias (WANG; QUAN, 2017). A colaboração é identificada na cotitularidade das patentes, e a inovação mensurada sob aspectos de desempenho e valor. O desempenho é obtido por meio da contagem simples de depósitos ou patentes concedidas. Já o valor mensurado por meio de atributos das patentes que indicam a relevância técnica e econômica, como a contagem de citações recebidas (IINO et al., 2021), e na abrangência de cobertura geográfica da proteção, que se refere ao tamanho da família de patentes que protegem a mesma invenção (MINGJI; PING, 2014).

Os estudos de Shi et al. (2019) no setor de novas energias automotivas, e Song, Lee e Lee (2019) no setor de telefonia móvel, ambos na China, e ambos indicam que a relação entre laços diretos e desempenho em patentes apresenta-se na forma de U-invertido. Esses resultados sugerem que existe um limite ideal da posição de centralidade que maximiza o desempenho inovador. No entanto esses mesmos estudos são controversos sobre o efeito dos buracos estruturais: enquanto no primeiro a quantidade de buracos estruturais aparece associada com desempenho em patentes em forma de U-invertido, no último a quantidade de buracos estruturais impacta positivamente a inovação.

No estudo de Kim (2019), no setor de semicondutores na Coréia, a combinação entre laços diretos e indiretos (mensurado por centralidade autovetor e proximidade) afeta positivamente o desempenho em patentes. De acordo com Wang e Quan (2017), investigando startups de biotecnologia em Taiwan, os laços diretos moderam positivamente o efeito da diversidade de alianças em P&D sobre o desempenho em patentes.

Por sua vez, os estudos que focaram em mensurar os benefícios para o valor da inovação, Guan e Liu (2016) investigaram o setor de nano energia em nível global, mensurando a inovação considerando atributos que remetem ao valor técnico, pela contagem de patentes ponderada pelo tamanho da família, nas dimensões *exploratory* e *exploitative*. Onde *exploratory* refere-se a patentes desenvolvidas com base em conhecimento tecnológico que a organização domina, e *exploitative* com base em novos conhecimentos tecnológicos para organização. Os resultados indicam que os laços diretos afetam em forma de curva U invertido patentes *exploratory* e *exploitative*. Laços indiretos afetam negativamente patentes *exploratory* e inconsistente para patentes *exploitative*. Laços não redundantes favorecem positivamente patentes *exploitative* e não afeta patentes *exploratory*.

Mingji e Ping (2014) analisaram colaboração entre universidades e empresas para desenvolvimento tecnológico de biofármacos, em nível global, identificando associação positiva entre laços diretos e centralidade de intermediação com inovações de maior valor, em que o valor foi mensurado considerando a quantidade de patentes ponderada pelo tamanho da família. Iino et al. (2021) analisaram extensa amostra de patentes concedidas em nível global (mais de 26 milhões de patentes) e demonstraram o efeito positivo dos laços diretos e buracos estruturais sob o valor da inovação, nesse caso o valor foi mensurado pela quantidade de citações recebidas.

2.3 Características da estrutura da rede e os efeitos na inovação

A característica de mundo pequeno foi primeiramente descrita por Milgram 1967, que observou como qualquer pessoa no mundo poderia ser alcançada por meio de uma quantidade mínima de passos, envolvendo em média até seis intermediários. Uma importante contribuição para as pesquisas na área foi estudo de Watts e Strogatz (1998), que desenvolveu um modelo formal baseado em ARS para definir a propriedade de mundo pequeno, sendo essa abordagem a que mais gerou estudos empíricos subsequentes. Uma rede com propriedade de mundo pequeno é caracterizada por apresentar alto cluster e reduzido comprimento do caminho curto. Essa interação entre alto cluster e reduzido caminho curto favorece compartilhamento de recursos e informações, e apresenta conexões que atuam como pontes, assim, transmitindo recursos e informações heterogêneas entre os clusters (WATTS; STROGATZ, 1998).

No contexto do presente estudo com foco em redes interorganizacionais de inovação o cluster irá aumentar se quaisquer duas organizações que desenvolvem inovações em conjunto, também colaborarem com uma mesma terceira organização. Assim o conceito que cluster

mensura é o oposto de buracos estruturais (BURT, 1992). Se analisados individualmente, alto cluster aparece negativamente associado a inovação (FLEMING; KING III; JUDA, 2007), e reduzido caminho curto aparece positivamente associado a inovação (FLEMING; KING III; JUDA, 2007; MINGJI; PING, 2014). A respeito do efeito isolado de cluster e caminho curto, Eslami, Ebadi e Schiffauerova (2013) argumentam que o efeito negativo do cluster é compensado pelo efeito positivo dos caminhos curtos.

Seguindo uma abordagem diferente, Choi, Sang-Hyun e Cha (2013) argumentam que a presença de *hubs* em clusters de inovação tende a suprir a necessidade de conhecimento não redundante. *Hubs* são os atores que concentram a maioria das conexões do cluster, ao mesmo tempo que possuem laços que representam pontes entre agrupamentos desconectados, enriquecendo o cluster com conhecimento diverso. O estudo se baseou em outra abordagem atribuída a característica de mundo pequeno, em que a distribuição de contatos diretos entre os atores da rede segue uma lei de potência. Essa característica onde poucos atores concentram a maioria das conexões da rede são comumente encontradas em diversas redes reais (BARABASI, 2016).

Schilling e Phelps (2007) argumentam que a coesão e conectividade da rede com característica de mundo pequeno melhoram o fluxo de material criativo, impulsionando a inovação. Empiricamente identificaram associação positiva entre mundo pequeno e desempenho em patentes, para organizações inseridas no componente gigante das redes de colaboração em geral, em setores de alta tecnologia.

Fleming; King III e Juda (2007) investigaram o componente gigante da rede de coinventores de patentes localizados nas regiões metropolitanas dos EUA, onde a relação entre mundo pequeno e desempenho em patentes não se mostrou significativa. Eslami, Ebadi e Schiffauerova (2013) analisaram o componente gigante da rede de colaboração científica em biotecnologia no Canadá, formada por autores de artigos que também são inventores de patentes. Os resultados indicam que a característica de mundo pequeno não apresentou associação com valor da inovação. Por outro lado, o mundo pequeno apresentou associação positiva com desempenho em patentes e artigos.

O estudo aborda duas limitações que são superadas pela presente pesquisa. A primeira por não utilizar dados de citações para avaliar o valor das patentes. E a segunda por não conseguir calcular o índice de mundo pequeno para toda a rede com todos os nós, apenas para o componente gigante. Essa limitação se aplica também a outros estudos dessa natureza (FLEMING; KING III; JUDA, 2007; MINGJI; PING, 2014; SCHILLING; PHELPS, 2007).

Assim, sugere que estudos futuros abordem essa problemática por meio do desenvolvimento de códigos computacionais adequados para o cálculo.

Mingji e Ping (2014) identificaram associação em forma de U invertido entre o nível de mundo pequeno e o valor das patentes, para organizações inseridas no componente gigante das redes de inovação em nível global, formadas por universidades e empresas para desenvolvimento tecnológico de biofármacos.

Zhang et al. (2016) demonstraram que existem ciclos de evolução na característica de mundo pequeno nas redes de colaboração científica entre indústrias, universidades e centros de P&D na China, impulsionados por políticas públicas de fomento a colaboração.

2.4 Diversidade de parceiros na rede e os efeitos na inovação

A diversidade de parceiros envolvidos em uma rede interorganizacional para inovação constitui relevante objeto de pesquisa, considerando o impacto na inovação exercido pela oportunidade de acesso e combinação de recursos heterogêneos e especializados, por meio dos diferentes tipos de organizações e do ambiente geográfico onde estão instaladas.

2.4.1 Diversidade organizacional

A interação entre diversidade organizacional de parceiros com a inovação parte do pressuposto de que os diferentes tipos de organizações possuem distintas características e bases de conhecimento que podem ser rearranjadas para gerar melhores inovações (ZHANG; TANG, 2018). Nesse aspecto universidades e centros de P&D, públicos ou privados, são reconhecidos como fontes de acesso a conhecimento científico e tecnológico, e mão de obra qualificada, que complementam as atividades internas de P&D das empresas (TETHER, 2002; TETHER; TAJAR, 2008). Também representam oportunidade de acesso a P&D de baixo custo para empresas (LEEuw; LOKSHIN; DUYSTERS, 2014). Esses diferentes tipos de organizações possuem papéis distintos, uma vez que universidades e centros de P&D estabelecem parcerias para gerar e disseminar conhecimento científico e tecnológico, enquanto empresas vislumbram aplicar o conhecimento para desenvolver inovações de sucesso e gerar lucro (ZHANG; TANG, 2018).

Assim, a diversidade organizacional de parceiros contribui para ampliar a performance da inovação (DEMIRKAN; DEMIRKAN, 2012) e a probabilidade do desenvolvimento de inovação radical por parte das empresas (TETHER, 2002; TETHER; TAJAR, 2008; LEEuw; LOKSHIN; DUYSTERS, 2014).

Zhang et al. (2016) argumentam que a adoção de políticas públicas de fomento sustenta a evolução das redes de colaborações entre universidades, institutos públicos de pesquisa e empresas. O estudo destaca o importante papel desempenhado pelos institutos públicos de pesquisa no sistema de inovação chinês, e defende a necessidade de reconhecer os institutos de pesquisa como atores independentes em análises de redes de colaboração. De acordo com os autores, poucos estudos de colaboração trataram institutos de pesquisa como ator independente, e que alguns estudos que investigam colaboração científica tratam os institutos de pesquisa públicos como universidades (NIETO; SANTAMARÍA, 2007; TANG et al., 2020).

2.4.2 Diversidade geográfica

A diversidade geográfica dos parceiros proporciona acesso a recursos únicos, incluindo conhecimento científico e tecnológico específicos que estão concentrados em diferentes áreas geográficas (JAFFE; TRAJTENBERG; HENDERSON, 1993). Além do acesso a outro sistema de inovação com mão de obra especializada, infraestrutura local e ambiente institucional distintos (PORTER, 2007; MIOTTI; SACHWALD, 2003). Assim a diversidade geográfica já foi associada com inovação radical e incremental (HSIEH et al., 2018; VAN BEERS; ZAND, 2014)

Estudos ressaltam a importância de parceiros estrangeiros para introdução de inovações em mercados internacionais, pois favorecem o acesso a conhecimento e informações sobre aspectos regulatórios locais e características dos consumidores, favorecendo assim a implementação de adaptações necessárias a mercados internacionais (PATEL et al., 2014; VAN BEERS; ZAND, 2014)

Lavie e Miller (2008) argumentam que as parcerias internacionais impactam na performance financeira das organizações, no entanto o número excessivo de parceiros tende a reduzir o benefício. Isso pois, o benefício econômico das alianças internacionais depende não somente do número de parceiros, como também das diferenças culturais, geográficas, econômicas, e de ambiente institucional onde estão inseridos. Assim como das habilidades organizacionais para gerenciamento dessas relações internacionais, que contribui para melhor identificar e ajustar os processos de colaboração e troca de recursos a essas diferenças dos parceiros.

Para Hagedoorn (2002), a falta de controle, confiança e alta especificidade de recursos de P&D, limitam a evolução das parcerias internacionais para P&D. Ainda assim, em resposta

a alta competição, as empresas são motivadas a buscarem internacionalização e gradualmente parcerias para P&D estrangeiras. Nesse sentido, Hsieh, et al. (2018) destacam que colaborações com parceiros domésticos apoia a formação de parcerias estrangeiras. E Patel et al. (2014) argumenta que a introdução de inovações em mercados internacionais é antecipada pelo balanço entre parceiros locais e internacionais para P&D, por possibilitar compartilhamento de recursos chave e diversificados, ao passo que minimiza as dificuldades na operacionalização das parcerias e transferência de conhecimento.

2.4.3 Descrição dos estudos empíricos sobre a diversidade organizacional e geográfica

Essa seção concentra a descrição dos estudos empíricos para ambos, diversidade organizacional e geográfica, considerando que a maioria dos estudos analisou as duas características simultaneamente.

A relação entre diversidade de parceiros e inovação, tem sido investigada e evidenciada de diferentes formas e em diferentes contextos, e dessa forma os resultados são mistos. Deve-se destacar que existem diferenças em como a inovação é mensurada, sob aspectos de: desempenho, impacto e valor. Outro fator a ser considerado é a forma pela qual os diferentes tipos de parceiros são classificados, a partir de diferentes atributos, entre: funcional, industrial, organizacional e geográfico. Embora não exista consenso nas terminologias adotadas, observa-se certa convergência, assim como, essas diferentes classificações, podem ser consideradas simultaneamente em alguns estudos.

Estudos que focam na diversidade organizacional, geralmente classificam os atores entre: universidades, centros públicos e/ou privados de P&D, e empresas (DEMIRKAN; DEMIRKAN, 2012; TANG et al., 2020; ZHANG; TANG, 2018). Já os estudos cujo foco de análise reside na diversidade funcional dos parceiros de P&D, consideram as diferentes funções que os membros da cadeia de valor exercem. Delgado-Márquez et al. (2018) argumenta que sob aspecto funcional, os parceiros geralmente são classificados tanto em nível vertical, como clientes e fornecedores, ou também considerando atributos de nível horizontal, como universidades e centros de P&D, e outras empresas como os competidores. Há ainda estudos que distinguem os consultores externos e institutos privados de P&D (DE LEEUW; LOKSHIN; DUYSTERS, 2014; HSIEH et al., 2018; HUANG; CHEN; LIANG, 2018; NIETO; SANTAMARÍA, 2007; VAN BEERS; ZAND, 2014). Assim, observa-se que estudos no nível funcional, também distinguem os diferentes atores contemplados no nível organizacional. Já os estudos que buscam analisar os efeitos na inovação exercidos pela

diversidade industrial, direcionam foco da análise em verificar os diferentes setores de atuação dos parceiros (ZHANG; TANG; QI, 2020). E no âmbito geográfico podem ser distinguidos entre locais ou estrangeiros, ou ampliar a análise considerando a diversidade de países onde estão instalados.

Estudos que analisaram a diversidade nas parcerias estabelecidas com ampla finalidade, não somente para P&D e inovação. Nieto e Santamaría (2007) focaram em parcerias com finalidade diversa de empresas instaladas na Espanha, demonstrando que parcerias com clientes, fornecedores, universidades ou centros de P&D exercem impacto positivo para inovação radical. De Leeuw, Lokshin e Duysters (2014) investigaram as parcerias com finalidade diversa, de empresas na Nova Zelândia, considerando simultaneamente a diversidade funcional e geográfica, entre locais e estrangeiros. Os resultados indicam que a inovação incremental é positivamente impactada pela diversidade, no entanto a inovação radical aparece associada em forma de U invertido. Assim, sugere que portfólio amplo de alianças ajudam a aumentar inovação incremental. Já inovação radical é beneficiada por um número limitado de tipos de parceiros.

Zhang, Tang e Qi (2020) analisaram as parcerias com finalidade diversa das empresas do setor de computadores, eletrônicos e telecomunicação, sob a ótica da relação entre diversidade e inovação *ambidexterity*, que representa a capacidade da organização em gerar patentes *exploratory* e *exploitative*. Os resultados demonstram impacto positivo para diversidade industrial, impacto negativo para diversidade geográfica, e associação com a atividade funcional da aliança em forma de U invertido, indicando um ponto ótimo, além do qual a relação reduz

Considerando os estudos que analisaram a diversidade nas parcerias estabelecidas com a finalidade de desenvolver inovações, Dermikan e Dermikan (2012) demonstraram que a heterogeneidade de conhecimento, por meio da diversidade organizacional de parceiros, e a qualidade desses parceiros, ambos afetam o desempenho em patentes concedidas para empresas de biotecnologia. Os diversos parceiros foram classificados como outras empresas, universidades, centros P&D e farmacêuticas.

Van Beers e Zand (2014) investigaram as parcerias para P&D das empresas de biotecnologia na Holanda, demonstrando que a diversidade funcional dos parceiros favorece o desempenho das vendas de inovações radicais, e a diversidade geográfica tem efeito na inovação incremental.

Patel et al. (2014) analisaram a diversidade de parceiros nos aspectos funcional e geográfico, de uma única empresa de base tecnológica na Finlândia. A principal contribuição

indica que o balanço entre parceiros locais e estrangeiros para P&D está relacionada com menor tempo entre o desenvolvimento do protótipo e a exportação do produto inovador.

Hsieh et al. (2018) analisaram diversidade de parceiros das empresas de manufatura no Taiwan, nos aspectos funcional e geográfico, em que os parceiros foram classificados entre locais e estrangeiros. Os resultados demonstraram associação positiva entre inovação radical e colaboração com clientes estrangeiros, assim como competidores domésticos.

Tang et al. (2020) analisaram parcerias para inovação entre universidades e empresas na província de Guangdong na China, demonstrando que inovação radical de produtos está positivamente associada, com ambos, alta qualidade das universidades e diversidade geográfica, sob a perspectiva de universidades localizadas em diferentes províncias. Já a inovação incremental está associada a parcerias com universidades localizadas na mesma província.

Huang, Chen e Liang (2018) investigaram diversidade de parceiros para inovação das empresas de manufatura na província de Zhejiang na China, indicando que ambos os aspectos da diversidade, organizacional, geográfica e industrial, estão associados com o desempenho inovador das empresas.

Delgado-Márquez et al. (2018) pesquisaram a diversidade de parceiros para inovação das subsidiárias de multinacionais operando na Espanha, demonstrando que a diversidade funcional está associada em forma de U, com ambos, volume de vendas de inovações radicais e incrementais. A diversidade geográfica aparece associada em forma de U apenas com inovação radical. A relação em forma de U indica associação positiva em baixos e altos níveis de diversidade.

Zhang e Tang (2018) analisaram a diversidade de parceiros para inovação no setor de nano-biofarmacêutica, os resultados indicam que ambos, a diversidade em aspectos organizacional e geográfica dos parceiros afeta positivamente a performance em patentes concedidas. O estudo gerou ainda contribuições relevantes ao demonstrar que a heterogeneidade de conhecimento tecnológico dos diversos tipos de parceiros para P&D, tanto sob aspectos organizacionais e geográficos, mediam positivamente a relação entre diversidade de parceiros e inovação

Iino et al. (2021) analisaram redes para inovação em nível global, e demonstraram o efeito positivo da diversidade geográfica no valor da inovação. De acordo com os autores, a colaboração internacional é 2,7 vezes mais efetiva que a colaboração doméstica.

2.5 Avaliação de patentes

Na era da economia do conhecimento as patentes representam importantes ativos intangíveis e fonte de conhecimento, o que torna relevante o desenvolvimento e aplicação de técnicas para sua avaliação, tanto em aspectos técnicos como econômicos. Dessa forma o tema tem despertado o interesse científico e gerencial, contribuindo para valorar ativos intangíveis e organizações (ALBERT et al., 1991; HALL; JAFFE; TRAJTENBERG, 2005), para comparar a posição competitiva de organizações (ERNST e OMLAND, 2011), mensurar a produtividade em P&D (LANJOUW e SCHANKERMAN, 2004), entre outros.

Patentes são documentos técnicos e legais com o objetivo de incentivar o surgimento de inovações tecnológica ao proporcionar retorno adequado aos investimentos em inovação e disponibilizar organizadamente o conhecimento tecnológico, permitindo o avanço pela sociedade. Uma patente quando concedida garante ao seu detentor o direito exclusivo de produzir, comercializar ou importar o conhecimento requerido como novo, por um período limitado a 20 anos, apenas no território onde foi aplicada e aprovada pela autoridade competente. Cada país é soberano sobre a definição do regramento sobre patentes, porém as legislações da maioria dos países são convergentes em diversos aspectos, como os critérios para concessão de uma patente, cujo conhecimento descrito deve ser considerado novo para um técnico no assunto, resultante de uma atividade inventiva e com aplicação industrial (OECD, 2009).

As informações contidas numa patente são muito valiosas e permitem entender a sua estrutura de conhecimento e qualidade. Muitas patentes nunca se transformam em produtos, serviços ou processos aplicáveis, além de existir alta variância em importância técnica e valor econômico entre cada uma, o que torna a simples contagem de depósitos e concessões de patentes um indicador inadequado para avaliação. Assim, as técnicas baseadas em informações bibliométricas, permitem avaliar as patentes sob aspectos técnicos e econômicos (HALL; JAFFE; TRAJTENBERG, 2005), utilizando determinados atributos como: citações recebidas e realizadas, cobertura geográfica, reivindicações, classificações tecnológicas, renovações, oposições, litígios, entre outros. Esses atributos podem ser utilizados individualmente, combinados, ou de forma a acrescentar fatores que indiretamente afetam a invenção, como por meio da aplicação de redes.

É importante salientar que a valoração de uma patente pode abranger dois aspectos: o valor financeiro e o valor técnico. O valor técnico de uma patente abrange a importância da invenção em ser implementada em produtos e/ou desdobramentos em novas invenções. O

entendimento do valor técnico é essencial para presumir valor financeiro, pela relação de dependência entre eles. Invenções com alto valor técnico podem ou não apresentar valor financeiro ou relevância comercial, devido a condições externas, como sociais, econômicas ou de mercado (CHANDRA, 2019). Porém invenções com baixo valor técnico, dificilmente conseguem apresentar alguma relevância comercial. Para Hagelin (2002), na valoração de uma invenção, o ajuste de risco sobre as receitas pode variar de 50 a 70% se o valor técnico da invenção é desconhecido (novo ou não provado tecnologicamente).

Na sequência serão apresentados e discutidos individualmente os atributos de patentes utilizados como indicadores, e como se relacionam com o valor. Abordagens propostas recentemente têm demonstrado que a utilização de índices compostos por múltiplos atributos da patente apresentam maior potencial em explicar a variância no valor da patente (FISCHER; LEIDINGER, 2014; ERNST e OMLAND, 2011).

2.5.1 Citações recebidas

Uma patente recebendo citações de outra patente é um indicador de que parte relevante do conhecimento é importante para a concepção das próximas tecnologias. Dessa forma o indicador de citações recebidas pela patente tem sido muito utilizado em pesquisas (IINO et al., 2021; SONMEZ, 2018). Carpenter, Narin e Woolf (1981) foram os precursores na linha de pesquisa sobre a relação entre citações recebidas e valor, ao demonstrar que patentes de produtos inovadores recebiam mais citações. As citações de patentes também foram associadas com valor econômico da inovação (TRAJTENBERG, 1990), valor técnico (ALBERT et al., 1991), valor organizacional de mercado (HALL; JAFFE; TRAJTENBERG, 2005), e valor patrimonial (FISCHER; LEIDINGER, 2014). Como limitante desse indicador é que as citações levam tempo para ocorrer, dessa forma patentes mais antigas teriam maior oportunidade de serem citadas, tornando o indicador inadequado para patentes recentes (HALL; JAFFE; TRAJTENBERG, 2005). Por outro lado, patentes que receberam muitas citações ao longo do tempo podem não apresentar sucesso mercadológico, ou patentes cujo valor técnico passaram despercebido e somente receberam citações após longo período da publicação (CANO; LIND, 1991; OHBA; NAKAO, 2012).

2.5.2 Autocitação

Autocitação ocorre quando determinada patente cita outra patente pertencente ao mesmo titular da referida patente. A autocitação pode indicar que o titular da patente ocupa uma posição estrategicamente competitiva no setor tecnológico, esforçando-se para a evolução de determinada tecnologia e para fortalecer a proteção por patentes de tecnologias relacionadas (BESSEN, 2008). Hall, Jaffe e Trajtenberg (2005) observaram que as autocitações apresentam maior impacto no valor de mercado das organizações do que as citações recebidas de fontes externas. Jaffe et al. (1993) argumentam que a proporção de autocitações varia de acordo com o tipo de titular, sendo maior em grandes corporações do que em universidades.

2.5.3 Família de patentes

Uma família de patentes representa um conjunto de patentes designadas a proteger a mesma invenção em diversas autoridades patentárias. Como a proteção de uma patente tem abrangência regional, é necessário requerer a proteção em cada país onde exista mercado em potencial. Porém, o custo para expandir a proteção para diversos países é bastante significativo, além de taxas para depósito e exame, a maioria dos países cobram taxas de manutenção, e ainda existem despesas para preparação e tradução dos pedidos. Assim, o tamanho da família de patentes é um indicador de valor (MINGJI; PING, 2014), pois reflete o potencial de explorar grandes mercados (ERNST; OMLAND, 2011), e a expectativa por parte dos detentores (FISCHER; LEIDINGER, 2014; HARHOFF; SCHERER; VOPEL, 2003; STERNITZKE, 2009). De acordo com Guellec e De La Potterie (2000), o valor da patente está relacionado com o tamanho da família, porém até determinado limite, além do qual essa relação diminui. O autor sugere que famílias de patentes excessivamente grandes não estão relacionadas ao valor de forma linear, e que a proteção nos maiores mercados é suficiente para muitas patentes valiosas. Nesse escopo, Ernst e Omland (2011) propuseram um indicador de cobertura de mercado que considera a relevância econômica de cada território onde a patente foi protegida.

2.5.4 Manutenção da patente

A maioria das autoridades de patentes pelo mundo cobram taxas anuais para manter a patente ativa. A decisão dos titulares em continuar efetuando os pagamentos dessas taxas

indicam que existe potencial mercadológico da inovação. Com esse entendimento, Pakes (1984), desenvolveu um modelo utilizando dados sobre a manutenção de patentes para estimar o seu valor. O argumento básico é que o valor da patente pode ser revelado pela crença do titular, que é expressa por meio da análise sobre os pagamentos de taxa de manutenção. Essa relação foi posteriormente confirmada por outros estudos (BESSEN, 2008; GUPENG; XIANGDONG, 2012).

2.5.5 Reivindicações

No campo das reivindicações é que são descritas quais as invenções requeridas pela patente, e baseado nessa descrição que é concedido o direito de exclusividade para explorar a invenção. Assim, os casos de oposição sobre o direito de exclusividade fundamentam-se nas reivindicações, que podem conduzir ao litígio entre as partes. O litígio sobre a proteção da patente é considerado um indicador de valor da invenção. Nesse sentido, Lanjouw e Schankerman (1997) sugerem que o escopo de proteção da patente está relacionado ao número de reivindicações, que por sua vez está associado a maior probabilidade de litígio. Fischer e Leidinger (2014) encontraram significativa relação entre o número de reivindicações e o valor de venda das patentes. Outros estudos também relacionaram o valor da invenção com a quantidade de reivindicações (BARON; DELCAMP, 2011; LIN; CHEN; WU, 2007; ESLAMI; EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2013).

2.5.6 Classificação Tecnológica

A Classificação Tecnológica é uma ferramenta universal de categorização do conhecimento, inicialmente sugerida pelo titular, sendo posteriormente revisada pelos examinadores, especialistas no assunto. Utilizando desse indicador, He e Luo (2017) relacionaram o efeito da novidade com o valor da patente. Os autores mensuraram a novidade como uma combinação inédita de diferentes classificações tecnológicas para determinado setor. Por outro lado, Fischer e Leidinger (2014) não encontraram associação entre a contagem de classes de IPC distintas e o valor de venda das patentes.

2.5.7 Referências

As referências de uma patente, ou citações realizadas, descrevem o estado da arte e a base de conhecimento para concepção da patente. Dessa forma, a importância das referências

de uma patente, pode fornecer indícios sobre o valor da invenção. A literatura entende o papel das referências para avaliar patentes de diferentes maneiras. No caso das referências não-patentes, tem se demonstrado maior proximidade da tecnologia com o conhecimento científico (CARPENTER; NARIN, 1983; TRAJTENBERG; HENDERSON; JAFFE, 1997; VERBEEK et al., 2002). A quantidade de referências, patentárias ou não, pode indicar extensa base de conhecimento, que aumenta a probabilidade de originar produtos inovadores, indicando o valor da invenção (HARHOFF; SCHERER; VOPEL, 2003). A amplitude de classificações tecnológica das referências patentárias, indicam a originalidade da patente (TRAJTENBERG, 1997). Schoenmakers e Duysters (2010) sugerem que inovações radicais referem a conhecimento emergente, proveniente da combinação de diferentes domínios. Outros estudos argumentam que inovações radicais são criações pioneiras, dessa forma, podem não citar outras tecnologias (BANERJEE; COLE, 2010).

O uso das referências como indicador de valor apresenta como vantagens o fato de ser estático, pois ao não variar ao longo do tempo, como as citações recebidas, torna-se mais adequado para avaliar patentes recentes. Também pode ser utilizado para avaliar patentes antes da concessão, partindo da análise da base de conhecimento descrita no estado da arte. (ALCACER; GITTELMAN, 2006).

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são apresentados os procedimentos para atingir os objetivos propostos na pesquisa.

3.1 Tipo de pesquisa

A natureza da pesquisa é quantitativa pois utiliza métodos analíticos e aplica técnicas de análise de redes sociais, conjuntamente com técnicas de estatísticas de correlação (HOLLSTEIN, 2011; NEVES, 1996). Constitui-se em uma pesquisa de finalidade descritiva. O propósito dos estudos de natureza descritiva é analisar fatos e revelar como determinados fenômenos ocorrem (SAMPIEIRI; COLLADO; LUCIO, 1997). A pesquisa descritiva demanda domínio do problema de pesquisa (SELLTIZ; WRIGHTSMAN; COOK, 1987), e através da observação dos eventos procura descrever, classificar e compreender o universo de estudo (VIEIRA, 2002).

3.2 Pergunta e Hipóteses de pesquisa

3.2.1 Pergunta de pesquisa

Esta tese pretende responder a seguinte pergunta de pesquisa:

A posição ocupada, as características da estrutura, e a diversidade de membros, na rede interorganizacional para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos estão associadas ao valor da inovação?

Assim, visando o cumprimento da pergunta de pesquisa, o objetivo geral é:

Verificar se a posição ocupada, as características estruturais e a diversidade de membros, na rede interorganizacional para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos estão associadas com o valor da inovação.

3.2.2 Hipóteses de pesquisa

De acordo com Malhotra (2001, p 405), a “hipótese nula é uma afirmação em que não se espera qualquer diferença ou efeito. Se a hipótese nula não é rejeitada, não se fará

modificação alguma”. Por outro lado, o aceite da hipótese alternativa conduzirá às novas opiniões. Como decorrência da questão e objetivo apresentados acima, são levantadas algumas hipóteses a serem investigadas durante a pesquisa, cujos resultados deverão ser por ela negados ou confirmados.

A revisão da literatura aponta a existência de abordagem teóricas e empíricas que sustentam a afirmação de que a posição ocupada, a característica da estrutura e a diversidade de membros nas redes interorganizacionais para desenvolvimento de inovações, afetam o valor da inovação. Nesse contexto as hipóteses a serem testadas na presente pesquisa são:

H1.1: Há associação positiva entre a quantidade de laços diretos da organização na rede para desenvolvimento tecnológico e o valor da inovação.

H1.2: Há associação positiva entre a quantidade de laços indiretos da organização na rede para desenvolvimento tecnológico e o valor da inovação.

H1.3: Há associação positiva entre a quantidade de buracos estruturais da organização na rede para desenvolvimento tecnológico e o valor da inovação.

H1.4: Há associação positiva entre a característica de mundo pequeno na rede para desenvolvimento tecnológico em que a organização está inserida e o valor da inovação.

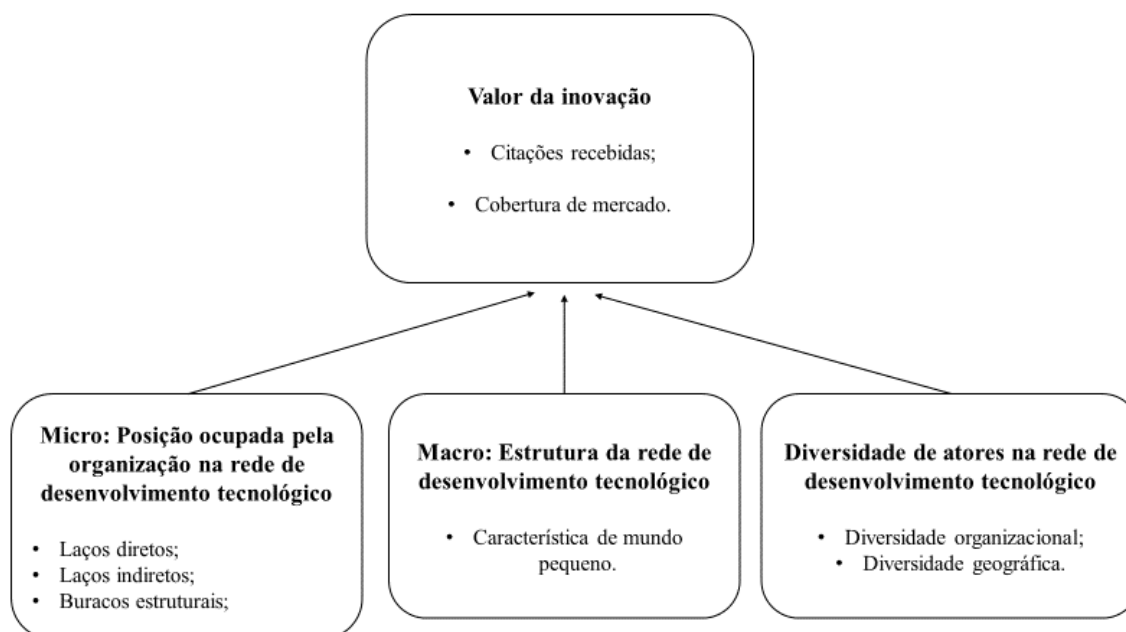
H1.5: Há associação positiva entre a diversidade organizacional dos membros na rede para desenvolvimento tecnológico em que a organização está inserida e o valor da inovação.

H1.6: Há associação positiva entre a diversidade geográfica dos membros na rede para desenvolvimento tecnológico em que a organização está inserida e o valor da inovação.

3.2.3 Modelo de pesquisa

A presente pesquisa segue o seguinte modelo de pesquisa apresentado na Figura 1, para representar o argumento defendido em que o valor da inovação tende a ser positivamente afetado por aspectos da posição, estrutura e diversidade de membros na rede.

Figura 1 – Modelo de Pesquisa



Fonte: Elaboração própria

3.3 Universo de pesquisa

Os dados utilizados na pesquisa são considerados secundários, pois foram extraídos de uma plataforma de bases de patentes. Serão utilizadas para a pesquisa, informações de famílias de patentes (INPADOC). Uma família de patentes representa um conjunto de documentos, depositados em diferentes países, que se destinam a proteger a mesma invenção. (WIPO, 2014). A população de interesse da pesquisa são as patentes da área de biocombustíveis líquidos, utilizando a classificação do IPC Green Inventory (IPC GI) (WIPO, 2010) apresentados no Quadro 1. A classificação IPC GI fornece um parâmetro seguro para condução de pesquisa científica utilizando patentes como indicadores.

Quadro 1 – População de interesse

Classificação das áreas tecnológicas	IPC	Descrição
Biodiesel e óleos vegetais	C10L000100	Combustíveis carbonáceos líquidos
	C10L000102	Combustíveis carbonáceos líquidos baseados em componentes consistindo somente em carbono, hidrogênio e oxigênio
	C10L000114	Combustíveis carbonáceos líquidos de compostos orgânicos
	C07C006700	Preparação de ésteres de ácidos carboxílicos
	C07C006900	Ésteres de ácidos carboxílicos ou halofórmicos
	C10G	Craqueamento, refino e produção de hidrocarbonetos
	C10L000119	Combustíveis carbonáceos líquidos de compostos orgânicos - Ésteres

Classificação das áreas tecnológicas	IPC	Descrição
	C11C000310	Gorduras, óleos ou ácidos graxos resultantes da modificação química por interesterificação
	C12P000764	Processos de fermentação ou enzimático para preparação de gorduras; óleos graxos; ácidos graxos superiores
	C10L000118 2	Combustíveis carbonáceos líquidos de compostos orgânicos contendo grupos hidroxí
	C12N000924	Enzimas agindo sobre compostos de glicosila
	C12P000706	Processos de fermentação ou enzimático para preparação de compostos orgânicos contendo oxigênio - etanol, ex. não para bebida
Bioetanol	C12P000708	Etanol produzido como subproduto ou a partir de substrato de resíduo ou de material celulósico
	C12P000710	Etanol produzido como subproduto ou a partir de substrato contendo material celulósico
	C12P000712	Etanol produzido como subproduto ou a partir de substrato contendo licor residual de sulfito ou resíduos cítricos
	C12P000714	Etanol produzido como subproduto ou a partir de estágios múltiplos de fermentação; utilização de fermentação com diferentes tipos de micro-organismos ou reuso de micro-organismos

Fonte: Elaboração própria a partir da classificação do IPC Green Inventory (WIPO, 2010)

3.3.1 Coleta e preparação dos dados

A etapa de coleta envolveu a seleção e extração de dados de patentes na plataforma Derwent Innovation, fornecida pela Clarivate Analytics. Foram selecionadas as patentes depositadas no período de 1998 a 2012, classificadas de acordo com IPC em biocombustíveis líquidos (WIPO, 2010) listados no Quadro 1. Antes da extração, os resultados foram filtrados por famílias de patentes, para selecionar apenas uma patente por família. Foram selecionados os seguintes atributos das patentes: *Application Number; Publication Number; Application Year; Application Country/Region; Dead/Alive; Publication Year; Publication Country Code; Publication Kind Code; INPADOC Family ID; Dead/Alive INPADOC Family Status; IPC Current Full; Assignee - Original - Country/Region; Inventor - w/address; Cited Refs Details – Patent; INPADOC Family Members Dead/Alive.*

Após a coleta, os dados foram submetidos a processo de preparação para análise. Inicialmente os dados das patentes foram organizados em banco de dados relacional, para possibilitar o tratamento adequado para análise. Uma vez criado o banco de dados, foi realizada a identificação e limpeza de dados inconsistentes e duplicados.

Em seguida foram implementadas: a identificação e remoção de indivíduos como titulares das patentes, uma vez que a pesquisa tem foco no nível interorganizacional; a

padronização de nomes de titulares de patentes; e a classificação dos titulares de acordo com atributos de natureza organizacional e geográfica. Para tanto, foi seguida a técnica descrita por Gomes, Porto e Costa (2019).

Na sequência os dados foram enriquecidos com dados de fontes externas, por meio de abordagem desenvolvida especificamente para este estudo, envolvendo a interpretação dos eventos legais das patentes e membros da família de patentes.

3.3.1.1 Interpretação de eventos legais de concessão da patente

A interpretação do status e histórico de eventos legais tem por objetivo identificar patentes e membros da família que ao longo do período do ciclo de vida apresenta eventos de concessão, ou que permanecem com status ativo na data da coleta. O evento de concessão é importante para avaliação da patente, pois representa o reconhecimento pela autoridade patentária de que a inovação reivindicada atende aos requisitos legais. A concessão de uma patente somente é atribuída após o cumprimento de determinados requisitos, principalmente o exame de mérito realizado por técnicos na área de conhecimento. No entanto, o período entre o depósito e a eventual concessão de uma patente varia entre diferentes autoridades patentárias, o que pode comprometer a análise e avaliação de patentes de diferentes jurisdições. Dessa forma, ao considerar patentes com status ativa na data da coleta, busca-se reduzir o impacto da variação no tempo de exame e/ou concessão de cada autoridade patentária.

O status “ativo”, considera um conjunto de eventos legais e estados do ciclo de vida processual, em que a concessão está vigente, ou ainda é potencial, tanto em estados pré como pós concessão. O status legal de uma patente, ao longo do ciclo de vida processual, pode variar entre: “ativo”, “inativo” ou “expirado”, de acordo com a legislação aplicável à autoridade patentária, sendo determinado baseado em eventos precedentes:

- a) Ativo: o pedido está pendente ou o direito de PI está em vigência;
- b) Inativo: o pedido está descontinuado, ou o direito de PI não está em vigência;
- c) Expirado: o pedido foi descontinuado, ou a não vigência do direito de PI não pode ser revertido. No entanto nem todas as autoridades patentárias podem especificar esse estado de acordo com a legislação local (WIPO, 2021).

Para a identificação do status legal atual de cada patente e membros da família, são utilizados dados *Dead or Alive* e *INPADOC Family member Dead or Alive*. Os dados revelam, respectivamente, o status atual da patente e de cada membro (se houver),

considerando o último evento legal publicado. No entanto essa informação representa uma fotografia da situação da patente na data da coleta, e confiar apenas no status, excluiria da avaliação as patentes que ao longo do ciclo de vida foram concedidas e não se encontram ativas atualmente. Para tanto, foram desenvolvidas as técnicas para identificar e interpretar o histórico de eventos legais.

A técnica desenvolvida para interpretação dos eventos legais das patentes, e a identificação de patentes com eventos de concessão, aplica duas abordagens, por meio do cruzamento dos dados distintos com fontes externas. Em uma primeira abordagem são analisados os códigos de eventos legais (*INPADOC legal status codes*), e na outra são analisados os códigos do tipo de publicação da patente (*Publication Kind Code*).

Um evento legal refere-se a uma ação ocorrida ao longo do ciclo de vida processual de uma patente, causado pelo depositante, titular, autoridade patentária ou terceiros, de acordo com legislação aplicável. Ao longo do ciclo de vida processual uma patente pode apresentar inúmeros eventos, que podem ou não alterar o status legal, como a publicação referente a pedido de depósito, concessão, alterações no pedido em função do cumprimento de exigências, ou em resposta a oposições.

Embora existam esforços para padronização, cada autoridade patentária adota diferentes códigos de eventos legais, em função de diferentes práticas e legislações locais. Assim, os dados foram tratados e cruzados com uma lista de concordância de eventos legais, elaborado por EPO (2019), que busca agrupar os códigos dos diferentes tipos de publicações das autoridades patentárias, em cada possível estado do ciclo de vida processual de uma patente, conforme modelo geral elaborado por WIPO (2021). Assim, são identificados os eventos legais que se referem a efetiva concessão do direito de PI. A concessão geralmente pode ocorrer após o exame, a revisão ou a apelação.

Por sua vez, os códigos do tipo de publicação da patente também permitem identificar eventos de concessão. Ao longo do ciclo de vida processual, uma patente pode apresentar inúmeras publicações, em função de eventos que podem ou não alterar o estado da patente, como publicação referente a pedido de depósito, concessão, alterações no pedido em função do cumprimento de exigências, ou em resposta a oposições.

Cada autoridade patentária adota diferentes códigos de publicação, em função de diferentes práticas e legislações locais. Assim, para interpretação os dados foram tratados e cruzados com uma lista de concordância de tipos de publicações, elaborado por EPO (2019), que busca agrupar os códigos dos diferentes tipos de publicação das autoridades patentárias, em cada possível estado do ciclo de vida processual de uma patente.

A identificação e interpretação dos códigos do tipo de publicação é particularmente útil para analisar os dados de membros da família de patentes, uma vez que os dados obtidos não contemplam os eventos legais para cada membro da família. Os dados disponibilizados pelo *INPADOC Family Member Dead or Alive*, apresentam todas as publicações, de todas as autoridades patentárias onde a proteção foi solicitada. Assim, observa-se múltiplos números de publicação referente ao mesmo pedido de patente, para a mesma autoridade patentária. O que indica diferentes eventos no ciclo de vida processual de um membro da família em cada autoridade patentária.

A partir dos números de publicação dos membros da família de patentes, os dados são tratados para extrair somente o código do país (primeiro e segundo dígitos) e o código do tipo (último e/ou penúltimo dígito). Esse procedimento torna possível o cruzamento com a lista de concordância e a identificação das publicações que se referem a eventos de concessão do direito de PI.

3.4 Análise dos dados

A análise de dados contemplou três fases, inicialmente as redes interorganizacionais foram construídas e analisadas, por meio das técnicas de Análise de Redes Sociais (ARS), para cálculo das variáveis independentes. Na segunda fase foram calculados os indicadores de valor das patentes, para cálculo das variáveis dependente. Por fim, os dados foram cruzados para análise estatística.

3.4.1 Análise de Redes Sociais

Para construção das redes foi utilizada a cotitularidade no depósito das patentes, como indicador amplamente aceito de parceria para desenvolvimento tecnológico, pois representa que uma patente possui dois ou mais proprietários, que cooperaram efetivamente em atividades de P&D da invenção, e decidiram apropriar conjuntamente dos resultados dessa atividade. Os atores da rede (também denominados de vértices ou nós) representam os titulares das patentes em cotitularidade, e as relações (também denominados de laços ou arestas) entre eles são estabelecidas pela titularidade conjunta no depósito de pelo menos uma patente. As redes são não-direcionadas pois os laços representam um fluxo de mão dupla.

Foram construídas 13 redes, uma para cada período t , de 2000 a 2012, em janelas móveis de 3 anos, dessa forma, $t = \text{ano}, \text{ano}-1, \text{ano}-2$ (ex.: a rede do período $t = 2000$, considera a cotitularidade nas patentes depositadas em 1998, 1999 e 2000). A escolha do

período de três anos seguiu abordagem de estudos anteriores (SCHILLING; PHELPS, 2007; LIANG; LIU, 2018)

Os atores da rede foram classificados de acordo com atributos de natureza organizacional e localização geográfica. Natureza organizacional, em três categorias, entre: ORG: organizações de natureza empresarial, RD: centros e institutos de P&D públicos ou privados, e UNIV: universidades ou instituições de ensino. Localização geográfica em 56 categorias, de acordo com a nacionalidade do endereço do titular, quando disponível nos dados coletados (APÊNDICE L).

A Análise de Redes Sociais (ARS) foi realizada sob dois aspectos, micro e macro, para cálculo das variáveis independentes. No aspecto micro foram calculadas as variáveis individuais para cada ator da rede, que destacam a importância desse ator em função da posição que ele ocupa na rede. No aspecto macro foram calculadas as variáveis que caracterizam a estrutura e a diversidade da rede onde os atores estão inseridos. Para análise da estrutura e diversidade as variáveis foram calculadas para cada componente da rede. A análise das redes foi executada principalmente por meio da ferramenta igraph no software R (CSARDI et al., 2006).

3.4.2 Definição das variáveis da pesquisa

3.4.2.1 Variáveis dependentes

Foram utilizadas duas variáveis dependentes para mensurar o valor da inovação, por meio de atributos de patentes concedidas ou ativas: contagem de citações recebidas pelas patentes da organização; e cobertura de mercado das patentes da organização, por meio da contagem de autoridades patentárias onde a família da patente foi concedida ou está ativa.

a) Citações recebidas: as citações recebidas por uma patente revelam sua importância técnica, sendo associada ao valor econômico da inovação (TRAJTENBERG, 1990; HALL; JAFFE; TRAJTENBERG, 2005; FISCHER; LEIDINGER, 2014). Neste estudo, a variável dependente de citações recebidas CT de uma determinada organização i , no ano t é expressa como:

$$CT_{(i,t)} = \sum_{p \in P_{i,t}} (CS_p + 1)$$

Onde CS representa a contagem de citações recebidas por patente p , em até 7 anos após o depósito, e P_i representa o conjunto de patentes p concedidas ou com status legal ativa,

depositadas pela organização i , no ano t . Esse indicador seguiu abordagem originalmente descrita por Trajtenberg (1990), sendo considerado um indicador de contagem de patentes ponderado pelas citações recebidas. Como as citações recebidas demandam tempo para ocorrer, o indicador foi adaptado conforme abordagens recentes, para considerar um período para contagem de citações, que seja comum a todas as patentes analisadas, já que as patentes antigas estariam propensas a receber mais citações do que patentes recentes (FISCHER; LEIDINGER, 2014; TIAN; SU; YANG, 2022). Assim, foi selecionado o período de 7 anos após a data de depósito da patente, para contagem das citações recebidas, sendo esse período considerado adequado para avaliar patentes antigas e recentes, (SQUICCIARINI; DERNIS; CRISCUOLO, 2013).

b) Cobertura de mercado: a amplitude de cobertura geográfica de uma família de patentes revela a expectativa dos titulares no potencial de explorar grandes mercados (FISCHER; LEIDINGER, 2014; HARHOFF; SCHERER; VOPEL, 2003; ERNST; OMLAND, 2011). Neste estudo, a variável dependente de cobertura de mercado MC de uma determinada organização i , no ano t é expressa como:

$$MC_{(i,t)} = \sum_{p \in P_{i,t}} FS_p$$

Onde FS representa a contagem de autoridades patentárias onde a proteção da patente p foi requisitada e concedida, ou permanece ativa. E P_i representa o conjunto de patentes p concedidas ou com status legal ativa, depositadas pela organização i , no ano t .

3.4.2.2 Variáveis independentes

a) Laços diretos: para mensurar os laços diretos foi utilizada a medida de centralidade de grau, amplamente utilizada em estudos para essa finalidade (AHUJA, 2000; IINO et al., 2021). A centralidade de grau $K(i)$ representa a quantidade de parceiros diretamente conectados a um determinado nó i . De acordo com essa métrica os atores mais centrais são aqueles que possuem um amplo portfólio de contatos diretos.

b) Laços indiretos: Para mensurar os laços indiretos foi utilizada a medida de centralidade harmônica, que é baseada no alcance ponderado pela distância, e tem o potencial de revelar a importância de um nó de acordo com a quantidade e a distância dos contatos indiretos. O mesmo princípio de cálculo utilizado neste estudo também foi aplicado como medida de laços indiretos em outros estudos com a mesma finalidade (AHUJA, 2000; KVAMSÅS, 2018; LIANG; LIU, 2018; GUAN; LIU, 2016). A medida foi implementada

conforme abordagem de Marchiori e Latora (2000). De acordo com essa medida quanto maior a centralidade de um ator, maior será o acesso ao fluxo de informação por meio dos contatos indiretos.

A medida de centralidade harmônica $HC(i)$ de um nó i é expressa como a somatória do inverso do comprimento do caminho curto (distâncias geodésicas) d_{ij} entre o nó ego i e j , onde V corresponde a todos nós da rede.

$$HC(i) = \sum_{j \in V, i \neq j, d(i,j) > 1} \frac{1}{d(i,j)}$$

Caso não exista caminho entre i e j o comprimento do caminho curto é nulo ($d_{ij} = 0$), o que torna o algoritmo adequado para calcular a centralidade em toda a rede. Os laços diretos não foram considerados no cálculo, como intenção de mensurar o efeito apenas dos laços indiretos ($d_{ij} > 1$).

c) Buracos estruturais: a medida de buracos estruturais, também conhecida como *Burt's Constraint* (BURT, 1992), revela o quão não-redundantes são os parceiros de um ator, indicando a presença de buracos estruturais. A medida de buracos estruturais $CN(i)$ de um nó i é expressa como:

$$CN(i) = \sum_{j \in V_i, j \neq i} \left(P_{ij} + \sum_{q \in V_i, q \neq i, j} P_{iq} P_{qj} \right)^2$$

Onde V_i representa o conjunto de nós que estão diretamente conectados ao nó ego i . Sendo P_{ij} é a força proporcional entre os nós i e j , e assume o valor de $1/K_i$ para cada j . Sendo K_i a centralidade de grau de i , que assume o mesmo peso para cada relação, quando o peso não for definido. Onde P_{iq} representa a proporção de parceiros diretos do nó ego i que estão conectados com o contato q , e P_{qj} representa a força marginal da relação entre j e q . Muitas conexões entre os parceiros do ego i implica em alto somatório de $P_{iq} P_{qj}$, e assim alto valor para o índice, indicando alta redundância e poucos buracos estruturais.

Quanto menor o índice $CN(i)$ maior a quantidade de buracos estruturais. Sendo que, $CN(i)$ é menor quando: o nó i está conectado com maior quantidade de parceiros, pois maior será K_i ; os parceiros diretos de i (V_i) não estão conectados entre si, pois P_{iq} será igual a zero; os parceiros diretos de i (V_i) estão conectados com maior quantidade de outros parceiros de fora da rede ego de i (não pertencem a V_i), pois P_{qj} será menor.

Quando nó i está conectado com apenas um parceiro, $CN(i)$ será igual a 1, pois $P_{iq} P_{qj}$ é nulo. E quando o nó i está conectado com apenas dois parceiros, que também estão

conectados apenas entre si, sem outros parceiros externos, o índice $CN_{(i)}$ assume o maior valor admitido, que é de 1,125.

d) Mundo pequeno: o índice de mundo pequeno SW_a de uma rede a é calculado pela razão entre o coeficiente de cluster CC_a e o comprimento médio do caminho L_a , ambos normalizados pelas correspondentes medidas obtidas em redes randômicas equivalentes, com a mesma quantidade de nós e laços.

$$SW_a = \frac{CC_a}{\frac{L_a}{L_{random}}}$$

Considerando que o comprimento do caminho curto (distâncias geodésicas) d_{ij} entre o nó i e j , representa o caminho que contempla a menor quantidade de atores intermediários entre o par de nós. O comprimento médio do caminho L é o valor médio das distâncias geodésicas d_{ij} entre todos os pares de nós da rede.

O coeficiente de cluster analisa se os parceiros de determinado ator estão conectados entre si. O coeficiente de cluster $C_{(i)}$ de um nó i é definido como:

$$C_i = \frac{2E_i}{K_i(K_i - 1)}$$

Onde E_i corresponde a quantidade de laços entre os contatos diretos do nó i , e K_i é a centralidade de grau do nó i . O coeficiente de cluster C_a de uma rede a é a média de $C_{(i)}$ de todos os nós da rede (WATTS; STROGATZ, 1998).

O índice mundo pequeno somente pode ser calculado em redes completamente conectadas (HUMPHRIES; GURNEY, 2008). Assim os estudos que analisaram a característica de mundo pequeno em redes interorganizacionais limitaram a analisar o componente gigante da rede (ESLAMI; EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2013; FLEMING; KING III; JUDA, 2007; MINGJI; PING, 2014; SCHILLING; PHELPS, 2007). Um componente representa um agrupamento em que todos os nós estão diretamente ou indiretamente conectados, ou seja, existe ao menos um caminho interligando todos os nós. O componente gigante é aquele agrupamento com maior quantidade de nós na rede. Em redes reais é comum existência de muitos componentes isolados. Para superar a limitação apontada em outros estudos, foi desenvolvida uma abordagem computacional para calcular o índice separadamente para cada componente da rede, revelando assim as características de componentes menores. O cálculo do índice foi realizado conforme implementação de Epskamp et al. (2012).

Ademais, foi calculada uma variável categórica de característica de mundo pequeno (SW3) que identifica os componentes que possuem propriedade de mundo pequeno, quando o índice SW é maior ou igual a 3, conforme definição proposta por estudos anteriores (HUMPHRIES; GURNEY, 2008; EPSKAMP et. al, 2012).

e) Diversidade: para analisar a diversidade na rede foi implementado o índice Teachman (1980) comumente utilizado em estudos de diversidade (ZHANG; TANG, 2018; ZHANG; TANG; QI, 2020). O índice de diversidade foi calculado individualmente para cada componente da rede, sendo o índice *TIC* de refere a diversidade organizacional, e o índice *TIN* a diversidade geográfica, sendo descritos como:

$$TIC = \sum_{i=1}^k p_i * \ln(p_i)$$

$$TIN = \sum_{i=1}^k p_i * \ln(p_i)$$

Onde p_i corresponde a proporção de membros classificados na categoria i , de um total de k categorias definidas para análise.

Para diversidade organizacional *TIC* o cálculo considerou três categorias, de acordo com a classificação da natureza organizacional dos atores entre: ORG: organizações de natureza empresarial, RD: centros e institutos de P&D públicos ou privados, e UNIV: universidades ou instituições de ensino.

Para diversidade geográfica *TIN* o cálculo considerou cinquenta e seis categorias (56), de acordo com a classificação pela nacionalidade do endereço do ator. A disponibilidade da informação de endereço e nacionalidade dos titulares de patentes depende da autoridade patentária e não está disponível para todos os titulares. A nacionalidade foi identificada para 68,47% dos atores distintos nas redes. Como é comum que um mesmo ator apareça nas diferentes redes construídas para as diferentes janelas de período, as observações de atores com nacionalidade identificada, em todos os períodos, são de 75,1%. Os atores sem informação de nacionalidade foram desconsiderados no cálculo do índice.

Quanto maior a diversidade de membros no componente, maior o valor do índice, o que indica maior balanço entre membros das diferentes categorias k no componente da rede (TEACHMAN, 1980).

3.4.3 Análise estatística

Após mensurados os indicadores de rede e de avaliação das patentes, foram aplicadas técnicas de estatística descritiva e análise de regressão para testar as hipóteses e responder à pergunta de pesquisa. Na estatística descritiva, a fim de revelar as características de cada variável, foram calculados indicadores estatísticos básicos, como o mínimo, máximo, mediana, média, desvio padrão, assimetria (*skewness*), e os intervalos de distribuição.

A especificação do modelo de regressão seguiu abordagem semelhante à adotada por estudos anteriores que também utilizaram dados de patentes (MINGJI; PING, 2014; SCHILLING; PHELPS, 2007; GUAN; LIU, 2016). Como as variáveis dependentes são contáveis, assumem apenas valores discretos, e apresentam características de distribuição não-paramétrica com alta dispersão, os modelos mais indicados são o Poisson e Binomial Negativo. A distribuição Poisson assume que a variável dependente apresente média igual a variância, sendo tal regra violada no presente estudo, para ambas as variáveis dependentes (citações recebidas e cobertura de mercado), uma vez que a média é muito superior a variância, observa-se ainda que a dispersão é muito distinta nos diferentes anos (t) (APÊNDICE M). O modelo mais indicado nessas condições de alta dispersão é o Binomial Negativo (AFIFI et al., 2007). Para garantir a robustez na seleção do modelo Binomial Negativo, todos os modelos analisados foram também performados em Poisson e os resultados submetidos a testes da razão de verossimilhança (TRV), que indicaram que os modelos Binomial Negativo apresentam maior qualidade de ajuste, sendo considerado mais apropriado para prever as variáveis dependentes (APÊNDICE O).

A variável categórica de ano (t) foi incluída nos modelos para controlar efeitos que ao longo do tempo podem influenciar as variáveis, como condições macroeconômicas e de oportunidade tecnológica, seguindo abordagem de estudos anteriores (GUAN; LIU, 2016; LIANG; LIU, 2018; MINGJI; PING, 2014; SCHILLING; PHELPS, 2007). A inclusão da variável de controle t foi submetida a TRV (Apêndice Y) que indicaram incremento na qualidade de ajuste dos modelos.

Para ampliar a robustez dos resultados entre especificações alternativas, foram realizadas análises de regressão adicionais considerando diferentes anos (t) de defasagem entre as variáveis independentes e dependentes, isso porque a rede para desenvolvimento tecnológico pode impactar a inovação de diferentes formas ao longo do tempo (WEI; CHEN, 2019). Dessa forma, as variáveis independentes foram indexadas para cada ano (t), que inclui uma janela de três anos (t , $t-1$ e $t-2$) de observações de colaboração. Assim, no modelo

original as variáveis dependentes são analisadas para o mesmo ano (t) em relação as independentes, e nos modelos adicionais as variáveis dependentes foram analisadas para o período de um ($t+1$) e dois anos ($t+2$) em relação as independentes. É importante esclarecer que análises foram realizadas para o mesmo ano entre as variáveis dependentes e independentes, assim como em outros estudos (LIANG; LIU, 2018; WANG; QUAN, 2017), pois a construção das redes considera uma janela de período de três anos ($t, t-1, t-2$), dessa forma, para o mesmo ano (t) em relação a variável dependente, as variáveis independentes incluem observações de colaboração com defasagem de dois anos.

4 RESULTADOS

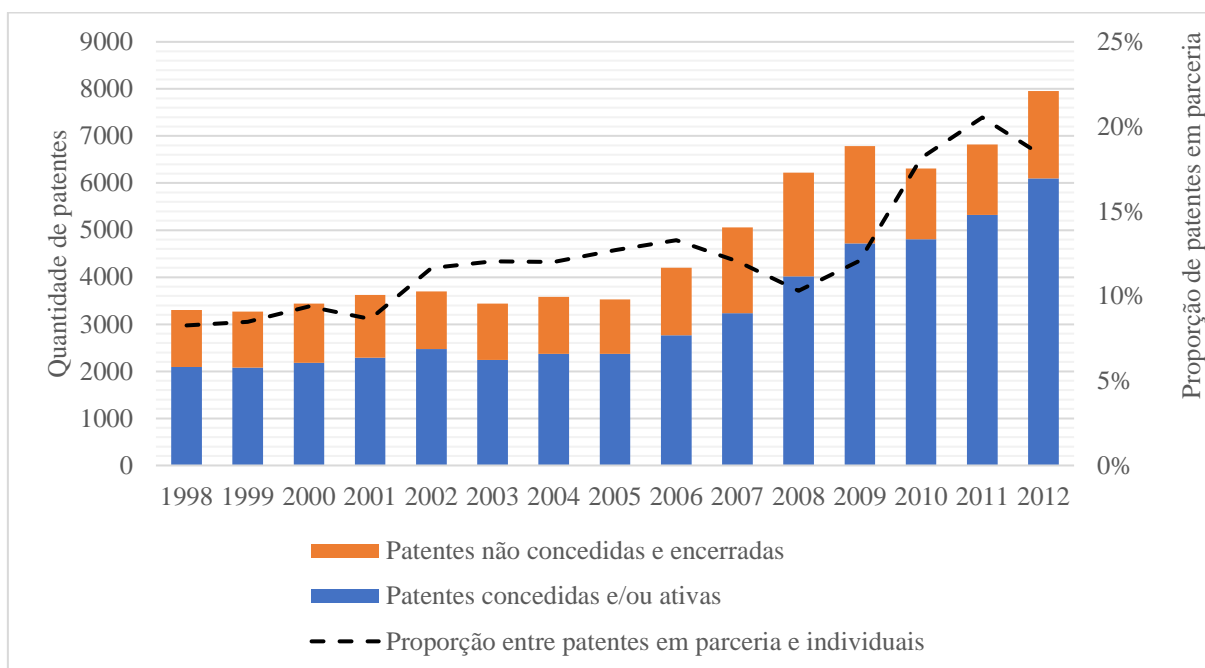
4.1 Descrição dos dados

A partir das classificações IPC de biocombustíveis líquidos foi possível identificar um total de 71.221 famílias de patentes, depositadas ao longo do período de 1998 a 2012 (Figura 2). Conforme descrito na seção 3.3.1, as patentes coletadas foram filtradas por famílias de patentes, que são denominadas como “patentes” no presente estudo. Uma pequena proporção das patentes foi depositada em cotitularidade interorganizacional, apenas 13,3% do total, sendo 9.535 patentes em cotitularidade. Com relação ao histórico legal das patentes, 74% do total, ou 52.529 patentes, possuem decisões relacionadas a concessão ao longo do período, ou apresentam status ativo na data da coleta, ambos para pelo menos um membro da família. E para 26% do total, ou 18.692 patentes, não apresentaram decisões relacionadas a concessão e estavam em situação de encerradas na data da coleta.

Sobre a evolução no volume de patentes depositadas ao longo desse período, observa-se uma primeira fase de relativa estabilidade entre 1998 e 2005, onde a média de depósitos por ano foi de 3.484, seguido de uma fase de crescimento acelerado entre 2006 e 2008, com média de crescimento anual de 20%. Em 2009 o crescimento desacelerou para 9% a.a., e em 2010 retraiu 7% em relação ao ano anterior. Na fase final, entre 2011 e 2012, iniciou-se um novo ciclo de crescimento anual, respectivamente de 8% e 16%, sendo que em 2012 foi registrado o maior volume de patentes depositadas individualmente e em cotitularidade, com um total de 7.956, das quais 1.452 em cotitularidade.

Com relação a proporção de patentes em cotitularidade interorganizacional em relação ao total, não evoluiu ao mesmo passo que o volume de patentes, apresentando uma primeira fase de relativa estabilidade, entre 1998 e 2001, onde a média anual foi de 8,7%. Seguido de um primeiro ciclo de crescimento, partindo de 11,5% em 2002 para 13,2% em 2006. Entre 2007 e 2008 a proporção de patentes em cotitularidade retraiu, retornando a 10,3% em 2008. Entre 2009 e 2011 observa-se uma nova fase de crescimento, onde destaca-se o ano de 2010 com crescimento de 50,2% em relação ao ano anterior. Em 2011 foi registrada a maior proporção de patentes em cotitularidade, com 20,5% do total de patentes nesse ano, encerrando o período de análise com 18,2% dos depósitos em cotitularidade em 2012.

Figura 2 - Evolução temporal de todas as patentes coletadas classificadas como biocombustíveis líquidos



Fonte: Elaboração própria.

4.2 Análise das redes interorganizacionais para desenvolvimento de tecnologias

As redes interorganizacionais para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos foram construídas com 9.535 patentes depositadas em cotitularidade interorganizacional, entre 1998 e 2012. As redes foram analisadas para cada período t , que compreende uma janela de 3 anos ($t = \text{ano}, \text{ano}-1$ e $\text{ano}-2$) considerando ao ano de depósito da patente, portanto a análise compreende redes para 13 períodos t , de 2000 a 2012.

Considerando todo o período de análise, as redes contemplam 4.446 nós (V) distintos, que são os titulares das patentes em cotitularidade. Ao considerar a quantidade de nós em cada período de análise, verifica-se constante evolução, com destaque para os períodos de 2000 a 2002 e 2006 a 2012, nos quais a evolução foi mais acelerada. Assim, a quantidade de nós multiplicou por 2,5 entre 2000 e 2012, respectivamente, partindo de 683 para 1.710.

Com relação a quantidade de laços (E) conectando os nós nas redes, observa-se evolução ao longo dos períodos de análise, no entanto não acompanhou o mesmo ritmo do aumento dos nós, sendo que a proporção entre a quantidade de laços e nós reduziu ao longo do período, partindo de 0,99 em 2000 para 0,93 em 2012.

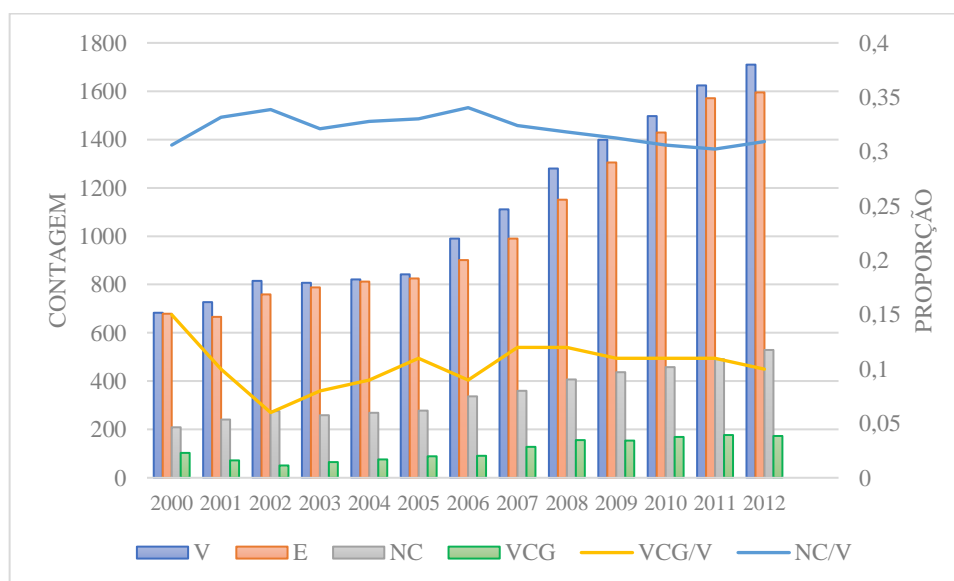
As redes se apresentam muito fragmentadas com muitos componentes desconectados, contemplando em sua maioria poucos nós cada. Verifica-se que a fragmentação das redes cresceu em sintonia com a evolução da quantidade de nós. Dessa forma, o número de

componentes (NC) nas redes evoluiu 2,5 vezes entre o período inicial e o final, partindo de 209 componentes em 2000 para 529 em 2012.

Considerando todo o período de análise, as redes contemplam um total de 4.551 componentes. A distribuição da contagem de nós por componente (CZ) é assimétrica, sendo que 69,8% dos componentes agrupam apenas 2 nós cada, e 18,7% agrupam 3 nós. Juntos, esses componentes com dois e três nós, correspondem a 88,5% do total de componentes. Apenas 1% dos componentes agrupam 15 ou mais nós, sendo que 10 componentes apresentam mais de 100 nós (Tabela 1).

Ao longo do período analisado, o componente gigante das redes agrupou em média 10,3% dos nós, com desvio padrão de 2,18%. Obteve o maior tamanho proporcional no período de 2000, reunindo 15% dos nós da rede, e o menor tamanho proporcional em 2002 com 6% dos nós. Em valores absolutos, o maior agrupamento formado no componente gigante ocorreu em 2011 com 177 nós.

Figura 3 - Tamanho das redes e componentes



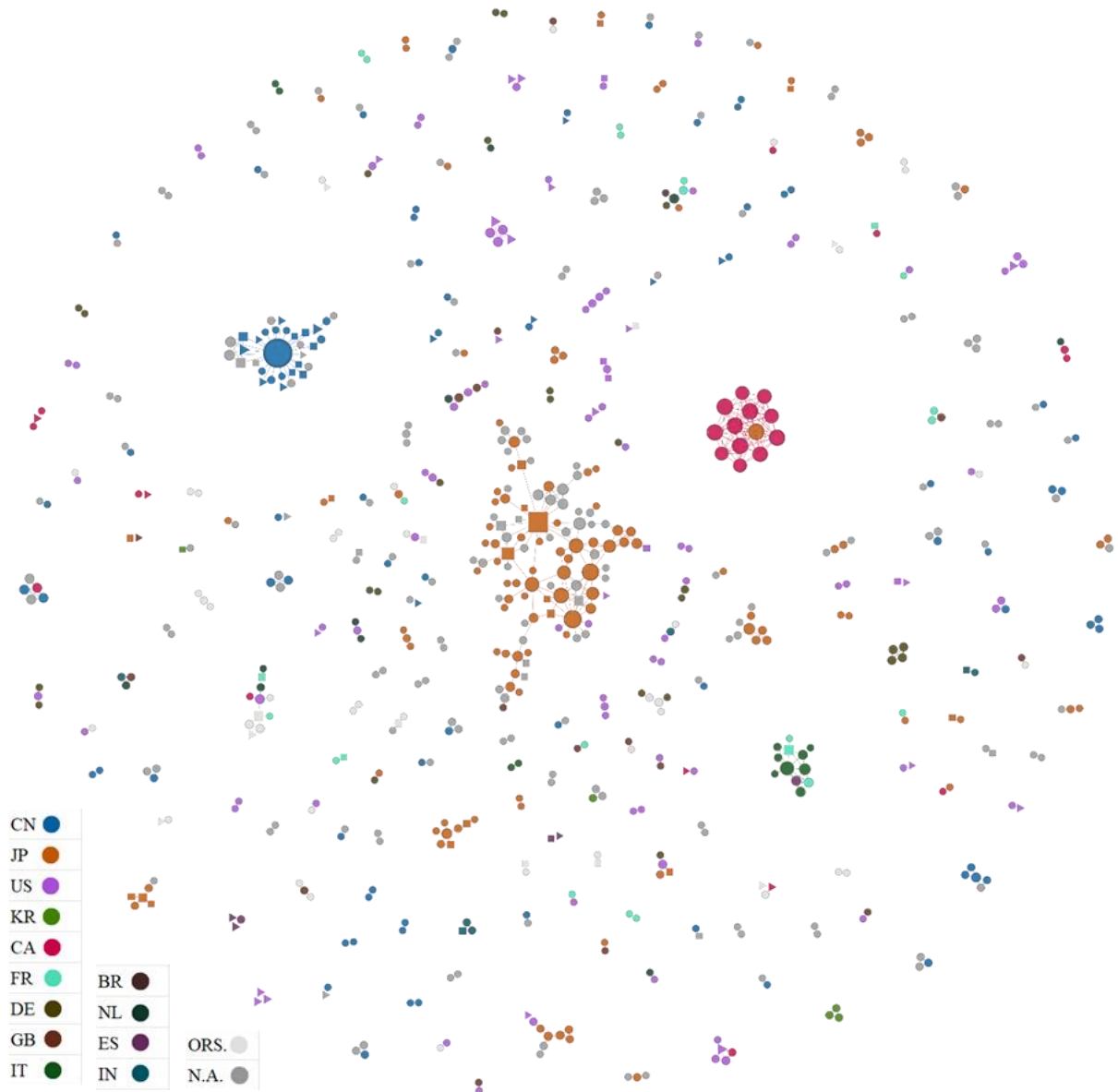
Fonte: Elaboração própria.

Legenda: V = nós; E = laços; NC = número de componentes; VCG = número de nós no componente gigante.

Nas Figuras 4 e 5 são apresentadas as redes para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos, respectivamente para o período inicial (1998 a 2000) e final (2010 a 2011). As cores dos nós classificam os atores de acordo com a nacionalidade, sendo que foram atribuídas cores as 13 nacionalidades com maior número de titulares, e para os demais foi atribuída uma cor neutra. O formato dos nós classifica os atores de acordo com a natureza organizacional (círculo = organização, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D). O tamanho dos nós destacam os atores com maior quantidade de laços diretos. É possível

observar como as redes aumentam em volume de nós entre o período inicial e final da análise, assim como a alta fragmentação das redes, e a relevância dos componentes maiores.

Figura 4 - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 1998 a 2000

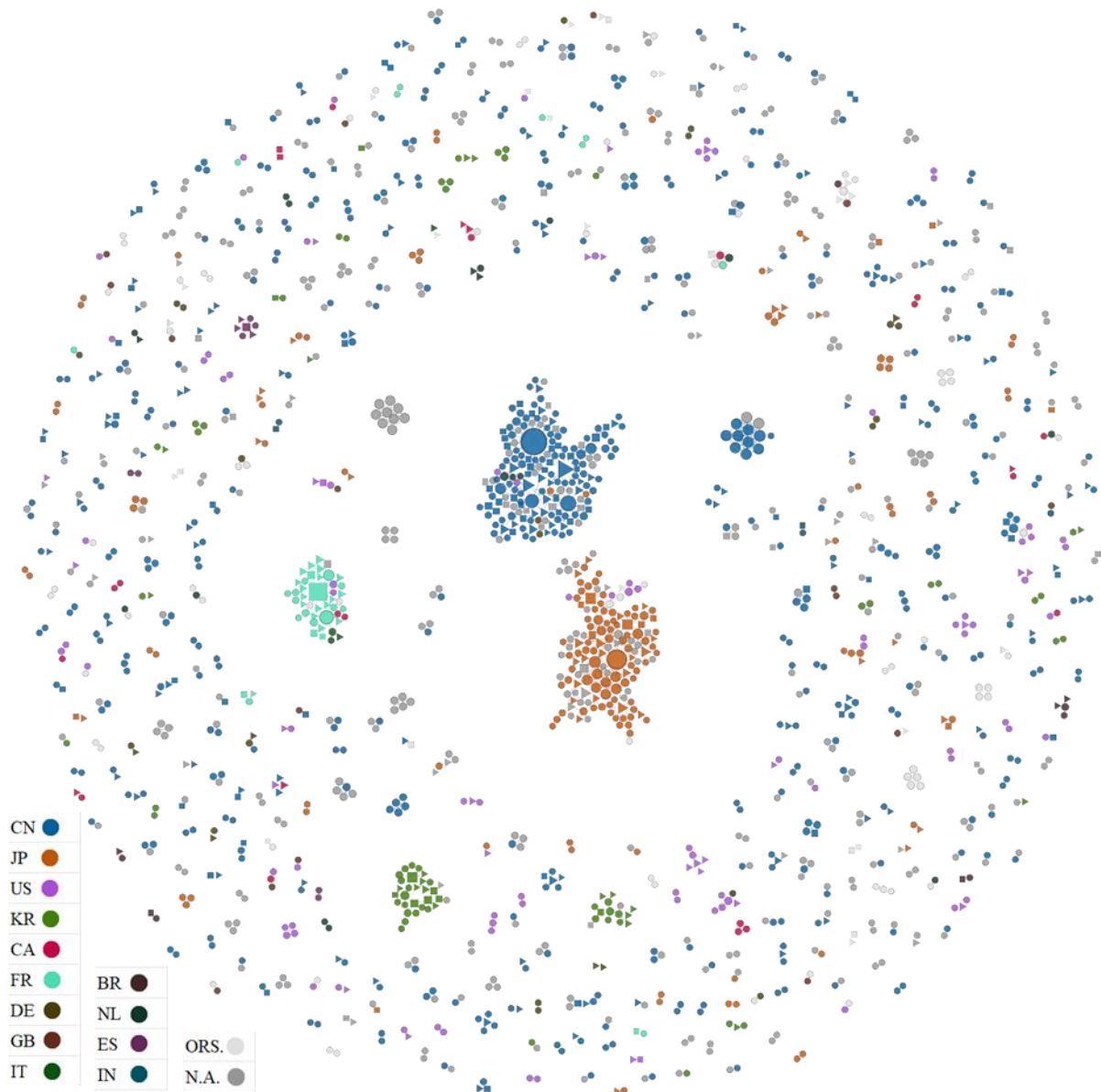


Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

Nota: As figuras dos demais períodos de análise podem ser consultadas nos APÊNDICES de A até K.

Figura 5 - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2010 a 2012



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

Nota: As figuras dos demais períodos de análise podem ser consultadas nos APÊNDICES de A até K.

4.2.1 Análise da estrutura da rede

Para a análise da estrutura da rede foram calculadas as variáveis de índice de mundo pequeno (SW) e característica de mundo pequeno (SW3). Essas variáveis foram calculadas para cada um dos 4.551 componentes da rede. Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas que descrevem as variáveis (Figuras 6 e 7). Com relação a variável índice de mundo pequeno

(SW), observa-se que para 79,3% do total de componentes o valor do índice de mundo pequeno é 0, sendo que desses: 87,9% são componentes com apenas 2 nós, 9,1% são componentes com 3 nós, e os demais componentes agrupam entre 4 e 15 nós; em todos esses casos o coeficiente de cluster é 0, o que implica em configurações com ausência de triângulos. A segunda maior frequência observada, para 11,4% do total de componentes, o índice de mundo pequeno é igual a 1,87, representando componentes com 3 nós, onde todos os nós estão diretamente conectados, dessa forma o coeficiente de cluster e o comprimento do caminho curto assumem valores igual a 1. Assim como, a terceira maior frequência observada, para 2,48% do total de componentes o índice de mundo pequeno é igual a 1,64, representando componentes com 4 nós, onde todos os nós estão diretamente conectados.

Com relação a variável categórica de característica de mundo pequeno (SW3), atribuída aos componentes onde o índice de mundo pequeno é maior que 3 (SW>3), observa-se que apenas 0,53% dos componentes apresentam característica de mundo pequeno, sendo que esses componentes agrupam pelo menos 30 nós cada.

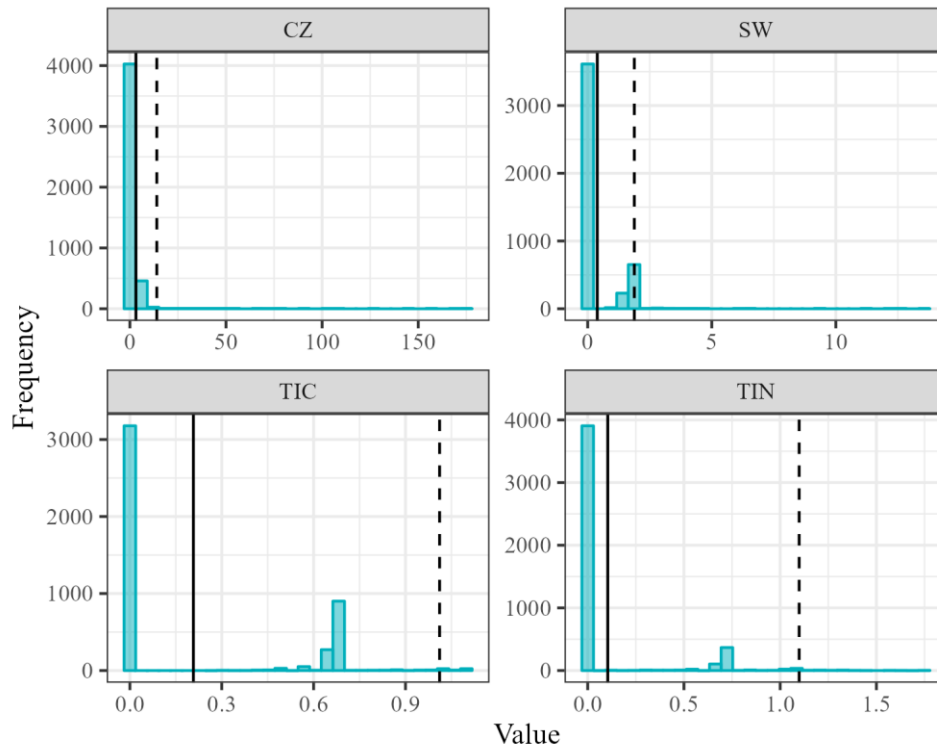
Tabela 1 - Resumo estatístico das variáveis de estrutura e diversidade da rede

	N	Média	DP	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	p95	p99	Máximo	SK
CZ	4551	3.14	7.88	2	2	2	3.00	5.00	14.00	177.00	15.92
SW	4551	0.39	0.89	0	0	0	0.00	1.88	1.88	13.56	4.94
TIC	4551	0.21	0.32	0	0	0	0.64	0.69	1.01	1.10	0.97
TIN	4551	0.10	0.27	0	0	0	0.00	0.69	1.10	1.75	2.56

Fonte: Elaboração própria.

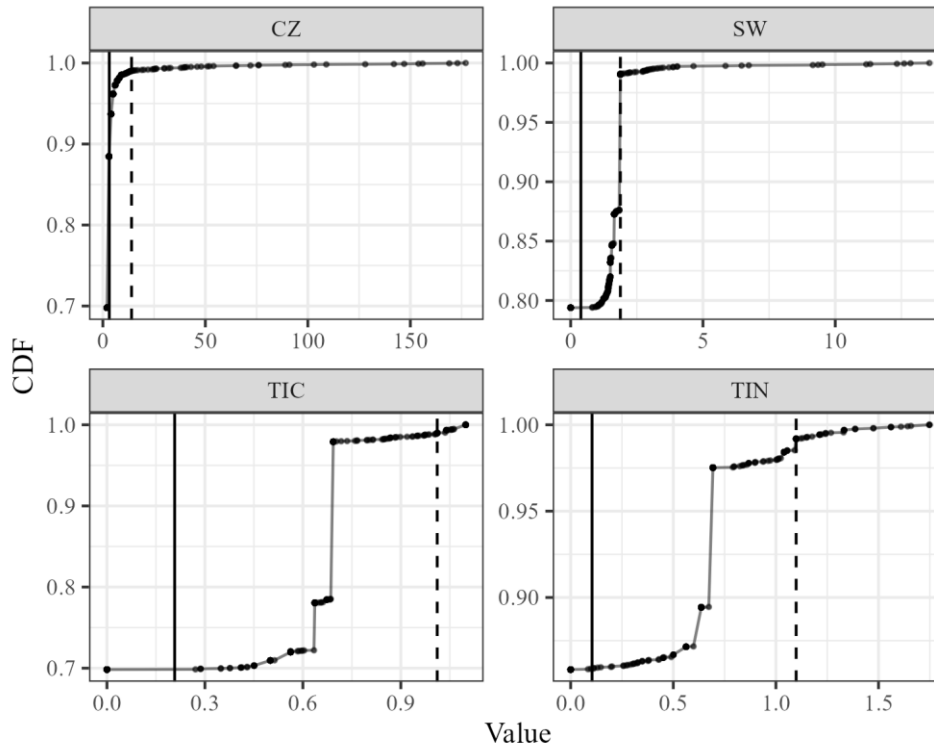
Legenda: N = número de observações; DP = desvio padrão; SK = assimetria (skewness); Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; p95 = percentil 95; p99 = percentil 99; CZ = tamanho do componente (quantidade de nós); SW = índice de mundo pequeno; TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

Figura 6 - Histograma das variáveis de estrutura e diversidade da rede



Fonte: Elaboração própria. Legenda: Linha sólida = média; linha tracejada = percentil 99; CZ = tamanho do componente (quantidade de nós); SW = índice de mundo pequeno; TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

Figura 7 - Distribuição de frequência acumulada das variáveis de estrutura e diversidade



Fonte: Elaboração própria. Legenda: Linha sólida = média; linha tracejada = percentil 99; CZ = tamanho do componente (quantidade de nós); SW = índice de mundo pequeno; TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

4.2.2 Análise da diversidade na rede

Para a análise da diversidade de membros na rede foram calculadas as variáveis de diversidade organizacional (TIC) e diversidade geográfica (TIN). Essas variáveis foram calculadas para cada um dos 4.551 componentes da rede. Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas que descrevem as variáveis de diversidade (Figuras 6 e 7).

Para análise da diversidade organizacional, os atores foram classificados de acordo com a natureza organizacional em três categorias: organizações de natureza empresarial, centros de P&D, e universidades. A Tabela 2 descreve a distribuição da quantidade de atores distintos por natureza organizacional. Entre o total de atores distintos predominam as organizações de natureza empresarial, com 84% dos membros, seguido nesta ordem por universidades e centros de P&D.

Tabela 2 - Distribuição da quantidade de atores exclusivos nas redes, classificados por natureza organizacional

	Frequência	% Válido	% Válido cumulativo	% Total	% Total cumulativo
Organizações - empresas	3735	84.01	84.01	84.01	84.01
Universidades	455	10.23	94.24	10.23	94.24
Centros de P&D	256	5.76	100.00	5.76	100.00
	0	NA	NA	0.00	100.00
Total	4446	100.00	100.00	100.00	100.00

Fonte: Elaboração própria

Com base nas categorias de natureza organizacional foi calculada a variável de diversidade organizacional (TIC) para cada componente. Observa-se que a maioria dos componentes não apresentam diversidade organizacional. Para 69,83% dos componentes a variável de diversidade organizacional é igual a 0, implicando em componentes formados por membros de apenas uma categoria, sem diversidade. Esses componentes agrupam entre 2 e 15 nós. A 2ª maior frequência observada, para 19,38% do total de componentes, a variável de diversidade organizacional é igual a 0,69, dos quais: 97% são componentes com 2 nós, os demais são componentes com 4, 6 ou 8 nós, representando componentes com atores de duas categorias, com a mesma proporção de membros para cada categoria. A 3ª maior frequência, para 5,84% dos componentes a variável de diversidade organizacional é igual a 0,63, dos quais: 96,24% são componentes com 3 nós, os demais com 6 e 9 nós; esses casos representam componentes com duas categorias de nós, onde uma categoria apresenta o dobro de representantes da outra. Essas três maiores frequências até aqui descritas contemplam 95% das observações. Destaca-se que a variável de diversidade organizacional assume o maior

valor de 1,098 em 24 componentes, que representam 0,5% do total de observações, todos esses componentes com 3 nós, sendo cada nó de uma categoria diferente.

Para análise da diversidade geográfica os atores foram classificados de acordo com a nacionalidade, sendo identificadas 56 nacionalidades distintas. A Tabela 2 descreve a distribuição da quantidade de atores distintos por nacionalidade, sendo selecionadas as 10 nacionalidades com maior número de atores, que juntos representam 60% do total de titulares (a Tabela completa pode ser consultada no APÊNDICE L). Destacam-se os atores da China, Japão e Estados Unidos, com o maior número de representantes.

Tabela 3 - Distribuição da quantidade de atores exclusivos nas redes, classificados por nacionalidade

	Frequência	% Válido	% Válido cumulativo	% Total	% Total cumulativo
CN	1240	40.74	40.74	27.89	27.89
JP	476	15.64	56.37	10.71	38.60
US	340	11.17	67.54	7.65	46.24
KR	191	6.27	73.82	4.30	50.54
DE	101	3.32	77.14	2.27	52.81
FR	95	3.12	80.26	2.14	54.95
CA	85	2.79	83.05	1.91	56.86
GB	61	2.00	85.05	1.37	58.23
BR	42	1.38	86.43	0.94	59.18
NL	36	1.18	87.61	0.81	59.99
	1402	NA	NA	31.53	100.00
Total	4446	100.00	100.00	100.00	100.00

Fonte: Elaboração própria

Com base nas categorias de nacionalidade foi calculada a variável de diversidade geográfica (TIN) para cada componente. Observa-se que a maioria dos componentes não apresenta diversidade geográfica. Para 85,8% dos componentes a variável de diversidade geográfica é igual a 0, implicando em componentes formados por membros de apenas uma nacionalidade, dos quais: 72,2% dos componentes agrupam apenas 2 nós cada, 18,38% agrupam 3 nós, e os demais componentes com 4 até 76 nós. A 2ª maior frequência representa 8% do total de componentes, em que a variável de diversidade geográfica é igual a 0,69, dos quais: 96,4% são componentes com 2 nós de nacionalidades distintas, os demais componentes com 3, 4 e 6 nós, em todos esses casos contemplando atores de duas nacionalidades distintas, com a mesma proporção de membros cada. A 3ª maior frequência, para 2,26% dos componentes a variável de diversidade geográfica é igual a 0,63, dos quais: 92,2% são componentes com 3 nós, e as demais observações referem-se a componentes com 4, 5 ou 6 nós; em todos esses casos, os agrupamentos contemplam membros de 2 nacionalidades distintas, com uma proporção desbalanceada, onde uma categoria apresenta o dobro de representantes da outra. Esses três valores com maior frequência representam 96,15% da

amostra. O maior valor observado para a variável de diversidade geográfica é 1,74, que representa uma única configuração de um agrupamento com 7 nós, cada um de uma nacionalidade distinta.

4.2.3 Análise da posição ocupada na rede

Na análise micro da rede, foram calculadas as variáveis que revelam a posição ocupada na rede, para cada ator, em cada uma das 13 redes analisadas, de 2000 a 2012. Assim, foram obtidas no total 14.306 observações de cada variável: laços diretos (DC), laços indiretos (HC) e buracos estruturais (CN). Na Tabela 4 são apresentadas as estatísticas que descrevem as variáveis de posição na rede (Figuras 8 e 9).

Com relação a distribuição de frequência das observações da variável de laços diretos (DC) observa-se alta assimetria, sendo que 61,7% das observações são de atores com apenas um parceiro direto. Até 95,7% das observações são de atores que apresentam entre 1 e 5 contatos diretos. Para 1% das observações com maior número de contatos diretos, a contagem varia de 10 até o máximo de 43 parceiros diretos. Isso indica que existem poucos atores que concentram muitos parceiros diretos, e a maioria dos atores das redes possuem poucos parceiros cada.

Com relação a distribuição de frequência das observações da variável de laços indiretos (HC) observa-se que 65,39% do total apresenta o valor mínimo de 0, indicando atores sem nenhum acesso a contatos indiretos. As demais observações variam de 0,5 até o valor máximo de 63,13, assim a média é de 5,37. O escalonamento da variável de laços indiretos depende da quantidade de nós agrupados no componente, que proporciona o alcance a outros nós indiretamente. Como previamente descrito, a maioria dos componentes da rede são pequenos, agrupando dois ou três nós cada, o que justifica a maioria das observações com o valor mínimo.

A variável de buracos estruturais (CN) assume valores menores conforme maior for a quantidade de buracos estruturais. Assim, a distribuição de valores da variável apresenta assimetria negativa, de modo que a maioria das observações, 72,6% do total, indica atores ocupando posições com nenhum buraco estrutural, assumindo os maiores valores da distribuição, sendo: 61,7 % do total de observações são atores com apenas 1 contato direto, onde a variável de buracos estruturais é igual a 1; e 10,8 % do total de observações são atores em componentes isolados com 3 nós, em que todos os nós estão interconectados, sendo que nessas configurações a variável de buracos estruturais é igual a 1,125. Para 1% das

observações com maior número de buracos estruturais, os valores da variável variam de 0,179 até o mínimo de 0,038.

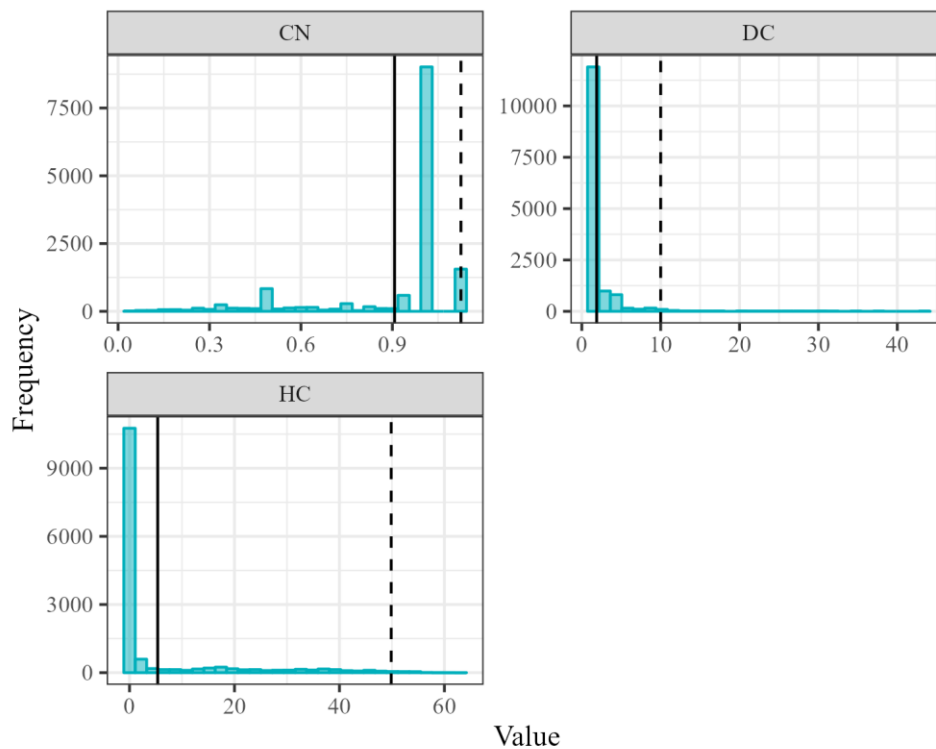
Tabela 4 - Resumo estatístico das variáveis de posição na rede

	N	Média	DP	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	p95	p99	Máximo	SK
DC	14306	1.88	1.99	1.00	1.00	1	2	5.00	10.00	43.00	6.05
HC	14306	5.37	11.97	0.00	0.00	0	1	36.92	49.86	63.12	2.37
CN	14306	0.91	0.23	0.04	0.93	1	1	1.12	1.12	1.12	-1.76

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: N = número de observações; DP = desvio padrão; SK = assimetria (skewness); Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; p95 = percentil 95; p99 = percentil 99; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais;

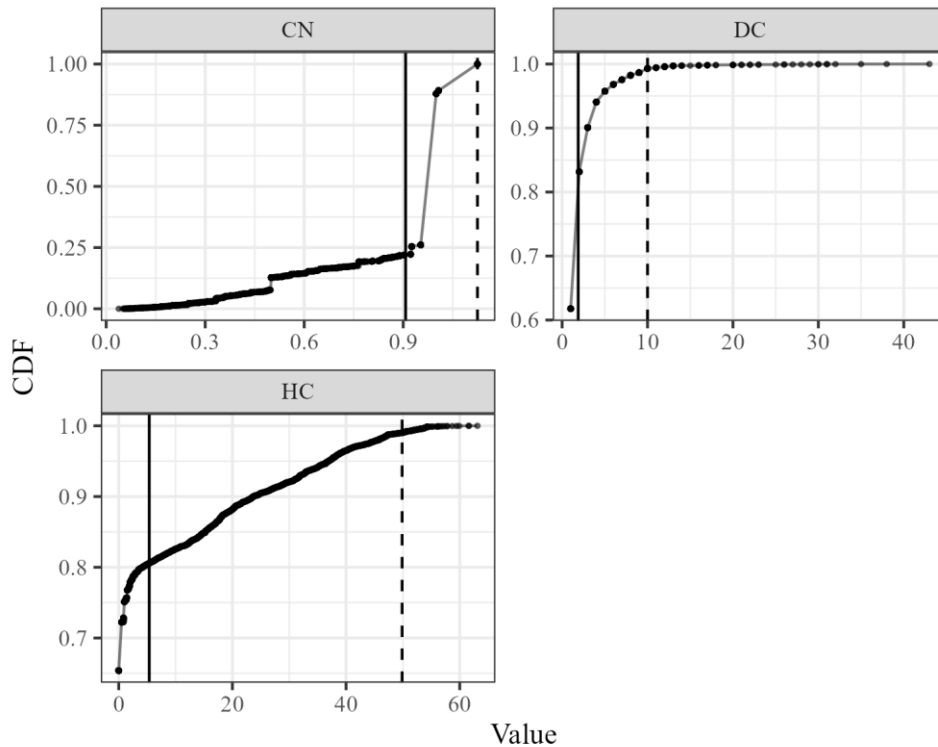
Figura 8 - Histograma das variáveis de posição na rede



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: Linha sólida = média; linha tracejada = percentil 99; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais;

Figura 9 - Distribuição de frequência acumulada das variáveis de posição na rede



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: Linha sólida = média; linha tracejada = percentil 99; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais;

4.3 Indicadores do valor de patentes

Os indicadores de valor foram inicialmente mensurados para cada uma das 52.528 patentes concedidas ou com status ativa, por meio dos atributos: contagem de citações recebidas pela patente em até 7 anos após a data do depósito (CS), e a quantidade de autoridades patentárias onde a proteção da patente foi concedida ou tem status ativa (FS).

Com relação a contagem de citações recebidas pela patente em até 7 anos após a data do depósito (CS), os dados demonstram que a distribuição apresenta alto grau de assimetria positiva, de modo que a maioria das patentes não receberam ou receberam poucas citações, e a minoria das patentes receberam muitas citações (Tabela 5, Figuras 10 e 11). Dessa forma, 46,6% das patentes não receberam citações, e 9,8% das patentes receberam apenas 1 citação. Apenas 28,6% das patentes receberam 4 ou mais citações. Para 1% das patentes com maior quantidade de citações, a contagem varia de 46 e 408. Dessa forma a média (4,23) é muito superior a mediana (1) e o desvio padrão também é alto (10,92).

Com relação a quantidade de autoridades patentárias onde a proteção da patente foi concedida ou tem status ativa (FS), os dados também apresentam alta assimetria, com alta frequência de ocorrências com valores mínimos (Tabela 5, Figuras 10 e 11). Para 68,86% das

patentes a proteção abrange apenas uma única autoridade patentária (FS=1), e apenas 6,18% das patentes expandiram a proteção para uma segunda autoridade patentária (FS=2). Para 1% da amostra de patentes que protegem maior quantidade de autoridades patentárias, a contagem varia entre 16 e 44. Observa-se que a dispersão na distribuição da contagem de autoridades patentárias entre as patentes, embora alta, é menor do que para citações recebidas, apresentando média (2,54) e desvio padrão (3,28) inferiores aos observados nas citações recebidas, embora ambas as distribuições apresentem a mesma mediana (1).

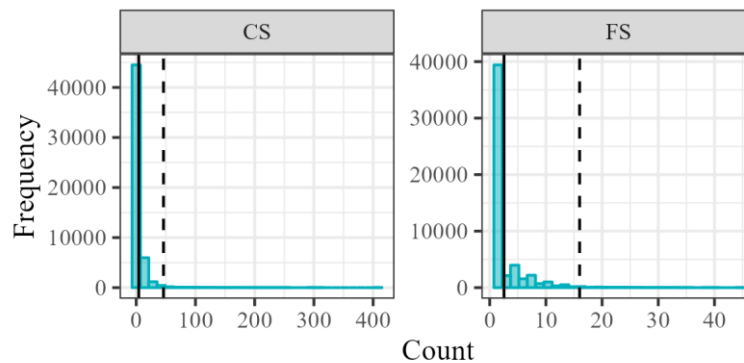
Tabela 5 - Resumo estatístico dos indicadores de valor por patente

	N	Média	DP	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	p95	p99	Máximo	SK
CS	52528	4.23	10.92	0	0	1	4	18	46	408	9.39
FS	52528	2.54	3.28	1	1	1	2	9	16	44	3.19

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: N = número de observações; DP = desvio padrão; SK = assimetria (skewness); Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; p95 = percentil 95; p99 = percentil 99; CS = contagem de citações recebidas pela patente em até 7 anos após a data do depósito; FS = quantidade de autoridades patentárias onde a proteção da patente foi concedida ou tem status ativa na data da coleta.

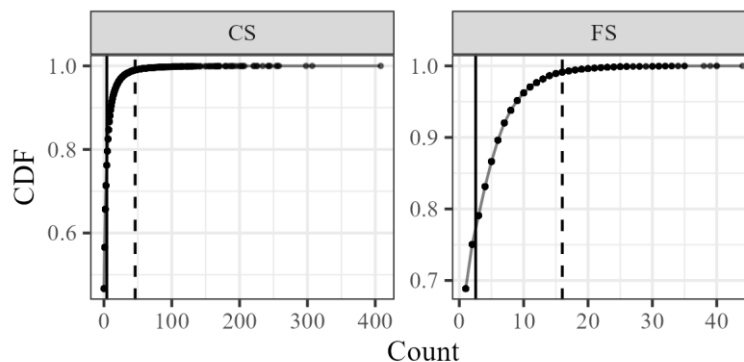
Figura 10 - Histograma dos indicadores de valor por patente



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: Linha sólida = média; linha tracejada = percentil 99; CS = contagem de citações recebidas pela patente em até 7 anos após a data do depósito; FS = quantidade de autoridades patentárias onde a proteção da patente foi concedida ou tem status ativa na data da coleta.

Figura 11 - Distribuição de frequência acumulada dos indicadores de valor por patente



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: Linha sólida = média; linha tracejada = percentil 99; CS = contagem de citações recebidas pela patente em até 7 anos após a data do depósito; FS = quantidade de autoridades patentárias onde a proteção da patente foi concedida ou tem status ativa na data da coleta.

Após mensurados os indicadores por patente, foram calculadas as variáveis dependentes do estudo, citações recebidas (CT) e cobertura de mercado (MC), para cada organização titular de pelo menos uma patente concedida ou com status legal ativa, no ano (t), correspondente ao ano de depósito da patente. Foram obtidas 17.920 observações de organizações/ano, de cada um dos indicadores de valor das patentes organizacionais. Essas observações são atribuídas a um total de 9.911 titulares distintos de patentes concedidas ou com status ativo. Desses, 7.160 titulares, ou 72,2% do total, depositaram uma ou mais patentes no período de apenas 1 ano (t). Outras 1.271 organizações, que representam 12,8% do total, apresentam observações em 2 anos, consecutivos ou não, sendo que e apenas 9,8% das organizações apresentam observações em 3 ou mais anos. Apenas 1% da amostra de organizações depositou patentes entre 10 e o período máximo de 15 anos.

Com relação a distribuição de frequência das observações da variável citações recebidas (CT), observa-se que 22% do total de observações apresenta o valor mínimo de 1, sendo que 55% das observações apresentam valor até 5. A distribuição apresenta uma longa calda com alta assimetria, sendo que para 1% das observações com maior valor, variam de 205 até o máximo de 3.390 (Tabela 6, Figuras 12 e 13).

Com relação a distribuição de frequências das observações da variável cobertura de mercado (MC), observa-se que 47% do total de observações apresenta o valor mínimo de 1, sendo que 75,9% das observações apresentam valor até 5. Para 1% das observações com maior valor, variam de 79 até o máximo de 806 (Tabela 6, Figuras 12 e 13).

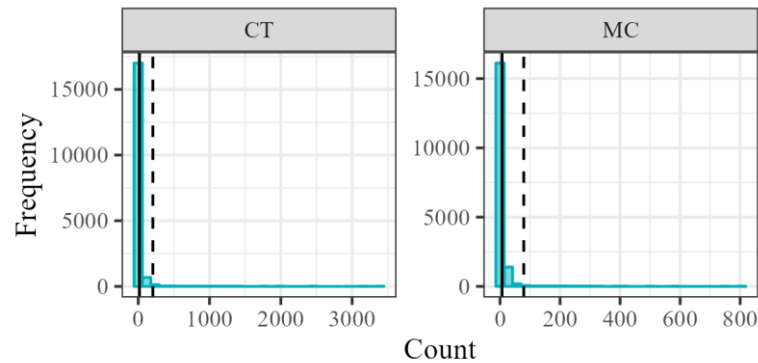
Tabela 6 - Resumo estatístico dos indicadores de valor das patentes organizacionais

	N	Média	DP	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	p95	p99	Máximo	SK
CT	17920	16.97	69.57	1	2	5	12	60	205	3390	23.36
MC	17920	6.66	21.60	1	1	2	5	23	79	806	13.99

Fonte: Elaboração própria

Legenda: N = número de observações; DP = desvio padrão; SK = assimetria (skewness); Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; p95 = percentil 95; p99 = percentil 99; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização.

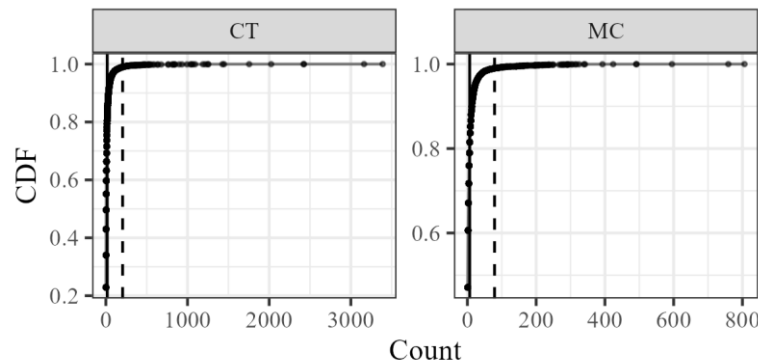
Figura 12 - Histograma dos indicadores de valor das patentes organizacionais



Fonte: Elaboração própria

Legenda: Linha sólida = média; linha tracejada = percentil 99; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização

Figura 13 - Distribuição de frequência acumulada dos indicadores de valor das patentes organizacionais



Fonte: Elaboração própria

Legenda: Linha sólida = média; linha tracejada = percentil 99; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização

4.4 Análise dos efeitos da rede no valor da inovação

Para teste das hipóteses de 1 a 6, foi construído um painel de dados utilizado nas análises de regressão, contemplando 5.760 observações no período de 2000 a 2012, referente 3.066 organizações exclusivas, titulares de patentes concedidas ou com status ativo. Na Tabela 7 são apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis da análise, e na Tabela 8 os coeficientes da análise de correlação entre as variáveis. Foi identificado que as variáveis independentes de laços indiretos (HC), índice de mundo pequeno (SW) e característica de mundo pequeno (SW3) são positivamente e altamente correlacionadas. Foi realizado teste de fator de inflação da variância que apresentou resultados acima de 5 para essas variáveis (HC = 7,46; SW = 5,71; SW3 = 5,12; reportados no APÊNDICE N). Assim, para que a multicolinearidade não afete os resultados da análise de regressão, as variáveis HC, SW e SW3 serão incluídas isoladamente em diferentes Modelos de regressão.

Tabela 7 - Resumo estatístico das variáveis da análise de regressão

	N	Média	DP	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	p95	p99	Máximo	SK
CT	5760	28.64	114.13	1.00	2.00	6.00	19.00	104.00	355.00	3390.00	15.78
MC	5760	10.21	32.77	1.00	1.00	2.00	7.00	38.00	163.00	806.00	9.85
DC	5760	2.24	2.67	1.00	1.00	1.00	2.00	7.00	13.00	43.00	5.29
HC	5760	7.70	14.04	0.00	0.00	0.00	9.07	42.23	52.05	63.12	1.82
CN	5760	0.83	0.28	0.04	0.56	1.00	1.00	1.12	1.12	1.12	-1.09
SW	5760	2.35	3.76	0.00	0.00	0.00	2.75	12.33	13.56	13.56	1.83
TIC	5760	0.41	0.38	0.00	0.00	0.59	0.69	0.99	1.06	1.10	0.01
TIN	5760	0.23	0.36	0.00	0.00	0.00	0.35	1.05	1.33	1.75	1.68

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: N = número de observações; DP = desvio padrão; SK = assimetria (skewness); Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; p95 = percentil 95; p99 = percentil 99; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

Tabela 8 - Análise de correlação

	MC	CT	DC	HC	CN	SW	SW3	TIC
MC								
CT	0.79****							
DC	0.46****	0.45****						
HC	0.16****	0.14****	0.30****					
CN	-0.28****	-0.24****	-0.69****	-0.44****				
SW	0.12****	0.08****	0.30****	0.90****	-0.40****			
SW3	0.13****	0.12****	0.27****	0.89****	-0.40****	0.85****		
TIC	0.09****	0.11****	0.15****	0.47****	-0.30****	0.39****	0.46****	
TIN	0.19****	0.10****	0.11****	0.14****	-0.22****	0.11****	0.14****	0.07****

Fonte: Elaboração própria

Nota: Nível de significância: *** $p < 0.001$.

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os resultados das análises de regressão. Os Modelos de 1 a 3 são os modelos básicos, de modo que no Modelo 1 foram inseridas somente as variáveis que mensuram a posição ocupada na rede: laços diretos (DC), indiretos (HC) e buracos estruturais (CN). Nos Modelos 2 e 3 foram inseridas somente as variáveis que caracterizam a estrutura da rede e a diversidade de membros, sendo no Modelo 2 as variáveis: índice de mundo pequeno (SW), diversidade organizacional (TIC) e diversidade geográfica (TIN). E no Modelo 3 a variável de índice de mundo pequeno (SW) foi substituída pela variável de característica de mundo pequeno (SW3). Nos Modelos completos de 4 a 6 as variáveis de posição, estrutura e diversidade foram incluídas simultaneamente, alternando entre eles as variáveis com alta correlação. Assim, no Modelo 4 foi incluída a variável de laços indiretos (HC), que foi substituída no Modelo 5 pela variável de índice de mundo pequeno (SW), por sua vez substituída no Modelo 6 pela variável de característica de mundo pequeno (SW3).

4.4.1 Análise da relação entre a posição ocupada na rede e o valor da inovação

A hipótese alternativa 1 sugere que: “Há associação positiva entre a quantidade de laços diretos da organização na rede para desenvolvimento tecnológico e o valor da inovação”. Os resultados das análises de regressão reportados nos Modelos 1, 4, 5 e 6 nas Tabelas 9 e 10 demonstram impacto positivo e significativo da variável independente de laços diretos (DC) com ambas as variáveis dependentes utilizadas para mensurar o valor da inovação, citações recebidas (CT) e cobertura de mercado (MC). Dessa forma, a hipótese 1 foi aceita, indicando que ocupar uma posição na rede com muitos laços diretos é positivamente associada com maior valor da inovação.

A hipótese alternativa 2 propõe que: “Há associação positiva entre a quantidade de laços indiretos da organização na rede para desenvolvimento tecnológico e o valor da inovação”. Os resultados das análises de regressão reportados nos Modelos 1 e 4 nas Tabelas 9 e 10 demonstram impacto positivo e significativo da variável independente de laços indiretos (HC) com ambas as variáveis dependentes utilizadas para mensurar o valor da inovação, citações recebidas (CT) e cobertura de mercado (MC). Dessa forma, a hipótese 2 foi aceita, indicando que ocupar uma posição na rede com muitos laços indiretos é positivamente associado com maior valor da inovação. Destaca-se que o coeficiente de impacto dos laços indiretos é inferior ao efeito dos laços diretos, assim como foi observado por Ahuja (2000).

A hipótese alternativa 3 indica que: “Há associação positiva entre a quantidade de buracos estruturais da organização na rede para desenvolvimento tecnológico e o valor da inovação”. A hipótese 3 foi aceita, uma vez que os resultados das análises de regressão reportados nos Modelos 1, 4, 5 e 6 nas Tabelas 9 e 10, demonstram alto efeito negativo e significativo da variável independente de buracos estruturais (CN) com ambas as variáveis dependentes utilizadas para mensurar o valor da inovação, citações recebidas (CT) e cobertura de mercado (MC). Considerando que a variável de buracos estruturais assume valores menores quanto maior for a quantidade de buracos estruturais, os coeficientes de impacto negativos obtidos na análise de regressão, indicam que organizações ocupando posições com muitos buracos estruturais apresentam inovações com maior valor.

4.4.2 Análise da relação entre a característica da estrutura da rede e o valor da inovação

A hipótese alternativa 4 defende que: “Há associação positiva entre a característica de mundo pequeno na rede para desenvolvimento tecnológico em que a organização está inserida e o valor da inovação”. A hipótese foi aceita considerando os resultados reportados nos

Modelos 3 e 6 nas Tabelas 9 e 10, que demonstram positivo e significativo impacto da variável independente de característica de mundo pequeno (SW3) com ambas as variáveis dependentes utilizadas para mensurar o valor da inovação, citações recebidas (CT) e cobertura de mercado (MC). Dessa forma, os resultados indicam que estar inserido em componente com característica de mundo pequeno está associado a maior valor da inovação. A variável categórica de característica de mundo pequeno (SW3) representa que o componente possui a propriedade de mundo pequeno, identificada quando o índice de mundo pequeno é maior que três ($SW > 3$).

No entanto, a variável independente de índice de mundo pequeno (SW) apresentou comportamento distinto nos Modelos analisados. Observa-se que nos Modelos 2 e 5 da Tabela 10 a variável de índice de mundo pequeno apresenta coeficiente de impacto positivo e significativo em relação a variável dependente de cobertura de mercado (MC). Com relação a variável dependente de citações recebidas (CT), na Tabela 9, apresentou coeficiente de impacto positivo e significativo no Modelo básico 2, no entanto, no Modelo completo 5 apresentou impacto negativo, mas não atingiu o nível de significância mais baixo adotado por este estudo ($p < 0.05$). Verifica-se ainda que o coeficiente de impacto da variável de índice de mundo pequeno (SW) é muito inferior ao observado na variável de característica de mundo pequeno (SW3) em todos os Modelos onde essas variáveis foram analisadas.

4.4.3 Análise da relação entre a diversidade de membros na rede e o valor da inovação

A hipótese alternativa 5 propõe que: “Há associação positiva entre a diversidade organizacional dos membros na rede para desenvolvimento tecnológico em que a organização está inserida e o valor da inovação”. Os resultados das análises de regressão reportados nos Modelos 2, 3, 4, 5 e 6 da Tabela 9 demonstram impacto positivo e significativo da variável independente de diversidade organizacional (TIC) com a variável dependente de citações recebidas (CT). Nos Modelos 2, 3 e 5 da Tabela 10 a variável independente de diversidade organizacional (TIC) apresenta impacto positivo e significativo com a variável dependente de cobertura de mercado (MC). No entanto, nos Modelos 4 e 6 da Tabela 10 não alcançou o nível de significância mínimo com relação a variável dependente de cobertura de mercado, apresentando coeficiente negativo no Modelo 4 e positivo no Modelo 6, ambos muito abaixo do observado nos demais modelos reportados. Dessa forma, a hipótese 5 foi aceita com ressalvas, pois foi possível estabelecer associação positiva entre a diversidade organizacional de membros na rede e o valor da inovação, apenas para a variável de citações recebidas.

A hipótese alternativa 6 sugere que: “Há associação positiva entre a diversidade geográfica dos membros na rede para desenvolvimento tecnológico em que a organização está inserida e o valor da inovação”. A hipótese 6 foi aceita com base nos resultados da regressão reportados nos Modelos 2, 3, 4, 5, 6 das Tabelas 9 e 10, em que a variável de diversidade geográfica (TIN) apresenta coeficiente com alto impacto positivo e significativo com relação as variáveis dependentes utilizadas para mensurar o valor da inovação, citações recebidas (CT) e cobertura de mercado (MC). Dessa forma, os resultados indicam que estar inserido em componente com alta diversidade geográfica de membros está associado com maior valor da inovação.

Tabela 9 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	4.273*** (0.120)	2.365*** (0.085)	2.444*** (0.084)	3.419*** (0.123)	3.480*** (0.124)	3.431*** (0.123)
DC	0.058*** (0.009)			0.070*** (0.009)	0.074*** (0.009)	0.072*** (0.009)
HC	0.019*** (0.001)			0.014*** (0.001)		
CN	-1.477*** (0.089)			-1.049*** (0.089)	-1.184*** (0.089)	-1.091*** (0.089)
SW		0.049*** (0.005)			-0.007 (0.005)	
TIC		1.218*** (0.053)	0.973*** (0.054)	0.385*** (0.051)	0.665*** (0.050)	0.497*** (0.052)
TIN		1.185*** (0.050)	1.152*** (0.050)	0.897*** (0.048)	0.960*** (0.048)	0.931*** (0.048)
SW3			0.752*** (0.048)			0.292*** (0.048)
N	5760	5760	5760	5760	5760	5760
AIC	45504.8	46267.7	46114.1	45110.4	45210.8	45177.2
RMSE	101.41	113.97	113.64	99.01	98.95	99.04

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses; Variável categórica de período foi incluída nos modelos com efeitos fixos, os coeficientes podem ser consultados no APÊNDICE Q;

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica

Tabela 10 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.645*** (0.116)	1.584*** (0.081)	1.671*** (0.080)	2.589*** (0.117)	2.625*** (0.118)	2.637*** (0.117)
DC	0.043*** (0.008)			0.064*** (0.008)	0.068*** (0.008)	0.068*** (0.008)
HC	0.014*** (0.001)			0.016*** (0.001)		
CN	-1.647*** (0.087)			-1.063*** (0.085)	-1.155*** (0.085)	-1.130*** (0.085)
SW		0.082*** (0.005)			0.023*** (0.005)	
TIC		0.582*** (0.051)	0.472*** (0.053)	-0.046 (0.050)	0.120* (0.049)	0.045 (0.050)
TIN		1.494*** (0.048)	1.483*** (0.048)	1.239*** (0.045)	1.261*** (0.045)	1.251*** (0.045)
SW3			0.844*** (0.046)			0.333*** (0.046)
N	5760	5760	5760	5760	5760	5760
AIC	35063.7	35384.7	35332.1	34296.3	34410.6	34382.5
RMSE	29.41	32.22	32.43	28.10	28.40	28.36

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses; Variável categórica de período foi incluída nos modelos com efeitos fixos, os coeficientes podem ser consultados no APÊNDICE T;

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica

4.4.4 Análise de robustez

Foram realizadas análises de regressão adicionais para conferir robustez aos resultados, considerando a diferença de um e dois anos de defasagem entre as variáveis independentes e dependentes. Nas Tabelas 11 a 14 são reportados os resultados das análises de regressão, respectivamente, para as variáveis dependentes: citações recebidas (t+1), citações recebidas (t+2), cobertura de mercado (t+1) e cobertura de mercado (t+2). Os resultados confirmam os efeitos identificados, embora com diferença nos coeficientes, apresentam o mesmo nível de significância e sinal do coeficiente, exceto para a variável independente de índice de mundo pequeno (SW).

Conforme descrito anteriormente, a variável independente de índice de mundo pequeno (SW) apresentou coeficiente com efeito negativo, porém não significativo com relação a variável dependente de citações recebidas (t), no Modelo completo 5 da Tabela 9. Já nos Modelos 5 reportados nas Tabelas 11 e 12, o efeito negativo é significativo com relação as variáveis dependentes de citações recebidas com um e dois anos de diferença em relação a variável independente de índice de mundo pequeno. Esses resultados não afetam o aceite da

hipótese 4, pois o efeito observado pela variável independente de característica de mundo pequeno (SW3) foi confirmado nas análises adicionais.

Adicionalmente, para ampliar a robustez dos resultados, todas as análises de regressão também foram conduzidas pelo método de regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos, que apresentaram resultados muito semelhantes, com mesmo nível de significância e sinal do coeficiente (APÊNDICE X a AC).

Tabela 11 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas (t+1)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.905*** (0.153)	2.788*** (0.117)	2.807*** (0.116)	3.116*** (0.160)	3.280*** (0.160)	3.151*** (0.159)
DC	0.085*** (0.011)			0.093*** (0.011)	0.097*** (0.011)	0.094*** (0.011)
HC	0.012*** (0.002)			0.010*** (0.002)		
CN	-0.875*** (0.116)			-0.536*** (0.117)	-0.708*** (0.116)	-0.582*** (0.116)
SW		0.010 (0.007)			-0.032*** (0.007)	
TIC		1.284*** (0.079)	0.991*** (0.081)	0.414*** (0.077)	0.665*** (0.075)	0.494*** (0.077)
TIN		0.944*** (0.067)	0.925*** (0.066)	0.754*** (0.064)	0.770*** (0.064)	0.765*** (0.064)
SW3			0.573*** (0.063)			0.169** (0.063)
N	2874	2874	2874	2874	2874	2874
AIC	25789.1	26185.1	26117.5	25652.2	25654.5	25665.8
RMSE	137.12	158.20	157.50	135.98	133.42	135.38

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses; Variável categórica de período foi incluída nos modelos com efeitos fixos, os coeficientes podem ser consultados no APÊNDICE R;

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

Tabela 12 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas (t+2)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.953*** (0.167)	2.964*** (0.121)	2.944*** (0.120)	3.204*** (0.177)	3.380*** (0.176)	3.224*** (0.176)
DC	0.097*** (0.013)			0.105*** (0.013)	0.111*** (0.013)	0.105*** (0.013)
HC	0.011*** (0.002)			0.007** (0.002)		
CN	-0.811*** (0.131)			-0.451*** (0.133)	-0.607*** (0.131)	-0.469*** (0.132)
SW		-0.006 (0.008)			-0.048*** (0.008)	
TIC		1.479*** (0.088)	1.178*** (0.089)	0.632*** (0.086)	0.847*** (0.084)	0.667*** (0.085)
TIN		0.825*** (0.073)	0.829*** (0.073)	0.671*** (0.070)	0.668*** (0.070)	0.675*** (0.070)
SW3			0.543*** (0.071)			0.149* (0.071)
N	2340	2340	2340	2340	2340	2340
AIC	21405.3	21708.0	21659.1	21305.7	21281.9	21307.2
RMSE	151.70	172.27	171.46	149.51	144.65	148.63

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses; Variável categórica de período foi incluída nos modelos com efeitos fixos, os coeficientes podem ser consultados no APÊNDICE S;

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

Tabela 13 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado (t+1)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.416*** (0.150)	2.000*** (0.112)	2.084*** (0.112)	2.344*** (0.153)	2.415*** (0.154)	2.424*** (0.154)
DC	0.069*** (0.011)			0.091*** (0.010)	0.095*** (0.010)	0.094*** (0.010)
HC	0.009*** (0.002)			0.016*** (0.002)		
CN	-0.988*** (0.115)			-0.447*** (0.113)	-0.555*** (0.112)	-0.532*** (0.112)
SW		0.066*** (0.006)			0.022*** (0.006)	
TIC		0.551*** (0.076)	0.437*** (0.078)	-0.085 (0.074)	0.065 (0.073)	-0.005 (0.075)
TIN		1.203*** (0.064)	1.218*** (0.064)	1.107*** (0.061)	1.086*** (0.061)	1.095*** (0.061)
SW3			0.723*** (0.061)			0.310*** (0.061)
N	2874	2874	2874	2874	2874	2874
AIC	20466.7	20640.2	20610.6	20142.0	20196.3	20182.7
RMSE	38.46	43.61	43.78	37.48	38.06	38.37

Fonte: Elaboração própria

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses; Variável categórica de período foi incluída nos modelos com efeitos fixos, os coeficientes podem ser consultados no APÊNDICE U;

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

Tabela 14 - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado (t+2)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.437*** (0.163)	2.165*** (0.116)	2.224*** (0.115)	2.371*** (0.169)	2.451*** (0.169)	2.427*** (0.168)
DC	0.077*** (0.012)			0.102*** (0.012)	0.107*** (0.012)	0.104*** (0.012)
HC	0.008*** (0.002)			0.015*** (0.002)		
CN	-0.921*** (0.128)			-0.334** (0.127)	-0.440*** (0.126)	-0.389** (0.126)
SW		0.058*** (0.007)			0.014+ (0.007)	
TIC		0.691*** (0.084)	0.553*** (0.085)	0.051 (0.082)	0.200* (0.081)	0.119 (0.082)
TIN		1.109*** (0.070)	1.156*** (0.069)	1.064*** (0.067)	1.026*** (0.067)	1.054*** (0.067)
SW3			0.716*** (0.068)			0.318*** (0.068)
N	2340	2340	2340	2340	2340	2340
AIC	17081.2	17240.1	17194.2	16843.6	16879.9	16863.0
RMSE	40.75	46.25	46.24	40.32	39.81	39.71

Fonte: Elaboração própria

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses; Variável categórica de período foi incluída nos modelos com efeitos fixos, os coeficientes podem ser consultados no APÊNDICE V;

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A presente pesquisa se propôs a responder a seguinte pergunta: “A posição ocupada, as características da estrutura, e a diversidade de membros, na rede interorganizacional para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos estão associadas ao valor da inovação?”. Para responder tal pergunta foram utilizados dados mundiais de patentes no setor de biocombustíveis líquidos, que possibilitaram a construção e análise das redes interorganizacionais para desenvolvimento tecnológico, assim como mensurar o valor das inovações. O valor da inovação foi medido por meio de dois atributos de patentes concedidas ou ativas, reconhecidos pelo potencial para revelar o valor técnico de patentes, baseados na: contagem de citações recebidas pelas patentes da organização; e na amplitude de cobertura de mercado das patentes da organização, por meio da contagem de autoridades patentárias onde a família da patente foi concedida ou está ativa. Na sequência são descritos os principais resultados do estudo, que respondem à pergunta de pesquisa.

Demonstrou-se que a inovação é beneficiada pelas vantagens proporcionadas por ocupar posições de destaque na rede de inovação, com muitos laços diretos, indiretos e buracos estruturais. Com relação aos laços diretos os resultados corroboram estudos anteriores (MINGJI; PING, 2014; IINO et al., 2021) ao confirmar que a quantidade de parceiros diretos é positivamente associada ao valor da inovação, tanto para o indicador de citações recebidas, como para a cobertura de mercado. Esses resultados reforçam o argumento de que os laços diretos facilitam o acesso e a combinação de recursos, capacidades e informações com os parceiros, favorecendo o desenvolvimento de inovações com maior valor.

Constatou-se que ocupar uma posição na rede com muitos laços indiretos está associado a maior valor das inovações, ampliando os estudos de Ahuja (2000), Kvamsås (2018) e Liang e Liu (2018), ao demonstrar associação positiva com ambos os indicadores de valor mensurados: citações recebidas e cobertura de mercado. Observou-se ainda, assim como em Ahuja (2000), que o impacto positivo dos laços indiretos é inferior ao observado pelos laços diretos. Nesse sentido, deve-se considerar que os laços indiretos proporcionam acesso apenas ao conhecimento que transborda entre os membros da rede.

Demonstrou-se que ocupar uma posição rica em buracos estruturais está associada ao desenvolvimento de inovações com maior valor. Esse resultado corrobora estudos anteriores (MINGJI; PING, 2014; IINO et al., 2021) e reforça o argumento de que os buracos estruturais proporcionam vantagens como a possibilidade de acesso e combinação a recursos

heterogêneos e não redundantes (BURT, 2004), que beneficiam o desenvolvimento de inovações.

Para análise da estrutura da rede, este estudo proporcionou avanços metodológicos que permitiram mensurar as variáveis de estrutura e diversidade para cada componente da rede separadamente. Isso pois, as redes são muito fragmentadas, constituídas por muitos agrupamentos desconectados, em que a maioria contempla poucas organizações, e poucos agrupamentos maiores agrupam relevante quantidade de organizações, que estão diretamente ou indiretamente interconectadas. Assim, por meio da abordagem analítica desenvolvida e aplicada neste estudo, foi possível superar as limitações de estudos anteriores, que investigaram a relação entre inovação e a característica de mundo pequeno somente para o componente gigante, conforme abordado por Eslami, Ebadi e Schiffauerova (2013).

Dessa forma, constatou-se que organizações inseridas em agrupamentos na rede com característica de mundo pequeno, apresentam maior valor da inovação. Esses resultados contrastam com o que foi observado em estudos anteriores (ESLAMI; EBADI; SCHIFFAUEROVA, 2013; FLEMING; KING III; JUDA, 2007). Ressalta-se que a associação entre a variação no índice de mundo pequeno e o valor da inovação, apresentou resultados inconsistentes, o que implica que não foi possível confirmar associação entre o valor da inovação e estar inserido em um agrupamento com um nível superior ou inferior do índice de mundo pequeno. Conforme descrito, a característica de mundo pequeno foi identificada em apenas 0,5% do total de componentes, sendo que esses componentes apresentam como característica em comum, o fato de serem os maiores agrupamentos da rede, concentrando relevante quantidade de nós. Os resultados encontrados neste estudo suportam a argumentação de que a configuração de uma rede com característica de mundo pequeno favorece o compartilhamento de recursos entre os membros, enquanto proporciona acesso a recursos não redundantes, contribuindo para impulsionar a inovação de seus membros.

Destaca-se a contribuição proporcionada por este estudo na investigação da relação entre inovação e a diversidade de membros nos agrupamentos da rede, tanto organizacional como geográfica. A descrição dos componentes da rede revelou que em aspectos organizacionais, a maioria dos agrupamentos da rede são majoritariamente formados por organizações do mesmo tipo, dessa forma, aproximadamente 70% dos agrupamentos não apresentam diversidade organizacional. A maior parte das organizações são de natureza empresarial, seguidas por universidade e centros de P&D. Em aspectos geográficos, foram identificadas organizações de 56 nacionalidades distintas, com destaque para China, Japão e Estados Unidos, com maior quantidade de representantes. A maioria dos agrupamentos da

rede, aproximadamente 85%, são constituídos por organizações da mesma nacionalidade, onde não existe diversidade geográfica.

Constatou-se que a diversidade, tanto organizacional como geográfica, dos membros da rede, beneficia o valor da inovação, no entanto os resultados diferem com relação aos aspectos mensurados de valor. A diversidade geográfica dos membros da rede impacta positivamente ambas as variáveis de valor: citações recebidas e cobertura de mercado. Já a diversidade organizacional somente foi possível confirmar a associação positiva com as citações recebidas. Esses resultados indicam que a diversidade de membros nos agrupamentos da rede, constitui um relevante objeto de pesquisa, na busca por explicar os efeitos na inovação proporcionados pelas características das redes. Assim, os resultados podem sugerir benefícios coletivos aos membros da rede inseridos em componentes com maior nível de diversidade organizacional e/ou geográfica. Isso implica que não somente as organizações diretamente relacionadas com parceiros de diferentes tipos e/ou locais tendem a se beneficiar, mas também aquelas organizações que acessam essa diversidade indiretamente, o que necessita de mais investigações. Os estudos anteriores sobre diversidade e inovação, até então, haviam demonstrado os efeitos da diversidade apenas no nível individual, em que os diversos tipos de parceiros foram mensurados no nível ego, considerando apenas os contatos diretos.

Este estudo contribui ainda para a teoria de redes, pois ao analisar as principais características em nível micro e macro, adicionando aspectos da diversidade de membro nos agrupamentos, permitiu enriquecer o entendimento de como as características da rede interorganizacional para desenvolvimento tecnológico proporciona benefícios individuais e coletivos no valor da inovação.

Como recomendações práticas, os resultados desta pesquisa podem apoiar gestores na definição de estratégias e tomada de decisões, no que diz respeito a seleção, o estabelecimento e a manutenção de parcerias externas, com o propósito de desenvolver inovações. Nesse sentido, gestores podem considerar as características das redes que as organizações estão formando e/ou se inserindo, por meio das parcerias externas para inovação. Dessa forma, ressalta-se que a quantidade de laços diretos é importante para acessar e recombinar recursos tangíveis e intangíveis. Assim como, a amplitude de laços indiretos contribui para o acesso a informações e a identificação de potenciais novos parceiros. Ademais, é importante considerar a exclusividade e diferenciação dos recursos e informações alcançados por meio das parcerias que representam pontes sobre buracos estruturais. Além desses aspectos, é relevante ponderar as características da estrutura da rede em que a organização está ou pretende se inserir, bem como a diversidade de membros dessas redes. As redes com característica de mundo pequeno

favorecem o acesso e diversificação dos recursos e informações. Essas redes revelaram-se em agrupamentos maiores, com maior quantidade de membros, e são caracterizadas por apresentar alto cluster e reduzido comprimento do caminho curto, o que contribui para o fluxo e a diversificação de recursos e informações entre os membros. Ainda sobre a estrutura, é importante considerar a diversidade dos membros da rede, tanto em aspectos de natureza organizacional como geográfica, que proporcionam o acesso e o fluxo de recursos e informações especializados e diferenciados.

5.1 Limitações e estudos futuros

Esta pesquisa se restringiu a analisar o setor de biocombustíveis líquidos por meio de dados de patentes, assim, a seleção deste recorte de dados pode limitar o acesso a observações sobre colaborações para P&D e valor técnico de patentes organizacionais, pois omite dados de patentes e colaborações que potencialmente essas organizações desenvolveram em outros setores tecnológicos. Assim, estudos futuros podem ser endereçados a analisar setores tecnológicos mais amplos, de forma a proporcionar maior volume de observações, ou direcionar a coleta de dados com foco em todas as patentes de um selecionado grupo de empresas.

Com relação a mensuração do valor da inovação, estudos futuros podem utilizar atributos relacionados a manutenção das patentes, que indica o período de ciclo de vida ativo da inovação, conduzindo ao melhor entendimento sobre os benefícios na inovação em função das características das redes.

Com relação a diversidade, este estudo não foi capaz de mensurar a diversidade organizacional e geográfica no nível individual, que podem revelar aspectos relevantes de análise, como os benefícios em função da diversidade dos parceiros diretos, assim, estudos futuros podem abordar tal limitação.

Com relação a análise estatística e regressão, este estudo não conseguiu acessar dados complementares das organizações, como número de colaboradores, investimento em P&D, receita, setor de atuação, e outras informações que podem ser utilizadas como variáveis de controle, ampliando a robustez da análise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFIFI, A.A. et al. Methods for improving regression analysis for skewed continuous or counted responses. **Annual Review of Public Health**, v. 21, n. 28, p. 95-111, 2007
- AHRWEILER, Petra; KEANE, Mark T. Innovation networks. **Mind & Society**, v. 12, n. 1, p. 73-90, 2013.
- AHUJA, Gautam. Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. **Administrative science quarterly**, v. 45, n. 3, p. 425-455, 2000.
- ALBERT, Michael B. et al. Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents. **Research policy**, v. 20, n. 3, p. 251-259, 1991.
- ALBERT, Till; MOEHRLE, Martin G.; MEYER, Stefan. Technology maturity assessment based on blog analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 92, p. 196-209, 2015.
- ALCACER, Juan; GITTELMAN, Michelle. Patent citations as a measure of knowledge flows: The influence of examiner citations. **The Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 774-779, 2006.
- BANERJEE, Preeta M.; COLE, Benjamin M. Breadth-of-impact frontier: How firm-level decisions and selection environment dynamics generate boundary-spanning inventions. **Technovation**, v. 30, n. 7-8, p. 411-419, 2010.
- BARBULESCU, Georgeta; IONESCU Gabriela. The intersections between TRIZ and forecasting methodology. **Economia**. Seria Management, v. 13, n. 2, p. 512-520, 2010.
- BARON, Justus; DELCAMP, Henry. The private and social value of patents in discrete and cumulative innovation. **Scientometrics**, v. 90, n. 2, p. 581-606, 2011.
- BARABASI, A.L. The Scale-Free Property, In: BARABASI, A.L. **Network Science**. Cambridge, University Press, Cambridge, 2016.
- BEIERLEIN, Jennifer M. et al. Patterns of innovation in Alzheimer's disease drug development: a strategic assessment based on technological maturity. **Clinical therapeutics**, v. 37, n. 8, p. 1643-1651. e3, 2015.
- BESSEN, James. The value of US patents by owner and patent characteristics. **Research Policy**, v. 37, n. 5, p. 932-945, 2008.
- BOEIRA, Sérgio Luís; BORBA, Julian. Os fundamentos teóricos do capital social. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n. 1, p. 187-193, 2006.
- BORGATTI, S. P.; HALGIN, D. S. On Network Theory. *Organization Science*, 22(5), 1168–1181. <https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0641>: 2011.
- BRENNER, T.; CANTNER, U.; GRAF, H. Introduction: Structure and Dynamics of Innovation Networks. **Regional Studies**, v. 47, n. 5, p. 647-650, 2013.

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

BURT Ronald S. The Social Capital of Structural Holes. In: GUILLÉN, M.F. et al. **New Directions In Economic Sociology**. New York, Russel Sage Foudation, 2001.

BURT, Ronald S. Structural holes and good ideas. **American journal of sociology**, v. 110, n. 2, p. 349-399, 2004.

CANO, V.; LIND, N. C. Citation life cycles of ten citation classics. **Scientometrics**, v. 22, n. 2, p. 297-312, 1991.

CANTNER, U.; GRAF, H. The Network of Innovators in Jena: An Application of Social Network Analysis. **Research Policy**, Janeiro 2006.

CANTÙ, Chiara et al. Interorganizational network and innovation: A bibliometric study and proposed research agenda. **Journal of Business & Industrial Marketing**, 2015

CARPENTER, Mark P.; NARIN, Francis; WOOLF, Patricia. Citation rates to technologically important patents. **World Patent Information**, v. 3, n. 4, p. 160-163, 1981.

CARPENTER, Mark P.; NARIN, Francis. Validation study: Patent citations as indicators of science and foreign dependence. **World Patent Information**, v. 5, n. 3, p. 180-185, 1983.

CHANDRA, Praveena. **Predicting Technical Value Of Technologies Through Their Knowledge Structure**. Austrália, 2019.

CHESBROUGH, H. Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Indutrial Innovation. In: CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. **Open Innovation: Researching a New Paradigm**. Oxford: 2006.

CHOI, J.; SANG-HYUN, A.; CHA, M.-S. The effects of network characteristics on performance of innovation clusters. **Expert Systems with Applications**, n. 40, p. 4511-4518, 2013.

CHRISTENSEN, Clayton M. Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: component technologies. **Production and operations management**, v. 1, n. 4, p. 334-357, 1992.

COHEN, W.M.; LEVINTHAL, D.A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. **Administrative science quarterly**, p. 128-152, 1990.

COLEMAN, James S. Social capital in the creation of human capital. **American journal of sociology**, v. 94, p. S95-S120, 1988.

CSARDI, Gabor et al. The igraph software package for complex network research. **InterJournal, complex systems**, v. 1695, n. 5, p. 1-9, 2006.

DE LEEUW, Tim; LOKSHIN, Boris; DUYSTERS, Geert. Returns to alliance portfolio diversity: The relative effects of partner diversity on firm's innovative performance and productivity. **Journal of Business Research**, v. 67, n. 9, p. 1839-1849, 2014.

DEL-CORTE-LORA, Víctor; VALLET-BELLMUNT, Teresa M.; MOLINA-MORALES, F. Xavier. How network position interacts with the relation between creativity and innovation in clustered firms. **European Planning Studies**, v. 25, n. 4, p. 561-582, 2017.

DELGADO-MÁRQUEZ, Blanca L., HURTADO-TORRES, N. E., PEDAUCA, L. E., & CORDÓN-POZO, E. A network view of innovation performance for multinational corporation subsidiaries. *Regional Studies*, v. 52, n. 1, p. 47-67, 2018.

DERMIKAN, S. Network Characteristics and Patenting in Biotechnology, 1990-2006. **Journal of Management**, v. 38, n. 6, 2012.

DYER, J.H.; SINGH, H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. **Academy of management review**, v. 23, n. 4, p. 660-679, 1998.

ESLAMI, Hamidreza; EBADI, Ashkan; SCHIFFAUEROVA, Andrea. Effect of collaboration network structure on knowledge creation and technological performance: the case of biotechnology in Canada. **Scientometrics**, v. 97, n. 1, p. 99-119, 2013.

EPSKAMP, Sacha et al. qgraph: Network visualizations of relationships in psychometric data. **Journal of statistical software**, v. 48, p. 1-18, 2012.

EUROPEAN PATENT OFFICE – EPO. ANNEX IV - Concordance Dates-of-public-availability, In: **DOCDB User Documentation**. EUROPEAN PATENT OFFICE, v. 2.5.8.1, agosto. 2019. <https://www.epo.org/searching-for-patents/data/bulk-data-sets/manuals.html#docdb>, 27/10/2021

FISCHER, Timo; LEIDINGER, Jan. Testing patent value indicators on directly observed patent value—An empirical analysis of Ocean Tomo patent auctions. **Research Policy**, v. 43, n. 3, p. 519-529, 2014.

FLEMING, Lee; KING III, Charles; JUDA, Adam I. Small worlds and regional innovation. **Organization Science**, v. 18, n. 6, p. 938-954, 2007.

FREEMAN, Christopher. Networks of innovators: a synthesis of research issues. **Research policy**, v. 20, n. 5, p. 499-514, 1991.

FREEMAN, L. The Development of Social Network Analysis - with an Emphasis on Recent Events. **University of California**, Irvine, 2004.

FREEMAN, Linton C. et al. Centrality in social networks: conceptual clarification. **Social network**, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1978.

GOMES, Ricardo Cruz; PORTO, Geciane Silveira; DA COSTA, Priscila Rezende. Methodological proposal for the use of patents in research of interorganizational collaboration networks for innovation. **Journal of Environmental Management & Sustainability**, v. 8, n. 3, 2019.

GOMES, Ricardo Cruz. Redes de cooperação para desenvolvimento tecnológico dos biocombustíveis: mapeamento a partir de cotitularidade em patentes. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração das Organizações,

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

GUAN, Jiancheng; LIU, Na. Exploitative and exploratory innovations in knowledge network and collaboration network: A patent analysis in the technological field of nano-energy. **Research policy**, v. 45, n. 1, p. 97-112, 2016.

GUELLEC, Dominique; DE LA POTTERIE, Bruno van Pottelsberghe. Applications, grants and the value of patent. **Economics letters**, v. 69, n. 1, p. 109-114, 2000.

GUPENG, Zhang; XIANGDONG, Chen. The value of invention patents in China: Country origin and technology field differences. **China Economic Review**, v. 23, n. 2, p. 357-370, 2012.

HAGELIN, Ted. A new method to value intellectual property. **AIPLA QJ**, v. 30, p. 353, 2002.

HAGEDOORN, John. Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. **Research policy**, v. 31, n. 4, p. 477-492, 2002.

HALL, Bronwyn H.; JAFFE, Adam; TRAJTENBERG, Manuel. Market value and patent citations. **RAND Journal of economics**, p. 16-38, 2005.

HARHOFF, Dietmar; SCHERER, Frederic M.; VOPEL, Katrin. Citations, family size, opposition and the value of patent rights. **Research policy**, v. 32, n. 8, p. 1343-1363, 2003.

HARHOFF, Dietmar; WAGNER, Stefan. The duration of patent examination at the European Patent Office. **Management Science**, v. 55, n. 12, p. 1969-1984, 2009.

HE, Yuejun; LUO, Jianxi. Novelty, conventionality, and value of invention. In: **Design Computing and Cognition'16**. Springer, p. 23-38, 2017.

HJERTVIKREM, Nina; NYLAND, Elisabeth. **Networks and innovation in the subsea industry in Rogaland: Will position in the network affect a company's ability to innovate?**. Dissertação de Mestrado. University of Stavanger, Norway, 2015.

HOLLSTEIN, B. Qualitative Approaches. In: SCOTT, J.; CARRINGTON, P. J. **Sage Handbook of Social Network Analysis**. London: SAGE Publications Ltd, 2011.

HSIEH, Wan-Lin et al. Foreign and domestic collaboration, product innovation novelty, and firm growth. **Journal of Product Innovation Management**, v. 35, n. 4, p. 652-672, 2018.

HU, Xiaojun; ROUSSEAU, Ronald; CHEN, Jin. A new approach for measuring the value of patents based on structural indicators for ego patent citation networks. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 63, n. 9, p. 1834-1842, 2012.

HUANG, Shufang; CHEN, Jin; LIANG, Liang. How open innovation performance responds to partner heterogeneity in China. **Management Decision**, 2018.

HUANG, Way-Ren et al. Network characteristics and patent value—Evidence from the Light-Emitting Diode industry. **PloS one**, v. 12, n. 8, 2017.

HUMPHRIES, Mark D.; GURNEY, Kevin. Network ‘small-world-ness’: a quantitative method for determining canonical network equivalence. **PloS one**, v. 3, n. 4, p. e0002051, 2008.

IINO, Takashi et al. How does the global network of research collaboration affect the quality of innovation?. **The Japanese Economic Review**, v. 72, n. 1, p. 5-48, 2021.

ILEVBARE, Imoh M.; PROBERT, David; PHAAL, Robert. A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. **Technovation**, v. 33, n. 2-3, p. 30-37, 2013.

IEA, International Energy Agency. **Technology Roadmap: Biofuels for Transport**. 2011. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-biofuels-for-transport.html>>

INPI, Instituto Nacional de Propriedade Industrial. **Guia de Depósitos de Patentes**. 2008.

JACKSON, M. O. Social and Economic Networks: **Princeton University Press**, 2008.

JAFFE, A. B.; TRAJTENBERG, M.; HENDERSON, R. Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 577-598, Agosto 1993.

KIM, Ho-Sung. How a firm's position in a whole network affects innovation performance. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 31, n. 2, p. 155-168, 2019.

KVAMSÅS, Joar. **How does a firm’s position in a research network affect its innovation outcome? A multi-sectoral study of a Norwegian publicly funded research network**. Dissertação de Mestrado. 2018.

LANDRY, Rejean; AMARA, Nabil; LAMARI, Moktar. Does social capital determine innovation? To what extent?. **Technological forecasting and social change**, v. 69, n. 7, p. 681-701, 2002.

LANJOUW, Jean O.; SCHANKERMAN, Mark. Stylized facts of patent litigation: Value, scope and ownership. **National Bureau of Economic Research**, 1997.

LAVIE, D.; MILLER, S. R. Alliance Portfolio Internationalization and Firm Performance. **Industry Studies**, p. 1-48, 2008.

LECHEVALIER, S.; IKEDA, Y.; NISHIMURA, J. Investigating Collaborative R&D Using Patent Data: The Case Study of Robot Technology in Japan. **MANAGERIAL AND DECISION ECONOMICS**, v. 32, p. 305-323, Junho 2011.

LIANG, Xinning; LIU, Anita MM. The evolution of government sponsored collaboration network and its impact on innovation: A bibliometric analysis in the Chinese solar PV sector. **Research Policy**, v. 47, n. 7, p. 1295-1308, 2018.

LIN, Bou-Wen; CHEN, Chung-Jen; WU, Hsueh-Liang. Predicting citations to biotechnology patents based on the information from the patent documents. **International Journal of Technology Management**, v. 40, n. 1-3, p. 87-100, 2007.

LINDBERG, V. **Intellectual Property and Open Source: A Practical Guide to Protecting Code**. O'Reilly Media, 2008.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de Marketing: Uma Orientação Aplicada**. Bookman Editora, 2001.

MARCHIORI, Massimo; LATORA, Vito. Harmony in the small-world. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 285, n. 3-4, p. 539-546, 2000.

MILGRAM, Stanley. The small world problem. **Psychology today**, v. 2, n. 1, p. 60-67, 1967.

MINGJI, Jiang; PING, Zhou. Research on the patent innovation performance of university–industry collaboration based on complex network analysis. **Journal of Business-to-Business Marketing**, v. 21, n. 2, p. 65-83, 2014.

MIOTTI, Luis; SACHWALD, Frédérique. Co-operative R&D: why and with whom?: An integrated framework of analysis. **Research policy**, v. 32, n. 8, p. 1481-1499, 2003.

MORESCALCHI, A. et al. The evolution of networks of innovators within and a cross borders: Evidence from patent data. **Research Policy**, v. 44, p. 651-668, Junho 2015.

MUKHERJEE, Preety S.; RAY, Ajay K. Major challenges in the design of a large-scale photocatalytic reactor for water treatment. **Chemical Engineering & Technology: Industrial Chemistry-Plant Equipment-Process Engineering-Biotechnology**, v. 22, n. 3, p. 253-260, 1999.

NAKAMURA, Hiroko; KAJIKAWA, Yuya; SUZUKI, Shinji. Multi-level perspectives with technology readiness measures for aviation innovation. **Sustainability science**, v. 8, n. 1, p. 87-101, 2013.

NEVES, J. L. **Pesquisa Qualitativa - Características, Usos e Possibilidades**. **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, 1996.

NEWMAN, M. E. J. **Networks an Introduction**. Nova York: Oxford University Press, 2010.

NIETO, M. J.; SANTAMARÍA, L. The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. **Technovation**, v. 27, n. 6-7, p. 367-377, Jun-Jul, 2007.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development. **Biofuel Support Policies: An Economic Assessment**. OECD Publishing, 2008.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development. **Patent Statistics Manual**. OECD Publishing, 2009.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development. **Towards Green Growth**. OECD Publishing, 2011.

OHBA, Norio; NAKAO, Kumiko. Sleeping beauties in ophthalmology. **Scientometrics**, v. 93, n. 2, p. 253-264, 2012.

PAGE, Lawrence et al. **The PageRank citation ranking: Bringing order to the web**. Stanford InfoLab, 1999.

PAKES, Ariel. Patents as options: Some estimates of the value of holding European patent stocks. 1984.

PATEL, P. C., FERNHABER, S. A., MCDOUGALL-COVIN, P. P., VAN DER HAVE, R. P. Beating Competitors to International Markets: The Value of Geographically Balanced Networks for Innovation. **Strategic Management Journal**, v. 35, p. 691-711, may 2014.

PAVITT, Keith. Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems. **Scientometrics**, v. 7, n. 1-2, p. 77-99, 1985.

POWELL, W. W.; KOPUT, K. W.; SMITH-DOERR, L. Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. **Administrative Science Quarterly**, v. 41, n. 1, p. 116-145, 1996.

POWELL, Catherine. The Delphi technique: myths and realities. **Journal of advanced nursing**, v. 41, n. 4, p. 376-382, 2003.

RAHIM, Zulhasni Abdul; SHENG, Issac Lim Sing; NOOH, Abu Bakar. TRIZ methodology for applied chemical engineering: A case study of new product development. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 103, p. 11-24, 2015.

RUBY, T. M. Characteristics of networks in energy efficiency research, development and demonstration – a comparison of actors, technological domains and network structure in seven research areas. ECRC. Madri, 2013.

RYBICKA, Justyna; TIWARI, Ashutosh; LEEKE, Gary A. Technology readiness level assessment of composites recycling technologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 1001-1012, 2016.

SADATMOOSAVI, Ali, et al. Does the superior position of countries in co-authorship networks lead to their high citation performance. *Malaysian Journal of Library & Information Science*, 2018, 23.1: 51-65.

SALAZAR, Angel et al. The value for innovation of inter-firm networks and forming alliances: A meta-analytic model of indirect effects. *Computers in Human Behavior*, v. 64, p. 285-298, 2016.

SAMPIEIRI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodología dela Investigación**. Mexico: MCGRAW-HILL, 1997.

SCHILLING, M. A.; PHELPS, C. C. Interfirm Collaboration Networks: The Impact of Large-Scale Network Structure on Firm Innovation. **Management Science**, v. 53, n. 7, p. 1113-1126, Maio 2007.

SCHOENMAKERS, Wilfred; DUYSTERS, Geert. The technological origins of radical inventions. **Research Policy**, v. 39, n. 8, p. 1051-1059, 2010.

SCOTT, Stuart A. et al. Biodiesel from algae: challenges and prospects. **Current opinion in biotechnology**, v. 21, n. 3, p. 277-286, 2010.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. 2. ed. São Paulo: E.P.U, 1987.

SHI, Xiu et al. Network Position Advantage and Technological Innovation of China's New Energy Vehicle Based on the Perspective of Network Theory. **Sustainability**, v. 11, n. 7, p. 2098, 2019.

SONG, Zhi-hong; LEE, Ping; LEE, Dong-mei. An empirical investigation on the relationship between co-patent network, structure embeddedness and innovation output. **The International Journal of Business Management and Technology**, v. 3, n. 1, 2019.

SONMEZ, Zafer. Interregional inventor collaboration and the commercial value of patented inventions: Evidence from the US biotechnology industry. **The Annals of Regional Science**, v. 61, n. 2, p. 399-438, 2018.

SQUICCIARINI, M.; DERNIS, H.; CRISCUOLO, C. Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, OECD Publishing, 2013.

STERNITZKE, Christian. Defining triadic patent families as a measure of technological strength. **Scientometrics**, v. 81, n. 1, p. 91, 2009.

STIGLITZ, J. Towards a pro-development and balanced intellectual property regime. In: **WIPO Ministerial Conference on Intellectual Property for Least Developed Countries**. Seoul, p. 1-22, 2004.

SUH, Jong Hwan. Exploring the effect of structural patent indicators in forward patent citation networks on patent price from firm market value. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 27, n. 5, p. 485-502, 2015.

TIAN, M.; SU, Y.; YANG, Z. University–industry collaboration and firm innovation: An empirical study of the biopharmaceutical industry. **The Journal of Technology Transfer**, v. 47, n. 5, p. 1488-1505, 2022.

TANG, Yongli et al. University-industry interaction and product innovation performance of Guangdong manufacturing firms: the roles of regional proximity and research quality of universities. **The Journal of Technology Transfer**, v. 45, p. 578-618, 2020.

TEACHMAN, Jay D. Analysis of population diversity: Measures of qualitative variation. **Sociological Methods & Research**, v. 8, n. 3, p. 341-362, 1980.

TETHER, Bruce S. Who co-operates for innovation, and why: an empirical analysis. **Research policy**, v. 31, n. 6, p. 947-967, 2002.

TETHER, Bruce S.; TAJAR, Abdelouahid. Beyond industry–university links: Sourcing knowledge for innovation from consultants, private research organisations and the public science-base. **Research Policy**, v. 37, n. 6-7, p. 1079-1095, 2008.

TRAJTENBERG, Manuel. A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations. **The Rand Journal of Economics**, p. 172-187, 1990.

TRAJTENBERG, Manuel; HENDERSON, Rebecca; JAFFE, Adam. University versus corporate patents: A window on the basicness of invention. **Economics of Innovation and new technology**, v. 5, n. 1, p. 19-50, 1997.

VAN BEERS, Cees; ZAND, Fardad. R&D cooperation, partner diversity, and innovation performance: an empirical analysis. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 2, p. 292-312, 2014.

VAN DER VALK, Tessa; GIJSBERS, Govert. The use of social network analysis in innovation studies: Mapping actors and technologies. **Innovation: management, policy & practice**, p. 5-17, 2010.

VANHAVERBEKE, W.; CLOODT, M. Theories of the firm and open innovation. **New frontiers in open innovation**, p. 256-278, 2014.

VERBEEK, Arnold et al. Linking science to technology: Using bibliographic references in patents to build linkage schemes. **Scientometrics**, v. 54, n. 3, p. 399-420, 2002.

VIEIRA, V. A. As tipologias, variações e características de pesquisa de marketing. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 61-70, jan./abr. 2002.

YU, Huiling; FAN, Delin. Man-made boards technology trends based on TRIZ evolution theory. **Physics Procedia**, v. 33, p. 221-227, 2012.

WAN, Fang; SEIDMANN, Abraham. Dynamics of assignee networks: a new approach for measuring the impact on patent value based on network analysis. In: **Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences**. 2019.

WANG, Jyun-Cheng et al. Network structure of innovation: can brokerage or closure predict patent quality?. **Scientometrics**, v. 84, n. 3, p. 735-748, 2010.

WANG, Ming-Yeu et al. Determinants of patent renewal decisions by patent indicators and social network analysis: The case of the biotech industry in Taiwan and Korea. In: **2012 Proceedings of PICMET'12: Technology Management for Emerging Technologies**. IEEE, p. 1060-1065, 2012.

WANG, Chun Hsien; QUAN, Xiaohong Iris. The effect of R&D alliance diversity and network position on firm innovation performance: evidence from the emerging biotechnology industry. **Science, Technology and Society**, v. 22, n. 3, p. 407-424, 2017.

WASSERMAN, S.; KATHERINE, F. **Social Network Analysis**. Cambridge University Press, 1994.

WATTS, Duncan J.; STROGATZ, Steven H. Collective dynamics of 'small-world' networks. **Nature**, v. 393, n. 6684, p. 440-442, 1998.

WEI, Xuan; CHEN, Wei. How does a firm's previous social network position affect innovation? Evidence from Chinese listed companies. **Sustainability**, v. 11, n. 4, p. 1191, 2019.

WENG, Calvin; DAIM, Tugrul U. Structural differentiation and its implications—core/periphery structure of the technological network. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 3, n. 4, p. 327-342, 2012.

WIPO. **IPC Green Inventory**, 2010. Disponível em: <
<http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/est/>>

WIPO. **GUIDE - IPC**. 2014.

WIPO. **WIPO Standards: ST.16 Identification of different kinds of patent documents**. 2016.

WIPO. **WIPO Standards: ST.27 Exchange of Patent Legal Status Data**. 2021.

ZHANG, Feng; JIANG, Guohua; HE, Xiaoyun. Patent citations and value: through the lens of a social network approach. **International Journal of Management and Network Economics**, v. 4, n. 2, p. 115-143, 2018.

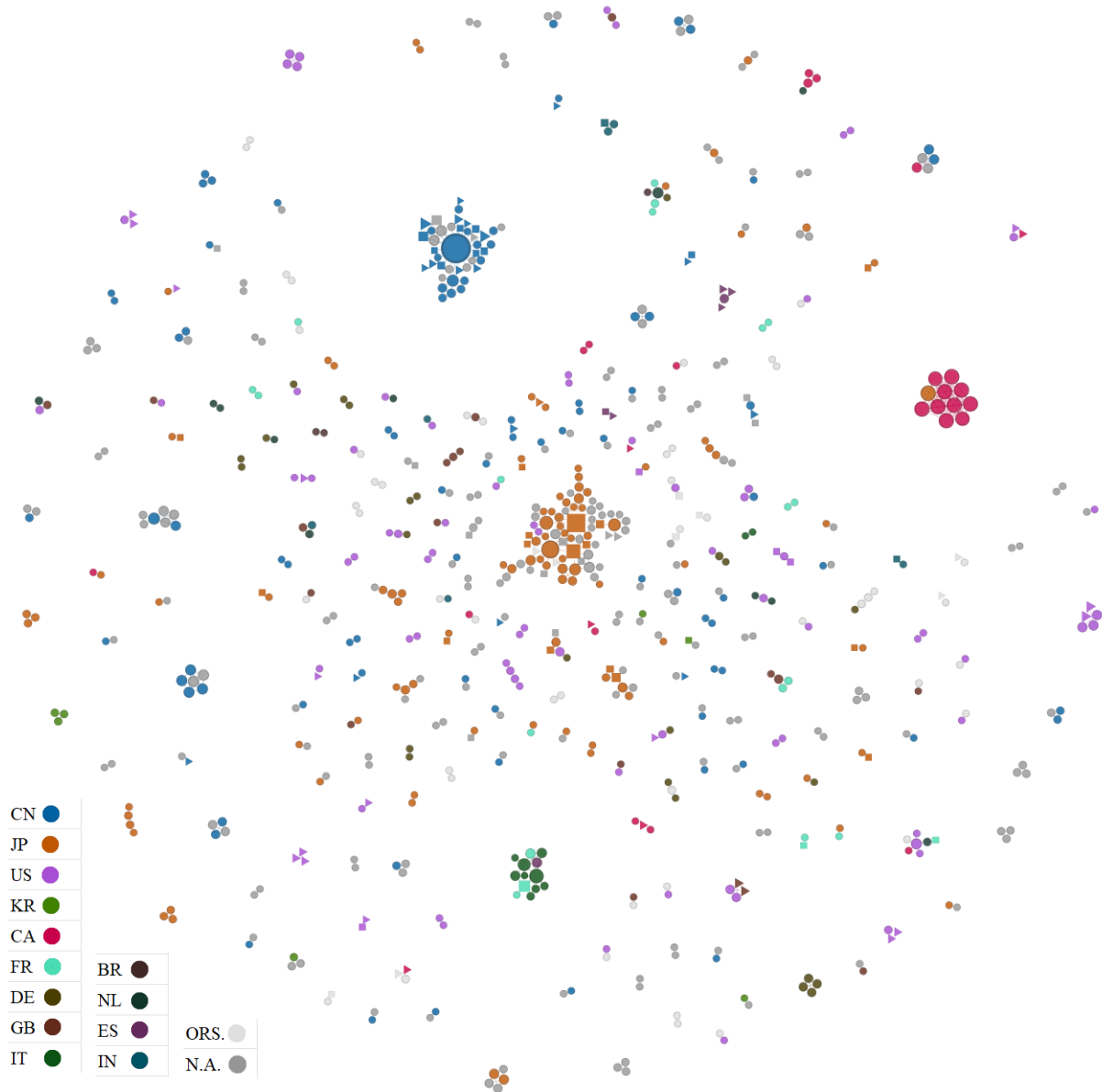
ZHANG, Yi et al. Inter-organizational scientific collaborations and policy effects: an ego-network evolutionary perspective of the Chinese Academy of Sciences. **Scientometrics**, v. 108, n. 3, p. 1383-1415, 2016.

ZHANG, Guiyang; TANG, Chaoying. How R&D partner diversity influences innovation performance: an empirical study in the nano-biopharmaceutical field. **Scientometrics**, v. 116, n. 3, p. 1487-1512, 2018.

ZHANG, Guiyang; TANG, Chaoying; QI, Yong. Alliance Network Diversity and Innovation Ambidexterity: The Differential Roles of Industrial Diversity, Geographical Diversity, and Functional Diversity. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 1041, 2020.

ZHENG, Guoyang et al. TMT social capital, network position and innovation: the nature of micro-macro links. **Frontiers of Business Research in China**, v. 13, n. 1, p. 3, 2019.

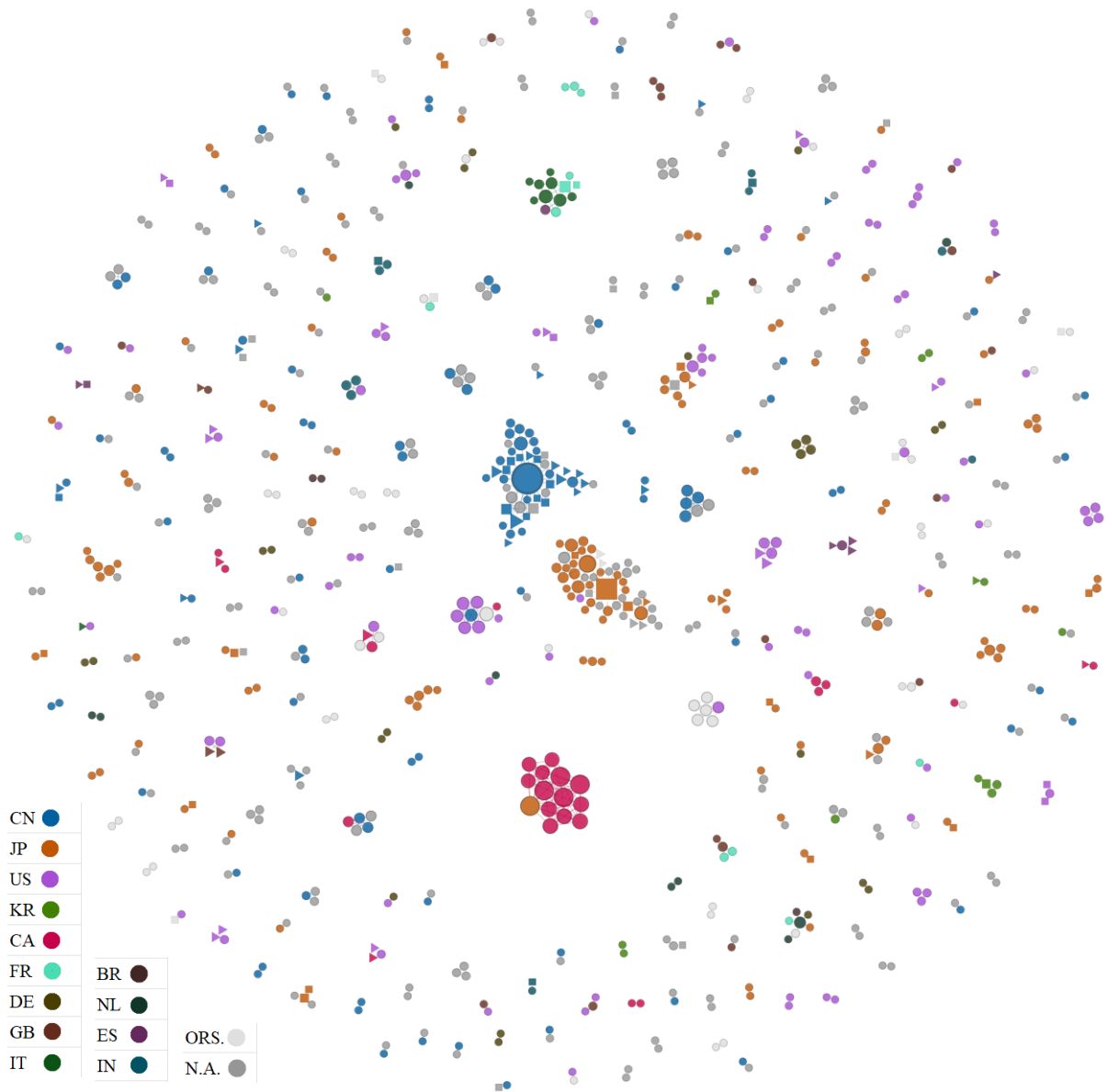
APÊNDICE A - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2001



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

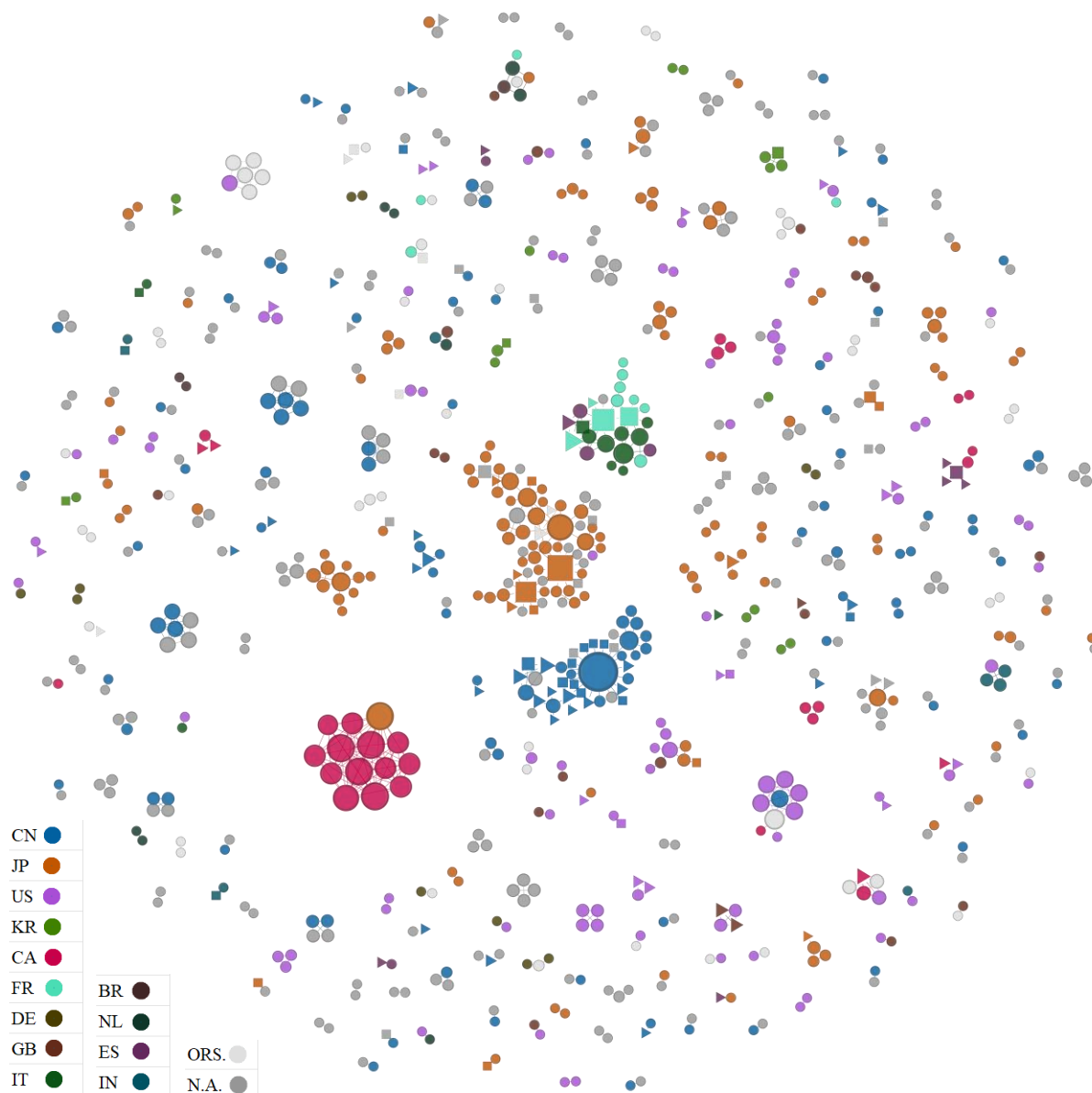
APÊNDICE B - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2002



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

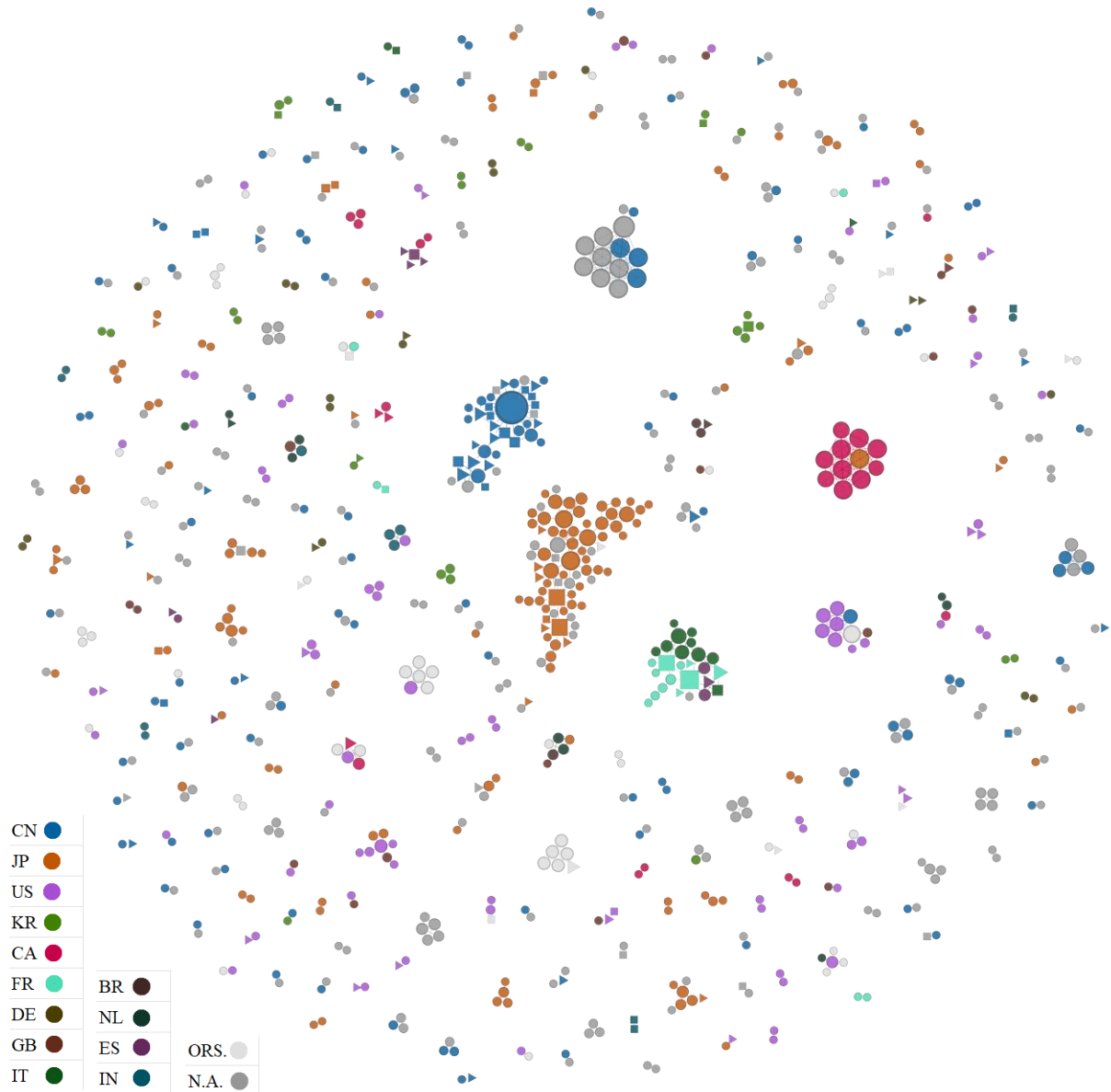
APÊNDICE C - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2003



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

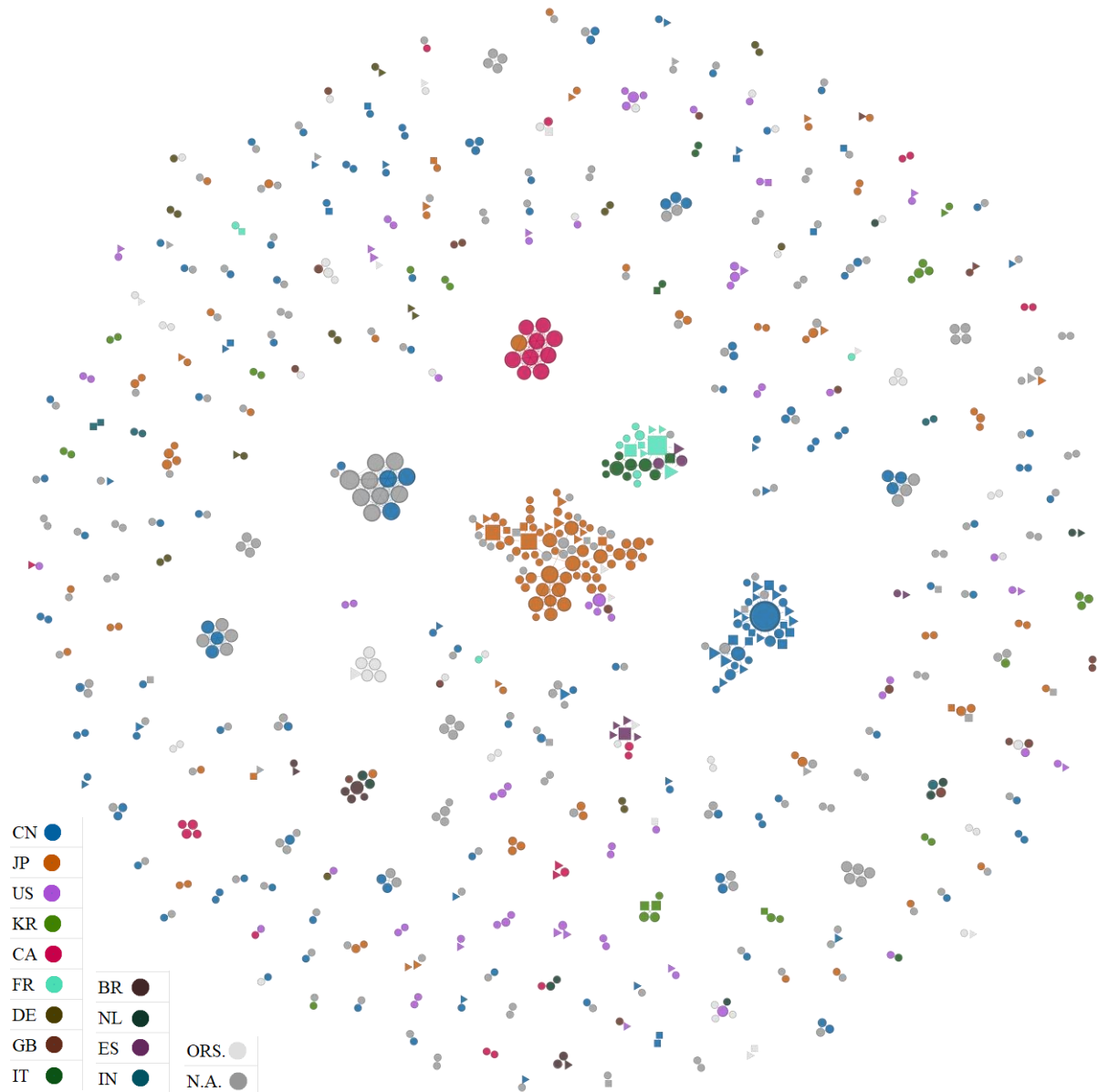
APÊNDICE D – Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2004



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

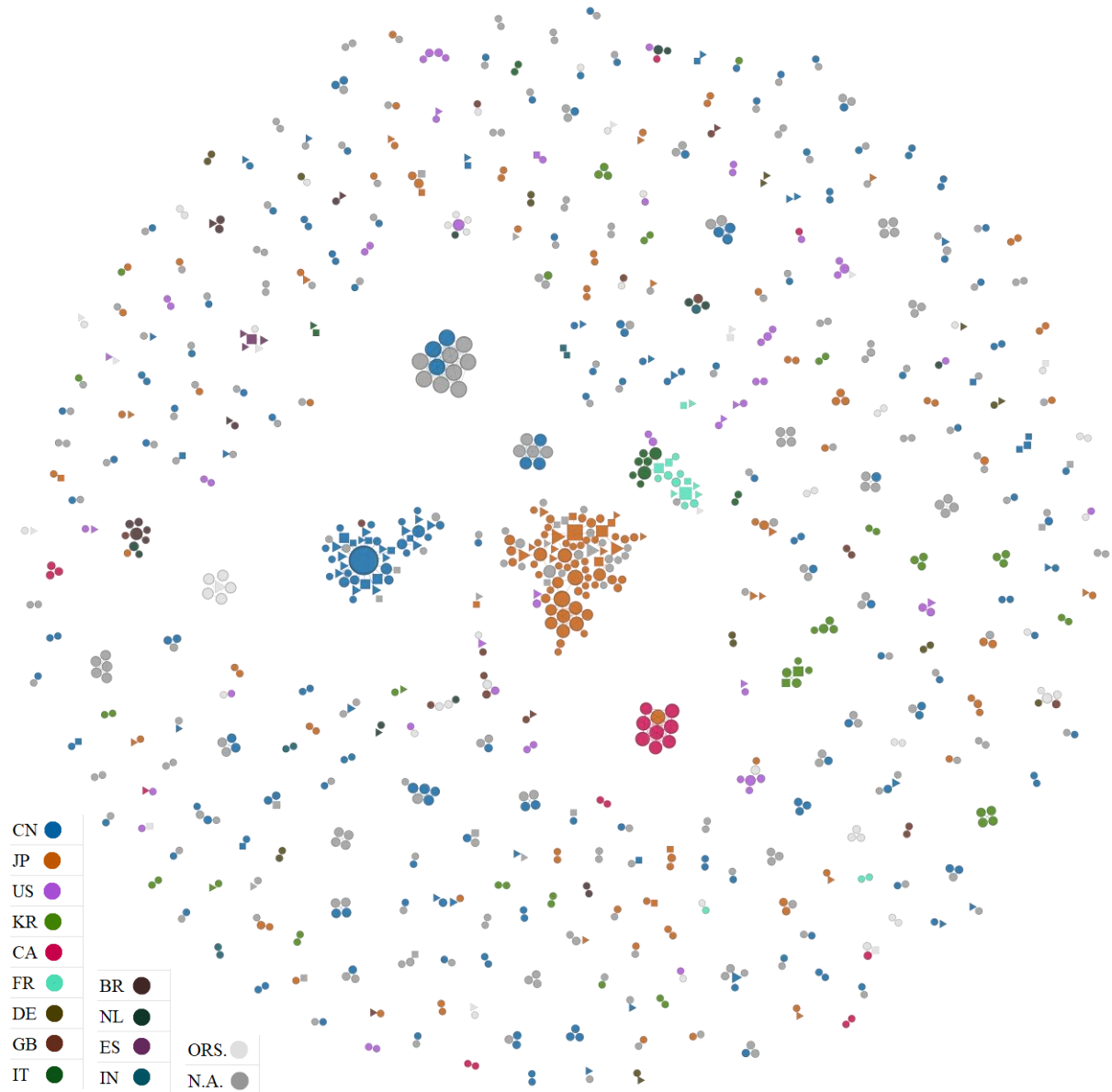
APÊNDICE E - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2005



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

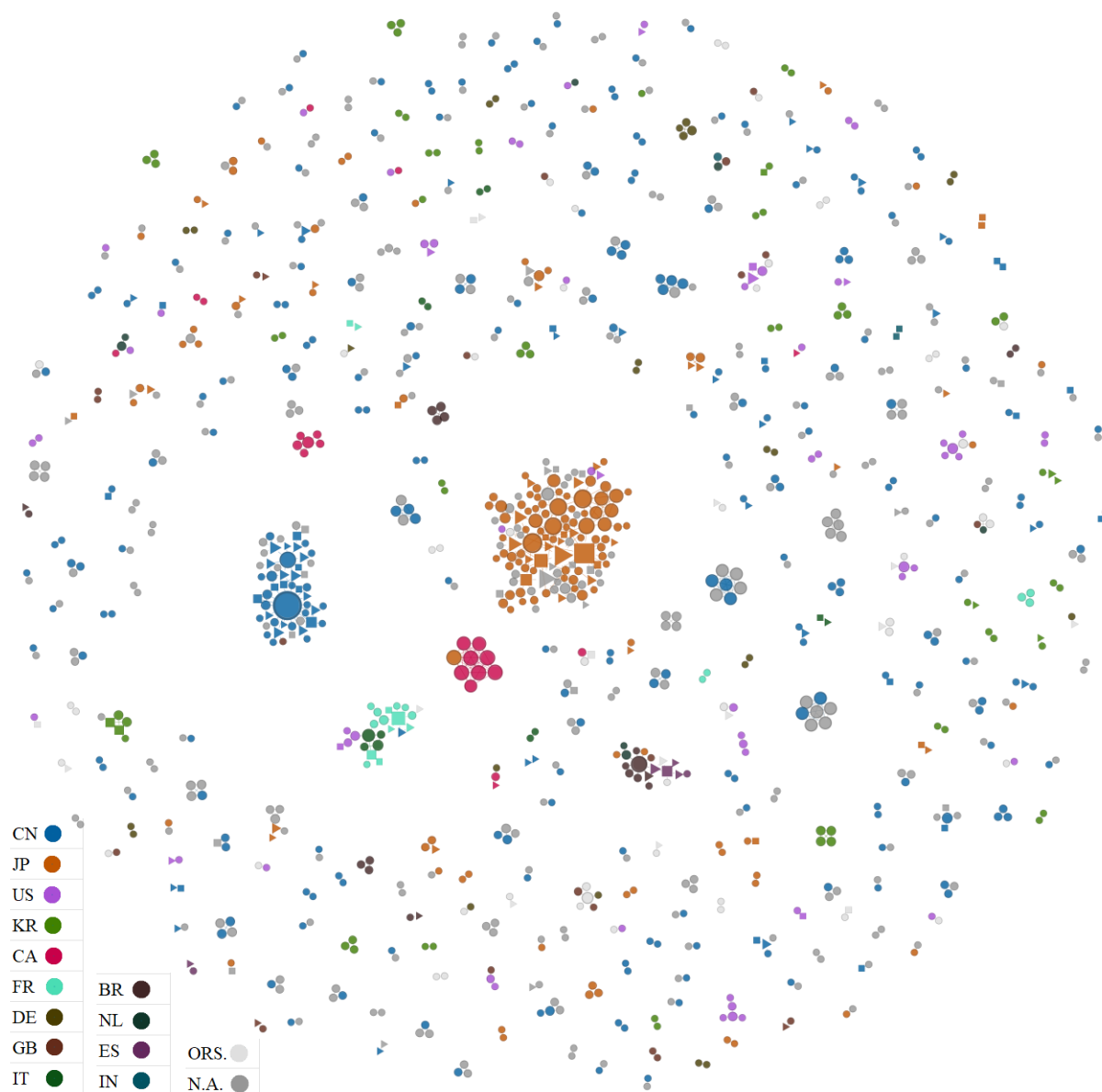
APÊNDICE F - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2006



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

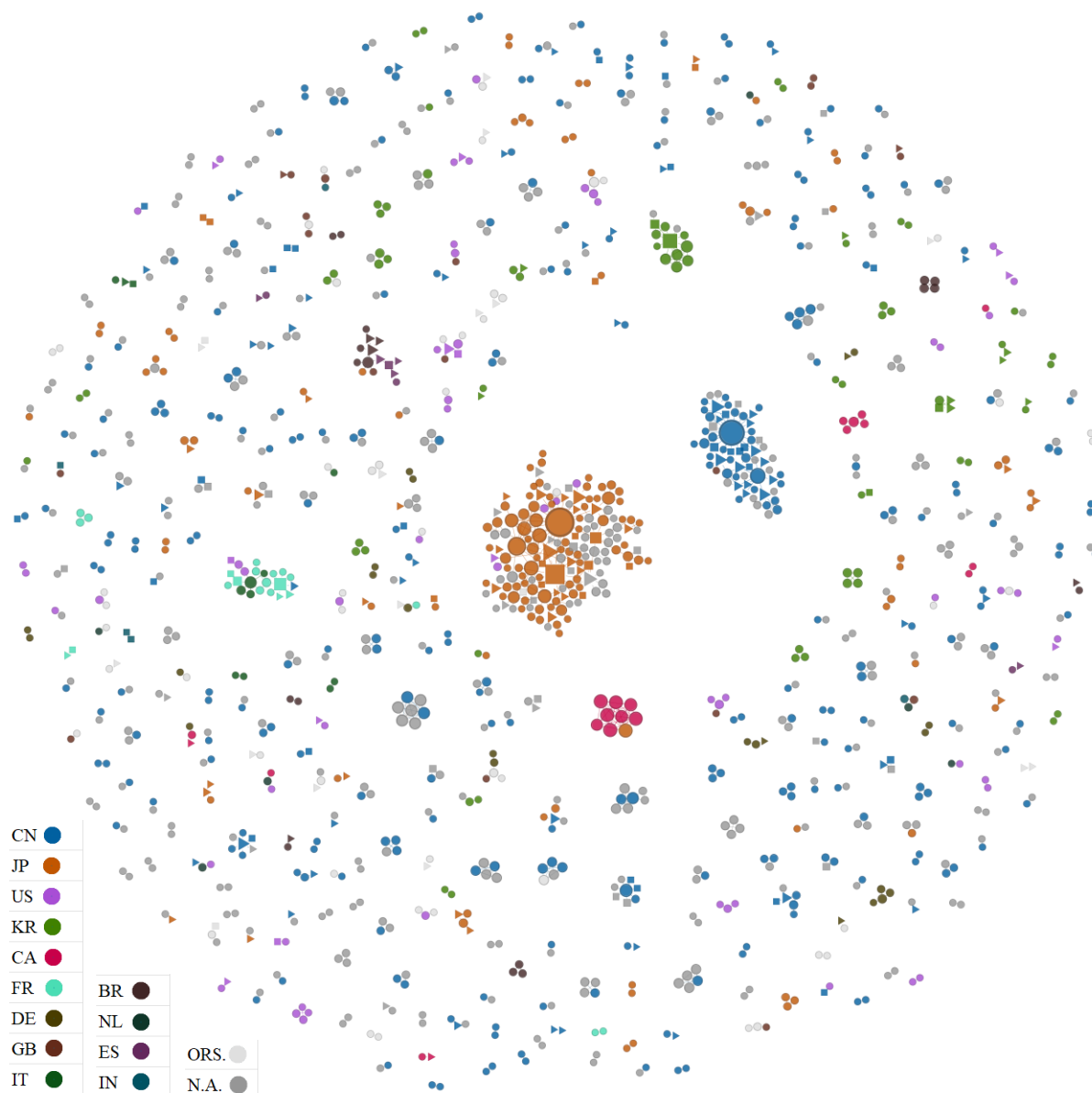
APÊNDICE G - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2007



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

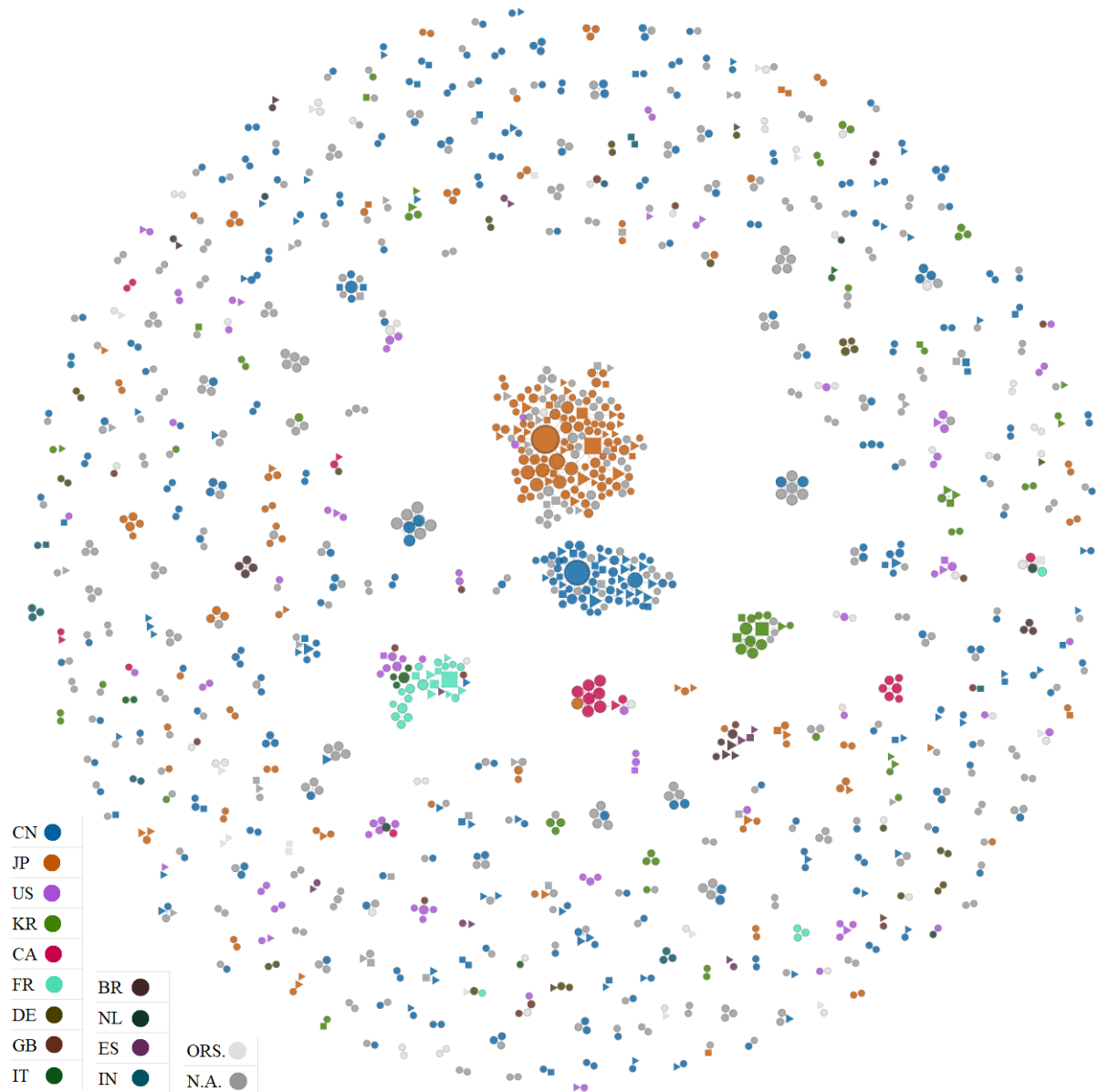
APÊNDICE H - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2008



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

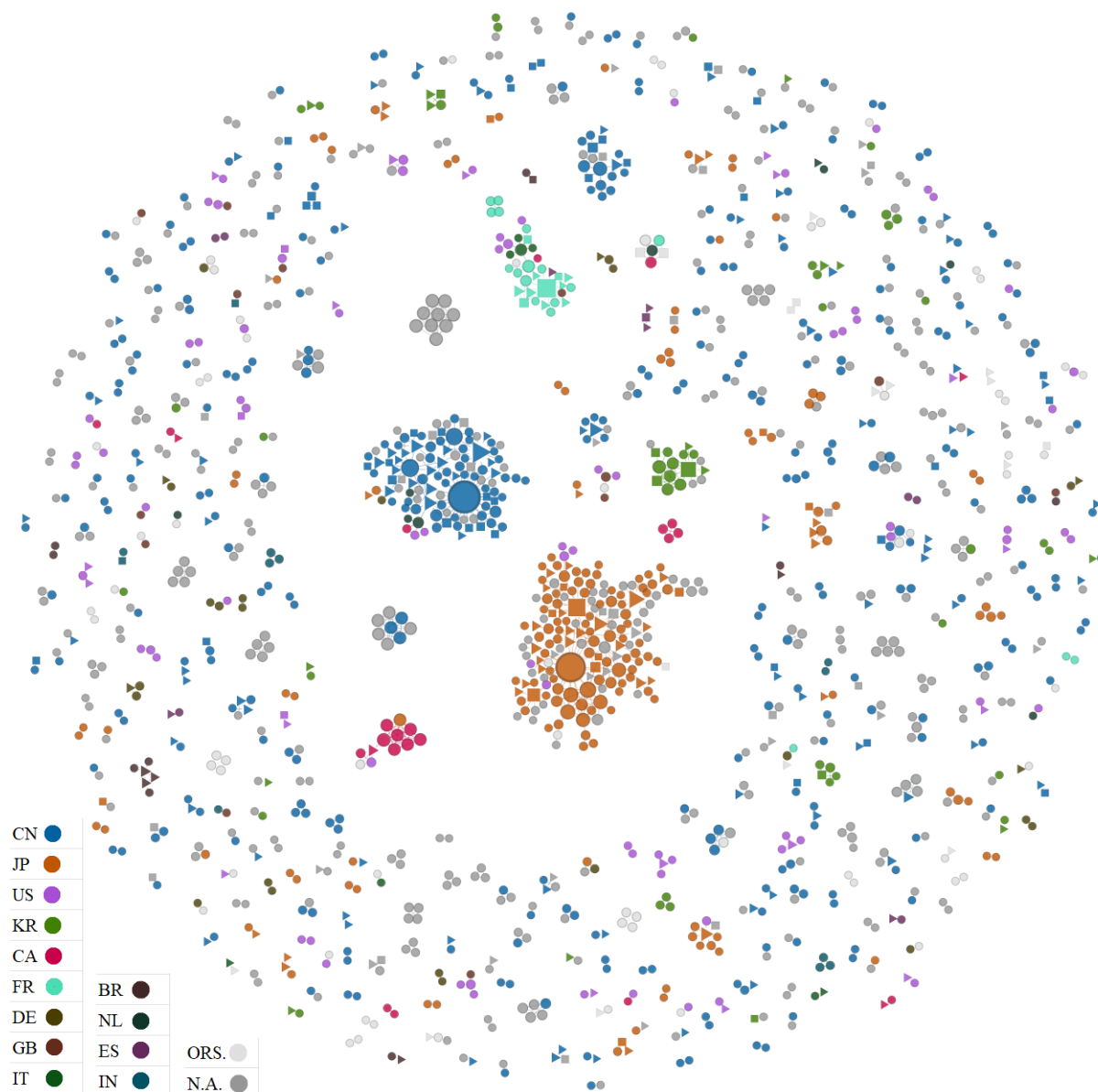
APÊNDICE I - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2009



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

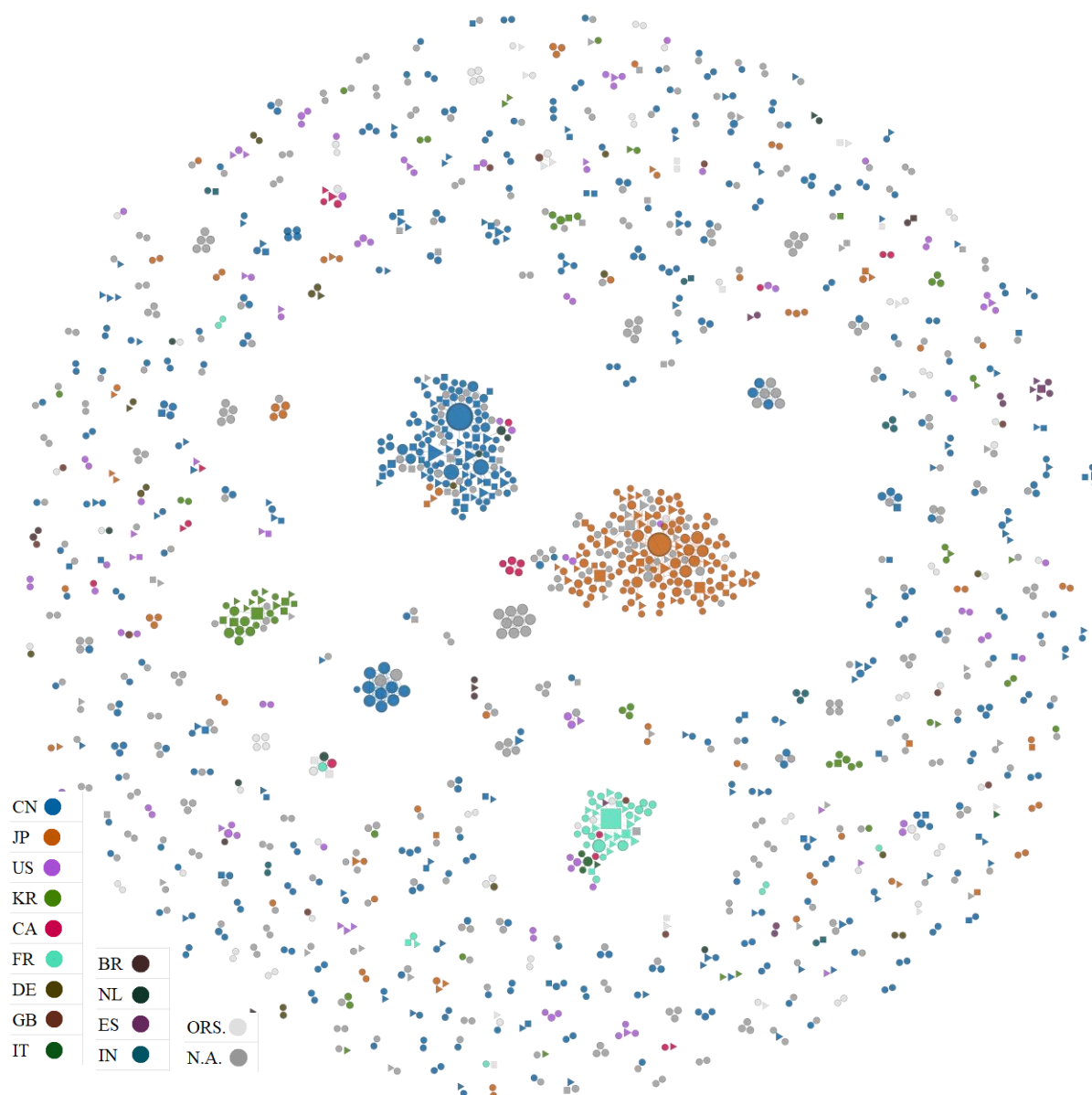
APÊNDICE J - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2010



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

APÊNDICE K - Rede para desenvolvimento de tecnologias em biocombustíveis líquidos – 2011



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: o formato do nó representa a natureza organizacional: círculo = organização de natureza empresarial, triângulo = universidade, quadrado = centro de P&D; o tamanho do nó representa a medida de centralidade de grau. A cor do nó representa a nacionalidade: CN = China; JP = Japão; US = Estados Unidos da América; KR = Coreia do Sul; CA = Canadá; FR = França; DE = Alemanha; GB = Reino Unido; IT = Itália; BR = Brasil; NL = Holanda; ES = Espanha; IN = Índia; O.R.S = outras nacionalidades; N.A. = nacionalidade não identificada.

**APÊNDICE L - Distribuição da quantidade de atores exclusivos nas redes,
classificados por nacionalidade**

Nacionalidade	Frequência	% Válido	% Válido cumulativo	% Total	% Total cumulativo
CN	1240	40.74	40.74	27.89	27.89
JP	476	15.64	56.37	10.71	38.60
US	340	11.17	67.54	7.65	46.24
KR	191	6.27	73.82	4.30	50.54
DE	101	3.32	77.14	2.27	52.81
FR	95	3.12	80.26	2.14	54.95
CA	85	2.79	83.05	1.91	56.86
GB	61	2.00	85.05	1.37	58.23
BR	42	1.38	86.43	0.94	59.18
NL	36	1.18	87.61	0.81	59.99
IN	35	1.15	88.76	0.79	60.77
IT	33	1.08	89.85	0.74	61.52
ES	29	0.95	90.80	0.65	62.17
AU	23	0.76	91.56	0.52	62.69
RU	21	0.69	92.25	0.47	63.16
IL	20	0.66	92.90	0.45	63.61
BE	16	0.53	93.43	0.36	63.97
TW	15	0.49	93.92	0.34	64.30
CH	14	0.46	94.38	0.31	64.62
DK	13	0.43	94.81	0.29	64.91
AT	10	0.33	95.14	0.22	65.14
MX	10	0.33	95.47	0.22	65.36
HU	9	0.30	95.76	0.20	65.56
PL	9	0.30	96.06	0.20	65.77
AR	8	0.26	96.32	0.18	65.95
GR	8	0.26	96.58	0.18	66.13
MY	8	0.26	96.85	0.18	66.31
ZA	8	0.26	97.11	0.18	66.49
SA	7	0.23	97.34	0.16	66.64
IE	6	0.20	97.54	0.13	66.78
NZ	6	0.20	97.73	0.13	66.91
CO	5	0.16	97.90	0.11	67.03
FI	5	0.16	98.06	0.11	67.14
ID	5	0.16	98.23	0.11	67.25
UA	5	0.16	98.39	0.11	67.36
NO	4	0.13	98.52	0.09	67.45
SE	4	0.13	98.65	0.09	67.54
SG	4	0.13	98.78	0.09	67.63
CZ	3	0.10	98.88	0.07	67.70
EE	3	0.10	98.98	0.07	67.77
VG	3	0.10	99.08	0.07	67.84

Nacionalidade	Frequência	% Válido	% Válido cumulativo	% Total	% Total cumulativo
AN	2	0.07	99.15	0.04	67.88
BS	2	0.07	99.21	0.04	67.93
IR	2	0.07	99.28	0.04	67.97
KZ	2	0.07	99.34	0.04	68.02
LI	2	0.07	99.41	0.04	68.06
LV	2	0.07	99.47	0.04	68.11
SI	2	0.07	99.54	0.04	68.15
TH	2	0.07	99.61	0.04	68.20
VE	2	0.07	99.67	0.04	68.24
AE	1	0.03	99.70	0.02	68.26
CL	1	0.03	99.74	0.02	68.29
CY	1	0.03	99.77	0.02	68.31
EC	1	0.03	99.80	0.02	68.33
HR	1	0.03	99.84	0.02	68.35
JO	1	0.03	99.87	0.02	68.38
KY	1	0.03	99.90	0.02	68.40
PT	1	0.03	99.93	0.02	68.42
UZ	1	0.03	99.97	0.02	68.44
VN	1	0.03	100.00	0.02	68.47
	1402	NA	NA	31.53	100.00
Total	4446	100.00	100.00	100.00	100.00

Fonte: Elaboração própria

APÊNDICE M - Dispersão das variáveis dependentes

Variável	t	Média	Variância	Variância/média
CT	2000	27.60	3673.58	133.11
	2001	30.22	4171.41	138.04
	2002	27.10	3620.87	133.63
	2003	31.72	5465.22	172.31
	2004	30.06	5248.40	174.61
	2005	29.70	7267.55	244.67
	2006	27.24	8419.90	309.16
	2007	30.32	14900.88	491.42
	2008	34.99	13131.77	375.33
	2009	31.61	17897.93	566.18
	2010	32.19	25128.90	780.74
	2011	24.31	22006.04	905.38
	2012	21.48	11670.52	543.22
MC	2000	12.42	936.81	75.40
	2001	13.73	1316.86	95.89
	2002	12.68	1194.76	94.25
	2003	11.77	917.81	77.95
	2004	10.67	757.10	70.94
	2005	9.75	576.35	59.09
	2006	8.28	516.14	62.35
	2007	7.57	465.20	61.46
	2008	8.90	534.08	60.03
	2009	9.20	829.12	90.14
	2010	10.30	1293.97	125.67
	2011	9.65	1548.16	160.47
	2012	10.97	1946.49	177.47

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização

APÊNDICE N - Teste fator de inflação da variância

Modelo	Var.	CT(t)	CT(t+1)	CT(t+2)	MC(t)	MC(t+1)	MC(t+2)
FULL	DC	1.945.485	1.947.489	2.004.663	1.945.485	1.947.489	2.004.663
	CN	2.271.210	2.242.363	2.292.200	2.271.210	2.242.363	2.292.200
	HC	7.466.686	8.573.973	9.722.194	7.466.686	8.573.973	9.722.194
	SW	5.712.997	6.681.970	7.273.304	5.712.997	6.681.970	7.273.304
	SW3	5.126.751	4.574.774	4.404.647	5.126.751	4.574.774	4.404.647
	TIC	1.342.139	1.289.387	1.270.702	1.342.139	1.289.387	1.270.702
	TIN	1.057.987	1.041.668	1.047.905	1.057.987	1.041.668	1.047.905
M1	DC	1.910.705	1.933.173	1.978.761	1.910.705	1.933.173	1.978.761
	HC	1.240.403	1.228.126	1.215.749	1.240.403	1.228.126	1.215.749
	CN	2.153.070	2.140.016	2.165.855	2.153.070	2.140.016	2.165.855
M2	SW	1.190.606	1.158.385	1.138.787	1.190.606	1.158.385	1.138.787
	TIC	1.182.367	1.161.390	1.145.091	1.182.367	1.161.390	1.145.091
	TIN	1.013.562	1.003.074	1.005.929	1.013.562	1.003.074	1.005.929
M3	SW3	1.288.218	1.222.843	1.170.654	1.288.218	1.222.843	1.170.654
	TIC	1.270.798	1.226.017	1.175.597	1.270.798	1.226.017	1.175.597
	TIN	1.019.371	1.003.180	1.005.740	1.019.371	1.003.180	1.005.740
M4	DC	1.933.908	1.944.473	1.994.389	1.933.908	1.944.473	1.994.389
	HC	1.471.555	1.418.463	1.391.954	1.471.555	1.418.463	1.391.954
	CN	2.269.124	2.236.668	2.276.489	2.269.124	2.236.668	2.276.489
	TIC	1.310.055	1.262.598	1.253.236	1.310.055	1.262.598	1.253.236
	TIN	1.055.292	1.040.834	1.044.862	1.055.292	1.040.834	1.044.862
M5	DC	1.940.595	1.946.823	2.000.400	1.940.595	1.946.823	2.000.400
	CN	2.224.704	2.189.343	2.225.518	2.224.704	2.189.343	2.225.518
	SW	1.325.280	1.285.581	1.262.600	1.325.280	1.285.581	1.262.600
	TIC	1.228.743	1.201.688	1.192.231	1.228.743	1.201.688	1.192.231
	TIN	1.053.779	1.041.360	1.043.858	1.053.779	1.041.360	1.043.858
M6	DC	1.933.239	1.943.684	1.993.104	1.933.239	1.943.684	1.993.104
	CN	2.232.043	2.197.113	2.246.754	2.232.043	2.197.113	2.246.754
	SW3	1.410.061	1.350.770	1.296.019	1.410.061	1.350.770	1.296.019
	TIC	1.307.651	1.257.936	1.216.155	1.307.651	1.257.936	1.216.155
	TIN	1.056.623	1.041.202	1.046.996	1.056.623	1.041.202	1.046.996

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica

APÊNDICE O - TRF entre os modelos de regressão Poisson e Binomial Negativa

id	model	#Df	LogLik	Df	Chisq	Pr(>Chisq)
CT	M1	1	16	-174,609.82		
		2	17	-22,735.39	1	303,748.87
	M2	1	16	-235,135.83		
		2	17	-23,116.87	1	424,037.92
	M3	1	16	-230,515.33		
		2	17	-23,040.04	1	414,950.57
	M4	1	18	-166,429.67		
		2	19	-22,536.20	1	287,786.94
	M5	1	18	-166,305.32		
		2	19	-22,586.39	1	287,437.86
	M6	1	18	-166,927.99		
		2	19	-22,569.59	1	288,716.79
MC	M1	1	16	-67,323.24		
		2	17	-17,514.84	1	99,616.81
	M2	1	16	-78,854.30		
		2	17	-17,675.37	1	122,357.85
	M3	1	16	-79,024.55		
		2	17	-17,649.03	1	122,751.05
	M4	1	18	-61,552.28		
		2	19	-17,129.14	1	88,846.28
	M5	1	18	-62,056.63		
		2	19	-17,186.31	1	89,740.64
	M6	1	18	-62,117.68		
		2	19	-17,172.26	1	89,890.85

Nota: Testes Anova entre os modelos de regressão Poisson (1) e Negativa Binomial (2).

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização

APÊNDICE P - TRF inclusão da variável de controle para período

	modelo	theta	Resid. df	2 x log-lik.	Test	df	LR stat.	Pr(Chi)
CT	M1	0.5910107	5,756	-45,730.57	1 vs 2	12	259.7910	0
		0.6115720	5,744	-45,470.78				
	M2	0.5364731	5,756	-46,454.98	1 vs 2	12	221.2481	0
		0.5517725	5,744	-46,233.73				
	M3	0.5452903	5,756	-46,329.62	1 vs 2	12	249.5347	0
		0.5629807	5,744	-46,080.09				
	M4	0.6223237	5,754	-45,345.49	1 vs 2	12	273.0858	0
		0.6454091	5,742	-45,072.40				
	M5	0.6201418	5,754	-45,371.82	1 vs 2	12	199.0373	0
		0.6367059	5,742	-45,172.78				
	M6	0.6207417	5,754	-45,364.33	1 vs 2	12	225.1485	0
		0.6395663	5,742	-45,139.18				
MC	M1	0.6437234	5,756	-35,323.76	1 vs 2	12	294.0877	0
		0.6704894	5,744	-35,029.67				
	M2	0.6193680	5,756	-35,566.32	1 vs 2	12	215.5760	0
		0.6374683	5,744	-35,350.75				
	M3	0.6244111	5,756	-35,507.02	1 vs 2	12	208.9621	0
		0.6418076	5,744	-35,298.06				
	M4	0.7238727	5,754	-34,524.79	1 vs 2	12	266.5050	0
		0.7513390	5,742	-34,258.28				
	M5	0.7166517	5,754	-34,593.08	1 vs 2	12	220.4520	0
		0.7388363	5,742	-34,372.63				
	M6	0.7191867	5,754	-34,568.03	1 vs 2	12	223.5146	0
		0.7416476	5,742	-34,344.51				

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização.

APÊNDICE Q - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	4.273*** (0.120)	2.365*** (0.085)	2.444*** (0.084)	3.419*** (0.123)	3.480*** (0.124)	3.431*** (0.123)
DC	0.058*** (0.009)			0.070*** (0.009)	0.074*** (0.009)	0.072*** (0.009)
HC	0.019*** (0.001)			0.014*** (0.001)		
CN	-1.477*** (0.089)			-1.049*** (0.089)	-1.184*** (0.089)	-1.091*** (0.089)
t2001	0.085 (0.109)	0.143 (0.115)	0.078 (0.114)	0.085 (0.107)	0.091 (0.108)	0.063 (0.107)
t2002	-0.028 (0.106)	0.181 (0.112)	0.105 (0.111)	0.074 (0.104)	0.094 (0.104)	0.066 (0.104)
t2003	0.114 (0.108)	0.256* (0.114)	0.165 (0.113)	0.194+ (0.106)	0.210* (0.107)	0.176+ (0.106)
t2004	-0.038 (0.107)	0.263* (0.113)	0.241* (0.112)	0.112 (0.105)	0.130 (0.105)	0.120 (0.105)
t2005	-0.150 (0.105)	0.027 (0.111)	0.052 (0.110)	-0.031 (0.103)	-0.022 (0.104)	-0.033 (0.103)
t2006	-0.275** (0.101)	-0.044 (0.106)	-0.003 (0.105)	-0.117 (0.099)	-0.110 (0.099)	-0.109 (0.099)
t2007	-0.311** (0.101)	-0.084 (0.106)	-0.001 (0.105)	-0.214* (0.098)	-0.196* (0.099)	-0.179+ (0.099)
t2008	-0.094 (0.099)	0.044 (0.104)	-0.039 (0.103)	-0.011 (0.096)	0.020 (0.097)	-0.022 (0.097)
t2009	-0.324*** (0.096)	0.013 (0.101)	-0.147 (0.100)	-0.176+ (0.094)	-0.109 (0.094)	-0.181+ (0.094)
t2010	-0.390*** (0.094)	-0.301** (0.099)	-0.357*** (0.098)	-0.400*** (0.092)	-0.325*** (0.092)	-0.366*** (0.092)
t2011	-0.732*** (0.092)	-0.516*** (0.097)	-0.606*** (0.096)	-0.649*** (0.090)	-0.532*** (0.091)	-0.597*** (0.091)
t2012	-0.807*** (0.093)	-0.598*** (0.097)	-0.675*** (0.096)	-0.708*** (0.091)	-0.561*** (0.091)	-0.622*** (0.091)
SW		0.049*** (0.005)			-0.007 (0.005)	
TIC		1.218*** (0.053)	0.973*** (0.054)	0.385*** (0.051)	0.665*** (0.050)	0.497*** (0.052)
TIN		1.185*** (0.050)	1.152*** (0.050)	0.897*** (0.048)	0.960*** (0.048)	0.931*** (0.048)
SW3			0.752*** (0.048)			0.292*** (0.048)
N	5760	5760	5760	5760	5760	5760
AIC	45504.8	46267.7	46114.1	45110.4	45210.8	45177.2
RMSE	101.41	113.97	113.64	99.01	98.95	99.04

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE R - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas (t + 1)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.905*** (0.153)	2.788*** (0.117)	2.807*** (0.116)	3.116*** (0.160)	3.280*** (0.160)	3.151*** (0.159)
DC	0.085*** (0.011)			0.093*** (0.011)	0.097*** (0.011)	0.094*** (0.011)
HC	0.012*** (0.002)			0.010*** (0.002)		
CN	-0.875*** (0.116)			-0.536*** (0.117)	-0.708*** (0.116)	-0.582*** (0.116)
t2002	0.237 (0.145)	0.160 (0.152)	0.126 (0.151)	0.302* (0.142)	0.281* (0.143)	0.287* (0.143)
t2003	0.346* (0.145)	0.328* (0.152)	0.294+ (0.151)	0.473*** (0.142)	0.443** (0.142)	0.458** (0.142)
t2004	0.306* (0.147)	0.388* (0.155)	0.342* (0.153)	0.470** (0.144)	0.444** (0.145)	0.452** (0.145)
t2005	0.178 (0.146)	0.220 (0.154)	0.239 (0.152)	0.291* (0.144)	0.262+ (0.144)	0.288* (0.144)
t2006	0.068 (0.141)	0.099 (0.148)	0.155 (0.147)	0.229+ (0.139)	0.215 (0.139)	0.223 (0.139)
t2007	-0.006 (0.136)	0.043 (0.144)	0.132 (0.143)	0.127 (0.135)	0.087 (0.135)	0.127 (0.135)
t2008	0.192 (0.136)	0.172 (0.144)	0.261+ (0.142)	0.260+ (0.134)	0.240+ (0.134)	0.277* (0.135)
t2009	0.026 (0.133)	0.061 (0.140)	-0.047 (0.139)	0.098 (0.131)	0.143 (0.131)	0.095 (0.131)
t2010	0.155 (0.130)	0.262+ (0.138)	0.143 (0.136)	0.254* (0.129)	0.285* (0.129)	0.249+ (0.129)
t2011	-0.365** (0.128)	-0.408** (0.135)	-0.497*** (0.134)	-0.389** (0.127)	-0.307* (0.127)	-0.353** (0.127)
t2012	-0.509*** (0.127)	-0.509*** (0.134)	-0.609*** (0.133)	-0.483*** (0.126)	-0.361** (0.126)	-0.433*** (0.126)
SW		0.010 (0.007)			-0.032*** (0.007)	
TIC		1.284*** (0.079)	0.991*** (0.081)	0.414*** (0.077)	0.665*** (0.075)	0.494*** (0.077)
TIN		0.944*** (0.067)	0.925*** (0.066)	0.754*** (0.064)	0.770*** (0.064)	0.765*** (0.064)
SW3			0.573*** (0.063)			0.169** (0.063)
N	2874	2874	2874	2874	2874	2874
AIC	25789.1	26185.1	26117.5	25652.2	25654.5	25665.8
RMSE	137.12	158.20	157.50	135.98	133.42	135.38

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE S - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de citações recebidas (t+2)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.953*** (0.167)	2.964*** (0.121)	2.944*** (0.120)	3.204*** (0.177)	3.380*** (0.176)	3.224*** (0.176)
DC	0.097*** (0.013)			0.105*** (0.013)	0.111*** (0.013)	0.105*** (0.013)
HC	0.011*** (0.002)			0.007** (0.002)		
CN	-0.811*** (0.131)			-0.451*** (0.133)	-0.607*** (0.131)	-0.469*** (0.132)
t2003	0.265+ (0.150)	0.097 (0.158)	0.068 (0.157)	0.224 (0.148)	0.209 (0.148)	0.207 (0.148)
t2004	0.262+ (0.154)	0.288+ (0.161)	0.276+ (0.160)	0.339* (0.152)	0.299* (0.151)	0.323* (0.152)
t2005	0.147 (0.153)	0.073 (0.161)	0.030 (0.159)	0.138 (0.151)	0.095 (0.150)	0.112 (0.151)
t2006	-0.007 (0.149)	-0.011 (0.156)	0.031 (0.155)	0.015 (0.147)	-0.019 (0.146)	0.015 (0.147)
t2007	0.025 (0.146)	0.033 (0.154)	0.107 (0.152)	0.070 (0.144)	0.053 (0.144)	0.069 (0.144)
t2008	0.166 (0.142)	0.059 (0.149)	0.139 (0.148)	0.133 (0.140)	0.099 (0.139)	0.135 (0.140)
t2009	0.034 (0.141)	-0.046 (0.148)	0.044 (0.147)	-0.047 (0.140)	-0.041 (0.139)	-0.024 (0.140)
t2010	0.160 (0.136)	0.084 (0.143)	-0.002 (0.142)	0.090 (0.135)	0.128 (0.134)	0.079 (0.135)
t2011	-0.267* (0.133)	-0.232+ (0.140)	-0.373** (0.139)	-0.290* (0.132)	-0.262* (0.131)	-0.307* (0.132)
t2012	-0.492*** (0.134)	-0.639*** (0.141)	-0.740*** (0.140)	-0.645*** (0.133)	-0.546*** (0.132)	-0.627*** (0.132)
SW		-0.006 (0.008)			-0.048*** (0.008)	
TIC		1.479*** (0.088)	1.178*** (0.089)	0.632*** (0.086)	0.847*** (0.084)	0.667*** (0.085)
TIN		0.825*** (0.073)	0.829*** (0.073)	0.671*** (0.070)	0.668*** (0.070)	0.675*** (0.070)
SW3			0.543*** (0.071)			0.149* (0.071)
N	2340	2340	2340	2340	2340	2340
AIC	21405.3	21708.0	21659.1	21305.7	21281.9	21307.2
RMSE	151.70	172.27	171.46	149.51	144.65	148.63

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE T - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.645*** (0.116)	1.584*** (0.081)	1.671*** (0.080)	2.589*** (0.117)	2.625*** (0.118)	2.637*** (0.117)
DC	0.043*** (0.008)			0.064*** (0.008)	0.068*** (0.008)	0.068*** (0.008)
HC	0.014*** (0.001)			0.016*** (0.001)		
CN	-1.647*** (0.087)			-1.063*** (0.085)	-1.155*** (0.085)	-1.130*** (0.085)
t2001	0.153 (0.106)	0.176 (0.109)	0.092 (0.109)	0.189+ (0.102)	0.195+ (0.103)	0.161 (0.102)
t2002	0.015 (0.103)	0.209* (0.106)	0.118 (0.106)	0.160 (0.099)	0.173+ (0.100)	0.139 (0.099)
t2003	-0.013 (0.106)	0.116 (0.108)	0.018 (0.108)	0.104 (0.101)	0.115 (0.102)	0.076 (0.101)
t2004	-0.219* (0.105)	-0.037 (0.108)	-0.046 (0.107)	-0.067 (0.100)	-0.068 (0.101)	-0.071 (0.101)
t2005	-0.293** (0.103)	-0.141 (0.106)	-0.136 (0.105)	-0.108 (0.098)	-0.117 (0.099)	-0.125 (0.099)
t2006	-0.492*** (0.099)	-0.271** (0.101)	-0.254* (0.101)	-0.264** (0.095)	-0.268** (0.095)	-0.266** (0.095)
t2007	-0.771*** (0.099)	-0.608*** (0.102)	-0.556*** (0.101)	-0.651*** (0.095)	-0.638*** (0.096)	-0.625*** (0.096)
t2008	-0.593*** (0.097)	-0.492*** (0.100)	-0.545*** (0.099)	-0.466*** (0.093)	-0.446*** (0.094)	-0.464*** (0.094)
t2009	-0.667*** (0.094)	-0.397*** (0.097)	-0.511*** (0.096)	-0.486*** (0.090)	-0.433*** (0.091)	-0.483*** (0.091)
t2010	-0.665*** (0.092)	-0.484*** (0.094)	-0.511*** (0.094)	-0.512*** (0.088)	-0.456*** (0.089)	-0.473*** (0.089)
t2011	-0.690*** (0.090)	-0.533*** (0.093)	-0.621*** (0.093)	-0.552*** (0.087)	-0.472*** (0.087)	-0.516*** (0.087)
t2012	-0.677*** (0.090)	-0.422*** (0.093)	-0.495*** (0.092)	-0.502*** (0.087)	-0.382*** (0.087)	-0.421*** (0.087)
SW		0.082*** (0.005)			0.023*** (0.005)	
TIC		0.582*** (0.051)	0.472*** (0.053)	-0.046 (0.050)	0.120* (0.049)	0.045 (0.050)
TIN		1.494*** (0.048)	1.483*** (0.048)	1.239*** (0.045)	1.261*** (0.045)	1.251*** (0.045)
SW3			0.844*** (0.046)			0.333*** (0.046)
N	5760	5760	5760	5760	5760	5760
AIC	35063.7	35384.7	35332.1	34296.3	34410.6	34382.5
RMSE	29.41	32.22	32.43	28.10	28.40	28.36

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE U - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado (t+1)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.416*** (0.150)	2.000*** (0.112)	2.084*** (0.112)	2.344*** (0.153)	2.415*** (0.154)	2.424*** (0.154)
DC	0.069*** (0.011)			0.091*** (0.010)	0.095*** (0.010)	0.094*** (0.010)
HC	0.009*** (0.002)			0.016*** (0.002)		
CN	-0.988*** (0.115)			-0.447*** (0.113)	-0.555*** (0.112)	-0.532*** (0.112)
t2002	0.137 (0.142)	0.258+ (0.146)	0.165 (0.145)	0.272* (0.136)	0.273* (0.138)	0.237+ (0.137)
t2003	-0.020 (0.142)	0.173 (0.146)	0.069 (0.145)	0.171 (0.137)	0.180 (0.138)	0.141 (0.137)
t2004	-0.089 (0.144)	0.123 (0.148)	0.008 (0.148)	0.117 (0.139)	0.127 (0.140)	0.080 (0.140)
t2005	-0.265+ (0.143)	-0.005 (0.148)	-0.028 (0.147)	-0.044 (0.138)	-0.048 (0.139)	-0.054 (0.139)
t2006	-0.369** (0.139)	-0.146 (0.142)	-0.126 (0.142)	-0.084 (0.134)	-0.102 (0.135)	-0.099 (0.134)
t2007	-0.620*** (0.135)	-0.361** (0.139)	-0.355* (0.138)	-0.347** (0.130)	-0.356** (0.131)	-0.354** (0.131)
t2008	-0.513*** (0.134)	-0.375** (0.138)	-0.339* (0.138)	-0.371** (0.130)	-0.355** (0.131)	-0.342** (0.130)
t2009	-0.496*** (0.131)	-0.367** (0.134)	-0.445*** (0.134)	-0.378** (0.126)	-0.322* (0.127)	-0.353** (0.127)
t2010	-0.347** (0.128)	0.014 (0.132)	-0.129 (0.132)	-0.088 (0.124)	-0.035 (0.125)	-0.092 (0.125)
t2011	-0.481*** (0.126)	-0.346** (0.130)	-0.416** (0.129)	-0.370** (0.122)	-0.281* (0.123)	-0.309* (0.122)
t2012	-0.531*** (0.125)	-0.295* (0.128)	-0.384** (0.128)	-0.398** (0.121)	-0.262* (0.122)	-0.311* (0.122)
SW		0.066*** (0.006)			0.022*** (0.006)	
TIC		0.551*** (0.076)	0.437*** (0.078)	-0.085 (0.074)	0.065 (0.073)	-0.005 (0.075)
TIN		1.203*** (0.064)	1.218*** (0.064)	1.107*** (0.061)	1.086*** (0.061)	1.095*** (0.061)
SW3			0.723*** (0.061)			0.310*** (0.061)
N	2874	2874	2874	2874	2874	2874
AIC	20466.7	20640.2	20610.6	20142.0	20196.3	20182.7
RMSE	38.46	43.61	43.78	37.48	38.06	38.37

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE V - Regressão Binomial Negativa – variável dependente de cobertura de mercado (t+2)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.437*** (0.163)	2.165*** (0.116)	2.224*** (0.115)	2.371*** (0.169)	2.451*** (0.169)	2.427*** (0.168)
DC	0.077*** (0.012)			0.102*** (0.012)	0.107*** (0.012)	0.104*** (0.012)
HC	0.008*** (0.002)			0.015*** (0.002)		
CN	-0.921*** (0.128)			-0.334** (0.127)	-0.440*** (0.126)	-0.389** (0.126)
t2003	-0.046 (0.146)	-0.065 (0.151)	-0.154 (0.149)	-0.037 (0.141)	-0.031 (0.142)	-0.070 (0.142)
t2004	-0.120 (0.150)	0.039 (0.154)	-0.058 (0.153)	0.003 (0.144)	0.011 (0.145)	-0.030 (0.145)
t2005	-0.291+ (0.149)	-0.155 (0.154)	-0.273+ (0.152)	-0.194 (0.144)	-0.189 (0.145)	-0.240+ (0.144)
t2006	-0.372* (0.145)	-0.163 (0.149)	-0.156 (0.148)	-0.175 (0.140)	-0.178 (0.141)	-0.173 (0.140)
t2007	-0.553*** (0.143)	-0.407** (0.147)	-0.391** (0.146)	-0.366** (0.138)	-0.376** (0.139)	-0.380** (0.139)
t2008	-0.455*** (0.138)	-0.335* (0.142)	-0.333* (0.141)	-0.310* (0.134)	-0.311* (0.134)	-0.318* (0.134)
t2009	-0.459*** (0.138)	-0.406** (0.142)	-0.355* (0.141)	-0.448*** (0.133)	-0.409** (0.134)	-0.399** (0.134)
t2010	-0.336* (0.133)	-0.217 (0.137)	-0.312* (0.136)	-0.263* (0.129)	-0.210 (0.129)	-0.254* (0.129)
t2011	-0.347** (0.129)	-0.146 (0.133)	-0.313* (0.133)	-0.232+ (0.125)	-0.162 (0.126)	-0.236+ (0.126)
t2012	-0.424** (0.131)	-0.356** (0.134)	-0.427** (0.133)	-0.465*** (0.127)	-0.332** (0.127)	-0.383** (0.126)
SW		0.058*** (0.007)			0.014+ (0.007)	
TIC		0.691*** (0.084)	0.553*** (0.085)	0.051 (0.082)	0.200* (0.081)	0.119 (0.082)
TIN		1.109*** (0.070)	1.156*** (0.069)	1.064*** (0.067)	1.026*** (0.067)	1.054*** (0.067)
SW3			0.716*** (0.068)			0.318*** (0.068)
N	2340	2340	2340	2340	2340	2340
AIC	17081.2	17240.1	17194.2	16843.6	16879.9	16863.0
RMSE	40.75	46.25	46.24	40.32	39.81	39.71

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE X - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de citações recebidas

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	4.044*** (0.112)	2.318*** (0.076)	2.352*** (0.080)	3.278*** (0.118)	3.382*** (0.113)	3.302*** (0.114)
DC	0.058*** (0.007)			0.070*** (0.007)	0.074*** (0.007)	0.072*** (0.007)
HC	0.018*** (0.001)			0.014*** (0.001)		
CN	-1.477*** (0.082)			-1.051*** (0.084)	-1.187*** (0.086)	-1.093*** (0.085)
SW		0.048*** (0.006)			-0.008 (0.006)	
TIC		1.210*** (0.055)	0.967*** (0.054)	0.380*** (0.054)	0.656*** (0.053)	0.489*** (0.054)
TIN		1.185*** (0.054)	1.152*** (0.052)	0.898*** (0.049)	0.961*** (0.051)	0.932*** (0.050)
SW3			0.745*** (0.051)			0.287*** (0.049)
SD (Intercept t)	0.271	0.254	0.267	0.268	0.227	0.240
N	5760	5760	5760	5760	5760	5760
AIC	45534.1	46294.2	46142.0	45140.1	45236.2	45204.0
RMSE	101.28	113.92	113.60	98.88	98.82	98.93

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE Y - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de citações recebidas (t+1)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.957*** (0.130)	2.866*** (0.087)	2.859*** (0.094)	3.260*** (0.148)	3.435*** (0.145)	3.297*** (0.146)
DC	0.085*** (0.010)			0.094*** (0.009)	0.097*** (0.010)	0.094*** (0.010)
HC	0.011*** (0.002)			0.009*** (0.002)		
CN	-0.874*** (0.113)			-0.538*** (0.116)	-0.709*** (0.117)	-0.583*** (0.116)
SW		0.009 (0.008)			-0.033*** (0.007)	
TIC		1.265*** (0.080)	0.979*** (0.079)	0.402*** (0.081)	0.646*** (0.078)	0.477*** (0.079)
TIN		0.930*** (0.074)	0.916*** (0.071)	0.746*** (0.067)	0.759*** (0.070)	0.756*** (0.068)
SW3			0.559*** (0.069)			0.161* (0.066)
SD						
(Intercept t)	0.233	0.247	0.278	0.276	0.233	0.258
N	2874	2874	2874	2874	2874	2874
AIC	25806.0	26202.3	26137.3	25673.3	25671.8	25685.3
RMSE	136.66	157.97	157.32	135.63	132.97	135.05

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE W - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de citações recebidas (t+2)

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.981*** (0.142)	2.952*** (0.086)	2.914*** (0.095)	3.219*** (0.163)	3.393*** (0.161)	3.232*** (0.162)
DC	0.097*** (0.012)			0.106*** (0.011)	0.111*** (0.012)	0.105*** (0.012)
HC	0.010*** (0.003)			0.006* (0.003)		
CN	-0.811*** (0.131)			-0.456*** (0.134)	-0.608*** (0.135)	-0.471*** (0.134)
SW		-0.008 (0.009)			-0.049*** (0.008)	
TIC		1.450*** (0.090)	1.163*** (0.087)	0.616*** (0.091)	0.822*** (0.087)	0.646*** (0.087)
TIN		0.811*** (0.082)	0.818*** (0.078)	0.663*** (0.075)	0.660*** (0.077)	0.666*** (0.075)
SW3			0.523*** (0.078)			0.137+ (0.075)
SD						
(Intercept t)	0.201	0.208	0.253	0.240	0.204	0.234
N	2340	2340	2340	2340	2340	2340
AIC	21417.0	21719.5	21674.4	21321.1	21294.3	21322.0
RMSE	151.17	172.10	171.32	149.12	144.05	148.27

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

APÊNDICE Z - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos – variável dependente de cobertura de mercado

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.263*** (0.117)	1.361*** (0.080)	1.405*** (0.078)	2.344*** (0.118)	2.408*** (0.115)	2.398*** (0.115)
DC	0.043*** (0.007)			0.064*** (0.007)	0.068*** (0.007)	0.068*** (0.007)
HC	0.014*** (0.001)			0.016*** (0.001)		
CN	-1.645*** (0.080)			-1.062*** (0.082)	-1.154*** (0.083)	-1.128*** (0.083)
SW		0.081*** (0.005)			0.023*** (0.005)	
TIC		0.575*** (0.051)	0.465*** (0.052)	-0.051 (0.050)	0.113* (0.050)	0.038 (0.051)
TIN		1.495*** (0.051)	1.485*** (0.051)	1.240*** (0.047)	1.262*** (0.049)	1.253*** (0.048)
SW3			0.837*** (0.048)			0.329*** (0.047)
SD						
(Intercept)	0.309	0.269	0.261	0.281	0.259	0.258
t)						
N	5760	5760	5760	5760	5760	5760
AIC	35096.8	35413.8	35360.5	34328.1	34440.3	34412.1
RMSE	29.38	32.22	32.41	28.07	28.37	28.33

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

**APÊNDICE AB - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos –
variável dependente de cobertura de mercado (t+1)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.105*** (0.124)	1.897*** (0.074)	1.927*** (0.069)	2.215*** (0.137)	2.313*** (0.137)	2.295*** (0.135)
DC	0.069*** (0.009)			0.091*** (0.009)	0.095*** (0.010)	0.095*** (0.010)
HC	0.009*** (0.002)			0.015*** (0.002)		
CN	-0.977*** (0.110)			-0.439*** (0.114)	-0.544*** (0.116)	-0.517*** (0.115)
SW		0.065*** (0.007)			0.020** (0.007)	
TIC		0.532*** (0.074)	0.411*** (0.075)	-0.100 (0.074)	0.046 (0.073)	-0.028 (0.075)
TIN		1.199*** (0.068)	1.215*** (0.068)	1.105*** (0.064)	1.084*** (0.066)	1.094*** (0.065)
SW3			0.709*** (0.065)			0.305*** (0.063)
SD						
(Intercept t)	0.217	0.200	0.178	0.210	0.186	0.178
N	2874	2874	2874	2874	2874	2874
AIC	20482.8	20654.2	20622.4	20158.3	20209.9	20195.5
RMSE	38.29	43.56	43.70	37.40	37.99	38.30

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

**APÊNDICE AC - Regressão Binomial Negativa com efeitos randômicos –
variável dependente de cobertura de mercado (t+2)**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
(Intercept)	3.115*** (0.127)	1.978*** (0.062)	1.985*** (0.057)	2.143*** (0.145)	2.249*** (0.146)	2.193*** (0.144)
DC	0.078*** (0.011)			0.103*** (0.011)	0.107*** (0.012)	0.105*** (0.011)
HC	0.007** (0.002)			0.015*** (0.002)		
CN	-0.905*** (0.124)			-0.323* (0.129)	-0.423** (0.131)	-0.367** (0.131)
SW		0.055*** (0.008)			0.012 (0.008)	
TIC		0.664*** (0.082)	0.515*** (0.082)	0.028 (0.083)	0.175* (0.081)	0.083 (0.082)
TIN		1.106*** (0.075)	1.155*** (0.074)	1.062*** (0.071)	1.027*** (0.072)	1.056*** (0.072)
SW3			0.690*** (0.072)			0.311*** (0.070)
SD						
(Intercept t)	0.133	0.104	0.077	0.123	0.096	0.089
N	2340	2340	2340	2340	2340	2340
AIC	17087.3	17242.7	17194.0	16848.9	16882.3	16864.5
RMSE	40.52	46.21	46.14	40.18	39.68	39.58

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Nível de significância: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; Erro padrão entre parênteses.

Legenda: RMSE = raiz do erro quadrático médio; AIC: critério de informação de Akaike; N = número de observações; CT = citações recebidas pelas patentes da organização; MC = cobertura de mercado das patentes da organização; DC = laços diretos; HC = laços indiretos; CN = buracos estruturais; SW = índice de mundo pequeno; SW3 = característica de mundo pequeno TIC = diversidade organizacional; TIN = diversidade geográfica.

ANEXO A - Lista de nacionalidades identificadas dos atores das redes

CN	China
JP	Japão
US	Estados Unidos da América
KR	Coreia do Sul
CA	Canadá
FR	França
DE	Alemanha
GB	Reino Unido
IT	Itália
BR	Brasil
NL	Holanda
ES	Espanha
IN	Índia
IL	Israel
AU	Austrália
CH	Suíça
BE	Bélgica
RU	Rússia
DK	Dinamarca
TW	Taiwan
ZA	África do Sul
AT	Áustria
HU	Hungria
PL	Polónia
SA	Arábia Saudita
GR	Grécia
MY	Malásia
IE	Irlanda
SE	Suécia
MX	México
NZ	Nova Zelândia
AR	Argentina
NO	Noruega

UA	Ucrânia
FI	Finlândia
CO	Colômbia
ID	Indonésia
SG	Cingapura
CZ	Tcheca
EE	Estônia
VG	Ilhas Virgens (Reino Unido)
IR	Irã
BS	Bahamas
KZ	Cazaquistão
LV	Letônia
AN	Antilhas Holandesas
LI	Liechtenstein
TH	Tailândia
VE	Venezuela
CY	Chipre
CL	Chile
HR	Croácia
PT	Portugal
UZ	Uzbequistão
EC	Equador
SI	Eslovênia
VN	Vietnã
AE	Emirados Árabes Unidos
JO	Jordânia
KY	Ilhas Cayman