



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Enzo Matheus Fernandez Barreira Accioly

Cooperação internacional em redes no Brasil no período 2009-2017: Um estudo  
baseado na análise de redes sociais

Rio de Janeiro

2022

Enzo Matheus Fernandez Barreira Accioly

Cooperação internacional em redes no Brasil no período 2009-2017: Um estudo  
baseado na análise de redes sociais

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado  
ao Instituto de Economia da Universidade  
Federal do Rio de Janeiro como exigência para  
obtenção do título de Bacharel em Ciências  
Econômicas

Orientador: Professora Dra. Renata Lebre La  
Rovere

Coorientador: Ms<sup>o</sup> Bruno Ferreira de Oliveira

Rio de Janeiro

2022

## CIP - Catalogação na Publicação

A171c Accioly, Enzo Matheus Fernandez Barreira  
Cooperação internacional em redes no Brasil no  
período 2009-2017: Um estudo baseado na análise de  
redes sociais / Enzo Matheus Fernandez Barreira  
Accioly. -- Rio de Janeiro, 2022.  
88 f.

Orientadora: Renata Lebre La Rovere.  
Coorientador: Bruno Ferreira de Oliveira.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto  
de Economia, Bacharel em Ciências Econômicas, 2022.

1. Cooperação. 2. Análise de Redes Sociais (ARS).  
3. Internacionalização . I. Rovere, Renata Lebre La,  
orient. II. Oliveira, Bruno Ferreira de , coorient.  
III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.



## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho à minha avó, Dona Zélia Fernandes. Mulher que me ensinou a amar futebol e couve mineira. A sua vida é celebrada todos os dias, você é um exemplo de mulher e todas suas histórias estão vivas em cada conversa com as pessoas que tiveram a oportunidade de te conhecer. Te levo na memória e perto do coração.

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas me apoiaram durante esse período de formação, agradecer a todos faria que essa seção fosse maior que o próprio trabalho apresentado. De todo modo, tentarei ser breve. Família, muito obrigado pelo apoio durante todo o intenso processo de escrita. Não seria possível chegar aqui sem acolhimento de vocês. Seus ensinamentos e valores lapidaram minha trajetória até aqui.

Bruno e Renata, meus orientadores queridos, muito obrigado por acreditarem em meu potencial durante todo esse processo. As leituras dos trabalhos e reuniões que realizamos foram fundamentais não apenas para a produção desse trabalho, como também para a minha formação enquanto economista e pesquisador.

Na universidade foram muitos os professores que de alguma forma contribuíram na minha formação. Em especial, gostaria de agradecer as professoras Maria Isabel Busato e Esther Dweck pelas aulas ministradas com tanto carinho e responsabilidade. Agradeço também a secretária do IE, Anna Lúcia por sempre me dar apoio para resolução de pendências na UFRJ (e broncas necessárias). Também gostaria de citar os funcionários do Sinésio, que tantas vezes me fizeram companhia na hora do café: Sinésio, Botafogo e Cláudia, muito obrigado pelas incontáveis conversas sobre futebol. Alguns professores devem ser celebrados aqui para além do Instituto de Economia. Do ensino médio, em especial à Gisela, professora de História, Sérgio, de Matemática e Diegão, de Geografia. Embora não tenham dimensão, foram personagens essenciais na minha formação enquanto cidadão.

Gostaria de agradecer a todos meus amigos que contribuíram de maneira direta ou indireta durante esse período. Dentro da UFRJ construí amizades sólidas e maravilhosas, seria impossível citar todos. Amigos do 1600m, muito obrigado pela companhia durante esse período da faculdade. Meus queridos amigos do noturno, valeu pelos bons momentos dentro e fora de sala de aula do primeiro ao último período. Aos meus companheiros de Ayra, deixo meu agradecimento especial ao André, Alexandra, Bianca e Noelle.

Por fim, agradeço aos amigos de vida, que sempre tiveram por perto. Meus queridos amigos do BCL, vocês são incríveis e amo todos vocês. Matheus, Alexandre e Gabriel, meus irmãos que escolhi, muito obrigado por todo apoio nesse período. Estela, obrigado por todas as conversas e desabafos nesses quase 10 anos de amizade. Gazineu, muito obrigado por ser uma amiga tão boa, mesmo em terras lusitanas nossa amizade apenas cresce. Salvio e Juliana, muitíssimo obrigado por estarem tão próximos de mim durante esse momento, vocês não sabem da dimensão do meu agradecimento por vocês.

## RESUMO

A inovação é um elemento central no entendimento do desenvolvimento econômico. No contexto atual, a condução da inovação para a sociedade raramente emerge dentro de uma única empresa, e sim de um conjunto de empresas e instituições que colaboram ativamente para sua criação. Dentro dessa estrutura, o estudo da cooperação se torna fundamental para melhor compreensão da inovação. A cooperação com parceiros estrangeiros é considerada um mecanismo importante de fluxo de conhecimento para o desenvolvimento econômico. O Brasil é um país com relativa inserção nas Cadeias Globais de Valor (CGVs) em alguns setores industriais. O trabalho em questão tem como objetivo compreender quais são as empresas brasileiras que desempenham ações de cooperação com parceiros estrangeiros e em quais condições esse relacionamento acontece. Foi utilizado como estudo de caso o setor industrial de produção de papel e celulose como exemplo bem-sucedido de desenvolvimento com presença de cooperação com parceiros estrangeiros. O modelo selecionado para tal análise foi a Análise de Redes Sociais (ARS) a partir dos dados da PINTEC referentes à cooperação durante o período de 2009 – 2017. Os resultados encontrados indicam que a cooperação brasileira é marcada pela presença de parcerias com atores nacionais, com baixa presença de cooperação internacionalizada. Em termos gerais, Fornecedores, Clientes e Consumidores foram encontrados como os parceiros mais frequentes no período. Universidades e Institutos de Pesquisa, Instituições de Teste e Empresas de Consultoria apresentaram resultados consideráveis, ainda que com menor frequência que os anteriormente citados. Fornecedores, Clientes e Consumidores e Outras Empresas do Grupo foram considerados os parceiros mais relevantes internacionalmente. Os setores industriais que estabeleceram relação de cooperação internacionalizada, tal como o setor de produção de celulose, são marcados pela interação com múltiplos parceiros de cooperação e são influentes nas redes encontradas. Trabalhos futuros podem se esforçar em compreender as razões pelas quais esses setores cooperam com maior intensidade que os demais, assim como estudá-los ao nível da empresa.

**Palavras-chave:** . Cooperação, Análise de Redes Sociais (ARS) e Internacionalização

## ABSTRACT

Innovation is a central element in understanding economic development. In the current context, driving innovation for society rarely emerges from a single company, but from a set of companies and institutions that actively collaborate for its creation. Within this framework, the study of cooperation becomes fundamental for a better understanding of innovation. Cooperation with foreign partners is considered an important knowledge flow mechanism for economic development. Brazil is a country with relative insertion in Global Value Chains (GVCs) in some industrial sectors. The work in question aims to understand which Brazilian companies carry out cooperation actions with foreign partners and under what conditions this relationship takes place. The industrial sector of pulp and paper production was used as a case study as a successful example of development with the presence of cooperation with foreign partners. The model selected for this analysis was the Social Network Analysis (ARS) based on PINTEC data referring to cooperation during the period 2009 - 2017. The results found indicate that Brazilian cooperation is marked by the presence of partnerships with national actors, with low presence of internationalized cooperation. In general terms, Suppliers, Customers and Consumers were found to be the most frequent partners in the period. Universities and Research Institutes, Testing Institutions and Consulting Companies presented considerable results, although with less frequency than the aforementioned ones. Suppliers, Customers and Consumers and Other Group Companies were considered the most relevant partners internationally. The industrial sectors that have established an internationalized cooperation relationship, such as the pulp production sector, are marked by the interaction with multiple cooperation partners and are influential in the networks found. Future works may try to understand the reasons why these sectors cooperate more intensively than the others, as well as study them at the company level.

**Keywords:** Cooperation; Social Network Analysis (SNA); Internationalization



## LISTA DE TABELAS, FIGURAS E QUADROS

Tabela 1 – Estatísticas Macro das Redes de Cooperação por Intensidade .....	43
Tabela 2 – Distribuição da Quantidade de Parceiros dos Setores Industriais .....	45
Tabela 3 – Participação das Fontes de Cooperação nas Redes .....	46
Figura 1 – Redes de Cooperação por Intensidade 2009 – 2011 .....	47
Figura 2 – Redes de Cooperação por Intensidade 2012 – 2014 .....	48
Figura 3 – Redes de Cooperação por Intensidade 2015 – 2017 .....	49
Tabela 4 – Participação dos Nós nas redes de cooperação internacionalizadas .....	51
Tabela 5 – Estatísticas Macro das Redes de Cooperação Internacional .....	52
Tabela 6 – Grau médio dos nós encontrados nas redes de cooperação internacional: Grau Médio Internacional x Grau Médio Nacional .....	53
Figura 4 – Algoritmo de modularidade da Rede de Cooperação Internacionalizada da indústria brasileira para o período de 2011-2017 .....	54
Quadro 1 – Descrição dos Clusters 2009 – 2017 .....	57
Tabela 7 – Resumo dos Indicadores de Centralidade – Fontes de Cooperação .....	58
Tabela 8 – Indicadores de Centralidade nas Redes por Intensidade – Participantes das Redes Internacionalizadas .....	62
Tabela 9 – Indicadores de Centralidade nas Redes Internacionalizadas .....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARS	Análise de Redes Sociais
BNDE	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
Capex	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNAE	Classificação Nacional de Atividade Econômica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CGVs	Cadeias Globais de Valor
DSTI	Directorate for Science, Technology and Innovation
Emprapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Tecnologias de Informação, Telecomunicações e Computação
IKE	Innovation, Knowledge and Economic Dynamics Research Group
IED	Investimento Estrangeiro Direto
IPEF	Instituto de Pesquisa de Estudos Florestais
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PINTEC	Pesquisa de Inovação
SI	Substituição de Importações
SNI	Sistemas Nacionais de Inovação
SRI	Sistemas Regionais de Inovação
SSI	Sistemas Setoriais de Inovação
SPRU	Science Policy Research Unit
YIS	Yale Innovation Survey

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E COOPERAÇÃO EM REDES.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Sistemas Nacionais de Inovação: Uma Evolução de Ideias.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Modelos Lineares de Inovação: Science Push e Demand Pull.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Modelos Lineares de Inovação: Crítica e Reorientação.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Sistemas Nacionais de Inovação (SNI).....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Sistemas de Cooperação em Redes de Empresas.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>Um Exemplo Bem-Sucedido de Inserção em Cadeias Globais de Valor: a Indústria de Papel e Celulose.....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Procedimentos de Pesquisa de Textos Científicos.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Análise de Redes Sociais (ARS).....</b>	<b>35</b>
<b>3.3</b>	<b>Descrição da Base de Dados.....</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Indicadores Macro Das Redes de Cooperação.....</b>	<b>42</b>
<b>4.2</b>	<b>Indicadores Micro das Redes de Cooperação.....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>71</b>
	<b>Apêndice A – Classificação dos Elementos do Grafo.....</b>	<b>77</b>
	<b>Apêndice B – Percentual de Empresas que Reportaram Ações de Cooperação com Parceiros Estrangeiros em Relação ao Total que Reportaram Ações de Cooperação.....</b>	<b>80</b>
	<b>Apêndice C – Indicadores Micro dos Setores Industriais – Redes por Intensidade.....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A inovação é um tema recorrente nos estudos de desenvolvimento dos países, sendo vista como um motor essencial da transformação econômica e social (SCUMPETER, 1934). As estruturas econômicas estão em constante transformação e a forma pela qual as empresas modernas inovam e aprendem diverge sistematicamente de décadas anteriores. Os primeiros autores na década de 1960 ao se debruçarem sobre o tema ressaltaram o papel das instituições de ciência formais (universidades, institutos de pesquisa públicos e privados), enquanto outros o papel do mercado consumidor na transformação tecnológica e o papel da demanda para o sucesso inovativo das empresas (ROTHWELL, 1994). Essa visão sobre inovação foi amplamente criticada por limitar a uma visão linear e com pouco aprofundamento um fenômeno categoricamente complexo e não-linear (CASSIOLATO; LASTRES, 2005). Esse processo envolve a participação de um conjunto heterogêneo de agentes econômicos na transformação e disseminação das inovações na sociedade e situados dentro de um contexto social específico do país (FREEMAN, 1987).

Os autores neoschumpeterianos passam a considerar em sua análise a forma como a inovação irá se disseminar na sociedade e quais são os mecanismos de aprendizado envolvidos na transmissão desse conhecimento. Dentro dessa perspectiva um conjunto amplo de fatores foi considerado para justificar a construção de competências das empresas, como a importância da interação com a estrutura produtiva e social, os mercados externos e aspectos culturais específicos de cada país (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1985).

Dentro desse novo paradigma o desempenho inovativo de um país é consequência de um complexo processo de aprendizado que envolve um conjunto diverso de instituições nacionais e internacionais. Esses autores destacaram a importância de compreender os processos de aprendizados específicos dos países em Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). O crescente processo de competitividade dos mercados modernos, junto ao processo de globalização da produção a partir de Cadeias Globais de Valor (CGVs) obriga às empresas buscarem alternativas para acompanhar a dinâmica econômica contemporânea. A cooperação inovativa é central para compreender as situações vigentes.

O fortalecimento de ações cooperativas entre empresas fortalece o estabelecimento de redes de empresas e ações estratégicas conjuntas (JOHANSON; MATTSON, 1987). Se torna cada vez mais usual a participação de variadas firmas e instituições para o melhor desempenho do processo inovativo. A partir de uma nova organização da produção baseado na cooperação

em rede entre firmas, surge a necessidade de compreender de onde surge esse processo e como ele se reproduz na economia brasileira.

A cooperação ocorre com um conjunto heterogêneo de agentes integrantes do SNI e difere em relação ao setor industrial estudado. O engajamento com ações de cooperação pode divergir em termos de parceiro cuja interação é considerada relevante, do esforço inovativo, do grau de abertura da indústria para cooperação e da localidade do parceiro. Para esse seguinte trabalho, a cooperação com estrangeiros foi estudada com maior cuidado.

A cooperação com parceiros internacionais é ressaltada por alguns autores como forma importante de aprendizado das firmas locais para o processo de desenvolvimento das indústrias, e em última instância os países (GEREFFI, 2014). Com o crescente processo de interdependência de tecnologias entre países, cresce a relevância da interação com agentes estrangeiros no processo de aprendizado. Dentro do contexto de CGVs, países em desenvolvimento teriam como oportunidade a possibilidade de integrar dentro das cadeias e se desenvolverem em etapas cada vez mais sofisticadas da produção. Isso colocaria os países em melhor posição de desenvolvimento, além do fato que suas indústrias teriam acesso à mercados internacionais, antes não acessíveis.

O trabalho em questão tem como objetivo analisar a cooperação e discutir a importância de parceiros estrangeiros para as redes de cooperação brasileira. Os dados hoje disponíveis de inovação são contemplados ao nível da indústria, o que limita a capacidade de entender a cooperação internacionalizada ao nível da empresa. Uma saída encontrada para entendê-la de forma mais minuciosa foi utilizar um exemplo de um setor industrial com reconhecida participação de parceiros estrangeiros, com estudos a partir do nível da empresa.

Considerada a Pesquisa de Inovação (PINTEC) e a literatura especializada, a indústria de papel e celulose destacou-se como um exemplo de indústria com presença significativa de cooperação, com forte participação de parceiros estrangeiros no desenvolvimento de tecnologias. A indústria de papel e celulose no Brasil experimentou um processo de *catching-up* a partir do desenvolvimento de uma trajetória inovativa própria, baseada no desenvolvimento de celulose de fibra curta, baseada no eucalipto. As empresas desse setor são marcadas pela intensa cooperação com parceiros estrangeiros e inserção marcante em CGVs (FIGUEIREDO, 2010). Afim de entender como esse processo inovativo e em quais circunstâncias a cooperação internacionalizada ocorreu, será feito um estudo de caso dessa indústria.

O objetivo do trabalho será compreender se as indústrias cooperaram internacionalmente ou não, afim de entender se essas são relevantes para o processo inovativo

brasileiro. Adicionalmente, será estudado como as empresas brasileiras interagiram com parceiros de forma geral e quais agentes são relevantes para esses. O trabalho foi separado em cinco partes: Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, Resultados e Considerações Finais. Inicialmente, será feita uma breve revisão de literatura dos principais conceitos utilizados no trabalho, além de um estudo de caso da indústria de papel e celulose, setor esse marcado por um desenvolvimento progressivo com forte presença de cooperação com parceiros estrangeiros. Para isso, será utilizado como metodologia a Análise de Redes Sociais (ARS) afim de compreender o processo inovativo de forma interativa e integrada. Por fim, serão expostos os resultados principais encontrados visando responder à pergunta da pesquisa.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo da pesquisa é analisar a cooperação brasileira em nível nacional, afim de compreender se a participação com parceiros estrangeiros é relevante para o processo inovativo brasileiro. Os objetivos específicos são:

- a) Averiguar como a cooperação internacional se desenvolveu durante o período de 2009 – 2017 através de uma análise das redes de cooperação internacionalizada;
- b) Avaliar como as redes de cooperação se desenvolveram durante o período de 2009 – 2017, buscando entender quais são os principais parceiros dentro do SNI brasileiro;
- c) Analisar o caso específico da indústria de papel e celulose e o processo de *catching-up* experimentado.

Para atingir os objetivos acima citados, esta monografia está estruturada em três capítulos, além desta introdução. No capítulo 2, será apresentado a fundamentação teórica que embasa o trabalho, incluído o estudo de caso da indústria de papel e celulose, indústria essa selecionada para avaliar com maior clareza a pergunta da pesquisa. No capítulo 3, será exposta a metodologia escolhida para alcançar os objetivos acima citados, bem como a estrutura da base de dados selecionada. Por fim, o capítulo 4 apresenta os principais resultados encontrados, visando responder à pergunta de pesquisa.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E COOPERAÇÃO EM REDES**

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos de Sistema Nacional de Inovação (SNI), cooperação e rede de empresas, que serão conceitos importantes para o presente trabalho.

A caracterização do SNI enquanto arcabouço teórico é consequência de uma reorientação da maneira como o processo de inovação foi enxergado na academia, associado a uma necessidade de pesquisadores o estudarem em nível nacional. O surgimento e rápida difusão desse conceito aconteceu pela insuficiência da teoria anterior de compreender as razões pelas quais os países se posicionavam diferentemente em termos de desenvolvimento e comércio internacional no período pós-guerra (LUNDVALL, 2002, p. 214). Lundvall (2010) afirma que a produção da inovação no sistema econômico passou a ser entendida com o tempo dentro de um processo interativo, na qual a difusão do conhecimento por meio do aprendizado é essencial para a inovação das empresas.

O conceito de SNI surgiu no contexto em que o avanço da globalização passou a ressaltar o papel das multinacionais e da internacionalização e questionar a importância da dimensão nacional (LUNDVALL, 2016). A construção teórica do SNI parte do princípio oposto, que o fator nacional ainda era relevante para compreender a trajetória de aprendizado dos países e sua interação com o meio externo.

A vantagem de analisar o processo inovativo por meio de um sistema conectado se dá principalmente pela maior capacidade de entender os mecanismos de geração e difusão do conhecimento para adequar esses ao melhor desenho de políticas públicas de inovação. Para melhor entendimento do SNI, será feita uma breve descrição da evolução teórica das ideias até o surgimento desse conceito na literatura.

### **2.1 SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO: UMA EVOLUÇÃO DE IDEIAS**

Christopher Freeman é considerado o primeiro autor a estruturar teoricamente o conceito de Sistemas Nacionais de Inovação (LUNDVALL, 2016). Para estruturar esse conceito, o autor remonta ao trabalho de List (1841) como antecessor ao SNI com o seu conceito de “Sistemas Nacional de Produção” (FREEMAN, 1995, p. 5). O economista alemão escreve dentro de um contexto histórico anterior à consolidação do estado alemão e defende a formação

de instituições nacionais e medidas protetivas à indústria nascente para auxiliar a superação do gap tecnológico da Alemanha em relação à Inglaterra naquela época.

Um ponto de associação direta de List com o conceito de SNI se refere à relevância dada ao “capital mental” e ao conhecimento para o desenvolvimento dos países:

O estado atual das nações é o resultado da acumulação de todas as descobertas, invenções, aprimoramentos, perfeições e esforços de todas as gerações que viveram antes de nós: eles formam o capital intelectual da atual raça humana, e cada nação em particular é produtiva apenas na medida em que soube como se apropriar daquelas conquistas de gerações anteriores e aumentá-las por suas próprias aquisições, (List, 1904 [1841] ,p. 113, tradução própria)

Outro antecessor de necessária citação é Joseph Schumpeter (1934), considerado o primeiro economista a enxergar a inovação como elemento central do desenvolvimento econômico. Em seu livro *Theory of Economic Development* (SCHUMPETER, 1934) o empreendedor é visto como o agente que introduz a inovação no mercado (Mark I), enquanto que no livro *Capitalism, Socialism and Democracy* (SCHUMPETER, 1942) as grandes empresas são vistas como o propulsor da inovação (Mark II)<sup>1</sup>. Em ambos os casos, o autor ressalta o papel da difusão do conhecimento no mercado por meio da imitação (LUNDVALL, 2016) na medida em que seus concorrentes observam e introduzem a inovação em suas respectivas empresas esse lucro inédito é exaurido.

A visão schumpeteriana será essencial para o desenvolvimento do conceito SNI, na medida em que os principais autores a desenvolver esse conceito serão de inspiração neoschumpeteriana. As primeiras teorias de desenvolvimento que adotaram a visão schumpeteriana no final dos anos 1960 buscaram desenhar modelos que integrassem os estudos de inovação com desenvolvimento econômico, porém, de maneira pouco profunda (CASSIOLATO; LASTRES, 2005).

### **2.1.1 Modelos Lineares de Inovação: Science Push e Demand Pull**

Os primeiros modelos foram chamados de Modelos de Visão Linear da Inovação, em que o processo inovativo é visto por meio de estágios sucessivos e independentes. Conforme explicitado por Rothwell (1994), o primeiro grupo de autores durou até a década de 50 e 60 e ressaltaram o papel do produtor de inovação, num modelo chamado de “Science Push”. Durante esse período os países centrais experimentaram um forte crescimento baseado na indústria,

---

<sup>1</sup> A divisão entre dois tipos de empreendedor, diferente em cada livro, foi feita por parte de autores neoschumpeterianos. Para uma visão crítica ver Langlois (2003)



principalmente nas de semicondutores, eletrônica, computação, farmacêutica e de materiais. Além disso, outros setores como o agrícola, têxtil e metalúrgico tiveram rápida incorporação de novas tecnologias que permitiram aumentos de qualidade e produtividade da produção (ROTHWELL, 1994).

Nesse contexto, as grandes empresas eram o principal agente responsável pela implementação de inovação. Serão a partir dos departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das grandes firmas, das universidades e centros de pesquisa que será explicado o desenvolvimento inovativo no período. A inovação é uma consequência do avanço da ciência, seu insumo principal, que surge nas linhas de pesquisa básica e depois segue para pesquisas empíricas. O conhecimento desenvolvido na pesquisa é reconhecido pelas empresas e assim que amadurecidas transformado em produto para o mercado. Nesse momento, o consumidor é visto como um participante secundário no processo de inovação, sem interferência ativa no desenvolvimento das inovações.

As políticas de inovação deveriam ser orientadas de modo a estimular o desenvolvimento tecnológico, uma vez que esse era interpretado como o motor principal do desenvolvimento. As políticas de inovação nesse período foram utilizadas para apoiar o lado produtor de conhecimento científico, por meio de políticas de apoio e financiamento aos departamentos privados de P&D (nos Estados Unidos, principalmente indústrias relacionadas à defesa) e de laboratórios e universidades públicas, incentivando também a formação de mão de obra especializada (ROTHWELL, 1994).

A partir da década de 1960 alguns pesquisadores passaram a reconhecer a importância dos clientes e consumidores e seu papel em processos de feedback e adaptação de produtos no mercado (SCHMOOKLER, 1962). Na época em que esses estudos ganharam mais força, o crescimento econômico nos países centrais foi mais modesto, com a presença de inovações complementares e menos inovações disruptivas (ROTHWELL; SOETE, 1983). Empresas passam a ter que disputar market-share com inovações de produto menos radicais, na medida em que as tecnologias utilizadas já eram conhecidas no mercado.

A influência do marketing na percepção do produto e no reforço de canais de comunicação com clientes para adaptação por meio de feedbacks passa a direcionar também o mercado como uma fonte para inovações. Schmookler (1962) ressalta o papel reativo que consumidores, clientes e a sociedade de maneira ampla impactam na adoção e rejeição de novas invenções e produtos por meio do mercado. O progresso tecnológico não ocorre independente do contexto sociocultural. A difusão de uma inovação no mercado ocorre com defasagens entre a demanda por determinada solução (materializada em produto) e a tecnologia necessária para

efetivamente criar o produto. Segundo o autor, o exemplo mais nítido de defasagem cultural (*cultural lag*) é do automóvel, que é inventado dentro de uma série de “arranjos sociais e padrões de comportamento preexistentes” (SCHMOOKLER, 1962, p. 1).

Essas abordagens que ressaltaram fatores associados à demanda no processo de inovação foram chamadas de “Demand Pull” (ROTHWELL, 1994). Esses modelos foram ainda considerados lineares, com a diferença que agora a inovação é orientada para as necessidades de mercado, que estimulam a adaptação de produtos e futuramente introduzidos no mercado.

### **2.1.2 Modelos Lineares de Inovação: Crítica e Reorientação**

Durante os anos 80 os estudos de inovação passaram a questionar a noção linear dos modelos anteriores. A principal crítica feita aos autores destes modelos se deu na dificuldade de enxergar no modelo linear inter-relações entre as etapas da inovação, que são essenciais dentro do processo inovativo. Além disso, os modelos lineares deram enfoque demasiado à ciência e consideraram de maneira tímida a influência dos produtos, processos e do mercado como indutor de inovação.

Esses autores foram criticados pela dificuldade dos seus modelos de enxergarem que a inovação é um processo não-linear, coberto de incertezas e suscetível a erros, retroalimentação e interferências pelo mercado (KLINE; ROSENBERG, 2010). Cassiolato e Lastres (2005, p. 35) afirmam que os autores passaram a enxergar a inovação como “(...) um processo de aprendizado não-linear, cumulativo, específico da localidade e conformado institucionalmente”. Essa nova visão foi fortemente influenciada pela publicação de importantes estudos empíricos conduzidos pelo Science Policy Research Unit (SPRU) da Universidade de Sussex e pela Universidade de Yale, destacando-se neste caso a Yale Innovation Survey (YIS), pesquisa realizada nos Estados Unidos que teve como objetivo final compreender a condução da estratégia das empresas de grande porte na implementação de inovações de produto e processo. Por influência das pesquisas do SPRU e da YIS os estudos de inovação seguintes passam a destacar a importância da combinação de fatores internos e externos à empresa para o sucesso da inovação.

Os resultados das duas pesquisas explicitaram que a inovação é um processo em que meio interno e externo exercem papéis igualmente importantes. Além disso, as empresas inovadoras possuem uma conexão com o meio externo, absorvem o fluxo de informação e cooperam de maneira ativa com outros agentes. Um ponto de destaque foi a inclusão de novos agentes para a introdução de inovações para além das universidades. Esses estudos passam a evidenciar a importância do fluxo de conhecimento externo à firma, como associação de

produtores e ações de cooperação entre redes de empresas. Cassiolato e Lastres (2005) afirmam que esses estudos empíricos têm como contribuição a demonstração da importância da interação com redes formais e informais de inovação, ainda que não dito explicitamente por esses autores.

Durante a década de 1980 ocorreu um crescimento expressivo das pesquisas de inovação, que reorientaram a maneira como ela impacta e se difunde no sistema econômico em relação à visão macroeconômica predominante da época (LUNDVALL, 2007). As contribuições de Freeman e Lundvall (FREEMAN; LUNDVALL, 1988) irão interpretar o processo de inovação como um processo dinâmico e interativo, do qual o aprendizado desempenha papel fundamental.

O termo “aprendizado” é entendido tanto como o conjunto de conhecimentos responsáveis por permitir a produção de produtos como também a maneira pela qual o conhecimento é difundido em sociedade. Esse aprendizado é entendido como essencial, principalmente dentro de um contexto do surgimento da era da “*globalizing learning economy*” (LUNDVALL; JOHNSON 1994). Esses autores entendem que o processo de inovação das empresas é decorrente da absorção do conhecimento através do aprendizado. Em contraposição à visão de que a inovação percorre um caminho linear, é entendido que o aprendizado decorre de um processo interativo de geração de conhecimento. É essencial para esses compreender como o conhecimento é incorporado por trabalhadores no mercado de trabalho, pelas empresas através do mercado e pela sociedade como um todo. O aprendizado não decorre de uma cadeia estreita de etapas. A interação entre pesquisa, empresa e demanda acontece com uma série de *feedbacks* e *loops* que são da natureza do processo de geração de conhecimento (OECD, 1997).

Para Lundvall e Johnson (1994), no contexto moderno do pós-fordismo a inovação passa a surgir de modo cada vez mais endógeno, isto é, as empresas passam a se organizar e gerenciar seus recursos de modo a absorver e buscar inovações. Três fenômenos justificam essa mudança: (i): O desenvolvimento de tecnologias de informação, telecomunicações e computação (ICT), que reduzirá sistematicamente custos de armazenamento de informação; (ii) A especialização flexível, que organiza as empresas para um processo de especialização produtiva orientado para a flexibilização da produção em contextos específicos. Essa mudança limita a capacidade de economias de escala e da divisão do trabalho das empresas. Para isso, cresce a necessidade de cooperação entre trabalhadores, firmas e competidores para o sucesso inovativo, na medida em que deter o conhecimento da produção não é o suficiente caso esse não integre de maneira satisfatória a cadeia produtiva; e (iii) A alteração do Processo de Inovação. Na era da especialização produtiva pós-fordista a inovação incremental contínua se torna mais frequente e essencial para a sobrevivência das empresas. A necessidade de adaptar-se constantemente às

novas necessidades e processos produtivos obriga as empresas a, internamente, se organizarem para serem adaptáveis e, externamente, capazes de acessar fontes diversas de conhecimento e informação que as permitam acompanhar o processo inovativo do mercado.

Nesse contexto, o aprendizado desempenha um papel importante para esses modelos, pois será através dele que a inovação é disseminada entre os agentes. O aprendizado é entendido como um processo interativo de adaptação e construção de competências e de várias maneiras conseguirão aprender. Os agentes aprendem fazendo (*learning by doing*), usando (*learning by using*), interagindo (*learning by interacting*), conhecido na academia como DUI Learning.

## 2.2 SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO (SNI)

Durante os anos 1980 a pesquisa sobre inovação ganhará uma nova dimensão, resultando na formação do conceito de SNI, tendo como principais expoentes alguns dos autores que trabalharam nas universidades de Aalborg e Sussex. Christopher Freeman terá um papel importante na estruturação dos marcos teóricos sobre inovação a partir de suas contribuições na universidade de Aalborg, no Innovation, Knowledge and Economic Dynamics Research Group (IKE) e no Directorate for Science, Technology and Innovation (DSTI), na universidade de Sussex. O autor será pioneiro na compreensão que a inovação é um processo interativo em contraposição à visão linear da inovação (LUNDVALL, 2007, p. 13), além de ser o primeiro autor a utilizar o conceito de SNI em trabalho publicado posteriormente (FREEMAN, 2004 [1982]).

Não há uma definição fechada para o conceito de SNI. Freeman afirma que o SNI é “uma rede de instituições no setor público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias (FREEMAN, 1987, p. 1)”. Nelson e Rosemberg (1993, p. 4, tradução própria) o define como um “conjunto de instituições cujas interações determinam a performance inovativa das empresas nacionais”, enquanto Lundvall o define como “Os elementos e relacionamentos que interagem dentro da produção, na difusão e uso de novos e economicamente úteis conhecimentos ... sejam eles localizados ou enraizados dentro das fronteiras de um estado nação.” (LUNDVALL, 1992, p. 2, tradução própria). Segundo o Manual de Sistemas Nacionais de Inovação da OCDE (OCDE, 1997), o conceito de SNI surge da importância de entender a interação entre os mais diversos agentes envolvidos na inovação para compreender melhor o desempenho tecnológico do país:

A Inovação e o progresso técnico são o resultado de uma complexa variedade de relacionamentos entre agentes que produzem, distribuem e aplicam diversos tipos de conhecimento. A performance inovativa de um país depende em grande medida em como esses agentes interagem entre si como elementos de um sistema coletivo de criação de conhecimento e uso, bem como as tecnologias que eles usam. Esses agentes são em sua maioria empresas privadas, universidades e institutos de pesquisa públicos e pessoas dentro deles. Essas ligações podem tomar forma de pesquisa conjunta, intercâmbio de pessoal, patentes cruzadas, compra de equipamentos e uma variedade de outros canais. (OCDE, 1997 p. 9, tradução própria)

A crescente difusão do uso de SNI se difunde na academia e na política pública a partir do final da década de 1980, no momento de aprofundamento do debate em torno das implicações do processo de globalização econômica no desempenho tecnológico dos países. O rápido processo de globalização econômica desse período trouxe para o debate a possibilidade de que as fronteiras nacionais percam cada vez mais relevância. Nesse mundo sem fronteiras e com mercados de bens e serviços globais, tornaria a abordagem de SNI desnecessária. Porém, esse debate é marcado por um paradoxo: o aprofundamento da integração das economias nacionais reforça a importância do espaço local ao mesmo tempo que aumenta a importância das relações globais nas últimas décadas (SZAPIRO; MATOS; CASSIOLATO 2021).

Szapiro (2005) argumenta que essa conclusão é consequência de uma definição equivocada de globalização, principalmente no que diz respeito ao desempenho tecnológico. No ponto de vista inovativo, a difusão globalizada dos fluxos de conhecimento impacta a organização e distribuição da produção localmente, o que reforça o papel da internacionalização da inovação. Entretanto, a relevância das fronteiras nacionais continua sendo um elemento de extrema importância por consequência da pertinência dos processos de aprendizado, interação e geração do conhecimento. Ainda que fatores como empresas transnacionais e aquisição de tecnologia sejam relevantes para o desempenho inovativo nacional, é necessária uma série de capacidades e conhecimento das empresas locais para interpretar, selecionar, transformar e internalizar essa tecnologia importada (CASSIOLATO; LASTRES, 2005).

O SNI é construído para que se entenda a inovação dentro de um sistema integrado, cuja interação entre firmas, fornecedores, concorrentes, instituições e consumidores resulta na produção, alteração e disseminação do conhecimento. Essa visão é diametralmente oposta à visão linear da inovação e centra em compreender como os fluxos de conhecimento ocorrem dentro das fronteiras de um país. O processo de aprendizado é entendido como não linear, cumulativo e dependente do processo inovativo do passado. A inovação reflete o resultado das combinações de conhecimentos preexistentes, configurando-se em um fenômeno *path-dependent*.

Dentro do arcabouço teórico do SNI a firma é compreendida como uma organização inserida em um ambiente socioeconômico e politicamente específico de cada país. Essas interagem e cooperam entre firmas e instituições com objetivo de mitigar a incerteza e risco inerentes do processo inovativo. Um ponto importante de frisar é que o desempenho inovativo de um país não é consequência direta do desempenho das firmas, mas também de como essas interagem entre si e com os atores inseridos nesse sistema. Outro ponto a se destacar é que não serão todos os autores que dimensionaram o sistema de inovação em nível nacional. A dimensão nacional é entendida como uma candidata natural, dado o compartilhamento de aspectos e instituições particulares dentro de uma fronteira, como o sistema judiciário, cultural, base sociocultural, política e especialmente a língua comum (SZAPIRO; MATOS; CASSIOLATO 2021). Entretanto, para diferentes contextos e estudos o conceito de SNI é adaptado para a localidade que melhor convir para entender a inovação dentro de um espaço localizado. Nesse sentido, conceitos como Sistemas Regionais de Inovação (SRI) (COOKE, 1996; MASKELL; MALMBERG, 1997), Sistemas Setoriais de Inovação (SSI) (BRESCHI; MALERBA, 1997) e Sistemas Tecnológicos (CARLSON; STANKIENTZ, 1991) são utilizados.

É feita dentro da academia uma discussão em torno do entendimento da inovação em sua perspectiva ampla ou restrita. Para o presente trabalho iremos utilizar a versão ampla da inovação, utilizada por Freeman e Lundvall (FREEMAN, 1987; LUNDVALL 1985; LUNDVALL, 1992). Nessa perspectiva, é considerado dentro da análise um conjunto amplo de instituições que afetam o processo inovativo para além das instituições científicas. A dimensão produtiva, do sistema financeiro nacional, de marketing e das políticas públicas são levadas em consideração pois, mesmo que não diretamente envolvidas no processo científico, impactam a produção, difusão e disseminação do conhecimento no país. Freeman (1982) destaca que o ambiente macroeconômico interfere diretamente na capacidade inovativa do país e da infraestrutura científica nacional, além de ressaltar o papel primordial da interferência estatal na promoção de políticas de inovação. A visão ampla incorpora em sua análise também questões relacionadas à própria cultura e história local do país em questão.

Em termos de políticas públicas, cada SNI deve ser compreendido dentro de suas peculiaridades e sua inserção no contexto internacional, para que se avalie qual deve ser a estratégia mais apropriada ao seu desenvolvimento. Cassiolato e Lastres (2005) argumentam que o processo de desenvolvimento tecnológico deve ser analisado de modo a não se restringir apenas aos processos de mudanças radicais, feito dentro da fronteira tecnológica. O estágio de desenvolvimento tecnológico das empresas deve ser considerado na medida em que o processo tecnológico depende da trajetória tecnológica até então. Pietrobelli e Rabellotti (2011) destacam

que os sistemas de inovação de países em desenvolvimento possuem mecanismos de transferência de conhecimento diferentes em relação à países em estágios mais avançados de desenvolvimento. Enquanto o esforço inovativo dos países desenvolvidos está associado aos departamentos de P&D e introdução de inovações na fronteira tecnológica e inéditas para o mercado, nos países em desenvolvimento esse esforço está se concentra na absorção inovações incrementais e inéditas exclusivamente para a firma. A relevância de fontes externas à firma se torna mais importante que fontes internas, uma vez que o acesso à tecnologia de fronteira raramente ocorre nos países em desenvolvimento. As organizações mais relevantes para a inovação estão associadas à difusão de conhecimento, como instituições de testes, ensaios e certificações, centros de capacitação técnica e profissional e empresas de consultoria intensivas em conhecimento (PIETROBELLI; RABELLOTTI, 2009). Essa característica contrasta com a relevância das universidades e instituições científicas formais nos países desenvolvidos, pois em países em desenvolvimento a ligação dessas com as firmas é menos intensa ou em alguns casos inexistente.

### **2.3 SISTEMAS DE COOPERAÇÃO EM REDES DE EMPRESAS**

Na seção anterior ficou explícito que a interação entre atores do sistema é um fator chave para os modelos de Sistemas Nacionais de Inovação. Uma evolução importante dos SNI em relação aos modelos lineares decorre do mérito de compreender a existência de um conjunto mais amplo de agentes e variáveis que interferem no desempenho inovativo de indivíduos, empresas, indústrias e, em última instância, da nação (EDQUIST, 1997). Tendo em vista que a interação entre atores desse sistema é um aspecto essencial para compreender o processo inovativo, o estudo da cooperação entre empresas passa a ganhar relevância.

A crescente importância do tema de cooperação reflete as mudanças associadas ao avanço da globalização e aos novos desafios de uma economia digitalizada. Britto (2020), a consolidação de uma economia intensiva em conhecimento reforça o papel de laços cooperativos para intercâmbio de informações e integração de competências. Por consequência da reorientação da produção para especialização flexível, novas competências organizacionais privilegiam a maior adoção de cooperação entre empresas. A mudança do paradigma tecnológico baseado em tecnologias da informação e telecomunicações propiciou a integração de empresas através de ações de cooperação conjuntas estratégicas. A intensificação da concorrência em mercados globalizados obrigou em certa medida as empresas a buscarem se organizar em estruturas e alianças que envolvem a colaboração de múltiplas empresas. Somado

a isso, as políticas industriais dos países passaram a privilegiar ações de incentivo à interação entre participantes do SNI, o que providencia um estímulo à inovação (BRITTO, 2013).

Em termos de desempenho inovativo, as empresas que executam ações de cooperação costumam se diferenciar em relação às que não cooperam. Tether (2002) estuda o caso das empresas inovadoras inglesas e demonstra que essas estão mais propensas a inovações radicais que incrementais. Tessarin, Suzigan e Guilhoto (2020) comparam as empresas inovadoras brasileiras que fizeram ações de cooperação e as que não fizeram entre 2003 e 2014. Os resultados encontram que embora elas representem apenas 5,6% do número total de empresas essas correspondem a 46% da receita líquida e 62,5% do gasto com P&D da amostra, sendo descritas como uma “ilha de excelência” em relação às empresas estudadas. Avellar, Damasceno e Silva (2021) estudam os determinantes da cooperação no contexto brasileiro utilizando os dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC) (2011) e encontram que essas possuem também maior pessoal empregado e maior disposição a investir em P&D, com destaque para as empresas que cooperam no exterior.

As ações de cooperação podem ser desenhadas de diversas formas, mas podemos organizar as ações de cooperação em quatro grupos (JOHANSON; MATTSON. 1987; ARRANZ; ARROYABE,2009; BRITTO,2020):

- (i) A orientação ou predisposição para as firmas trabalharem em conjunto, o que costuma envolver o compartilhamento de ativos a fim de explorar economias de escala e complementaridade entre ativos.
- (ii) Dependência entre firmas que trabalham em conjunto, seja por pertencerem à mesma companhia ou seja por imposição contratual.
- (iii) Estabelecimento de um vínculo, ainda que informal, o qual pode ser entendido como um relacionamento entre empresas. Aldrich (1979) delimita essas relações por grau de formalização, intensidade, reciprocidade e padronização.
- (iv) O investimento despendido por determinado participante da ação de cooperação, cujo investimento obrigará contratualmente as empresas a deslocar pessoal e tempo para determinado projeto.

Dentro desse contexto cresce a interdependência entre empresas e instituições envolvidas no processo de inovação. A partir da década de 1980 cresce a relevância de ações de alianças estratégicas entre firmas. As empresas passam a interagir com maior intensidade com seus concorrentes, consumidores e instituições científicas por meio de alianças estratégicas. Temas como o estabelecimento de ações colaborativas entre firmas,



subcontratação de empresas e terceirização passam a ser compreendidos dentro de uma estrutura de redes.

Johanson e Mattson (1987) definem relações de rede dentro de uma indústria como redes industriais, que são definidas dentro de um conjunto de relacionamentos entre empresas que se relacionam com o objetivo de produzir bens e serviços. Na medida em que há uma divisão de etapas da produção as empresas passam a ser dependentes uma das outras e isso exige um grau de coordenação.

A coordenação estabelecida dentro dessa rede possui um caráter dinâmico, pois as empresas são livres para selecionar novos parceiros, reforçar e apagar relações já estabelecidas, além de interferências provindas de mudanças no mercado (JOHANSON; MATTSON, 1987). Esse relacionamento é fortalecido com o tempo e com a intensidade que essas relações são estabelecidas. As mudanças provenientes dessas conexões são constantemente revisitadas, abrindo o espaço para alterações de estratégias e a introdução de novos agentes. A evolução dessas relações possui um caráter de dependência de trajetória notório, uma vez que novas interações surgem dentro de um contexto já estabelecido de conexões.

Para executar essas estratégias as empresas irão cooperar com grupo heterogêneo de agentes pertencentes ao SNI. O conjunto de fontes de cooperações tratadas nesse trabalho está alinhado com a Pesquisa de Inovação (PINTEC), em correspondência com o Manual de Oslo da OCDE, que são: (i) Clientes ou Consumidores; (ii) Fornecedores; (iii) Concorrentes; (iv) Outras Empresas do Grupo; (v) Empresas de Consultoria; (vi) Universidades e Institutos de Pesquisa; (vii) Centros de Capacitação Técnica e Profissional; (viii) Instituições de testes, ensaios e certificações.

Uma literatura bem consolidada irá destacar o papel da interação entre indústria com universidades e institutos de ciência para o sucesso inovativo. Essa interação é relevante para a formação de conhecimento e está associada ao desenvolvimento conjunto de patentes, publicações em revistas, projetos que envolvem contratações diretas de pesquisadores, além de aceleração de empresas dentro das universidades (BRITTO; OLIVEIRA, 2011). Fischer, Schaeffer e Vonortas (2018) através de dados de patentes das 12 maiores universidades brasileiras entre 1994 e 2014 analisam a rede de interação de universidades por meio do modelo de Análise de Redes Sociais (ARS). O resultado encontrado por esses demonstra um crescimento expressivo da cooperação entre universidades nos últimos 30 anos, embora o patamar de interação ainda esteja passível de desenvolvimento principalmente com parceiros estrangeiros. Muller et. al. (2017) utilizam os dados da PINTEC entre os anos de 2003 a 2011

e identificam que as universidades e instituições de ensino superior são consideradas pouco relevantes para a cooperação, o que demonstra um afastamento entre a universidade e empresa.

Contudo, é importante frisar que a relevância das universidades para as empresas brasileiras diverge em relação à indústria analisada. Basso, Pereira e Porto (2021) estudam a interação entre universidades e outros agentes do SNI através de uma análise de redes utilizando o modelo ARS. O estudo identifica, que embora a cooperação ocorra ainda de maneira incipiente, indústrias como a química e de saúde se destacam na produção de patentes com universidades, demonstrando que em determinados casos a relação com universidades é relevante. Resultado semelhante é encontrado em Fischer, Schaeffer e Vonortas (2018), com destaque para a indústria petroquímica e agrária.

Instituições de testes, ensaios e certificações desempenham um papel relevante na disseminação de conhecimento externo codificado, associado a normas e procedimentos internacionais. A sua importância está associada ao cumprimento de normas regulatórias e sanitárias, acesso a mercados internacionais, desenvolvimento de tecnologias de alta complexidade, dentre outros (BLIND, 2013). Em casos de países em desenvolvimento esses desempenham um papel importante como disseminadores de conhecimento em relação à universidades e centros de pesquisa (PIETROBELLI; RABELLOTTI, 2011).

A relação de cooperação com competidores é discutida na literatura como possível, embora menos frequente nas indústrias de maneira geral (WU, 2014; LI; HUANG; TONG, 2021; ZUCOLOTO; CASSIOLATO, 2013). As empresas costumam cooperar com competidores afim de explorar possíveis competências que seriam improváveis de serem acessadas individualmente pela firma e mitigar custos inerentes a inovação. Possíveis empecilhos envolvidos em cooperar com competidores estão associados à diminuição de diferenciação do produto (LI; HUANG; TONG, 2021) dos seus competidores e a atitudes oportunistas de uma das partes para benefício de uma das partes em detrimento de outra (DAS; TENG, 2000). Raza-Ullah, Bengtsson e Kock (2014) estudam o caso da cooperação entre Apple e Google na criação do primeiro iPhone em 2007 para justificar o surgimento dessa cooperação e seu rompimento, compreendendo uma relação entre competidores como intrinsecamente paradoxal.

Agentes como Clientes, Consumidores e Fornecedores, por outro lado, desempenham um papel essencial nas redes de inovação. Eric Von Hippel (1988) em seu livro “*Sources of Innovation*” estuda o desenvolvimento de inovações e destaca o papel que a interação entre usuários e fornecedores para o desenvolvimento de inovações tecnológicas no campo da indústria física, nuclear, dentre outros. Fornecedores são agentes de cooperação relevantes

principalmente em ações que envolvem o desenvolvimento de produtos em conjunto com a intenção de aumentar a eficiência da produção. As empresas se empenham em relação de cooperação com clientes e consumidores com objetivo de realização de parcerias estratégicas, ajustes pontuais associados ao contexto da inovação, testar o produto com um público alvo restrito, a fim de avaliar a aceitabilidade e rejeição da inovação do mercado e reduzir assim o risco envolvido na introdução dessa no mercado (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020). As participações desses nas redes de cooperação desempenham um papel de maior significância nas últimas três pesquisas da PINTEC (IBGE, 2013; IBGE, 2016; IBGE, 2020).

Uma outra característica muito debatida em relação aos agentes de cooperação se dá no entendimento se a origem desses é nacional ou internacional. O Brasil possui uma quantidade considerável de empresas internacionais e é o 11º país que mais registrou fluxos de Investimento Estrangeiro Direto (IED) no mundo em 2020, ainda que em queda brusca por consequência da pandemia do COVID-19 (CEPAL, 2021). O desenvolvimento de redes internacionais de P&D entre universidades e empresas se intensifica a partir da década de 1980 com a intensificação do processo de globalização e das empresas multinacionais em países em desenvolvimento (REDDY, 1997). Com o desenvolvimento de tecnologias de ICTs foi possível a gestão de programas de P&D e estratégias de cooperação que envolvem pesquisadores situados em diversas regiões do planeta, fortalecendo o surgimento de redes internacionais de cooperação tecnológica (ZUCOLOTO; CASSIOLATO, 2014; KOMODA; NAKAYAMA; HAYASHI, 2021).

Uma série de razões irão justificar o estabelecimento e as motivações que levam empresas multinacionais a formarem redes de P&D no país. Os primeiros estudos irão reforçar o papel de ativos específicos que essas possuem capazes de competirem com concorrentes nacionais. Esses ativos específicos podem estar associados a posse ou busca de estruturas de custos vantajosas (economias de escala, financiamento), de poder de mercado ou ao acesso a tecnologias e patentes.

Dunning (1998) irá discutir que o aspecto geográfico associado ao IED possui uma construção de conhecimento associada ao contexto específico desse país. A construção dos ativos está em muitos casos associada a aspectos locais da produção. Na medida em que a firma multinacional moderna se adapta ao contexto de uma economia do conhecimento globalizada, aumenta a pré-disposição dessa de se engajar em ações de cooperação com consumidores, fornecedores e competidores que afeta o fluxo de conhecimento em escala global.

A crescente interdependência entre países por consequência da integração de empresas estrangeiras em partes importantes das cadeias de produção demonstrou a importância de

estudar as cadeias de produção em escala global (GEREFFI, 1994). As empresas internacionais se estabelecem dentro de Cadeias Globais de Valor (CGV), com objetivo de capturar a maior quantidade de valor adicionado dentro de cadeias de produção globalizadas. CGVs são definidas como o conjunto de atividades produtivas empregadas para execução do produto final entre empresas de diferentes países e regiões do mundo. A produção em escala nacional é cada vez mais dependente de produtos intermediários de origem estrangeira (GEREFFI, 2014), com a presença de clientes e fornecedores internacionais em diversas etapas da cadeia de produção.

A estratégia das empresas globalizadas de *sourcing* de fornecedores globais com objetivo de redução de custos em suas cadeias produtivas fez com que uma pressão fosse feita principalmente em países do sul global para especialização das suas indústrias (GEREFFI, 2014). Com isso, há uma reorientação para que os países integrassem as CGVs estrategicamente em atividades das quais fossem possíveis escalar em termos de captura de valor (*upgrading*). O processo de *upgrading* dos países envolve a estratégia desses em escalar em etapas de maior valor adicionado nas CGVs e assim melhorar a posição estratégica desses países na participação do comércio internacional.

Diversos autores ressaltam que o processo de *upgrading* dos países em desenvolvimento ocorre combinado com fatores associados a posição dos países nas CGVs associado a características internas dos países, como o estado de maturidade do sistema produtivo, mercado de trabalho e capital financeiro (WHITFIELD; STARITZ; MELESE; AZIZI, 2020). Especialmente para firmas de menor porte, participar dessas CGVs permite que essas tenham acesso à informação sobre a qualidade dos produtos, a tecnologia associada a produção, além do acesso a mercados globais antes inacessíveis (JUROWETZKI.; LEMA; LUNDVALL, 2018). As indústrias só serão capazes de absorver e avançar no *upgrading* na medida em que tiverem competências necessárias que permitam as firmas de absorver, decodificar e aplicar esse conhecimento, fato esse que envolve esforço tecnológico significativo (MORRISON; PIETROBELLI; RABELLOTTI, 2008).

A diminuição das diferenças tecnológicas entre países atrasados em relação aos países já líderes (*catching-up*) ocorre de maneira muito específica. No ponto de vista dos economistas evolucionários a forma pela qual o processo de avanço tecnológico irá ocorrer é intrinsecamente particular ao exemplo analisado (LEE; MALERBA, 2018). Alguns autores irão associar o processo de *catching-up* que envolve principalmente a cópia de tecnologias de países mais avançados na escada tecnológica para países atrasados (LALL, 2000).

Os autores evolucionários irão compreender que o desenvolvimento de trajetórias tecnológicas está relacionado a um contexto localizado e histórico específico de cada país que

difícilmente coincide com a trajetória de países líderes. A cópia direta de trajetórias tecnológicas é improvável na medida em que determinadas inovações possuem aspectos locais de onde a inovação foi concebida, isso dificulta a importação automática de tecnologias (MALERBA; LEE, 2021). O processo de aprendizado das firmas para conseguir utilizar inovações se associa com a própria estrutura do SNI e da interação com diversos agentes dentro desse processo, sendo assim uma trajetória singular.

Esse processo não irá seguir necessariamente as mesmas etapas que experiências anteriores, podendo acontecer de forma mais acelerada (*stage-skipping*) ou experimentando suas próprias trajetórias tecnológicas (*path-creating*) (LEE; KIM; 2000). Os países em desenvolvimento, nesse sentido, possuem a oportunidade de se desenvolverem através da internacionalização dentro das CGVs para estágios mais sofisticados de produção e de absorção de valor adicionado. Dentro do contexto brasileiro, as atividades de cooperação internacionalizadas podem ser úteis para o processo de desenvolvimento brasileiro, na medida em que essas ações de cooperação representam uma transferência de conhecimento capaz de escalar para atividades mais sofisticadas dentro das CGVs.

#### **2.4 UM EXEMPLO BEM-SUCEDIDO DE INSERÇÃO EM CADEIAS GLOBAIS DE VALOR: A INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE**

O Brasil é um país que possui integração no comércio internacional, principalmente no caso de indústrias intensivas em recursos naturais. Considerando dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2020), o país possuiu um superávit de 50,39 bilhões de dólares e as principais atividades econômicas exportadoras superavitárias são relacionadas a indústrias intensivas em recursos naturais. Dentre as indústrias contempladas na pesquisa, uma especial ganhou destaque durante a análise dos dados: Fabricação de celulose e outras pastas. O Brasil é o 2º maior exportador mundial de papel e celulose, possuindo cerca de 14.8% do Market-share desse mercado, com empresas nacionais na crista do desenvolvimento tecnológico (FIGUEIREDO; 2010), representando um caso bem-sucedido de internacionalização.

Os trabalhos de Paulo Figueiredo sugerem algumas características importantes que irão contribuir para a resposta da nossa pergunta de pesquisa. A indústria de papel e celulose é um caso brasileiro onde houve uma trajetória tecnológica de *catching-up* em que o avanço tecnológico ocorreu não apenas alcançou a fronteira tecnológica como também contribuiu para o desenvolvimento de tecnologia nova (*path-creating*). Destaca-se a presença de cooperação com agentes nacionais e internacionais, em especial sua inserção em redes de P&D

internacionais com a participação de universidades e institutos de pesquisa (FIGUEIREDO, 2010).

Durante o início da trajetória tecnológica houve também uma importância fundamental da importação de mão de obra estrangeira e cadeias produtivas internacionais, principalmente referente à cooperação com fornecedores estrangeiros de insumos e bens de capital (SCOTT-KEMMIS, 1988). Figueiredo (2010) descreve o processo inovativo da indústria de papel e celulose ressaltando o bem-sucedido processo de *catching-up* experimentado entre 1950 e 2007, através de uma trajetória tecnológica própria que permitiu algumas empresas brasileiras do setor se estabelecerem internacionalmente como empresas líderes nos seus segmentos de mercado. Essa liderança foi possível a partir da construção de capacidades inovativas que, primeiramente, viabilizaram a produção em larga escala da celulose e, posteriormente, o desenvolvimento gradativo de linhas de pesquisas que permitiram a viabilidade da produção em larga escala de celulose de fibra curta proveniente do eucalipto. O acúmulo de capacidades inovadoras, ao invés de fazer as empresas locais seguirem a trajetória dos países pioneiros, Escandinávia e Canadá, permitiu a elas desenvolverem sua própria trajetória tecnológica até se tornarem líderes na produção de celulose de fibra curta de eucalipto (FIGUEIREDO, 2010).

O surgimento da indústria é explicado pela emergência de uma demanda nacional por papel provocada pela necessidade de impressão de papéis e documentos oficiais após a vinda da família real ao Brasil e pela imigração europeia para o país no século XIX. Embora as primeiras empresas brasileiras surgiram nesse período (por exemplo, a Melhoramentos) para atender à crescente demanda, ainda eram incapazes de competir com os produtos importados pela insuficiência de escala, qualidade do produto e escassez de mão de obra qualificada (FIGUEIREDO, 2016). No início do século XX, durante o período das I e II Guerras Mundiais foram formadas as primeiras fábricas de papel e celulose no Brasil. As primeiras fábricas de origem nacional foram construídas a partir empreendedores de famílias de imigrantes com experiência prévia na indústria em seus países de origem (SCOTT-KEMMIS, 1988). As principais fontes de aprendizado eram de origem estrangeira, representando uma séria dependência externa. Os empreendedores relatavam como fortes empecilhos para o desenvolvimento da indústria dificuldades de importação de máquinas e equipamentos e importação de matéria-prima, em especial a celulose. Essas dificuldades futuramente se desdobraram no interesse da indústria em construir máquinas e equipamentos nacionalmente através de cópia de máquinas importadas e no interesse de autossuficiência em celulose (FIGUEIREDO, 2016).

É importante ressaltar nesse período um início de organização institucional das empresas que será importante futuramente para fortalecer interesses na política nacional. Em 1925 é criado o Centro Nacional de Produtores de Papel e Celulose, que futuramente seria transformado na Associação Nacional de Fabricantes de Celulose e de Papel (ANFCP). A fundação dessas instituições foi importante para pressionar o governo brasileiro em assuntos de interesse da indústria, como por exemplo, a suspensão de benefícios fiscais para a importação de papel e outras restrições à importação. O incentivo direto e indireto do governo para as empresas de papel e celulose aconteceu de diversas formas. A necessidade de papel-imprensa por parte do governo para intensificar os esforços de integração nacional durante o governo Vargas foi importante para que o governo incentivasse a produção desse papel no Brasil por meio de políticas de financiamento e de compras públicas (FIGUEIREDO, 2016).

Um importante instrumento de políticas públicas foi a criação de linhas de financiamento para o setor por meio da atuação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE). O governo disponibilizou financiamento, a taxas de juros baixas, para empresas com a contrapartida que a produção fosse feita com uma série de critérios (FIGUEIREDO, 2010). Dentre muitos, vale citar os seguintes: obrigatoriedade de produção autossustentável, com plantações aptas ao reflorestamento e com fontes de água próprias e tratadas antes do descarte, além de serem perto de regiões alta densidade populacional. Por exemplo, foi oferecido à empresa Klabin financiamento, mercado e investimento em estradas de ferro como incentivo para uma construção de uma fábrica de larga escala de celulose. Em 1946, a empresa finalizou sua fábrica e se tornou a maior produtora de papel-imprensa no Brasil com sua produção inteira baseada em reflorestamento.

Durante a década de 1950 foi observada forte dependência de celulose importada para a produção de papel e de maquinário para atualização e expansão das plantas, os preços internacionais da celulose passaram também a serem identificados como fortes empecilhos para o fornecimento de matéria-prima para produção (FIGUEIREDO, 2016). A dependência de bens de capital importados do setor pressionou algumas iniciativas de construção de empresas de máquinas e equipamentos para reduzir a dependência estrangeira de maquinário. Na medida em que essas empresas não conseguiam replicar exatamente a produção de máquinas e equipamentos foi relevante a cooperação com Clientes e Fornecedores para adaptação dessas máquinas (SCOTT-KEMMIS, 1988). Essas iniciativas são importantes pois representam um esforço, embora ainda baixo, de construção de competências para fabricação de bens de capital nacionais, que são usadas como fonte de conhecimento de empresas nacionais. Nesse período também ocorre um esforço das empresas e governo na construção de conhecimento relacionado

à silvicultura e à produção florestal por parte de departamentos de P&D e universidades com objetivo de alcançar autossuficiência em celulose (FIGUEIREDO, 2016). A cooperação entre redes de empresas e universidades será fundamental para a construção de tecnologias que superem dificuldades de plantio e produto específicas do contexto brasileiro (FIGUEIREDO, 2010).

A atuação do Estado na coordenação dessas redes é relevante, com a criação de universidades com formação em ciência florestal e silvicultura, instituições científicas como Instituto de Pesquisa de Estudos Florestais (IPEF) e fontes de financiamento de laboratórios públicos, privados e seus pesquisadores através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Importante sinalizar o papel de empreendedores, engenheiros e pesquisadores nacionais e estrangeiros no desenvolvimento de projetos que viabilizassem a produção de celulose em larga-escala no Brasil (SCOTT-KEMMIS. 1988). A descoberta da viabilidade do uso da celulose de eucalipto surge através de universidades americanas e boa parte dos esforços em desenvolver produções baseadas em celulose branqueada envolvem a interação com universidades estrangeiras. Por exemplo, a Suzano, através do filho do fundador da empresa, Sr. Max Feffer, se empenhou em pesquisas na Universidade de Gainesville afim de encontrar possíveis alternativas de matéria-prima viáveis economicamente. Sua pesquisa não encontra resultados positivos inicialmente, sendo necessário dar continuidade à pesquisa em território nacional até conseguir comprovar a possibilidade de produção de celulose 100% baseada em eucalipto com uma alternativa sustentável e de qualidade. Em 1962 já é possível observar a produção de celulose baseada em eucalipto em algumas empresas brasileiras, em especial a Suzano (FIGUEIREDO, 2016).

A partir da década de 1970 a literatura descreve que há uma descontinuidade da trajetória tecnológica da indústria (FIGUEIREDO, 2010; FIGUEIREDO, 2014) baseada em desenvolvimentos científicos que permitem a produção de eucalipto para exportação com alta qualidade. Durante a década de 1970 algumas inovações relacionadas à biotecnologia por meio de tecnologias de clonagem e desenvolvimento de sementes foram amplamente utilizadas pelas firmas brasileiras.

O IPEF possuiu um importante papel na estrutura organizacional das pesquisas envolvendo universidades e governo, sendo um importante articulador entre os interesses das firmas e departamentos de pesquisa (FIGUEIREDO, 2010; FIGUEIREDO, 2016). O IPEF construiu uma estrutura organizacional de pesquisa que permitia a cooperação entre diversas firmas e universidades, nacionais e internacionais, na articulação de linhas de pesquisa de



interesse comum. Em 1973 é criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) com o objetivo de desenvolvimento de projetos inovadores para subsidiar a agropecuária brasileira, desempenhando também o papel de articulador de atividade de P&D orientada em projetos de interesse comum e articuladas em rede (PENTEADO et. al, 2014). Esses esforços viabilizaram a realização de projetos que aumentaram a eficiência das plantações de eucalipto, como por exemplo a criação da inovação de *rooted-cutting technology (macro-cutting)* e outras inovações de reconhecimento internacional.

O papel das fontes de P&D externas são reduzidas com o passar do tempo na medida em que os desafios de cada empresa exigiam inovações específicas para cada contexto, fortalecendo o P&D interno, e algumas empresas irão desenvolver suas próprias redes de cooperação com universidades (FIGUEIREDO, 2010). A cooperação foi um recurso importante das empresas para fortalecer suas capacidades de inovação tanto para acesso a fontes de P&D externo como direcionamento para o P&D externo. As empresas bem-sucedidas no processo de *catching-up* combinaram esforços internos e externos para desenvolvimento científico, enquanto as que não foram sucedidas possuíam como principal característica a dependência excessiva de P&D externo. O crescente fortalecimento do esforço inovativo dessas empresas irão possibilitar que essas consigam emergir como exportadores de alta qualidade no mercado global.

A partir da década de 90 a indústria de papel e celulose passa a se preocupar em construir capacidades inovativas dentro da trajetória tecnológica distinta construída por eles (FIGUEIREDO, 2010). Junto ao processo de liberalização econômica global típico da década de 1990 as empresas brasileiras ganham maior espaço em relação aos competidores estrangeiros (FIGUEIREDO, 2016), ainda que a entrada no mercado tenha tido desconfiança de clientes internacionais inicialmente. Uma preocupação crescente dos principais grandes clientes se referia à regulamentação ambiental, adesão a normas internacionais de meio-ambiente e o aumento de inovações voltadas para a economia verde (FIGUEIREDO, 2010). A construção de competências e inovações voltadas para esse sentido foram essenciais para a entrada dessas empresas nas CGVs. As empresas conseguiram interagir com universidades do mundo todo dentro de projetos de interação e P&D com empresas e universidades estrangeiras através de projetos de fronteira global de tecnologia, principalmente no campo da bioengenharia e nanotecnologia, como os projetos *Eucalyptus Genome Sequencing Project* e *Genolyptus*. Esses esforços permitiram às empresas nacionais se estabelecerem como líderes globais em interações com os principais pesquisadores no mundo inteiro. Esses esforços permitiram também que as empresas brasileiras tivessem acesso a competências tecnológicas, tanto dentro da fronteira

tecnológica como construindo conhecimento novo para o mundo, contribuindo para a inovação global.

Levando em consideração a importância dos processos de aprendizagem e do papel das redes de cooperação nacionais e internacionais entre empresas, o presente trabalho tem como objetivo responder à seguinte pergunta: A cooperação com agentes internacionais é relevante para as empresas inovadoras brasileiras? Para auxiliar na resposta dessa pergunta, algumas perguntas secundárias serão feitas: (i) Quais são as indústrias que predominantemente cooperam no Brasil? (ii) Quais são as principais fontes de cooperação das empresas inovadoras brasileiras? (iii) Como a cooperação se estrutura dentro das redes de cooperação brasileiras? Para responder essas perguntas será elaborada a rede de cooperação entre o período de 2009 – 2017 das empresas inovadoras brasileiras utilizando os dados da PINTEC para compreender a evolução da cooperação no Brasil.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA DE TEXTOS CIENTÍFICOS**

A seleção de textos que embasam esse trabalho foi feita com auxílio dos navegadores de busca acadêmica tradicionais, em especial o Science Direct e o Google Scholar. Para decidir quais artigos seriam contemplados no trabalho, foi utilizado no campo de busca palavras chave que estejam associadas ao tema em questão. Dentre alguns exemplos, “cooperação”, “análise de redes sociais (ARS)”, “internacionalização”, “Sistemas Nacionais de Inovação (SNI)”, “Cadeias Globais de Valor”, “Papel e Celulose”, “*catching-up*” e outros termos foram utilizados.

No decorrer do projeto de pesquisa, determinados autores se destacaram como referência em determinadas áreas do conhecimento exploradas no trabalho. Em especial, quando foi necessário estudar o setor de papel e celulose dentro do contexto do desenvolvimento da indústria, esse trabalho recorreu com frequência aos trabalhos de Paulo Figueiredo. Foi constatado que o autor em questão é renomada referência do assunto abordado, além da baixa quantidade de trabalhos que busquem discutir a indústria de papel e celulose dentro dos arcabouços teóricos utilizados por esse trabalho.

O uso da metodologia de análise de redes sociais surgiu através da combinação entre a necessidade teórica e experiência prévia. A utilização da metodologia de Análise de Redes Sociais (ARS) foi selecionada a partir da experiência prévia do autor com trabalhos baseados nesse modelo (OLIVEIRA, CRUZ, ACCIOLY, 2022). Os trabalhos anteriores que utilizavam ARS visavam estudar quais são as principais fontes de informação para a indústria brasileira e comparar os resultados com os da literatura especializada. A partir do desenvolvimento desse trabalho foi averiguado que estudar fontes de cooperação seria um caminho natural.

#### **3.2 ANÁLISE DE REDES SOCIAIS (ARS)**

A Análise de Redes Sociais (ARS) é um modelo estudado a partir da teoria dos grafos, que possui como objetivo compreender padrões e mudanças de relacionamento entre agentes a partir de uma estrutura de redes (EASLEY; KLEINBERG, 2010). A metodologia em questão foi selecionada tendo em vista que a cooperação entre atores do SNI é percebida dentro de componentes conectados, onde o fluxo de conhecimento entre atores dentro desse sistema é relevante (BASSO; PEREIRA; PORTO, 2021). A ARS é um modelo que permite analisar a interação de modo holístico, compreendendo a importância de atores específicos ao mesmo tempo em que se analisa a rede como um todo e a interação entre componentes (TABASSUM, 2018).

Um grafo pode ser definido como um conjunto de elementos classificados como *nós* que estabelecem ligações representados por *vértices*. As ligações entre esses nós são representadas por *arestas*, que podem ser *direcionadas* quando a relação é estabelecida de um nó para outro, ou *não-direcionadas*, quando não é possível determinar a origem do relacionamento. As arestas do grafo podem ser classificadas como *ponderadas* quando os pesos dessas arestas podem ser diferentes entre si e *não-ponderada* quando todas as ligações possuem o mesmo peso (CHERVEN, K., 2015). Os grafos não precisam necessariamente compor arestas que são da mesma natureza. Em determinados casos é possível observar dentro do conjunto V de vértices subgrupos, que representam grupos de dados diferentes entre si. As arestas estabelecem conexões entre eles, entretanto, nunca com elementos pertencentes ao mesmo grupo. O tipo mais comum desse tipo de grafo é chamado de rede bipartida (HONGYUAN Z., et. Al, 2001).

Uma das vantagens de se utilizar ARS é que esta permite observar características específicas dos componentes conectados (micro), das comunidades estabelecidas (meso) e da rede (macro) de maneira integrada. A ARS possui uma gama variada de indicadores de natureza micro, meso e macro que auxiliarão no entendimento da estrutura do grafo analisado. O software utilizado para calcular os indicadores e gerar as redes é o Gephi 0.9.2 (BASTIAN; HEYMANN; JACOMY, 2009).

Os indicadores macro representam características estruturais da rede analisada (TABASSUM, 2018). O número de nós e arestas da rede, o grau médio, o comprimento da rede, o número de componentes conectados e a densidade da rede foram os indicadores selecionados. Esses indicadores serão utilizados para entender a dinâmica da rede, se a mesma tem evoluído ou não com o tempo e se há potencial de expansão de conexões dentro dessa rede.

As características mais básicas da rede se referem ao número de nós e arestas da rede. Uma maior (menor) quantidade de nós indica uma maior (menor) quantidade de indústrias e fontes de cooperação que estabelecem alguma relação de cooperação. Vértices que não possuem conexão não são contemplados na rede. Uma maior (menor) quantidade de vértices indica uma maior (menor) interação entre os atores estabelecidos na rede. O comprimento da rede representa o maior número de ligações que um nó específico precisa para cruzar por toda a rede e indica a fluidez que a informação transita. Entretanto, será apenas possível definir se houve maior intensidade na interação entre os nós a partir do indicador de grau médio. O grau médio é definido como a divisão do número de vértices pelo número de arestas da rede e representa a quantidade média de conexões que um nó individualmente estabelece na rede.

Quanto maior (menor) o grau médio maior (menor) a complexidade da rede (TABASSUM, 2018).

A densidade da rede, por outro lado, mede a razão entre as conexões existentes da rede com as possíveis conexões. Sua principal função é medir o percentual de conexões atuais em relação às conexões possíveis (BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2018). O indicador varia entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1 mais intensa é a interação entre os nós contemplados na rede, quanto mais próximo de 0 menos intensa é essa interação. O indicador meso utilizado foi o algoritmo de modularidade (BLONDEL et al, 2008), que tem como objetivo captar possíveis agrupamentos de agentes que possuem características e padrões semelhantes de interação<sup>2</sup>. O objetivo da sua utilização é verificar a presença de padrões e possíveis grupos dentro da rede analisada e padrões de cooperação. Os indicadores micro foram utilizados para medir o grau de relevância e posição dos nós dentro da rede e se referem às medidas de centralidade (BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2018). Como os nós da rede são divididos entre indústrias e agentes de cooperação será oferecida uma interpretação para cada tipo de nó.

O trabalho em questão utiliza as centralidades de grau, intermediação e autovetor (BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2018). A centralidade de grau é o indicador mais básico dentre as centralidades e mede o total de vértices conectados em um determinado nó. Para os vértices que são indústrias quanto maior (menor) a medida de centralidade de grau maior será a quantidade de agentes de cooperação que são empregadas para estabelecer ações de cooperação nessa determinada indústria. Quando o nó se trata de uma fonte de cooperação, quanto maior for sua centralidade de grau maior será a sua influência para a cooperação das indústrias consideradas na rede. Essa medida é importante para indicar, no ponto de vista das indústrias, a heterogeneidade de agentes empregados nas ações de cooperação inovativa, e no ponto de vista das fontes de cooperação sua relevância como fonte de cooperação para as indústrias (BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2018).

A centralidade de intermediação mede a quantidade de vezes que o *nó* em questão é atravessado por outros *nós* para que esses percorram o caminho mais rápido dentro da rede para alcançar outros *nós*. A centralidade de intermediação mede a importância relativa de determinado nó para a continuidade do fluxo de informação de determinada rede (FREEMAN; ROEDER; MULHOLLAND, 1979). Quanto maior o valor encontrado na centralidade de intermediação mais importante esse nó será no fluxo de conhecimento dessa rede. É esperado que um nó com alta centralidade de intermediação seja essencial para o desenvolvimento de

---

<sup>2</sup> Os agrupamentos foram diferenciados entre si a partir da cor em que os nós foram coloridos na rede.

ações de cooperação dessa rede. Tanto no caso das fontes de cooperação quanto no caso das indústrias a medida de centralidade reflete na importância do nó no compartilhamento de conhecimento para as indústrias na rede e sua capacidade de disseminar aprendizado.

Por fim, a centralidade de autovetor mede a importância dos vizinhos de determinado nó dentro da rede analisada (BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2018). Essa centralidade leva em consideração não apenas o nó em questão como a influência dos seus vizinhos dentro da rede analisada. É esperado que nós com alta centralidade de autovetor sejam relevantes dentro da rede de cooperação analisada. Isso significa dizer que esses possuem uma capacidade adicional de se conectar com indústrias e agentes de cooperação influentes na rede, possibilitando uma posição privilegiada no fluxo de conhecimento.

É importante destacar que as centralidades dos setores industriais serão naturalmente inferiores as fontes de cooperação. Os setores industriais podem se conectar com no máximo 8 fontes de cooperação enquanto as fontes de cooperação podem se conectar com até 55 setores industriais, o que significa que suas centralidades devem ser comparadas entre os setores industriais apenas.

### **3.3 DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS**

A principal fonte de dados sobre inovação no país é a Pesquisa de Inovação (PINTEC), feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Feita desde 2000, a PINTEC é baseada em diretrizes especificadas no Manual de Oslo (OCDE), cujo objetivo é garantir uma padronização que permita comparações internacionais entre países aderentes a essas normas (IBGE, 2022). A pesquisa investiga os principais indicadores quantitativos e qualitativos capazes de capturar a evolução do desempenho inovativo das empresas e seus motivos. A pesquisa é feita trienalmente desde 2000, abrange empresas com número de funcionários empregados superior a 10 e pertencentes à indústria extrativa, de transformação e de setores específicos do setor energético e de serviços. A cooperação é investigada em três tabelas da PINTEC, que buscam entender o tipo de agente relevante para a ação de cooperação, se a cooperação foi executada entre residentes/estrangeiros e a natureza do objetivo da cooperação (Tabelas 1.1.17, 1.1.18 e 1.1.19, respectivamente).

Para o presente trabalho iremos utilizar as tabelas 1.1.17 e 1.1.18, considerando os anos de 2011, 2014 e 2017. A decisão de excluir a tabela 1.1.19, que abrange o tipo de inovação da cooperação ocorreu porque esta foi considerada apenas complementar para a investigação em questão e pode ser utilizada em estudos futuros.

Em relação à quantidade de edições selecionadas, havia uma intenção inicial de abranger o maior número de edições da PINTEC, com a maior amplitude dos nós possível. Entretanto, a partir de 2011 a PINTEC atualizou a Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE) da 1.0 para 2.0, ampliando a quantidade de setores industriais considerados na pesquisa. Decidir incluir pesquisas anteriores a 2011 obrigaria a reduzir o número de nós contemplados em favor de uma maior série temporal de dados (COSTA, 2019). O setor industrial selecionado para estudo somente é possível de ser analisado na rede se utilizada a CNAE 2.0. As redes construídas no presente estudo são não-direcionadas, tendo em vista que a PINTEC não informa a orientação das conexões entre indústria e a fonte de cooperação. O uso de redes não-direcionadas é adotado em situações onde: (i) não é possível reconhecer quem inicia a relação através da base de dados; (ii) ambos os atores se empenham na interação simultaneamente, por exemplo, em redes onde a interação surge a partir de atores envolvidos em ambos os nós; ou (iii) há predominância de conexões não-direcionadas na rede (ALVES; SZAPIRO; VARGAS; BRITTO, 2019). É compreendido que o fluxo de informação ocorre tanto da indústria para o agente, como do agente para a indústria.

Os vértices são não-direcionados e binários nos dois tipos de redes construídas. Para definir se determinada indústria estabelece cooperação (ou não) e também se essa cooperação é internacional (ou não) foi construída uma regra objetiva para cada tabela da PINTEC. Faria, Lima e Santos (2010) utilizam uma regra similar à utilizada para estudar a importância da cooperação com parceiros para empresas portuguesas. Os autores utilizaram um modelo Probit cuja variável binária selecionada foi construída a partir da pergunta se determinado agente de cooperação teve alta, média ou baixa relevância. Para as empresas que responderam que determinado agente de cooperação não cooperou, ou que sua relevância foi baixa foi dado valor 0, quando considerado médio relevante 1 e caso considerado altamente relevante 2. Os autores estudaram a cooperação no nível da empresa, enquanto no presente trabalho foi estudado em nível dos setores industriais disponibilizados pela PINTEC. Enquanto o trabalho dos autores utiliza um modelo probabilístico Probit, no presente trabalho será utilizada a ARS.

Outros trabalhos que decidiram por utilizar a teoria das redes utilizaram o recurso de um filtro como critério de decisão de conexão entre os elementos da rede. A necessidade de incluir um filtro para determinar conexão entre nós foi utilizada por Costa (2019) com objetivo de estabelecer uma ponte entre a análise de insumo-produto e a teoria das redes (ARS). Foi possível estabelecer um critério que selecione quais fluxos econômicos entre setores são suficientemente relevantes para a análise em questão. Oliveira, Cruz e Accioly (2022) aplicam a metodologia semelhante a partir da base de dados da PINTEC para estudar Fontes de

Informação são relevantes para os setores industriais, também utilizando a metodologia ARS com redes não-direcionadas e binárias. De forma análoga, o filtro será utilizado no presente trabalho para identificar quais fontes de cooperação são de maior relevância para os setores industriais. A decisão de trabalhar com redes binárias foi feita pois o objetivo da pesquisa é compreender quais setores industriais entendem como relevante ou não as fontes de cooperações internacionalização contempladas na PINTEC.

A tabela 1.1.17 se refere a “Empresas que implementaram inovações, total e com relações de cooperação com outras organizações, por grau de importância da parceria, segundo as atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionados” (IBGE, 2020). É pedido para as empresas classificarem a importância de determinado agente de cooperação entre “Alta”, “Média” ou “Baixa ou Não Relevante”. O indicador construído soma por indústria o número de respostas que classificam a inovação como alta ou médio e divide pelo número total de empresas que implementaram inovações. No caso das redes considerando apenas empresas que estabeleceram ações de cooperação a divisão considera o número total de empresas que sinalizaram terem estabelecido ações de cooperação. A partir do percentual encontrado um filtro é aplicado, seguindo a seguinte regra:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se } \frac{X_{ij}}{X_i} \geq 0,4 \\ 0, & \text{se } \frac{X_{ij}}{X_i} < 0,4 \end{cases}$$

Sendo  $X_{ij}$  a soma de alta e médio relevante da fonte de cooperação  $j$  para a indústria  $i$ , e  $X_i$  do total de empresas considerado para cada indústria. Dois vértices se conectam quando há a predominância da relevância de determinada fonte de cooperação para o segmento industrial. Para identificar a existência de uma conexão como relevante foi definido um parâmetro que consiga indicar a existência de conexão entre os agentes. Caso esse indicador seja superior a 40%, essa indústria se conecta com a fonte de cooperação.

A tabela 1.1.18 se refere a “Empresas que implementaram inovações, total e com relações de cooperação com outras organizações, por localização do principal parceiro, segundo as atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionados” (IBGE, 2020). É solicitado para as empresas identificarem a origem dos parceiros de cooperação entre Brasil e Exterior. O indicador construído soma por indústria o número de respostas que classificam o parceiro de inovação como “Exterior” e divide pelo número total de empresas que implementaram inovações. No caso das redes considerando apenas empresas que estabeleceram



ações de cooperação a divisão considera o número total de empresas que sinalizaram terem estabelecido ações de cooperação. A partir do percentual encontrado um filtro é aplicado, seguindo a seguinte regra:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se } \frac{Y_{ij}}{Y_i} \geq 0,4 \\ 0, & \text{se } \frac{Y_{ij}}{Y_i} < 0,4 \end{cases}$$

Sendo  $Y_{ij}$  a soma o número de respostas que classificam a origem da fonte de cooperação  $j$  como “Exterior” para a indústria  $i$ , e  $Y_i$  o total de empresas considerado para cada indústria. Dois vértices se conectam quando há a predominância da relevância de determinada fonte de cooperação para setor industrial. O mesmo parâmetro é definido para a tabela 1.1.18. Caso esse indicador seja superior a 40%, essa indústria estabelece cooperação com uma fonte de cooperação internacionalizada.

Algumas análises da base de dados foram feitas para chegar até o melhor parâmetro para construção da matriz adjacência binária e 0,4 foi definido como o ideal. É possível observar que o percentual de ações de cooperação com fontes de cooperação estrangeiras em relação ao total, por fonte de cooperação, representa um grupo muito restrito em todos os triênios contemplados (ver apêndice B)<sup>3</sup>.

Esse resultado reflete diretamente a quantidade de participantes em todas as redes construídas para esse trabalho, pois o conjunto de empresas que desempenharam ações de cooperação de origem estrangeira é muito reduzido. Inicialmente, foram construídas as redes de cooperação internacional contemplando o total de empresas que inovaram, sendo através de ações de cooperação ou não. Onde o triênio de 2012 – 2014 não apresentou nenhum nó, e nos triênios restantes apenas uma indústria apresentou conexões na rede: Fabricação de celulose e outras pastas (17.1). Assim, utilizando o parâmetro de 40% como corte para a construção da matriz adjacência binária, foi possível construir as redes de cooperação contemplando apenas o conjunto de empresas que cooperaram.

Um outro argumento que fundamentou a decisão de considerar apenas o conjunto de empresas que cooperaram foi o entendimento que essas possuem características que as diferem substancialmente das demais. As empresas que cooperam são marcadas por serem um grupo restrito, entretanto, significativo em termos de faturamento e esforço inovativo (TESSARIN;

---

<sup>3</sup> Se considerarmos os percentuais das empresas que reportaram ações de cooperação com parceiros estrangeiros em relação a todas as empresas que reportaram inovações, seja através de ações de cooperação ou não, as participações desse grupo ultrapassam 2% apenas em parceria com fornecedores (ver apêndice 1)

SUZIGAN; GUILHOTO, 2020). Foi compreendido que se o objetivo seria compreender se as empresas inovadoras estabelecem cooperação internacionalizada, é essencial centrar o estudo para o conjunto de empresas inovadoras que engajam em ações cooperação. Por isso, foi optado por construir redes considerando apenas as empresas que responderam que executaram inovação com ações de cooperações.

Para investigação dos resultados, será primeiramente exposto os resultados das redes de cooperação por intensidade e em seguida os de cooperação internacionalizada. Essa decisão foi tomada pois é importante saber quais são os nós que interagem com maior intensidade com os agentes de cooperação e como esses integram as redes de cooperação internacionalizada. No ponto de vista das fontes de cooperação, será investigado a posição dos nós conectados nas redes internacionalizadas dentro das redes por intensidade para saber se os agentes os quais os setores industriais se conectam interagem de modo intenso ou não. No ponto de vista dos setores industriais, é importante saber a posição desses nós em termos de intensidade em relação a sua posição nas redes internacionalizadas.

A rede foi construída considerando 55 setores industriais e 8 agentes de cooperação contemplados na PINTEC como *vértices* e classificados nas redes construídas a partir da classificação da CNAE 2.0. Entretanto, a comparação entre nós nessa rede deve ser feita com alguma parcimônia. Nem todos os nós contém a mesma hierarquia classificativa da CNAE 2.0, logo, essa rede contempla nós de diferentes atividades econômicas descritas como Seção, Divisão, Grupo e Classe; essa classificação está disponível no Apêndice 1 desse trabalho. Alguns setores industriais aparecem na pesquisa tanto de maneira agregada quanto desagregada, quando um setor é possível de ser desagregado é considerado apenas o nó decomposto. Além disso, foi observado que a PINTEC aglutina atividades econômicas com classificações diferentes dentro do mesmo grupo, pois algumas indústrias são tão concentradas que seria possível acessar a informações sigilosas de determinadas empresas.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 INDICADORES MACRO DAS REDES DE COOPERAÇÃO**

Os indicadores macro serão utilizados para compreender as características gerais das redes de cooperação estudadas. Esses irão contemplar aspectos amplos da rede de cooperação e sua evolução durante os triênios estudados. A Tabela 1 mostra os indicadores macro da rede de cooperação por intensidade.

**TABELA 1 - Estatísticas Macro das Redes de Cooperação por Intensidade**

<b>Estatísticas da Rede</b>	<b>2009 - 2011</b>	<b>2012 - 2014</b>	<b>2015 - 2017</b>
Qtde. de Nós	63	63	62
% Nós em relação ao total	100%	100%	98%
Qtde. de Arestas	368	412	374
Grau Médio	5,84	6,54	6,03
<i>dos Setores Industriais</i>	6,69	7,49	6,93
<i>das Fontes de Cooperação</i>	46,00	51,50	46,75
Componentes Conectados	1	1	1
Densidade	0,094	0,105	0,099
Diâmetro	5	4	4
Comprimento Médio do Caminho	2,168	2,066	2,08

Fonte: Elaboração própria

Primeiramente, é importante destacar que a quantidade de empresas que inovaram a partir de ações de cooperação, segundo a PINTEC, teve expressiva queda. No triênio 2009 – 2011 foram reportadas 7.694, enquanto em 2015 – 2017 6.120, o que representa uma queda de 20,5%. A mesma tendência ocorreu com as empresas que implementaram inovações com 45.950 no primeiro triênio e 39.329 no último triênio, respectivamente, com uma queda de 14,4%. Esses resultados refletem um cenário de crise econômica que se inicia no período de 2015, que impacta diretamente nos indicadores de inovação do período. Ainda segundo a PINTEC A receita destinada para investimentos em inovação nesse período despencou de R\$ 81,5 Bilhões em 2014 para R\$ 67.3 Bilhões em 2017, representando uma queda de 17,42%. Os gastos de inovação de 2017 representam 1,95% da receita líquida em relação aos 2,5% de 2014. A quantidade de empresas que tiveram algum tipo de financiamento a partir de benefícios concedidos pelo governo caiu de 39,9% para 26,2% (IBGE, 2021). Esses resultados impactam diretamente as redes de cooperação na medida em que o conjunto de empresas inovadoras caiu junto com o esforço dos gastos em investimento inovador.

Durante os períodos estudados todos os nós tiveram algum tipo de conexão durante todos os triênios, com exceção do triênio de 2015 -2017, período no qual o nó Máquinas para extração e construção não apresentou nenhum tipo de conexão. A quantidade de arestas, que representam as conexões entre agentes de cooperação e indústrias consideradas intensas foi, respectivamente, 368 em 2009 - 2011, 412 em 2012 – 2014 e 374 em 2015 – 2017, representando uma estagnação no período estudado. Esse resultado pode estar indicando que a

queda dos esforços de inovação do período impactou significativamente o estabelecimento de cooperação no último triênio, que apresentou resultados em patamar similar ao de 2009 – 2011.

O indicador do grau médio auxilia na compreensão da evolução da intensidade da interação e foi separado por fonte de cooperação e setor industrial. Os resultados encontrados apontam que durante o triênio de 2012 – 2014 houve um aumento da complexidade das interações que não foi sustentado no período seguinte. Os graus médios da rede encontrada dos setores industriais e fontes de cooperação representam 38,5% e 43,2% do maior grau médio possível, o que demonstra algum grau de expansão da intensidade da rede. O diâmetro da rede mede o maior número de conexões necessárias para atravessar a rede, enquanto o comprimento médio indica a quantidade média de nós que um par de nós para se conectar um com o outro de modo mais curto. O diâmetro da rede diminuiu de 5 para 4, enquanto o comprimento médio do caminho oscilou entre 2,168 e 2,08, representando um razoável fluxo de informação na rede.

A densidade da rede mede o percentual de conexões possíveis entre os nós em relação ao número máximo de conexões possíveis na rede. Os resultados encontrados revelam que a densidade da rede se manteve relativamente a mesma durante todo o período estudado. Essa alcançou até 54% do seu potencial máximo, o que indica uma densidade mediana da rede mantida mais ou menos a mesma durante esse período. O nível de densidade da rede pode sinalizar que essa possui como característica uma baixa conectividade em termos de intensidade entre agente de cooperação e setores industriais.

Os indicadores macro demonstram que a rede de cooperação por intensidade no período estudado possui um certo nível de complexidade, embora em queda. Os setores industriais cooperam com poucos agentes de cooperação, o que pode refletir um determinado padrão de comportamento em termos de cooperação industrial das empresas inovadoras brasileiras. A Tabela 2 demonstra a distribuição da quantidade de parceiros engajados em ações de cooperação industrial dentro das redes analisadas. É possível averiguar que a maioria dos setores industriais se engajam com um número igual ou inferior a três parceiros. O número de setores industriais envolvidos em ações de cooperação com seis ou mais parceiros não supera 20% em nenhum dos períodos estudados. Esse resultado corrobora com resultados que indicam certa razoabilidade em impor limitações na abertura das empresas para inovação para a maioria das empresas, ainda que em determinados casos maior heterogeneidade dos parceiros seja adotada como estratégica (LAURSEN; SALTER, 2014).

**TABELA 2 - Distribuição da Quantidade de Parceiros dos Setores Industriais**

<b>Quantidade de Parceiros de Cooperação</b>	<b>2009 - 2011</b>	<b>2012 - 2014</b>	<b>2015 - 2017</b>
1	9%	4%	5%
2	25%	22%	27%
3	27%	29%	22%
4	11%	16%	22%
5	16%	11%	11%
6	9%	11%	4%
7	2%	4%	7%
8	0%	4%	0%

Fonte: Elaboração Própria

Cooperar com a quantidade máxima de atores do sistema não é esperado para a maioria dos casos, uma vez que há limitações que impedem determinadas indústrias de serem totalmente abertas a cooperação (LAURSEN; SALTER, 2014; HEIMAN; NICKERSON, 2004). A colaboração com parceiros externos exige determinada capacidade de proteção legal e tácita dos participantes que impeça o acesso dessa inovação por concorrentes. O grau de abertura que um determinado setor industrial colabora com o meio externo está associado à sua capacidade de garantir o gerenciamento dessa inovação com seus parceiros. Esse empecilho torna pouco atrativo ampliar seu grau de abertura com parceiros específicos de cooperação em que esse gerenciamento é mais arriscado, como no caso de cooperação com competidores (HAGEDOORN, 1993; RAZA-ULLAH; BENGTSSON; KOCK, 2014).

Laursen e Salter (2014) argumentam que a decisão de cooperar com fontes externas exige um cálculo que leve em consideração os benefícios de acesso ao conhecimento externo desenvolvidas em troca do compartilhamento de uma parte do conhecimento da empresa com parceiros. Esses autores sugerem que o grau de abertura das empresas e a apropriabilidade da tecnologia dessa segue uma função côncava, em que até certa medida a abertura das empresas é positiva, mas que em excesso pode atrapalhar o desempenho inovativo. Não existe uma relação de causalidade explícita, em vista que um maior grau de abertura pode também exigir que o setor se organize para melhor gerenciar seus ativos e proteger sua exposição com maior eficiência. A relação entre abertura e apropriabilidade está associada a necessidade de proteção

e as competências desenvolvidas para aproveitar as oportunidades de cooperação estrategicamente.

Em vista que a cooperação com parceiros é restrita à grupos específicos, é importante reconhecer quais são os atores de maior interação com setores industriais. A Tabela 3 mostra o percentual de participação das fontes de cooperação em relação ao número total de nós.

**TABELA 3 - Participação das Fontes de Cooperação nas Redes**

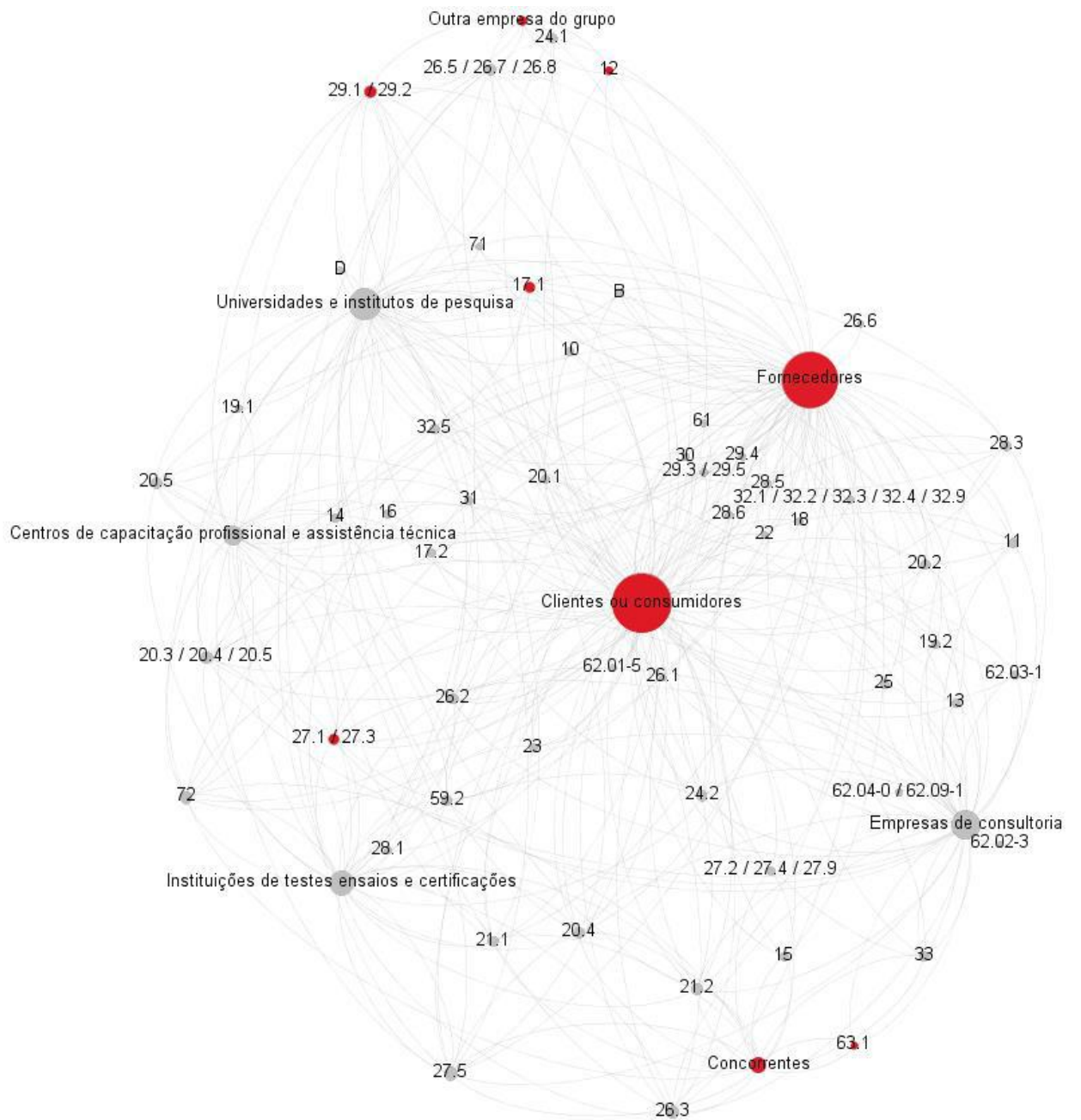
Período	Clientes ou consumidores	Fornecedores	Concorrentes	Outra empresa do grupo	Empresas de consultoria	Universidades e institutos de pesquisa	Centros de capacitação profissional e assistência técnica	Instituições de testes, ensaios e certificações
2009 - 2011	89,09%	83,64%	18,18%	7,27%	38,18%	43,64%	23,64%	30,91%
2012 - 2014	94,55%	90,91%	23,64%	20,00%	40,00%	40,00%	21,82%	43,64%
2015 - 2017	83,64%	89,09%	21,82%	12,73%	34,55%	45,45%	18,18%	34,55%

Fonte: Elaboração Própria

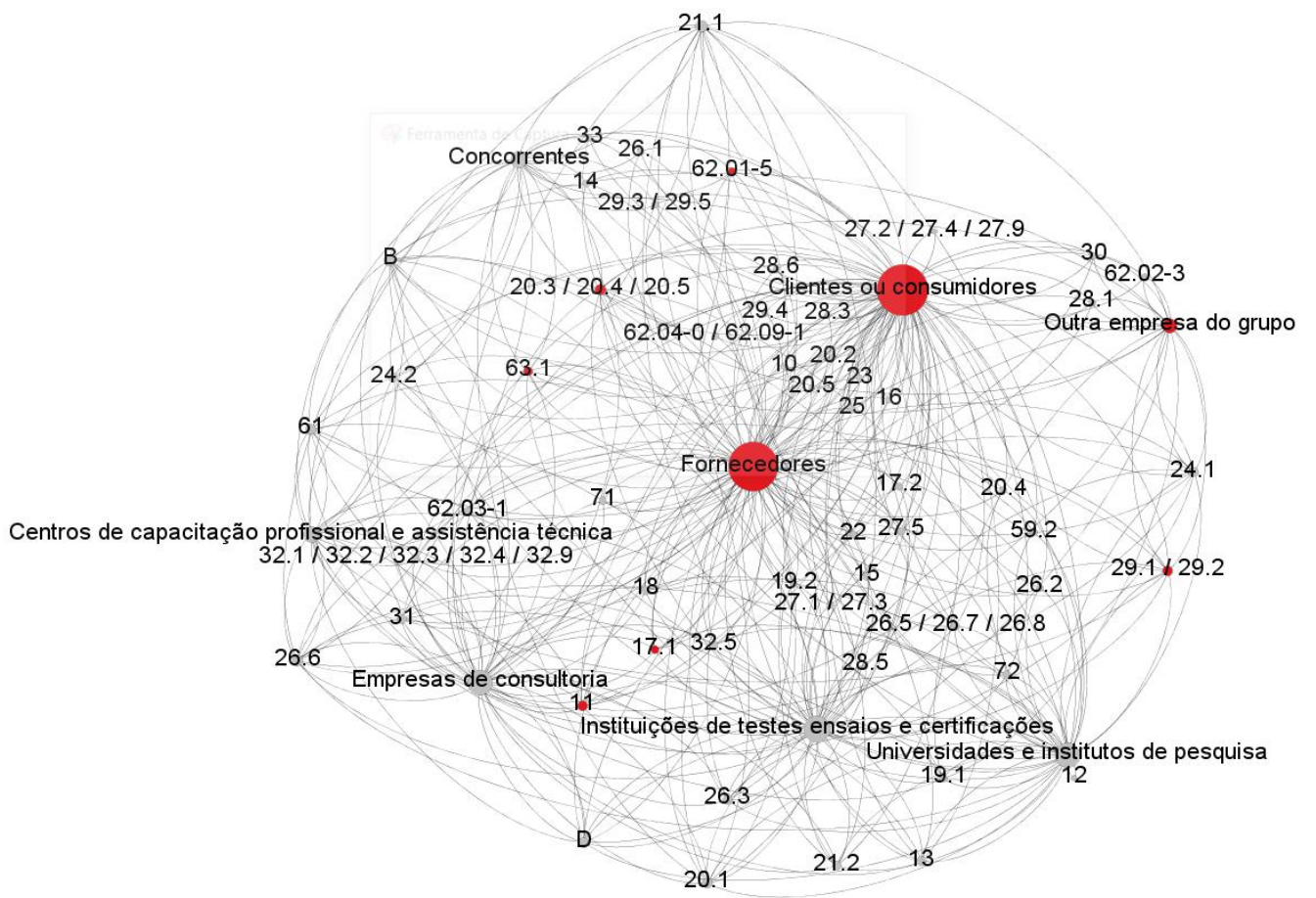
Os resultados demonstram que Clientes e Fornecedores se conectam com a maioria dos setores industriais estudados. A literatura destaca que essas fontes estão associadas à necessidade de adaptação dos produtos e ao processo de implementação no mercado, sendo possivelmente parte do processo de implementação de inovações no mercado (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020). Universidades e Institutos de Pesquisa também tiveram uma participação considerável, sendo a única com crescimento percentual no período estudado. Os demais parceiros do estudo tiveram participação menos significativa, embora relevante. A adoção de outras fontes de cooperação menos frequente pode indicar uma variabilidade das estratégias de cooperação dos setores industriais em termos de escolha de parceiros e abertura desses.

Ao considerarmos a dimensão de localidade é possível perceber a presença de um grupo muito restrito de nós que reportaram cooperação com parceiros internacionais. A Figura 1, 2 e 3 mostram as redes de cooperação por intensidade colorida a partir dos nós que foram identificados nas redes de cooperação internacional de cada triênio. Foram coloridos de vermelho os nós cuja cooperação é de predominância internacional em pelo menos um parceiro. Os que não tiveram nenhum parceiro de predominância internacional foram coloridos de cinza. As indústrias estão representadas por seus números na classificação CNAE e o layout escolhido para melhor visualização de dados foi *ForceAtlas 2*.

**Figura 1**  
**Rede de Cooperação por Intensidade**  
**2009-2011**

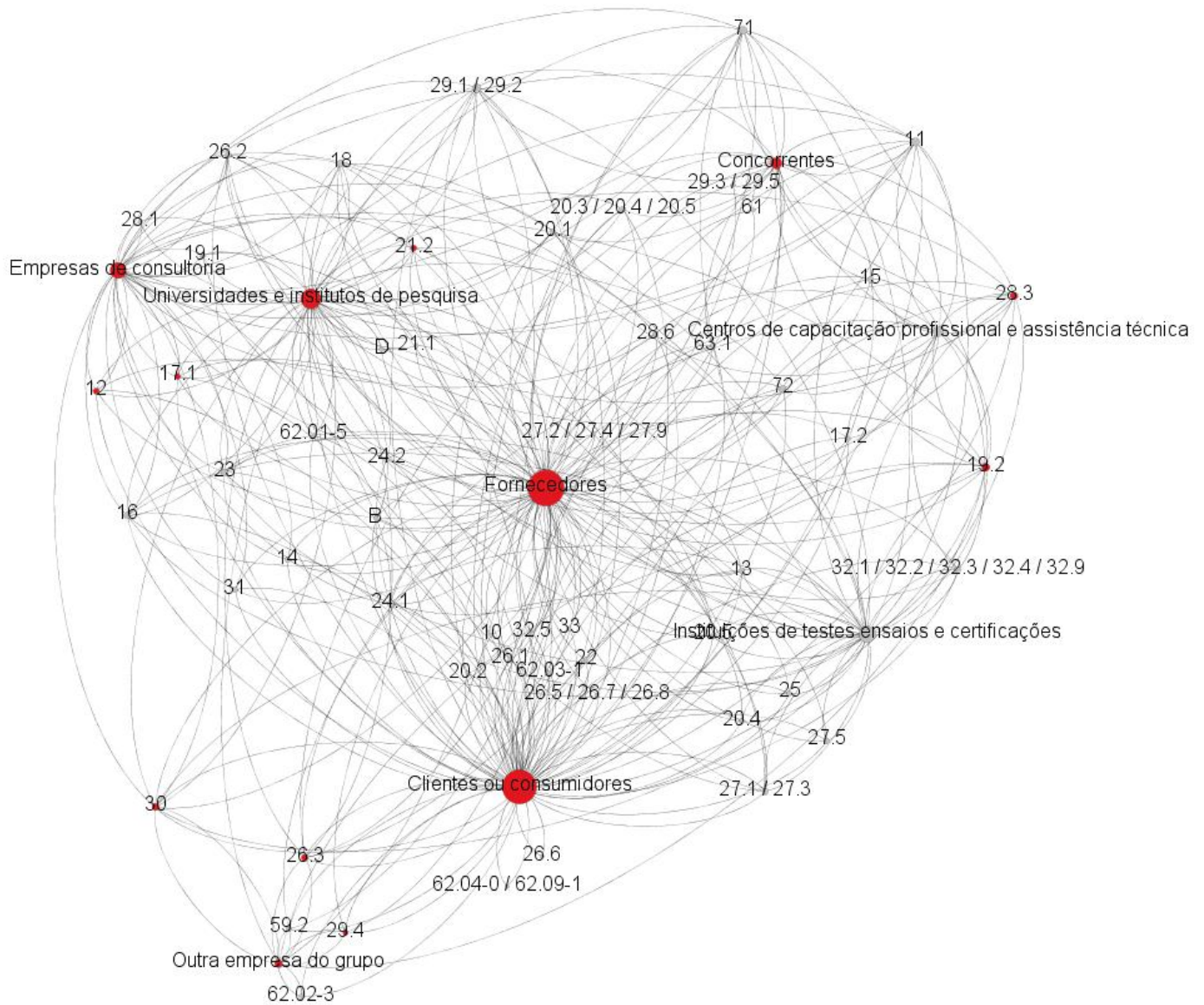


**Figura 2**  
**Rede de Cooperação por Intensidade**  
**2012-2014**





**Figura 3**  
**Rede de Cooperação por Intensidade**  
**2015-2017**



Fonte: Elaboração Própria

O número de nós representa uma quantidade muito restrita de setores industriais que demonstraram ter interação com fontes de cooperação estrangeiros. A quantidade de nós contida das redes não alcança 25% dos possíveis, o que pode sinalizar que esses representam um grupo seleto de nós que reportam um grau de cooperação com parceiros internacionais. A Tabela 4 apresenta os nós que tiveram interação em pelo menos uma das redes de cooperação internacional. A maioria das fontes de cooperação não apareceram nas redes internacionais de forma contínua, com a presença em todas edições apenas de Clientes e Consumidores, Fornecedores e Outras Empresas do Grupo. Centros de capacitação profissional e assistência técnica e Instituições de testes, ensaios e certificações não aparecem em nenhuma das redes construídas. No ponto de vista dos nós de setores industriais apenas Fabricação de Celulose e outras pastas apareceu nas três pesquisas. Os demais nós identificados na tabela apareceram ao menos uma vez no período estudado.

Os resultados da rede por intensidade indicam que a cooperação no Brasil ocorre em geral com um número baixo de parceiros, com destaque para Clientes/Consumidores e Fornecedores. Alguns setores industriais possuem maior variabilidade na escolha por parceiros, com a presença de Universidades/Institutos de Pesquisa, Instituições de Testes e Empresas de Consultoria. Esse resultado pode estar refletindo uma baixa capacidade de inovação dos setores em geral, em vista que a cooperação com Clientes e Fornecedores está associada a um padrão baixo de intensidade inovativa. Quando observado os parceiros cuja localidade é predominantemente estrangeira é identificado um padrão ainda mais restrito, com a presença de um número extremamente baixo de indústria que possuem ao menos um parceiro internacionalizado. Isso pode estar indicando que a parceria com parceiros internacionais acontece em situações muito específicas para a maioria dos setores e na maioria dos casos esporádica.

**TABELA 4 - Participação dos Nós nas redes de cooperação internacionalizadas**

Nós	2009 - 2011	2012 - 2014	2015 - 2017
Clientes ou Consumidores	X	X	X
Fornecedores	X	X	X
Outras empresas do grupo	X	X	X
Concorrentes	X		X
Universidades e Institutos de Pesquisa			X
Empresas de Consultoria			X
Fabricação de celulose e outras pastas	X	X	X
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	X	X	
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas	X	X	
Fabricação de produtos do fumo	X		X
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	X		
Fabricação de bebidas		X	
Desenvolvimento de software sob encomenda		X	
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários		X	
Máquinas e equipamentos para agropecuária			X
Fabricação de equipamentos de comunicação			X
Fabricação de outros equipamentos de transporte			X
Refino de petróleo			X
Fabricação de peças e acessórios para veículos			X
Fabricação de produtos farmacêuticos			X

Fonte: Elaboração própria

A participação de empresas estrangeiras nas redes de cooperação pode ser justificada a partir do fato que essas, embora sejam relevantes no engajamento de ações de cooperação, são em geral um grupo muito restrito de empresas. Em 2014 as empresas estrangeiras que se engajaram em ações de cooperação representavam 1,3% da totalidade e possuíam 26,6% do gasto total de inovação da indústria brasileira (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020). Logo, é de se esperar que sua participação nas indústrias seja reduzida. Para melhor

compreensão dos casos em que a cooperação internacionalizada ocorre, será investigada a rede de cooperação construída a partir da localidade dos parceiros. A Tabela 5 mostra os indicadores macro das redes construídas a partir da localidade das empresas no exterior. As redes construídas possuem um número muito reduzido de setores industriais e fontes de cooperação, embora esse número tenha sido crescente no período estudado.

**TABELA 5 - Estatísticas Macro das Redes de Cooperação Internacional**

<b>Estatísticas da Rede</b>	<b>2009 - 2011</b>	<b>2012 - 2014</b>	<b>2015 - 2017</b>
Qtde. de Nós	9	9	14
% Nós em relação ao total	14%	14%	22%
Qtde. de Arestas	12	14	26
Grau Médio	1,33	1,56	1,86
<i>dos Setores Industriais</i>	2,40	2,33	3,25
<i>das Fontes de Cooperação</i>	3,00	4,67	4,33
Componentes Conectados	3	2	2
Densidade	0,167	0,194	0,143
Diâmetro	3	3	5
Comprimento Médio do Caminho	1,5	1,778	2,478

Fonte: Elaboração Própria

As redes em questão são caracterizadas por um grau baixo de participantes e fontes de cooperação, o número de setores industriais contemplados não ultrapassou 15% do total. O número de conexões também segue a mesma tendência, com a presença de 3% de conexões no máximo. O comprimento médio do caminho aumentou persistentemente, junto ao diâmetro da rede. O aumento desses dois indicadores representa um aumento da complexidade de uma rede muito pouco diversificada.

O grau médio dos nós não superou 2 na série histórica, quando separados, os graus médios dos setores industriais caíram durante os períodos. Por outro lado, tivemos um aumento do grau médio das fontes de cooperação. De todo modo, os graus médios reportados não representam 20% do maior grau possível. Isso significa que as redes de cooperação internacional apresentaram crescimento em número de participantes e de interações entre eles, com um aumento da complexidade da rede, embora limitado a um grupo específico de nós. O número de componentes encontrados em todas as redes demonstra a existência de sub redes dentro da rede encontrada, que sinaliza que as estratégias de cooperação irão acontecer de modo muito específico para cada indústria.

Esses resultados podem indicar que a maioria das ações de cooperação provavelmente ocorrem com maior intensidade com parceiros nacionais de cooperação. Para investigar se tal hipótese era válida, foi comparado ao grau médio dos nós da rede internacionalizada com uma rede contendo apenas conexões que reportaram parceria com cooperadores nacionais. Se considerarmos os indicadores da Tabela 5 podemos averiguar que as empresas cooperam raramente com parceiros no exterior. Isso indica que possivelmente a cooperação ocorre em sua maioria com empresas brasileiras. Caso o grau médio com empresas brasileiras seja superior ao demonstrado com empresas estrangeiras é possível afirmar que a cooperação é superior com empresas nacionais (ver Tabela 6).

**TABELA 6 - Grau médio dos nós encontrados nas redes de cooperação internacional**  
**Grau Médio Internacional x Grau Médio Nacional**

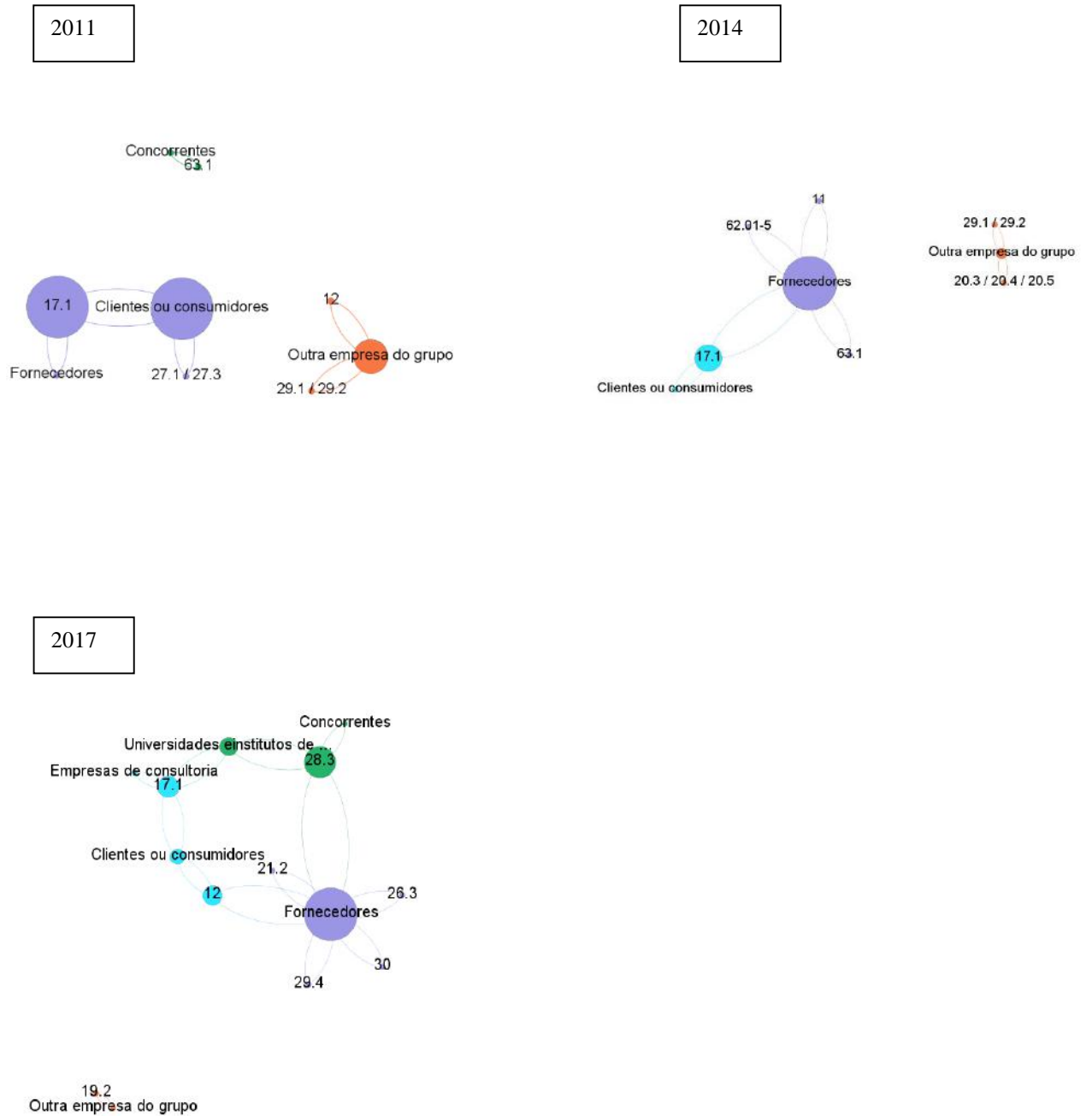
<b>Estatísticas da Rede</b>	<b>2009 - 2011</b>	<b>2012 - 2014</b>	<b>2015 - 2017</b>
Grau Médio da rede de cooperação internacional	1,33	1,56	1,86
Grau Médio da rede de cooperação nacional	3,64	3,21	4,64

Fonte: Elaboração Própria

Dentre as empresas que cooperaram internacionalmente, essas apresentaram maior grau médio quando considerado apenas empresas nacionais. Esse resultado respalda estudos que sinalizam que as integrações entre ações de cooperação vão ocorrer com maior intensidade dentro das fronteiras nacionais em relação às internacionais (GEREFFI, 2014). Na medida em que é compreendido que as redes de cooperação internacional envolvem atores muito específicos na rede, é necessário compreender quem são esses atores.

Além de saber quais foram os nós encontrados na rede, é importante compreender quais os nós possuem maior interação entre si, formando grupos baseados na semelhança de interação de setores industriais com parceiros internacionais. A partir do algoritmo de modularidade é possível agrupar em clusters os nós que tiveram maior interação entre si. Nesse caso, os setores industriais foram agrupados a partir do padrão interação de cooperação com parceiros estrangeiros. A Figura 4 apresenta as redes construídas, os nós foram dimensionados a partir da sua centralidade de grau e coloridos a partir das comunidades constituídas.

**Figura 4**  
**Algoritmo de modularidade da Rede de Cooperação Internacionalizada da indústria brasileira para o período de 2011-2017**



Fonte: Elaboração Própria

Legenda: Cluster 1 - roxo; Cluster 2 – laranja; Cluster 3 – verde escuro; e Cluster 4 – azul claro.

O Quadro 1 especifica detalha os participantes de cada cluster em cada triênio observado. Verifica-se que os clusters encontrados possuem um baixo número de participantes e pouco ou nenhum grau de comunicação entre si. Em alguns casos a comunidade foi agrupado a partir de um subgrafo da rede, como no caso do período 2009 - 2011, em que todos os clusters em questão não estabelecem relação entre si. Em média cada período teve um total de 3 clusters, com exceção de 2014 – 2017, com 4 clusters encontrados. A forma como esses clusters foram agrupados está associada ao padrão das estratégias de cooperação dos setores industriais dentro da rede. Britto (2013) aponta que as redes de cooperação tecnológica refletem a organização e gerenciamento das inovações, com a presença de grau de coordenação entre empresas e instituições. A depender da densidade de interação da rede é possível que determinados nós estabeleçam um maior número de conexões com os atores da rede, desempenhando papel de centralização da comunicação da rede. A presença de nós intermediários que desempenham o papel de “ponte” para determinado nó, denota possíveis nós que centralizam a interação na rede. As redes de cooperação são flexíveis em termos de interação com parceiros, sendo passíveis de serem revisitados e atualizados.

No período de 2009 – 2011 foram encontrados clusters centrados na cooperação com Clientes e Fornecedores, Outra Empresa do Grupo e Concorrentes. A rede é composta por três subgrafos distintos, que formam os clusters da rede. Isso indica que os setores industriais integram as redes internacionalizadas de maneiras distintas, associadas a organizações industriais diferentes. O Cluster 1 está centralizado em Clientes ou Consumidores, com a presença do setor industrial Fabricação de celulose e outras pastas como intermediário. As cooperações industriais com participantes da cadeia produtiva estão ligadas a organizações em redes de subcontratação, com a divisão de determinadas atividades produtivas para empresas subcontratadas. O Cluster 2 está centralizado em Outra Empresa do Grupo, interagindo com Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus e Fabricação de produtos de fumo. Ambos os setores são marcados pela inserção em CGVs, com a presença de empresas internacionais que desempenham a função de coordenar determinadas etapas do processo de inovação. O Cluster 3 é representado apenas por uma conexão entre Concorrentes e Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas. A cooperação com concorrentes é considerada pouco usual pela literatura, geralmente se refere a determinadas práticas comuns das empresas do setor.

No período de 2012 – 2015 foram encontrados 3 clusters, centralizados em Fornecedores, Outra empresa do Grupo e Clientes ou Consumidores. Nessa rede o número de subgrafos é diminuído para 2, sendo o nó Fabricação de celulose e outras pastas o principal

intermediário da rede. O Cluster 1 é representado pelos nós Fornecedores, Fabricação de Bebidas, Desenvolvimento de software sob encomenda e Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas. Deve-se destacar que o nó Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas teve uma mudança em seu padrão de cooperação de um período para outro. As redes de empresas dessas indústrias são marcadas pela presença de empresas no mercado que são centrais na coordenação do fluxo dessa rede, que estabelecem relações de cooperação comercial com clientes e fornecedores de tecnologia.

O Cluster 2 é representado por outra empresa do grupo, Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus, nó esse que manteve seu padrão de cooperação internacionalizada. Ambos os nós são marcados pela presença de empresas estrangeiras na cadeia produtiva.

O Cluster 3 é representado com Clientes ou Consumidores e Fabricação de Celulose e outras pastas. O setor industrial em questão manteve o seu padrão de cooperação do período anterior e funciona como “ponte” de comunicação entre o Cluster 3 e 1.

No período de 2015 – 2017 é encontrado o maior número de clusters da série, com 4 clusters encontrados. Nessa rede há comunicação entre a maioria dos clusters, com exceção do Cluster 2. Esse triênio foi o com maior número de participantes da rede, com 14 nós conectados, dos quais 6 eram inéditos dentro das redes de cooperação internacionalizadas até então.

O Cluster 1 é centrado em Fornecedores e contém os setores industriais Fabricação de produtos farmacêuticos, Fabricação de equipamentos de comunicação, Fabricação de peças e acessórios para veículos e Fabricação de outros equipamentos de transporte.

O Cluster 2 é um subgrafo da rede, contendo apenas 2 nós constituídos: Outra empresa do grupo e refino de petróleo. Durante esse período a participação da produção de petróleo caiu de 98% para 77% no Brasil, com a entrada de empresas estrangeiras de grande porte que entraram no mercado brasileiro a partir do processo de venda de refinarias da Petrobras (FERREIRA; ZAOTELLI, 2020). Isso pode sugerir que a cooperação com parceiros de outra empresa do grupo estrangeira esteja associada a processos de compra e aquisição de empresas e ações de cooperação resultantes desse contexto.

O Cluster 3 é composto por 3 nós, sendo dois deles fontes de cooperação: Universidade e Instituto de Pesquisa e Concorrentes. O setor industrial associado a ele foi Maquinas e Equipamentos para Agropecuária. O Cluster 4 é composto Clientes ou consumidores, Empresas de consultoria, Fabricação de celulose e outras pastas e Fabricação de produtos do fumo. A



fonte de cooperação empresas de consultoria pode indicar contratação de projetos de cooperação inovativa com empresas de consultoria internacionais.

<b>Quadro 1 – DESCRIÇÃO DOS CLUSTERS 2009 - 2017</b>		
<b>Período: 2009 - 2011 / Quantidade de Clusters: 3</b>		
<b>Cluster</b>	<b>Setor Industrial</b>	<b>CNAE 2.0</b>
1	Fornecedores Clientes ou consumidores Fabricação de celulose e outras pastas	Fonte de Cooperação Fonte de Cooperação 17.1
	Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	27.1 / 27.3
2	Outra empresa do grupo	Fonte de Cooperação
	Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus Fabricação de produtos do fumo	29.1 / 29.2 12
3	Concorrentes Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas	Fonte de Cooperação 63.1
<b>Período: 2012 - 2014 / Quantidade de Clusters: 3</b>		
<b>Cluster</b>	<b>Setor Industrial</b>	<b>CNAE 2.0</b>
1	Fornecedores Fabricação de bebidas	Fonte de Cooperação 11
	Desenvolvimento de software sob encomenda	62.01-5
	Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas	63.1
2	Outra empresa do grupo Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	Fonte de Cooperação 20.3 / 20.4 / 20.5
	Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	29.1 / 29.2
4	Clientes ou consumidores Fabricação de celulose e outras pastas	Fonte de Cooperação 17.1
<b>Período: 2015 - 2017 / Quantidade de Clusters: 4</b>		
<b>Cluster</b>	<b>Setor Industrial</b>	<b>CNAE 2.0</b>
1	Fornecedores	Fonte de Cooperação
	Fabricação de produtos farmacêuticos	21.2
	Fabricação de equipamentos de comunicação	26.3
	Fabricação de peças e acessórios para veículos	29.4
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	30
2	Outra empresa do grupo Refino de petróleo	Fonte de Cooperação 19.2
3	Universidades e institutos de pesquisa	Fonte de Cooperação
	Concorrentes Máquinas e equipamentos para agropecuária	Fonte de Cooperação 28.3
4	Clientes ou consumidores	Fonte de Cooperação
	Empresas de consultoria	Fonte de Cooperação
	Fabricação de celulose e outras pastas Fabricação de produtos do fumo	17.1 12

Fonte: Elaboração Própria

## 4.2 INDICADORES MICRO DAS REDES DE COOPERAÇÃO

Nessa seção serão apresentados os resultados referentes aos indicadores micro das redes de cooperação. Os indicadores macro das redes por intensidade evidenciam que a média dos setores possui uma quantidade restrita de parceiros incluídos no processo de cooperação industrial. Alguns parceiros se destacaram como mais relevantes e isso é reforçado a partir das centralidades selecionadas expostas na Tabela 7.

**Tabela 7 - Resumo Indicadores de Centalidade - Fontes de Cooperação**

<b>Triênio 2009 - 2011</b>						
<b>Nós</b>	<b>Fonte de Cooperação</b>		<b>Centralidade de Intermediação</b>		<b>Centralidade de Autovetor</b>	
	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank</b>
Fornecedores	92,00	2	615,40	2	0,96	2
Clientes ou consumidores	98,00	1	758,96	1	1,00	1
Universidades e institutos de pesquisa	48,00	3	195,30	3	0,55	3
Instituições de Testes, Ensaios e Certificações	34,00	5	52,30	5	0,43	5
Empresas de consultoria	42,00	4	168,87	4	0,46	4
Concorrentes	20,00	7	31,32	7	0,23	7
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	26,00	6	44,77	6	0,30	6
Outra empresa do grupo	8,00	8	2,09	8	0,09	8
<b>Triênio 2012 - 2014</b>						
<b>Nós</b>	<b>Fonte de Cooperação</b>		<b>Centralidade de Intermediação</b>		<b>Centralidade de Autovetor</b>	
	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank</b>	<b>Rank</b>
Fornecedores	100,00	2	617,12	2	0,99	2
Clientes ou consumidores	104,00	1	741,27	1	1,00	1
Universidades e institutos de pesquisa	44,00	4	142,22	3	0,49	5
Instituições de Testes, Ensaios e Certificações	48,00	3	115,68	4	0,54	3
Empresas de consultoria	44,00	4	73,88	5	0,53	4
Concorrentes	26,00	6	27,38	6	0,30	6
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	24,00	7	25,07	7	0,28	7
Outra empresa do grupo	22,00	8	26,40	8	0,24	8
<b>Triênio 2015 - 2017</b>						
<b>Fonte de Cooperação</b>						

Nós	Centralidade de Grau	Rank	Centralidade de Intermediação	Rank	Centralidade de Autovetor	Rank
Fornecedores	98,00	1	733,41	1	1,00	1
Clientes ou consumidores	92,00	2	640,12	2	0,95	2
Universidades e institutos de pesquisa	50,00	3	154,05	3	0,56	3
Instituições de Testes, Ensaios e Certificações	38,00	4	58,97	5	0,48	4
Empresas de consultoria	38,00	4	80,07	4	0,45	5
Concorrentes	24,00	6	30,83	6	0,28	6
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	20,00	7	15,13	7	0,25	7
Outra empresa do grupo	14,00	8	10,42	8	0,15	8

Fonte: Elaboração Própria

Os resultados demonstram que Fornecedores e Clientes/Consumidores são considerados os parceiros mais relevantes. Esses tiveram presentes em ao menos 83% das indústrias em todos os períodos (ver Tabela 3) e foram melhor posicionados em nas centralidades analisadas. Portanto, são os parceiros mais relevantes, mais bem posicionados e mais importantes no fluxo de conhecimento na rede. A adesão de cooperação com Fornecedores, Clientes e Consumidores é também encontrada em outros estudos (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020; MÜLLER et al, 2017; AVELLAR; DAMASCENO; SILVA, 2022) o que reforça a importância da cooperação com esses para as empresas inovadoras brasileiras. O relacionamento com partes da cadeia produtiva está diretamente relacionado à adoção de parcerias estratégicas para o acompanhamento de atributos e adaptações associadas ao contexto específico da inovação. Em outros casos, é comum a adoção da parceria em aquisições de máquinas e equipamentos com objetivo de alterar determinadas características do produto adquirido para melhor desempenho técnico possível (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020). O relacionamento com clientes também é buscado por empresas de maneira geral com objetivo de compreender melhor as expectativas e necessidades de clientes para maior probabilidade do sucesso inovativo (TETHER, 2002). Esse resultado reforça que a cooperação com participantes da cadeia produtiva costuma ser mais relevante no Brasil.

Outras fontes de cooperação tiveram resultados variados em relação à sua relevância para cooperação inovativa. Dentre as demais, Universidades e Institutos de Pesquisa apresentaram os melhores indicadores de centralidade. A importância do papel das universidades está associada à sua capacidade de disseminação de conhecimento útil para a sociedade, seja através da formação de mão-de-obra qualificada por meio do ensino, seja de

forma mais direta através da contratação de pesquisadores para projetos de pesquisa. Esses resultados refletem um aumento da incorporação da relação universidade-indústria experimentada nos últimos 30 anos (FISCHER, SCHAEFFER, VONORTAS, 2018). Entretanto, os indicadores de centralidade de intermediação apresentaram queda no período estudado, cujo valor encontrado foi 195,29, 142,21 e 154,04, respectivamente. Ainda que esse parceiro seja o terceiro mais relevante da série estudada, é averiguada uma perda considerável de importância relativa desse em relação a outros. A interação universidade-indústria continua sendo um desafio com alto potencial de expansão no Brasil. O indicador de centralidade de grau sinaliza que a fonte de cooperação em questão possui uma presença relevante, porém ainda tímida em relação a fontes de cooperação mais amplamente adotadas.

O relacionamento das universidades com a indústria possui relação mais intensa com setores industriais específicos. É possível identificar através do resultado de centralidade de autovetor uma melhora relativa do seu posicionamento, alcançando o maior grau no triênio 2014 – 2017 com 0,5644. Esse resultado significa que embora a fonte de cooperação tenha perdido certa capacidade de disseminação de conhecimento na rede, a mesma está posicionada com atores de suma importância. Esse crescimento é experimentado principalmente com setores industriais associados ao investimento de atividades de P&D de maior intensidade, como o setor de petroquímico e agrário.

No caso do setor agrário, é importante destacar a existência de instituições capazes de orientar e coordenar atividades de cooperação, em especial a Embrapa (PENTEADO et. al, 2014). Dentre muitas atribuições, a instituição desempenhou um papel importante na coordenação de empresas em torno de projetos de interesse mútuo através de arranjos institucionais capazes de viabilizar projetos externos que envolvem um conjunto relevante de empresas e universidades participantes em projetos de P&D externo. Contudo, é importante destacar o papel complementar das redes de P&D no desenvolvimento inovativo. Figueiredo (2014) ao estudar o desenvolvimento inovativo da indústria de papel e celulose no nível da empresa encontra uma alta variabilidade do desempenho inovativo dessas. Dentre as empresas que tiveram menor desempenho, destaca-se a dependência de mecanismos externos de P&D para realização de inovações e ausência de esforço inovativo interno. As que conseguiram se posicionar na ponta possuem a característica de combinar fatores internos e externos no desenvolvimento inovativo. Portanto, a existência de instituições com a Embrapa funciona de forma complementar no desenvolvimento de competências das empresas, que não podem se abster de esforços internos.

Os resultados para Instituições de Testes, Ensaios e Certificações revelam que sua relevância variou durante o período. Pietrobelli e Rabellotti (2009) argumentam que para países em desenvolvimento essas instituições são importantes fontes de conhecimento e necessárias para inserção em CGVs. A partir dessas seria possível acessar a normas e práticas das indústrias de padrões internacionalmente utilizados, o que permite a decodificação de procedimentos e desenvolvimento de tecnologias. Os resultados indicam que a participação dessas nas redes de inovação é mediana, com a interação com alguns setores durante o período, como destacado a partir das centralidades de grau. A centralidade de intermediação revela uma baixa capacidade de disseminação do conhecimento na rede. Contudo, a centralidade de autovetor variou com o passar do tempo de forma considerável, durante o triênio 2012 – 2014 o indicador superou Universidades e Institutos de Pesquisa, o que pode evidenciar que um posicionamento dessa fonte de cooperação com parceiros relevantes na rede.

Um resultado similar é apresentado a partir para Empresas de Consultoria. A partir da centralidade de grau é possível averiguar que essa se conectou com um conjunto similar a Universidades e Instituições de Teste. Britto (2013) discute que as redes de empresa estão associadas a determinadas hierarquias e na produção e disseminação de conhecimento através das redes. O relacionamento com empresas de consultoria está relacionado a cooperação com parceiros externos através de subcontratações e resolução de atividades pontuais.

Concorrentes, Centros de capacitação profissional e assistência técnica e Outras empresas no grupo tiveram uma baixa influência na rede como um todo e foram considerados periféricos. Esses interagiram com um conjunto baixo de setores industriais. Contudo, quando consideradas as fontes de cooperação contempladas nas redes internacionalizadas é possível averiguar a presença de Concorrentes e Outras Empresas no Grupo, parceiros considerados periféricos. A entrada desses pode evidenciar que estratégias com parceiros nacionais e internacionais diferem, justificada pela forma como esses setores industriais articulam sua estrutura produtiva. A presença de outras empresas do grupo pode estar ligada a transferência de conhecimento entre matriz e filial (DUNNING 1998; ZUCOLOTO, CASSIOLATO; 2013). Britto (2013) ressalta que a forma como esses agentes se inserem dentro das redes de cooperação está associada em certa medida a verticalização das cadeias produtivas e posição que esses agentes desempenham na coordenação dessa cooperação (JOHANSON; MATTSON. 1987; ARRANZ; ARROYABE,2009; BRITTO,2020). Isso pode indicar que a interação com esse agente de cooperação ocorre com setores industriais específicos, dentro de contextos associados a estratégias particulares de cada indústria.

Quando considerados os setores industriais contemplados nas redes de cooperação internacional é possível verificar uma heterogeneidade em relação aos seus posicionamentos nas redes. A Tabela 8 apresenta os indicadores de centralidade das redes de cooperação por intensidade apenas das indústrias e fontes de cooperação que apresentaram conexão nas redes internacionalizadas. O ranking foi utilizado para tornar esses indicadores comparáveis. Os resultados revelam que a maioria dos setores industriais estão bem posicionados nas redes tanto em termos de grau, intermediação e autovetor. Avellar, Damasceno e Silva (2021) destacam que as empresas que cooperam com parceiros estrangeiros estão mais sujeitas a cooperarem com mais frequência que parceiros internacionais. Acredita-se que essa predisposição decorre de empresas com maior capital estrangeiro serem potencialmente mais abertas ao conhecimento externo que as de capital restritamente nacional. Dentre os setores que participaram com maior frequência nas redes internacionalizadas, destaca-se Fabricação de celulose e outras pastas, Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus, Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas, notadamente marcados pela participação de empresas com capital estrangeiro líderes no setor.

**Tabela 8 - Indicadores de Centralidade nas Redes por Intensidade**

<b>Triênio 2009 - 2011</b>						
<b>Fonte de Cooperação</b>						
<b>Nós</b>	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Intermediação</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Autovetor</b>	<b>Rank</b>
Clientes ou consumidores	98,00	1	758,96	2	1,00	2
Fornecedores	92,00	2	615,40	1	0,96	1
Concorrentes	20,00	7	31,32	6	0,23	6
Outra empresa do grupo	8,00	8	2,09	8	0,09	8
<b>Setores Industriais</b>						
<b>Setores Industriais</b>	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Intermediação</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Autovetor</b>	<b>Rank</b>
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus (29.1 / 29.2)	12,00	4	29,30	2	0,30	8
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica (27.1/27.3)	10,00	9	13,22	13	0,28	14
Fabricação de celulose e outras pastas (17.1)	10,00	14	15,66	9	0,29	9

Fabricação de produtos do fumo (12)	6,00	35	11,14	17	0,18	35
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas (63.1)	4,00	44	1,17	39	0,06	53

#### Triênio 2012 - 2014

Fonte de Cooperação						
Nós	Centralidade de Grau	Rank	Centralidade de Intermediação	Rank	Centralidade de Autovetor	Rank
Clientes ou consumidores	104,00	1	741,27	1	1,00	1
Fornecedores	100,00	2	617,12	2	0,99	2
Outra empresa do grupo	22,00	8	26,40	7	0,24	8

Setores Industriais						
Nós	Centralidade de Grau	Rank	Centralidade de Intermediação	Rank	Centralidade de Autovetor	Rank
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários (20.3/20.4/20.5)	14,00	4	19,95	3	0,34	4
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus (29.1 / 29.2)	12,00	5	16,57	5	0,30	9
Fabricação de bebidas (11)	12,00	6	13,70	7	0,30	8
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas (63.1)	10,00	12	7,16	16	0,28	13
Desenvolvimento de software sob encomenda (62.01-5)	8,00	18	6,89	17	0,23	24
Fabricação de celulose e outras pastas (17.1)	8,00	22	5,17	24	0,25	19

#### Triênio 2015 - 2017

Fonte de Cooperação						
Nós	Centralidade de Grau	Rank	Centralidade de Intermediação	Rank	Centralidade de Autovetor	Rank
Fornecedores	98,00	1	733,41	1	1,00	1
Clientes ou consumidores	92,00	2	640,12	2	0,95	2
Universidades e institutos de pesquisa	50,00	3	154,05	3	0,56	3
Empresas de consultoria	38,00	5	80,07	4	0,45	5

Concorrentes	24,00	6	30,83	6	0,28	6
Outra empresa do grupo	14,00	8	10,42	8	0,15	8
<b>Setores Industriais</b>						
<b>Nós</b>	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Intermediação</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Autovetor</b>	<b>Rank</b>
Refino de petróleo (19.2)	14,00	3	27,40	1	0,32	5
Máquinas e equipamentos para agropecuária (28.3)	12,00	5	16,17	6	0,31	6
Fabricação de outros equipamentos de transporte (30)	12,00	6	18,82	5	0,32	4
Fabricação de equipamentos de comunicação (26.3)	10,00	10	16,04	7	0,26	17
Fabricação de celulose e outras pastas (17.1)	8,00	13	5,62	22	0,26	15
Fabricação de produtos do fumo (12)	8,00	17	5,62	21	0,26	16
Fabricação de produtos farmacêuticos (21.2)	8,00	24	4,33	26	0,22	25
Fabricação de peças e acessórios para veículos (29.4)	6,00	33	6,47	18	0,19	34

Fonte: Elaboração Própria

Em termos das estruturas das redes internacionalizadas, a Tabela 9 apresenta os resultados referentes aos indicadores de centralidade. Em relação às fontes de cooperação, destaca-se o ganho de relevância de Fornecedores na rede, que aumentou progressivamente o número de conexões durante o período. Clientes e Consumidores também desempenha papel relevante, sendo a segunda fonte mais relevante das redes. Essas duas fontes estão associadas a inovações provindas da cadeia produtiva, que também foram consideradas as mais importantes nas redes por intensidade. Esse resultado vai ao encontro com estudos que destacam a importância de cooperações internacionais dentro da cadeia produtiva, associadas à maior frequência de transbordamentos verticais em detrimento de horizontais (ZUCOLOTO; CASSIOLATO, 2013).



**Tabela 9 - Indicadores de Centralidade nas Redes Internacionalizadas**

<b>Triênio 2009 - 2011</b>						
<b>Fonte de Cooperação</b>						
<b>Nós</b>	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Intermediação</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Autovetor</b>	<b>Rank</b>
Clientes ou consumidores	4,00	1	4,00	1	1,00	1
Fornecedores	2,00	2	0,00	3	0,62	2
Concorrentes	2,00	2	0,00	3	0,11	4
Outra empresa do grupo	4,00	1	2,00	2	0,54	3
<b>Setores Industriais</b>						
<b>Setores Industriais</b>	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Intermediação</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Autovetor</b>	<b>Rank</b>
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus (29.1 / 29.2)	2,00	2	0,00	2	0,38	3
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica (27.1/27.3)	2,00	2	0,00	2	0,62	2
Fabricação de celulose e outras pastas (17.1)	4,00	1	4,00	1	1,00	1
Fabricação de produtos do fumo (12)	2,00	2	0,00	2	0,38	3
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas (63.1)	2,00	2	0,00	2	0,11	5
<b>Triênio 2012 - 2014</b>						
<b>Fonte de Cooperação</b>						
<b>Nós</b>	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Intermediação</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Autovetor</b>	<b>Rank</b>
Clientes ou consumidores	2,00	3	0,00	3	0,31	2
Fornecedores	8,00	1	9,00	1	1,00	1
Outra empresa do grupo	4,00	2	1,00	2	0,15	3
<b>Setores Industriais</b>						
<b>Nós</b>	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Intermediação</b>	<b>Rank</b>	<b>Centralidade de Autovetor</b>	<b>Rank</b>
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e	2,00	2	0,00	2	0,11	5

desinfetantes domissanitários (20.3/20.4/20.5)						
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus (29.1 / 29.2)	2,00	2	0,00	2	0,11	5
Fabricação de bebidas (11)	2,00	2	0,00	2	0,48	2
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas (63.1)	2,00	2	0,00	2	0,48	2
Desenvolvimento de software sob encomenda (62.01-5)	2,00	2	0,00	2	0,48	2
Fabricação de celulose e outras pastas (17.1)	4,00	1	4,00	1	0,63	1

#### Triênio 2015 - 2017

Fonte de Cooperação						
Nós	Centralidade de Grau	Rank	Centralidade de Intermediação	Rank	Centralidade de Autovetor	Rank
Fornecedores	12,00	1	37,50	1	1,00	1
Clientes ou consumidores	4,00	2	7,50	3	0,34	3
Universidades e institutos de pesquisa	4,00	2	10,00	2	0,39	2
Empresas de consultoria	2,00	3	0,00	4	0,15	5
Concorrentes	2,00	3	0,00	4	0,24	4
Outra empresa do grupo	2,00	3	0,00	4	0,02	6
Setores Industriais						
Nós	Centralidade de Grau	Rank	Centralidade de Intermediação	Rank	Centralidade de Autovetor	Rank
Refino de petróleo (19.2)	2,00	4	0,00	4	0,02	8
Máquinas e equipamentos para agropecuária (28.3)	6,00	1	20,50	1	0,62	1
Fabricação de outros equipamentos de transporte (30)	2,00	4	0,00	4	0,38	3
Fabricação de equipamentos de comunicação (26.3)	2,00	4	0,00	4	0,38	3
Fabricação de celulose e outras pastas (17.1)	6,00	1	12,50	2	0,36	7
Fabricação de produtos do fumo (12)	4,00	3	11,00	3	0,51	2

Fabricação de produtos farmacêuticos (21.2)	2,00	4	0,00	4	0,38	3
Fabricação de peças e acessórios para veículos (29.4)	2,00	4	0,00	4	0,38	3

Fonte: Elaboração Própria

A presença de parceiros como Outras Empresas do Grupo também é encontrada por autores quando estudada a cooperação internacionalizada. Os setores industriais que estabeleceram conexão com esse são marcados pela presença de participação de capital estrangeiro nas principais empresas do setor. Zucoloto e Cassiolato (2013) encontram que três setores industriais concentram a maioria do esforço inovativo das subsidiárias: indústria automobilística; máquinas e equipamentos; e produtos químicos. Dos três encontrados pelos autores, dois desses interagiram com Outras Empresas do Grupo em ao menos um dos triênios: produtos químicos e indústria automobilística, o que pode indicar que esse tipo de cooperação decorre do relacionamento entre matriz e filial. Contudo, foi encontrado que a cooperação com esses parceiros não se sustentou por mais de um período da série, com exceção de Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus. O estabelecimento de ações de cooperação com estrangeiros em muitos casos é feito a partir da necessidade de captar determinadas tecnologias consideradas estratégicas pela matriz (DUNNING, 1998). A duração do relacionamento com parceiros estrangeiros pode variar de acordo com o padrão de cooperação em questão e as estratégias inovativas das multinacionais em se estabelecer em determinados países.

No caso da indústria de papel e celulose, alguns fatores fizeram com que essa se diferenciasse em relação às demais na forma como coopera. Esta indústria apresentou um padrão muito bem definido de conexões com o passar do tempo. Consideradas as redes de interação por intensidade, em todas foram detectadas a presença de conexão com Clientes, Fornecedores, Universidades e Empresas de Consultoria. No primeiro triênio estudado além dessas fontes de cooperação, foi encontrado também conexão com Centros de capacitação profissional e assistência técnica. A partir das redes internacionalizadas foi possível averiguar que esses parceiros foram em suma estrangeiros, com destaque para Clientes e Consumidores, que engajaram relacionamento durante todo o período estudado. No triênio 2014 – 2017, dentre os 4 parceiros engajados nas redes por intensidade, três desses foram estrangeiros: Clientes e Consumidores, Empresas de Consultoria e Universidades. Esses resultados corroboram com resultados de Figueiredo (2014), na medida em que é ressaltado a forte presença de cooperação

com clientes e universidade para desenvolvimento de produtos com maior grau de padronização, especificidades relacionadas a demanda do cliente e qualidade da produção da celulose. A diferença basilar desse setor com os demais se dá no fato que os principais parceiros são de origem estrangeira.

Um fato de necessária pontuação é de que os nós em questão são referentes à setores industriais e pode não estar captando uma alta variabilidade inovativa nível da empresa. O posicionamento das empresas brasileiras na indústria varia fortemente, com a presença de empresas cujo desenvolvimento inovativo se dá a partir da fronteira tecnológica, enquanto outras se posicionam de maneira menos inovadora (FIGUEIREDO, 2014). Esse fator pode estar limitando a análise na medida em que não capta a presença de empresas líderes com alta capacidade inovativa, que são mais aptas a cooperar inclusive internacionalmente (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho foi compreender se a cooperação com parceiros estrangeiros é relevante para o processo inovativo brasileiro. Para isso, o trabalho buscou entender como as redes de cooperação brasileiras se comportaram durante o período 2008 – 2017 e quais são os parceiros mais relevantes. Após essa análise, buscou-se entender quais são as indústrias e parceiros mais importantes, consideradas as parcerias estrangeiras.

O trabalho encontrou que as redes de cooperação brasileiras são marcadas por uma mediana interação com parceiros, estagnada no período estudado. Os indicadores macro das redes se mantiveram em patamares similares durante todo período estudado. Em média, os setores industriais possuem baixa variabilidade de interação, com um grau médio representando 38,5% do potencial máximo. Dentre os parceiros mais importantes, Clientes/Consumidores e Fornecedores se destacaram como os mais importantes. Universidades/Institutos de Pesquisa, Instituições de Testes e Empresas de Consultoria também apresentaram resultados importantes, embora sejam considerados participantes periféricos.

Considerados os graus médios dos setores industriais a partir da localidade, foi possível identificar uma interação maior com parceiros nacionais que estrangeiros. A maioria das indústrias não apresentou conexões com parceiros estrangeiros, não ultrapassando 25% dos participantes. Os indicadores macro destacaram a presença importante de formação de clusters, o que revela diferentes tipos de estratégias de cooperação inovativa dentro das redes. Os parceiros mais importantes foram Clientes/Consumidores, Fornecedores e Outras Empresas do Grupo. Dos 14 setores industriais que apareceram nas redes internacionalizadas, 10 tiveram presença em apenas um triênio, 2 em dois períodos e somente Fabricação de celulose e outras pastas esteve presente durante todos os períodos estudados. Entretanto, foi encontrado que os setores industriais que tiveram alguma inserção nas redes internacionalizadas foram melhores classificados nas redes por intensidade em relação aos que não reportaram parceria estrangeira.

Esse trabalho possui algumas limitações, que sugerem caminhos para trabalhos futuros. Em termos metodológicos, o trabalho em questão não teve tempo hábil para desenvolver testes de robustez em torno do parâmetro escolhido como filtro, assim como avaliações estatísticas acerca dos indicadores micro das redes de cooperação. Trabalhos futuros podem fortalecer e testar a questão metodológica, se esforçando em desenvolver testes nas bases de dados, assim como a construção de matrizes de semelhanças e diferenças dos indicadores de centralidade para verificar possível correlação dos indicadores.

Em relação à base de dados, duas principais limitações devem ser destacadas. A PINTEC disponibiliza seus indicadores no nível dos setores industriais, a mensuração a partir

desse nível impede analisar a dinâmica interna dos setores industriais em termos de inovação, como por exemplo captar a presença de alta variabilidade inovativa entre as empresas, o que pode alterar significativamente o resultado do trabalho. Uma das implicações dessa limitação está na possibilidade de não captar a presença de empresas líderes que destoam das demais e lideram o processo de desenvolvimento tecnológico do setor industrial. Essas empresas podem ter como característica uma inserção internacional mais elevada, mas que não foi captada pela maioria das empresas inovadoras do setor. Uma segunda limitação do trabalho se refere ao estudo da cooperação na dimensão nacional, considerando todos os setores industriais. A partir dos resultados, é possível averiguar uma alta quantidade de informações que poderia ser melhor aproveitada considerando estudos focados em setores específicos. Para viabilizar uma análise mais minuciosa, estudos futuros podem utilizar bases de dados em nível de empresa para melhor entender os setores industriais aqui estudados, selecionando um grupo mais reduzido para analisar.

## REFERÊNCIAS

- ALDRICH, H. E.. **Organizations and Environments**. Englewood Cliffs (N.J.): Prentice-Hall, 1979.
- ALVES, N. et al. Innovation and capabilities building in biopharmaceuticals in Brazil: a knowledge network analysis. *Anais... IV Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação, Blucher Engineering Proceedings*, v. 6, p. 636-650, 2019.
- AVELLAR, A. P. M. de .; DAMASCENO, A. O. .; SILVA, F. Q. . Determinantes da cooperação para inovação das empresas brasileiras. **Economia e Sociedade**, Campinas, SP, v. 30, n. 3, p. 951–974, 2022. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8668822>. Acesso em: 26 maio. 2022
- BASTIAN M.; HEYMANN S.; JACOMY M. **Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks**. International AAAI Conference on Weblogs and Social Media, 2009 Disponível em: < <https://gephi.org/>> Acesso em: 13 de abr. de 2022
- BASSO, F. G.; PEREIRA, C. G.; PORTO, G. S.. Cooperation and technological areas in the state universities of São Paulo: An analysis from the perspective of the triple helix model. **Technology in Society**, v. 65, 2021.
- BLIND, K. The impact of standardisation and standards on innovation. In: EDLER J.; CUNNINGHAM, P.; GÖK A.; SHAPIRA P. (org.), **Handbook of innovation policy impact**. Cheltenham, Reino Unido: Edward Elgar Publishing, 2016. p. 423–449.
- BLONDEL, V. D. et al. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of statistical mechanics: theory and experiment**, n. 10, 2008.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; JOHNSON, J. C. **Analyzing social networks**. Sage Publications Ltd, 2018.
- BRESCHI, S.; MALERBA, F.. Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: EDQUIST, C., **Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations**, v. 1, 1997, p. 130-156.
- BRITO, E.; P. Z; MARIOTTO, G. Benefícios da cooperação entre compradores e fornecedores: Um estudo no setor de tecnologia de informação e comunicação. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 15, 2013.
- BRITTO, J; OLIVEIRA, B. D. F. Padrões setoriais de interação universidade-empresa no Brasil: um mapeamento de competências a partir de informações da “Brazil Survey”. **Revista de Economia**, v. 37, n. 4, 2011
- BRITTO, J. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In: **Economia industrial**. Elsevier Editora Ltda., 2013. p. 211-230.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em perspectiva**, v. 19, 2005.

CHERVEN, K.. **Mastering Gephi Network Visualization**: Produce advanced network graphs in Gephi and gain valuable insights into your network datasets. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2015.

COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. Regional systems of innovation: an evolutionary perspective. **Environment and planning A**, v. 30, n. 9, 1998.

COSTA, K. G. V, **Análise estrutural da economia brasileira entre 2000 e 2015: um enfoque a partir da teoria das redes**. Rio de Janeiro, UFRJ, 2019 (Texto para Discussão: 002/2019) Disponível em:  
[https://www.ie.ufrj.br/images/IE/TDS/2019/TD\\_IE\\_002\\_2019\\_VITAL%20DA%20COSTA.pdf](https://www.ie.ufrj.br/images/IE/TDS/2019/TD_IE_002_2019_VITAL%20DA%20COSTA.pdf)

DAS, T. K.; TENG, B. S.; Instabilities of strategic alliances: An internal tensions perspective. **Organization science**, v. 11, n. 1, 2000

DE FARIA, P.; LIMA, F.; SANTOS, R. Cooperation in innovation activities: The importance of partners. **Research policy**, v. 39, n. 8, 2010.

DUNNING, J. H. Location and the multinational enterprise: a neglected factor? **Journal of international business studies**, v. 29, n. 1, 1998.

EASLEY, D.; KLEINBERG, J. **Networks, crowds, and markets**: Reasoning about a highly connected world. Cambridge, Reino Unido: Cambridge university press, p. 23 – 44, 2010.

EDQUIST, C. **Systems of innovation approaches**. Their emergence and characteristics. In: C. Edquist, (Ed.). **Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations**. London: Pinter Publishers, p. 16-29, 1997.

FERREIRA, F. C.; ZAOTELLI, C. Circuito espacial da produção e o círculo de cooperação da indústria do petróleo: O caso da Petrobras. **Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica**, n. 20, 2020.

FISCHER, B. B.; SCHAEFFER, P. R.; VONORTAS N. S. Evolution of university-industry collaboration in Brazil from a technology upgrading perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 145, 2019.

FIGUEIREDO, P. N. Discontinuous innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms. **Technological forecasting and social change**, v. 77, n. 7, 2010

FIGUEIREDO, P. N. Da Não Imitação a Inovação e a performance competitiva: Algumas Evidências da Indústria Brasileira de Celulose e Papel, **Panorama de la Industria de Celulosa y Papel y Materiales Lignocelulósicos**, 2016 Disponível em:  
[https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016\\_Panorama\\_Cap11\\_Inovacao+Competitividade.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Panorama_Cap11_Inovacao+Competitividade.pdf)

FIGUEIREDO, P. N. Beyond technological catch-up: An empirical investigation of further innovative capability accumulation outcomes in latecomer firms with evidence from Brazil. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 31, 2014.



FREEMAN, C. **Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan**, Pinter: London, 1987.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of economics**, v. 19, n. 1, 1995.

FREEMAN, L. C.; ROEDER, D; MULHOLLAND, R. R. Centrality in social networks: II. Experimental results. **Social networks**, v. 2, n. 2, 1979.

GEREFFI, G. **The organization of buyer-driven global commodity chains: How US retailers shape overseas production networks**. In: GEREFFI, G; KORZENIEWICZ, M. Commodity chains and global capitalism, Connecticut: Greenwood Publishing Group, p. 95-122, 1994.

GEREFFI, G.. Global value chains in a post-Washington Consensus world. **Review of international political economy**, v. 21, n. 1, 2014.

HAGEDOORN, J. Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. **Strategic management journal**, v. 14, n. 5, 1993.

HEIMAN, B. A.; NICKERSON, J. A. Empirical evidence regarding the tension between knowledge sharing and knowledge expropriation in collaborations. **Managerial and Decision Economics**, v. 25, n. 6-7, 2004.

HIPPEL, E. V. **The sources of innovation**. 1. Ed. New York Oxford. Oxford University Press, 1988.

HONGYUAN Z., et. al. Bipartite graph partitioning and data clustering. In **Proceedings of the tenth international conference on Information and knowledge management (CIKM '01)**. Association for Computing Machinery, New York, 2001.

IBGE, Pintec 2011. **Pesquisa de Inovação Tecnológica – 2008:2011**. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2013.

IBGE, Pintec 2014. **Pesquisa de Inovação Tecnológica – 2012:2014**. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2016.

IBGE, Pintec 2017. **Pesquisa de Inovação Tecnológica – 2014:2017**. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2020.

IBGE, 2022. PINTEC - Pesquisa de Inovação O que é. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=o-que-e> Acesso em: 07 de mar. de 2022.

JUROWETZKI, R.; LEMA, R.; LUNDEVALL, B.A. Combining innovation systems and global value chains for development: Towards a research agenda. **The European Journal of Development Research**, v. 30, n. 3, 2018.

LANGLOIS, R. N. Schumpeter and the Obsolescence of the Entrepreneur. **Austrian economics and entrepreneurial studies**. Emerald Group Publishing Limited, 2003.

LAURSEN, K.; SALTER, A. J. The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. **Research policy**, v. 43, n. 5, 2014.

LALL, S., The Technological Structure and Performance of developing country manufactured export, 1985-1998, **Oxford Development Studies**, v. 28, n. 3, 2000.

LEE, K.; MALERBA, F. **Economic Catch-up by Latecomers as an Evolutionary Process**. In: R. NELSON et al. *Modern Evolutionary Economics: An Overview*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 172-207, 2018. doi:10.1017/9781108661928.006

LIST, F. **The National System of Political Economy**, English Edition. London, Longman, 1904

LI, Y.; HUANG, L.; TONG, Y. Cooperation with competitor or not? The strategic choice of a focal firm's green innovation strategy. **Computers & Industrial Engineering**, v. 157, 2021.

LUNDEVALL, B. A. Product innovation and user-producer interaction. In: **The Learning Economy and the Economics of Hope**, Reino Unido, Londres: Anthem Press. 1985 p. 19-60.

LUNDEVALL, B. A., et. Al. **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Pinter, 1992

LUNDEVALL, B. A. "Innovation System Research and Policy Where it came from and where it might go." Paper to be presented at CAS Seminar, Oslo, December 4, 2007, 2016.

LUNDEVALL, B. A. (Ed.). **National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning**. Anthem press, 2010.

LUNDEVALL, B. A. **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. *The Learning Economy and the Economics of Hope*, v. 85, 2016.

MALMBERG, A.; MASKELL, Peter. Towards an explanation of regional specialization and industry agglomeration. **European planning studies**, v. 5, n. 1, 1997.

MALERBA, F.; LEE, K.. An evolutionary perspective on economic catch-up by latecomers. **Industrial and Corporate Change**, v. 30, n. 4, 2021.

MORRISON, A.; PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R. Global value chains and technological capabilities: a framework to study learning and innovation in developing countries. **Oxford development studies**, v. 36, n. 1, 2008.

MÜLLER, R. et al. Cooperative networks for innovation: a panorama of the Brazillian scenario between 2003 and 2011. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 14, n. 1, 2017.

NELSON, R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Reino Unido, Oxford: Oxford University Press on Demand, 1993.

OLIVEIRA, B. F.; CRUZ, F. P.; ACCIOLY, E. M. F. B. Fontes de Informação para Inovação da Indústria Brasileira: Uma Análise a Partir de Medidas de Centralidade de Grafos. **IV Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação**, Campinas, Blucher Engineering Proceedings, 2019

PENTEADO, M.O. et al. A trajetória do planejamento da pesquisa na Embrapa. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, 2014.

PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R.. Global value chains meet innovation systems: are there learning opportunities for developing countries? **World development**, v. 39, n. 7, 2011.

PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R.. **The global dimension of innovation systems: linking innovation systems and global value chains**. In: Handbook of innovation systems and developing countries. Edward Elgar Publishing, p. 214-238, 2009.

RAZA-ULLAH, T.; BENGTTSSON, M.; KOCK, S.. The cooperation paradox and tension in competition at multiple levels. **Industrial marketing management**, v. 43, n. 2, 2014.

REDDY, P. New trends in globalization of corporate R&D and implications for innovation capability in host countries: A survey from India. **World Development**, v. 25, n. 11, 1997.

ROTHWELL, R. et al. SAPPHO updated-project SAPPHO phase II. **Research policy**, v. 3, n. 3, 1974.

ROTHWELL R., Towards the Fifth-generation Innovation Process, **International Marketing Review**, v. 11 n. 1, 1994

ROTHWELL R.; SOETE, L., **Technology and Economic Change**, **Physics in Technology**, Vol. 14 No. 6, November, pp. 270-77, 1983

SCHMOOKLER, J.. Economic sources of inventive activity. **The Journal of Economic History**, v. 22, n. 1, p. 1-20, 1962.

SCHUMPETER, J. A., **The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interests and the Business Cycle**, London, Oxford University Press, 1934

SCHUMPETER, J. A., **Capitalism, Socialism and Democracy**, London, Unwin, 1942

SCOTT-KEMMIS, D. et al. **Learning and the accumulation of technological capacity in Brazilian pulp and paper firms**. International Labour Organization, 1988.

SZAPIRO, M. H. S. **Reestruturação do setor de telecomunicações na década de noventa: um estudo comparativo dos impactos sobre o sistema de inovação no Brasil e na Espanha** (Tese de Doutorado) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SZAPIRO, M.; MATOS, M.G.P.; CASSIOLATO, J. E. **Sistemas de Inovação e Desenvolvimento**. In: RAPINI, M. S. (Ed.). Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global. 1ª ed. Belo Horizonte: Cedeplar, p. 323 – 349, 2021

TABASSUM, S. et al. Social network analysis: An overview. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 8, n. 5, 2018.

TESSARIN, M. S.; SUZIGAN, W; GUILHOTO, J. J. M.. Cooperação para inovar no Brasil: diferenças segundo a intensidade tecnológica e a origem do capital das empresas. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 50, n. 4, 2020

TETHER, B. Who co-operate for innovation, and why. An empirical analysis. **Research Policy**, v. 31, n. 6, 2002.

WHITFIELD, L; STARITZ, C; MELESE, A. T; AZIZI, S. (2020). Technological capabilities, upgrading, and value capture in global value chains: Local apparel and floriculture firms in Sub-Saharan africa. **Economic Geography**, v. 93, n. 3, 2020

WU, J.. Cooperation with competitors and product innovation: Moderating effects of technological capability and alliances with universities. **Industrial Marketing Management**, v. 43, n. 2, 2014.

ZUCOLOTO, G. Z; CASSIOLATO, J. E. Desenvolvimento tecnológico por origem de capital: a experiência brasileira recente. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 12, n. 1, 2013.

ZUCOLOTO, G. F.; CASSIOLATO, J. E. . Desenvolvimento tecnológico por empresas estrangeiras no Brasil e na Coreia do Sul. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 18, 2014.

## APÊNDICE A – CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DO GRAFO

<b>Indústria</b>	<b>CNAE 2.0</b>	<b>Hierarquia CNAE 2.0</b>
Indústrias extrativas	B	Seção
Fabricação de produtos alimentícios	10	Divisão
Fabricação de bebidas	11	Divisão
Fabricação de produtos do fumo	12	Divisão
Fabricação de produtos têxteis	13	Divisão
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	14	Divisão
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	15	Divisão
Fabricação de produtos de madeira	16	Divisão
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	17	Divisão
Fabricação de celulose e outras pastas	17.1	Grupo
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	17.2	Grupo
Impressão e reprodução de gravações	18	Divisão
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	19	Divisão
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	19.1	Grupo
Refino de petróleo	19.2	Grupo
Fabricação de produtos químicos	20	Divisão
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	20.1	Grupo
Fabricação de produtos químicos orgânicos	20.2	Grupo
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	20.3 / 20.4 / 20.5	Grupo
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	20.4	Grupo
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos	20.5	Grupo

Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	21	Divisão
Fabricação de produtos farmoquímicos	21.1	Grupo
Fabricação de produtos farmacêuticos	21.2	Grupo
Fabricação de artigos de borracha e plástico	22	Divisão
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	23	Divisão
Metalurgia	24	Divisão
Produtos siderúrgicos	24.1	Grupo
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	24.2	Grupo
Fabricação de produtos de metal	25	Divisão
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	26	Divisão
Fabricação de componentes eletrônicos	26.1	Grupo
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	26.2	Grupo
Fabricação de equipamentos de comunicação	26.3	Grupo
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	26.6	Grupo
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	26.5 / 26.7 / 26.8	Grupo
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	27	Divisão
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	27.1 / 27.3	Grupo
Fabricação de eletrodomésticos	27.5	Grupo
Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos	27.2 / 27.4 / 27.9	Grupo
Fabricação de máquinas e equipamentos	28	Divisão
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	28.1	Grupo
Máquinas e equipamentos para agropecuária	28.3	Grupo
Máquinas para extração e construção	28.5	Grupo
Outras máquinas e equipamentos	28.6	Grupo

Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	29	Divisão
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários, caminhões e ônibus	29.1 / 29.2	Grupo
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	29.3 / 29.5	Grupo
Fabricação de peças e acessórios para veículos	29.4	Grupo
Fabricação de outros equipamentos de transporte	30	Divisão
Fabricação de móveis	31	Divisão
Fabricação de produtos diversos	32	Divisão
Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	32.5	Grupo
Outros produtos diversos	32.1 / 32.2 / 32.3 / 32.4 / 32.9	Grupo
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	33	Divisão
Eletricidade e gás	D	Seção
Serviços	J	Seção
Edição e gravação e edição de música	59.2	Grupo
Telecomunicações	61	Divisão
Atividades dos serviços de tecnologia da informação	62	Divisão
Desenvolvimento de software sob encomenda	62.01-5	Classe
Desenvolvimento de software customizável	62.02-3	Classe
Desenvolvimento de software não customizável	62.03-1	Classe
Outros serviços de tecnologia da informação	62.04-0 / 62.09-1	Classe
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas	63.1	Grupo
Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas	71	Divisão
Pesquisa e desenvolvimento	72	Divisão

**APÊNDICE B – PERCENTUAL DE EMPRESAS QUE REPORTARAM AÇÕES DE  
COOPERAÇÃO COM PARCEIROS ESTRANGEIROS EM RELAÇÃO AO TOTAL QUE  
REPORTARAM AÇÕES DE COOPERAÇÃO**

<b>Fonte de Cooperação</b>	<b>2009 - 2011</b>	<b>2012 – 2014</b>	<b>2015 - 2017</b>
<b>Clientes ou consumidores</b>	2,16%	3,73%	2,51%
<b>Fornecedores</b>	6,16%	11,02%	11,23%
<b>Concorrentes</b>	3,42%	2,57%	2,61%
<b>Outra empresa do grupo</b>	4,25%	6,24%	4,19%
<b>Empresas de consultoria</b>	1,62%	0,99%	2,28%
<b>Universidades e institutos de pesquisa</b>	0,97%	0,54%	1,58%
<b>Centros de capacitação profissional e assistência técnica</b>	0,42%	1,22%	0,40%
<b>Instituições de testes, ensaios e certificações</b>	0,66%	1,36%	2,04%

Fonte: Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2011, 2014 e 2017



**APÊNDICE C – INDICADORES MICRO DOS SETORES INDUSTRIAIS – REDES POR  
INTENSIDADE**

**Resumo Indicadores de Centralidade - Fontes de Cooperação**

**Triênio 2009 - 2011**

Nós	Setores Industriais			
	CNAE 2.0	Centralidade de Grau	Centralidade de Intermediação	Centralidade de Autovetor
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	29.1 / 29.2	12,00	29,30	0,30
Fabricação de bebidas	11	8,00	9,62	0,27
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	20.3 / 20.4 / 20.5	12,00	19,78	0,33
Fabricação de equipamentos de comunicação	26.3	12,00	21,48	0,32
Produtos siderúrgicos	24.1	8,00	17,36	0,23
Fabricação de produtos farmacêuticos	21.1	10,00	13,31	0,28
Fabricação de produtos farmacêuticos	21.2	12,00	21,48	0,32
Indústrias extrativas	B	6,00	3,66	0,22
Pesquisa e desenvolvimento	72	12,00	19,88	0,31
Fabricação de celulose e outras pastas	17.1	10,00	15,66	0,29
Fabricação de eletrodomésticos	27.5	14,00	29,68	0,35
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	24.2	10,00	13,12	0,30
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	20.1	6,00	5,66	0,18
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	26.2	10,00	13,12	0,30
Refino de petróleo	19.2	6,00	4,62	0,22
Máquinas e equipamentos para agropecuária	28.3	8,00	9,62	0,27
Fabricação de produtos têxteis	13	6,00	4,62	0,22

Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	27.1 / 27.3	10,00	13,22	0,28
Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas	71	4,00	1,52	0,13
Impressão e reprodução de gravações	18	4,00	0,29	0,18
Edição e gravação e edição de música	59.2	10,00	13,22	0,28
Fabricação de outros equipamentos de transporte	30	4,00	0,29	0,18
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	20.4	10,00	13,31	0,28
Fabricação de móveis	31	6,00	3,74	0,20
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos	20.5	10,00	11,15	0,29
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	26.5 / 26.7 / 26.8	10,00	21,82	0,27
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	15	6,00	5,16	0,20
Fabricação de produtos de madeira	16	6,00	3,74	0,20
Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	32.5	8,00	6,12	0,26
Outros produtos diversos	32.1 / 32.2 / 32.3 / 32.4 / 32.9	4,00	0,29	0,18
Telecomunicações	61	4,00	0,29	0,18
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas	63.1	4,00	1,17	0,06
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	23	6,00	2,16	0,21
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	19.1	4,00	0,97	0,08
Desenvolvimento de software não customizável	62.03-1	6,00	4,62	0,22

Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	17.2	6,00	3,74	0,20
Confeção de artigos do vestuário e acessórios	14	6,00	3,74	0,20
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	33	8,00	10,66	0,24
Eletricidade e gás	D	2,00	0,00	0,05
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	26.6	2,00	0,00	0,09
Fabricação de produtos químicos orgânicos	20.2	8,00	9,62	0,27
Outras máquinas e equipamentos	28.6	4,00	0,29	0,18
Fabricação de produtos do fumo	12	6,00	11,14	0,18
Fabricação de produtos de metal	25	6,00	4,62	0,22
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	28.1	4,00	0,95	0,13
Fabricação de produtos alimentícios	10	6,00	3,66	0,22
Fabricação de peças e acessórios para veículos	29.4	4,00	0,29	0,18
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	29.3 / 29.5	4,00	0,29	0,18
Desenvolvimento de software sob encomenda	62.01-5	2,00	0,00	0,09
Fabricação de artigos de borracha e plástico	22	4,00	0,29	0,18
Fabricação de componentes eletrônicos	26.1	2,00	0,00	0,09
Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos	27.2 / 27.4 / 27.9	6,00	5,16	0,20
Desenvolvimento de software customizável	62.02-3	2,00	0,00	0,04
Outros serviços de tecnologia da informação	62.04-0 / 62.09-1	4,00	2,19	0,13
Máquinas para extração e construção	28.5	4,00	0,29	0,18

**Triênio 2012 - 2014**

**Fonte de Cooperação**

<b>Nós</b>	<b>CNAE 2.0</b>	<b>Centralidade de Grau</b>	<b>Centralidade de Intermediação</b>	<b>Centralidade de Autovetor</b>
------------	-----------------	-----------------------------	--------------------------------------	----------------------------------

Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	29.1 / 29.2	12,00	16,57	0,30
Fabricação de bebidas	11	12,00	13,70	0,30
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	20.3 / 20.4 / 20.5	14,00	19,95	0,34
Fabricação de equipamentos de comunicação	26.3	10,00	7,76	0,30
Produtos siderúrgicos	24.1	12,00	14,11	0,32
Fabricação de produtos farmoquímicos	21.1	16,00	26,45	0,37
Fabricação de produtos farmacêuticos	21.2	10,00	7,76	0,30
Indústrias extrativas	B	16,00	26,45	0,37
Pesquisa e desenvolvimento	72	8,00	5,55	0,25
Fabricação de celulose e outras pastas	17.1	8,00	5,17	0,25
Fabricação de eletrodomésticos	27.5	6,00	1,63	0,21
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	24.2	10,00	9,00	0,26
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	20.1	12,00	12,62	0,32
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	26.2	6,00	3,34	0,21
Refino de petróleo	19.2	6,00	1,63	0,21
Máquinas e equipamentos para agropecuária	28.3	4,00	0,09	0,17
Fabricação de produtos têxteis	13	10,00	7,76	0,30
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	27.1 / 27.3	6,00	1,63	0,21
Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas	71	6,00	1,41	0,21
Impressão e reprodução de gravações	18	8,00	5,17	0,25
Edição e gravação e edição de música	59.2	6,00	3,34	0,21
Fabricação de outros equipamentos de transporte	30	6,00	4,06	0,19
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	20.4	6,00	3,34	0,21
Fabricação de móveis	31	10,00	7,75	0,28

Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos	20.5	4,00	0,09	0,17
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	26.5 / 26.7 / 26.8	8,00	5,17	0,25
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	15	6,00	1,63	0,21
Fabricação de produtos de madeira	16	4,00	0,09	0,17
Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	32.5	8,00	5,17	0,25
Outros produtos diversos	32.1 / 32.2 / 32.3 / 32.4 / 32.9	8,00	5,25	0,24
Telecomunicações	61	12,00	12,24	0,31
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas	63.1	10,00	7,16	0,28
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	23	4,00	0,09	0,17
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	19.1	8,00	4,30	0,13
Desenvolvimento de software não customizável	62.03-1	8,00	5,25	0,24
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	17.2	6,00	1,63	0,21
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	14	6,00	2,62	0,19
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	33	6,00	2,62	0,19
Eletricidade e gás	D	12,00	12,64	0,26
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	26.6	14,00	18,61	0,35
Fabricação de produtos químicos orgânicos	20.2	4,00	0,09	0,17
Outras máquinas e equipamentos	28.6	4,00	0,09	0,17
Fabricação de produtos do fumo	12	2,00	0,00	0,04
Fabricação de produtos de metal	25	4,00	0,09	0,17
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	28.1	6,00	4,06	0,19
Fabricação de produtos alimentícios	10	4,00	0,09	0,17
Fabricação de peças e acessórios para veículos	29.4	4,00	0,09	0,17
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	29.3 / 29.5	6,00	2,62	0,19

Desenvolvimento de software sob encomenda	62.01-5	8,00	6,89	0,23
Fabricação de artigos de borracha e plástico	22	6,00	1,63	0,21
Fabricação de componentes eletrônicos	26.1	6,00	2,62	0,19
Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos	27.2 / 27.4 / 27.9	2,00	0,00	0,08
Desenvolvimento de software customizável	62.02-3	4,00	2,08	0,10
Outros serviços de tecnologia da informação	62.04-0 / 62.09-1	4,00	0,09	0,17
Máquinas para extração e construção	28.5	4,00	0,82	0,13

### Triênio 2015 - 2017

Nós	Fonte de Cooperação			
		Centralidade de Grau	Centralidade de Intermediação	Centralidade de Autovetor
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	29.1 / 29.2	14,00	26,05	0,35
Fabricação de bebidas	11	14,00	21,35	0,35
Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	20.3 / 20.4 / 20.5	8,00	7,09	0,25
Fabricação de equipamentos de comunicação	26.3	10,00	16,04	0,26
Produtos siderúrgicos	24.1	10,00	10,24	0,28
Fabricação de produtos farmoquímicos	21.1	4,00	0,95	0,14
Fabricação de produtos farmacêuticos	21.2	8,00	4,33	0,22
Indústrias extrativas	B	6,00	2,73	0,22
Pesquisa e desenvolvimento	72	8,00	7,54	0,25
Fabricação de celulose e outras pastas	17.1	8,00	5,62	0,26
Fabricação de eletrodomésticos	27.5	6,00	2,24	0,22
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	24.2	6,00	2,73	0,22
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	20.1	8,00	7,24	0,24
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	26.2	10,00	8,21	0,31
Refino de petróleo	19.2	14,00	27,40	0,32

Máquinas e equipamentos para agropecuária	28.3	12,00	16,17	0,31
Fabricação de produtos têxteis	13	8,00	4,86	0,27
Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica	27.1 / 27.3	8,00	4,86	0,27
Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas	71	14,00	21,35	0,35
Impressão e reprodução de gravações	18	10,00	8,21	0,31
Edição e gravação e edição de música	59.2	6,00	6,47	0,19
Fabricação de outros equipamentos de transporte	30	12,00	18,82	0,32
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	20.4	6,00	2,24	0,22
Fabricação de móveis	31	6,00	3,06	0,21
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos	20.5	8,00	4,86	0,27
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	26.5 / 26.7 / 26.8	4,00	0,60	0,17
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	15	8,00	8,04	0,22
Fabricação de produtos de madeira	16	10,00	8,21	0,31
Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	32.5	4,00	0,60	0,17
Outros produtos diversos	32.1 / 32.2 / 32.3 / 32.4 / 32.9	8,00	6,44	0,24
Telecomunicações	61	4,00	1,50	0,11
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas	63.1	6,00	3,85	0,20
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	23	10,00	8,21	0,31
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	19.1	6,00	2,55	0,18

Desenvolvimento de software não customizável	62.03-1	4,00	0,60	0,17
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	17.2	6,00	4,14	0,20
Confeção de artigos do vestuário e acessórios	14	6,00	3,06	0,21
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	33	4,00	0,60	0,17
Eletricidade e gás	D	4,00	0,95	0,14
Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	26.6	2,00	0,00	0,08
Fabricação de produtos químicos orgânicos	20.2	4,00	0,60	0,17
Outras máquinas e equipamentos	28.6	8,00	7,47	0,24
Fabricação de produtos do fumo	12	8,00	5,62	0,26
Fabricação de produtos de metal	25	6,00	2,24	0,22
Motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão	28.1	4,00	0,44	0,09
Fabricação de produtos alimentícios	10	4,00	0,60	0,17
Fabricação de peças e acessórios para veículos	29.4	6,00	6,47	0,19
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores	29.3 / 29.5	4,00	1,50	0,11
Desenvolvimento de software sob encomenda	62.01-5	4,00	1,17	0,13
Fabricação de artigos de borracha e plástico	22	4,00	0,60	0,17
Fabricação de componentes eletrônicos	26.1	4,00	0,60	0,17
Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos	27.2 / 27.4 / 27.9	2,00	0,00	0,09
Desenvolvimento de software customizável	62.02-3	4,00	2,67	0,10
Outros serviços de tecnologia da informação	62.04-0 / 62.09-1	2,00	0,00	0,08
Máquinas para extração e construção	28.5	0,00	0,00	0,00