

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
NÍVEL MESTRADO**

MATEUS AUGUSTO FASSINA SANTINI

**GERAÇÃO DE PATENTES EM UNIVERSIDADES: Um Estudo na Indústria
Global de Semicondutores**

Porto Alegre

2019

MATEUS AUGUSTO FASSINA SANTINI

**GERAÇÃO DE PATENTES EM UNIVERSIDADES: Um Estudo na Indústria
Global de Semicondutores**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração, pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Kadígia Faccin
Coorientador: Prof. Dr. Alsones Balestrin

Porto Alegre

2019

S235g

Santini, Mateus Augusto Fassina.

Geração de patentes em universidades : um estudo na indústria global de semicondutores / Mateus Augusto Fassina Santini. – 2019.

114 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2019.

"Orientadora: Prof^a. Dr^a. Kadígia Faccin ; coorientador: Prof. Dr. Alsones Balestrin."

1. Semicondutores – Indústria. 2. Patentes. 3. Colaboração acadêmico-industrial. 4. Parceria de pesquisa e desenvolvimento. 5. Administração – Pesquisa – Metodologia. 6. Redes sociais – Pesquisa. 7. Ciências sociais – Análise de rede. I. Título.

CDU 658

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecário: Flávio Nunes – CRB 10/1298)

MATEUS AUGUSTO FASSINA SANTINI

**GERAÇÃO DE PATENTES EM UNIVERSIDADES: Um Estudo na Indústria
Global de Semicondutores**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração, pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Aprovado em 28 de fevereiro de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Kadícia Faccin – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Prof. Dr. Alsones Balestrin – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Prof. Dr. Gustavo da Silva Motta – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Daniel Pedro Puffal – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Prof^ª. Dr^ª. Bibiana Volkmer Martins – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Dedico este trabalho às pessoas mais presentes em
minha vida:

Minha mãe, pelo seu enorme e generoso coração.

Meu pai, pelo seu exemplo de caráter e dedicação.

Minha esposa, pelo seu amor e companheirismo e por me
apoiar em todos os momentos.

Minha filha, pelos seus sorrisos que tornam os meus dias mais felizes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar saúde e sabedoria para chegar até este momento com energia e resiliência para enfrentar os desafios.

Aos meus pais, Ovanira e Nestor, meu infinito agradecimento pela formação, pelo suporte, por sempre acreditarem em minha capacidade, além de fornecer todos os subsídios para o desenvolvimento da minha pessoa e do meu caráter.

À minha esposa, Aline, por estar sempre ao meu lado e ser tão importante na minha vida. Por fornecer apoio incondicional, compreensão, motivação e pela paciência ao longo desta jornada

À minha filha Cecília, pela motivação diária e que me inspira a querer ser uma pessoa melhor para guiá-la pelo exemplo.

À minha orientadora, Prof^a. Dra^a Kadígia Faccin, e ao meu coorientador, Prof. Dr. Alsones Balestrin, pelos ensinamentos e disposição em auxiliar nos mais diversos momentos. Por acreditarem no meu potencial e me instigarem a buscar a excelência nos trabalhos desenvolvidos.

Aos meus colegas do PPGADM e aos integrantes do GeRedes, pelo companheirismo e por tornar mais leve as atividades no decorrer do curso.

Finalmente, gostaria de agradecer a CAPES-PROEX por oportunizar a realização deste trabalho e à UNISINOS pela sua infraestrutura, organização e pelo seu corpo técnico e docente de alto nível profissional e intelectual.

Ninguém vence sozinho, obrigado a todos!

“O ignorante afirma, o sábio duvida,
o sensato reflete”.
(ARISTÓTELES)

RESUMO

Muitas universidades possuem como meta estratégica elevar os seus padrões de inovação e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Uma das principais medidas adotadas é promover a externalidade da propriedade intelectual por meio do depósito de patentes. Pesquisas recentes propõem que atuar de forma colaborativa com a indústria, governo e demais partes interessadas auxilia para o desenvolvimento da inovação e é fundamental garantir a perenidade e o prestígio das instituições acadêmica. No entanto, não se observa na literatura ênfase em estudos que apresentem os caminhos táticos e estratégicos para as instituições de ciência e tecnologia potencializarem a geração de patentes. Diante desse cenário, esta pesquisa possui como objetivo identificar quais as combinações da estrutura relacional da universidade com atores externos melhor influenciam os resultados de P&D. Para identificar estas combinações, a presente pesquisa utilizou dois métodos de pesquisa: a Análise de Redes Sociais (ARS) e a *Qualitative Comparative Analysis* (QCA). Os dados utilizados neste estudo foram coletados da base de dados da *Derwent Innovation Index* (DII) que possui mais de 16 milhões de invenções cadastradas dos principais escritórios de patentes do mundo. Com o auxílio do software Gephi, analisou-se os dados referentes à rede relacionada à indústria mundial de semicondutores. Posteriormente, com o auxílio do software fsQCA, realizou-se a geração das combinações (receitas) responsáveis pelos casos de sucesso na geração de patentes nos três períodos de análise compreendidos entre os anos de 1963 a 2017. Como resultado da pesquisa, pode-se constatar que, no primeiro período de análise (1963-1990), considerado um período com pouca competitividade na indústria de semicondutores, o relacionamento direto e recorrente entre os atores era o principal propulsor de geração de patentes. Já no segundo período de análise (1991-2001), no qual a indústria de semicondutores começava a caminhar para projetos de P&D mais participativos, a combinação que gerou os melhores resultados tinha como configuração atores com relacionamentos diretos e recorrentes, atuando de forma próxima – percorrendo poucos caminhos para acessar os demais atores da rede – e se organizando em clusters, ou seja, atuando com alto nível de agrupamento. Em se tratando do terceiro período (2002-2017), caracterizado por um mercado altamente competitivo e dinâmico neste tipo de indústria, as duas combinações que geraram os melhores resultados ora

combinaram relações diretas e recorrentes com atores pouco distantes, ora combinaram novamente relações diretas e recorrentes com atores que, por sua vez, possuem contatos diretos com muitos atores, ou seja, atores que possuem muita influência e prestígio quando comparados com os demais. Finalmente, a pesquisa contribui para a teoria por ter preenchido uma lacuna no estudo das estruturas relacionais mais eficazes na geração de propriedade intelectual. Para o campo gerencial, o estudo aponta que, com vistas a potencializar a geração de patentes nas universidades, faz-se necessário posicionar a universidade de forma estratégica com relações próximas, recorrentes e com atores com alto grau de influência e prestígio.

Palavras-chave: Universidade. Colaboração em P&D. Patentes. ARS. QCA. Semicondutores. Estrutura Relacional.

ABSTRACT

Many universities have as strategic goal to raise their standards of innovation and Research and Development (R&D). One of the main measures adopted is to promote the externality of intellectual property through the filing of patents. Recent research proposes that working collaboratively with industry, government and other stakeholders helps to develop innovation and is essential to ensure the long-term and prestigious academic institutions. However, we do not observe in the literature an emphasis on studies that present the tactical and strategic paths for science and technology institutions to potentiate the generation of patents. Given this scenario, this research aims to identify which combinations of the relational structure of the university with external actors best influence the results of R&D. To identify these combinations, the present research used two research methods: Social Network Analysis (SNA) and Qualitative Comparative Analysis (QCA). The data used in this study were collected from the Derwent Innovation Index (DII) database with more than 16 million inventions registered from the world's leading patent offices. With the help of the Gephi software, the network data related to the global semiconductor industry were analyzed. Subsequently, with the help of the fsQCA software, the combinations (recipe) responsible for the success cases in the generation of patents were generated in the three periods of analysis between 1963 and 2017. As a result of the research, one can in the first period of analysis (1963-1990), considered a period with little competitiveness in the semiconductor industry, the direct and recurrent relationship between the actors was the main propeller of generation of patents. In the second period of analysis (1991-2001), where the semiconductor industry began to move towards more participatory R&D projects, the combination that generated the best results had the configuration of actors with direct and recurrent relationships, acting in a close fashion - few ways to access the other actors of the network - and organizing in clusters, that is, acting with high level of grouping. The third period (2002-2017), characterized by a highly competitive and dynamic market in this type of industry, the two recipes that generated the best results or combined direct and recurrent relationships with actors from a few distant ones, or again combined direct and recurrent relations with actors who in turn have direct contacts with many actors, that is, actors who have a lot of influence and prestige when compared to others. Finally, research contributes to the theory by

filling a gap in the study of the most effective relational structures in the generation of intellectual property. For the managerial field, the study indicates that to maximize the generation of patents in universities, it is necessary to position the university in a strategic way with close relations, recurrent with actors with a high degree of influence and prestige.

Key words: University. Collaboration in R&D. Patents. SNA. QCA. Semiconductors. Relational Structure

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Conceitual do Estudo	46
Figura 2 - Usos mais Apropriados do Crisp-set, Multi-value e Fuzzy-set QCA	50
Figura 3 - Evolução dos Tamanhos de Wafer Sobrepostos à Evolução dos Circuitos Integrados	56
Figura 4 - Consistência	63
Figura 5 - Rede de Colaboração do Período 1 (Geral).....	71
Figura 6 - Rede de Colaboração do Período 1 (Ampliado)	72
Figura 7 - Solução Complexa do 1º Período	74
Figura 8 - Rede de Colaboração do Período 1 com Destaque para as 10 Universidades que mais Colaboraram	76
Figura 9 - Rede de Colaboração do Período 2 (Geral).....	78
Figura 10 - Rede de Colaboração do Período 2 (Ampliado)	79
Figura 11 - Solução Complexa do 2º Período	80
Figura 12 - Rede de Colaboração do Período 2 com Destaque para as 10 Universidades que mais Colaboraram	81
Figura 13 - Rede de Colaboração do Período 3 (Geral).....	84
Figura 14 - Rede de Colaboração do Período 3 (Ampliado)	85
Figura 15 - Solução Complexa do 3º Período	86
Figura 16 - Rede de Colaboração do Período 3 com Destaque para as 10 Universidades que mais Colaboraram	88

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média de Patentes Elaboradas em Colaboração (por Ano) das 10 Universidades que mais Colaboraram no Período	84
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estruturas Relacionais e Medidas da Rede	36
Quadro 2 - Comparação entre os Métodos Quantitativos Convencionais e a QCA (Método Configuracional)	49
Quadro 3 - Diferenças entre Crisp-set e Fuzzy-set QCA	50
Quadro 4 - Resultados de Patentes no Intervalo Pesquisado	52
Quadro 5 - Informações Obtidas nas Patentes	54
Quadro 6 - Universidades e Frequência de Colaboração – Casos de Sucesso e Insucesso do 1º Período	58
Quadro 7 - Universidades e Frequência de Colaboração – Casos de Sucesso e Insucesso do 2º Período	64
Quadro 8 - Universidades e Frequência de Colaboração – Casos de Sucesso e Insucesso do 3º Período	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Patentes em Colaboração por Período	57
Tabela 2 - Indicadores do 1º Período	60
Tabela 3 - Calibração 1º Período	61
Tabela 4 - Indicadores do 1º Período Calibrados	61
Tabela 5 - Indicadores do 2º Período	65
Tabela 6 - Calibração 2º Período	65
Tabela 7 - Indicadores do 2º Período Calibrados	66
Tabela 8 - Indicadores do 3º Período	67
Tabela 9 - Calibração 3º Período	68
Tabela 10 - Indicadores do 3º Período Calibrados	68
Tabela 11 - Coincidência das Características Versus Colaboração – Período 1	75
Tabela 12 - Coincidência das Características Versus Colaboração – Período 2	81
Tabela 13 - Coincidência das Características Versus Colaboração – Período 3	87
Tabela 14 - Resumo das Receitas Geradas nos Três Períodos de Análise.....	92

LISTA DE SIGLAS

ARS	Análise de Redes Sociais
DII	<i>Derwent Innovation Index</i>
KET	<i>Key Enabling Technologies</i>
OECD	<i>Organization Economic Cooperation and Development</i>
OMPI	Organização Mundial de Propriedade Intelectual (ou WIPO)
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PC	Patentes Colaborativas
QCA	<i>Qualitative Comparative Analysis</i>
TT	Transferência de Tecnologia
UE	Universidade Empreendedora
UI	Universidade-Indústria

SUMÁRIO

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA	17
1.1 Objetivos	22
1.1.1 Objetivo Geral	22
1.1.2 Objetivos Específicos	23
1.2 Justificativa	23
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1 Inovação e P&D Colaborativos	26
2.2 O Papel das Universidades	29
2.2.1 A Universidade e a sua Terceira Missão	29
2.2.2 Interação Universidade-Indústria.....	33
2.3 Redes Sociais	34
2.3.1 Grau Ponderado Médio	39
2.3.2 Proximidade	41
2.3.3 Intermediação.....	41
2.3.4 Autovetor	42
2.3.5 Clusterização.....	43
2.3.6 Proposições de Pesquisa	43
3 METODOLOGIA	47
3.1 Métodos Empregados	47
3.2 Coleta de Dados	51
3.3 Análise de Dados	53
3.3.1 Período 1 (1963-1990)	58
3.3.2 Período 2 (1991-2001)	63
3.3.3 Período 3 (2002-2017)	66
4 RESULTADOS	70
4.1 1º Período (1963-1990)	70
4.2 2º Período (1991-2001)	77
4.3 3º Período (2002-2017)	82
4.4 Discussão	89
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
5.1 Contribuições da Pesquisa	97
5.2 Limitações da Pesquisa	98

5.3 Sugestões de Pesquisas Futuras	98
REFERÊNCIAS.....	100

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA

No ranking das 100 universidades mais inovadoras do mundo, elaborado pela Reuters em 2018, um dos principais elementos analisados é o depósito de patentes. As universidades que integram essa lista são as que mais contribuem para o avanço científico, inventam novas tecnologias e impulsionam novos mercados. A primeira colocada dessa lista é a Universidade de Stanford, localizada nos Estados Unidos. Essa universidade depositou 691 patentes entre os anos de 2015 a 2019, nas mais diversas áreas de pesquisa, dando ênfase principalmente para pesquisas relacionadas à indústria farmacêutica e à agricultura. Cabe dizer que a média das 10 universidades consideradas as mais inovadoras do mundo acompanha os resultados obtidos em Stanford totalizando uma média de 646 depósitos por universidade nos últimos cinco anos (EWALT, 2018).

Muitos gestores de universidades e muitos governantes têm como interesse e meta estratégica posicionar suas universidades nos mais elevados níveis de produção científica e tecnológica, sendo que a presença assídua em rankings dessa especificidade ratifica o sucesso e premia o esforço destinado para atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) (TIJSSEN; YEGROS-YEGROS; WINNINK, 2016). As universidades que se destacam em P&D por meio do depósito de patentes demonstram ao mercado, aos governos e à sociedade em geral que possuem profissionais extremamente qualificados e estruturas de primeiro nível, o que faz aumentar o seu prestígio para com suas partes interessadas (VERNON; BALAS; MOMANI, 2018).

Apesar de o registro de patentes ser considerado um fator crítico de sucesso para as universidades, pouca ênfase tem sido dada na literatura para ações e estratégias relacionais que visem potencializar o depósito de patentes. Sabe-se que atuar em redes potencializa os resultados de P&D, especialmente em áreas tecnológicas intensivas em conhecimento (BERCOVITZ; FELDMAN, 2007). No entanto, a atuação em colaboração com outros atores na rede, por si só, não garante resultados expressivos em P&D – faz-se necessário, então, definir estratégias relacionais para com os demais atores da rede com vistas a fortalecer as colaborações e potencializar o depósito de patentes.

Aumentar o nível de colaboração entre a universidade e a indústria é um objetivo político primário na maioria das economias do mundo (BANAL-ESTAÑOL;

JOFRE-BONET; LAWSON, 2015), sendo o depósito conjunto de patentes um reflexo dessa aproximação. A Universidade de Tóquio, que também faz parte das 100 universidades mais inovadoras do mundo, possui parceria com aproximadamente duzentas empresas de todo o mundo – Johnson & Johnson e Fujifilm Corporation são exemplos de duas grandes corporações que são parceiras dessa instituição acadêmica. Dentro desse contexto, muitos estudos têm buscado analisar e entender a colaboração das universidades com a indústria. Wang et al. (2015), por exemplo, analisaram a amplitude e a profundidade da colaboração entre universidades e indústrias na China; já Miller et al. (2016) estudaram os fenômenos relacionados à transferência de conhecimento na relação entre universidade, indústria e demais partes interessadas.

Este tema também tem ganhado destaque em eventos e conferências ao redor do mundo. O *Triple Helix Conference* é um evento que ocorre anualmente desde 1996 e conta com a participação de acadêmicos, especialistas e formuladores de políticas para debater assuntos atuais relacionados à colaboração entre universidade, indústria e governo. O *University-Industry Interaction Conference* é outro evento que ocorre anualmente e reúne cerca de 500 gestores e pesquisadores de todo o mundo para debater a colaboração, inovação e interação entre universidade-indústria (UI). O número de chamadas especiais de revistas sobre a colaboração UI também tem aumentado. O *Beyond “Triple Helix” toward “Quadruple Helix Models in Regional Innovation Systems: Implications for Theory and Practice* da *R&D Management* e o *Strategic Knowledge Management Models and Tools for Entrepreneurial Universities* da *Management Decision* são alguns exemplos de chamadas especiais atuais que colaboram para o desenvolvimento de estudos no campo da colaboração UI.

Observa-se que a academia surge com um papel fundamental, pois, além das duas missões publicamente difundidas e conhecidas (ensino e pesquisa), ganhou nos últimos anos uma terceira missão – desenvolver a sociedade e a economia (ETZKOWITZ, 2017).

A ênfase que se observa nos estudos, conferências e chamadas especiais sobre a colaboração UI revela de maneira prática um aumento exponencial da importância da cooperação entre estes atores. Já que a colaboração é uma tendência e uma necessidade no ambiente acadêmico, estudar e analisar as

características destas colaborações é fundamental para que sejam desenvolvidas estratégias que fomentem o desenvolvimento e a inovação.

Do ponto de vista da colaboração para inovação na relação entre UI, a posição relativa de atores individuais em relação aos demais influencia tanto a estratégia quanto o comportamento (BORGATTI; LI, 2009). Faz-se necessário, então, pesquisar o papel e a importância de cada ator e as derivações de suas relações em uma rede mais ampla (BORGATTI; LI, 2009).

Sabe-se que atores que atuam próximos obtêm melhores resultados no desenvolvimento de inovação (GUAN; ZHAO, 2013). Da mesma forma, atores com posições mais centrais exercem maior poder e influência no fluxo de informações e de conhecimento das redes (FREEMAN, 1978). Nesse contexto, a análise das redes sociais (ARS) surge como a forma mais eficaz para analisar as características estrutura relacional destas redes (SUN, 2016). Enquanto a teoria social tradicional é egocêntrica, e não considera os atores (sujeitos sociais) em seu contexto e relacionamento com outros sujeitos, a ARS estuda como as regularidades da estrutura relacional influenciam o comportamento dos atores (OTTE; ROUSSEAU, 2002).

Observa-se nos últimos anos uma elevação do número de estudos em ARS relacionados com as colaborações em P&D das universidades. O estudo de Chen e Lin (2017) explorou as redes de colaboração de P&D entre as universidades e dos demais atores do sistema de inovação setorial de biotecnologia de Taiwan. Huggins, Izushi e Prokop (2016) estudaram o desempenho organizacional das universidades e o relacionaram ao desempenho das indústrias do Reino Unido. De Stefano e Zaccarin (2013) pesquisaram por meio de um estudo de caso no nordeste da Itália a difusão do conhecimento e da inovação em relações entre as universidades e demais organizações da região.

Da mesma forma que a ARS é empregada para analisar a estrutura das redes e de suas colaborações, o uso de dados e citações de patentes é frequentemente empregado para materializar os resultados de P&D. Kastle e Steen (2014) indicam que a fonte mais comum de dados secundários para estudos de redes em inovação é dados de patentes. Esses estudos usam a coautoria de patentes como elos entre pesquisadores individuais ou as empresas que arquivam as patentes. A principal vantagem de usar dados secundários é que se pode obter quantidades maiores de dados do que as entrevistas ou pesquisas.

Uma das lacunas existentes na literatura relativa a ARS é que a maioria dos estudos está relacionada à colaboração da indústria, destinando pouca ênfase à colaboração da academia. Já os estudos existentes relativos à colaboração em universidades se restringem a estudos locais de pouca amplitude geográfica, analisando geralmente a realidade de um país ou de uma região de um país. Segundo Wang et al. (2017), a maioria dos estudos existentes que emprega o registro conjunto de patentes como um meio de analisar a cooperação em P&D entre as regiões tende a se concentrar nas cidades europeias.

Outra limitação existente diz respeito aos métodos e técnicas utilizadas para evidenciar a colaboração em P&D, visto que os estudos existentes utilizam em sua maioria métodos quantitativos oriundos de citações de patentes ou métodos qualitativos relativos a estudos de caso únicos. Essa abordagem acaba por limitar a generalização e a validade destas pesquisas.

Os estudos relacionados a ARS, geralmente, analisam as características das estruturas relacionais separadamente. Wang et al. (2017), por exemplo, analisaram a força dos laços e Abbasi, Hossain e Leydesdorff (2012) analisaram a centralidade de forma isolada. Para a academia e para os gestores, saber o contexto e seus relacionamentos é tão importante quanto avaliar os diferentes resultados destas combinações – isto pode ser realizado com o emprego de metodologias que favoreçam esse tipo de análise, como por exemplo, a *Qualitative Comparative Analysis* (QCA).

Com o objetivo de preencher as lacunas existentes, o presente estudo apresenta o seguinte problema de pesquisa: identificar as características da estrutura relacional da universidade que mais influenciam os resultados de P&D.

Para responder esta pergunta e preencher esta lacuna no campo de estudo, será elaborado um estudo longitudinal, utilizando dados de patentes oriundas da base de dados da *Derwent Innovation Index (DII)* que contém informações de patentes dos principais escritórios de patentes do mundo no período que compreende os anos de 1963 a 2017.

Estes dados de patentes serão tratados por meio de metodologias mistas Análise de Redes Sociais (ARS) e *Qualitative Comparative Analysis* (QCA). O objetivo de empregar estes dois métodos é atribuir maior robustez à pesquisa, bem como torná-la passível de generalização. Como técnica de análise será empregada a análise de dados de patentes.

Como citado anteriormente, a ARS é uma abordagem oriunda da sociologia que visa investigar as estruturas sociais e a QCA, desenvolvida por Ragin (1987), consiste em um método de análise de dados para determinar quais conclusões lógicas um conjunto de dados suporta – utilizando-se da lógica booleana e da tabela verdade.

Este trabalho tem como intenção contribuir e auxiliar os gestores de universidades a liderar e planejar estrategicamente o estabelecimento de parcerias estratégicas que os auxiliem no alcance dos objetivos das três missões da academia: ensino; pesquisa; e desenvolvimento social e econômico (ETZKOWITZ, 2003; ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000). Da mesma forma, este estudo pretende auxiliar a tomada de decisão dos gestores de empresas na adoção de parcerias estratégicas com entidades acadêmicas que complementem as suas necessidades e reduzam a exposição aos riscos principalmente de P&D e auxiliar as empresas de semicondutores a compreender a característica e a função dos canais de colaboração. Outra contribuição esperada é que os resultados obtidos facilitem o desenvolvimento de políticas públicas (para universidades) com o intuito de desenvolver a sociedade e a economia.

Este estudo objetivou identificar as características da estrutura relacional da universidade que mais influenciam os resultados de P&D. De acordo com Kastle e Steen (2014), o estudo da colaboração pode ajudar significativamente na construção das estruturas organizacionais necessárias para dar suporte às mudanças atuais; e, para entender melhor as circunstâncias destas mudanças, os pesquisadores precisarão usar a análise de rede.

Outrossim, observa-se, no presente estudo, mudanças nos padrões de colaboração e na consequente geração de patentes ao longo do tempo na indústria de semicondutores¹. No período inicial de análise, observava-se pouca aproximação da universidade com os elementos mais centrais da rede. Esse afastamento pode ser motivado pelo fato de que as indústrias, que são os principais parceiros das universidades, detinham internamente, em seus P&Ds, as capacidades necessárias para acompanhar de forma eficiente a evolução tecnológica. Dessa forma, as indústrias não tinham interesse e nem necessidade de se aproximar das

¹ Nesta e nas demais situações onde constar o termo “indústria de semicondutores”, o mesmo está se referindo à classe H01 da Classificação Internacional de Patentes. Onde a classificação H01 trata das tecnologias que envolvem elementos elétricos básicos dentro da seção voltada para a eletricidade.

universidades para gerar propriedade intelectual. Esse fato acaba por estabelecer as configurações iniciais que tinham como estratégia relacional apenas o contato frequente entre os atores sem observar outras estratégias de centralidade e/ou clusterização.

No início da década de 90, a evolução tecnológica começou a extrapolar as possibilidades internas dos P&Ds das indústrias, principalmente nas indústrias intensivas em conhecimento, o que fez com que aumentasse o interesse por parte da indústria em parcerias com os entes acadêmicos. Esta aproximação trouxe consigo um aumento no número de patentes em colaboração, muito influenciado pela adoção de estratégias relacionais atreladas à frequência de interação combinada com a atuação em clusters. A combinação dessas duas características foi muito eficaz na geração de patentes até o final dos anos 90.

Contudo, em um terceiro momento, que remete ao início dos anos 2000, a estratégia relacional que gerou melhores resultados em P&D teve alterações. A estratégia que obteve os melhores resultados na geração de patentes indica que as universidades que adotaram posições centralizadas na rede e que se relacionaram de forma frequente com os atores mais influentes foram mais eficazes na construção de propriedade intelectual. Essa combinação de características foi uma das principais responsáveis pelo aumento em 15 vezes no número de colaborações nas 10 universidades que mais depositaram patentes em colaboração, saltando de uma média de 12 patentes por ano para uma média de 180 patentes por ano no último período de análise.

1.1 Objetivos

Neste tópico, serão apresentados os objetivos geral e específicos deste estudo.

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar as características da estrutura relacional da universidade que mais influenciam os resultados de P&D.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar as universidades com maior número de patentes depositadas em colaboração na indústria de semicondutores.
- b) Analisar as estruturas relacionais das universidades utilizando métricas de centralidade.
- c) Analisar as estruturas relacionais das universidades utilizando métrica de agrupamento.
- d) Combinar as estruturas relacionais.

1.2 Justificativa

O crescimento econômico e social das nações é impactado diretamente pela atuação da academia. A academia não pode desconsiderar a importância de se integrar com a indústria, o governo e os demais mercados globais. Dessa forma, estudar o contexto das universidades possui grande relevância pois elas estão cada vez mais desempenhando um papel central no avanço da sustentabilidade em escala local, regional e nacional por meio de colaborações intersetoriais (TRENCHER et al., 2014). Como instituições produtoras de conhecimento, as universidades estão agora amplamente posicionadas como motores do crescimento econômico (OECD, 2007). Para Andersson e Berggren (2016), a academia não é apenas um produtor e difusor de conhecimento, mas também tem a função de criar relações, que podem ser igualmente importantes.

Existe hoje, na literatura, uma ênfase em estudos colaborativos em P&D com foco nas relações entre empresas, principalmente em aspectos relacionados à cooperação, porém não há tanto destaque no que diz respeito aos estudos colaborativos de P&D em universidades. Ritala e Sainio (2014), por exemplo, analisaram a relação da cooperação com a radicalidade tecnológica e a radicalidade de novos mercados, já Cho e Lee (2016) propõem uma estrutura analítica para auxiliar os gestores da área de tecnologia a selecionar parceiros.

Os primeiros estudos que relacionam a abordagem de patentes e colaboração em universidades datam da década de 80. Nelkin (1982) analisou os direitos de propriedade intelectual advindos do uso de patentes nas colaborações entre UI. Gray, Johnson e Gidley (1986), por sua vez, analisaram o impacto e os resultados da aplicação de programas públicos em atividades de colaboração entre a universidade-indústria. Os estudos na década de 90 mantiveram o comportamento ao destacar as patentes em colaborações, principalmente relacionadas à indústria. Atkinson (1994) examinou as colaborações de licenciamento e pesquisa da UI. Zucker, Darby e Armstrong (1998) estudaram o impacto positivo da proximidade das empresas com as universidades. Nos anos 2000, o uso de patentes universitárias começou a ganhar destaque. Valentin e Jensen (2007) analisaram a contribuição de cientistas universitários para invenções patenteadas por empresas de biotecnologia na Dinamarca e na Suécia. Baba, Shichijo e Sedita (2009) identificaram o efeito das colaborações UI no desempenho inovador de empresas que atuam no campo de materiais avançados.

Na última década, a quantidade de estudos que utilizou dados de patentes aumentou consideravelmente. Abbasi, Hossain e Leydesdorff (2012) mapearam as dinâmicas emergentes da base de conhecimento de inovações em P&D em Bangladesh com o uso de dados de patentes do *US Patent Office*. Qiuyu, Gang e Guoqing (2016) discutiram o processo colaborativo de inovação das UIs e suas estruturas espaciais utilizando dados do *State Intellectual Property Office of P.R. China*.

Observa-se, então, que existem poucos estudos que combinam as estruturas relacionais. Pesquisas anteriores analisaram as características da rede acadêmica, como por exemplo, proximidade geográfica, centralidade e força dos laços de forma isolada, atribuindo o sucesso ou insucesso das parcerias a um atributo específico sem especular a eficiência da combinação destas variáveis. Soma-se a este fato que grande parte destes estudos analisa os dados obtido em pequenos recortes de tempo, deixando de analisar o comportamento das colaborações ao longo do tempo.

Verifica-se, ainda, nos estudos existentes, que a análise de dados de patentes geralmente utiliza as informações coletadas por apenas um escritório/organização. Por exemplo, Briggs (2015) e Petruzzelli, Albino, Carbonara e Rotolo (2010) utilizaram os dados do *European Patent Office* nas suas pesquisas, já Sun (2016) utilizou os dados do *State Intellectual Property Office*. Essa característica

acaba por limitar a abrangência das pesquisas, afetando diretamente a confiabilidade e a validade desses estudos.

Com o objetivo de eliminar ou reduzir estas variações, o presente estudo pretende identificar as características da estrutura relacional da universidade que mais influenciam os resultados de P&D com base em um estudo longitudinal. Este estudo longitudinal será definido com base na evolução tecnológica da indústria de semicondutores, mais especificamente no que tange ao diâmetro dos *wafers*. Com o objetivo de ampliar a abrangência do estudo, serão utilizados dados das patentes colaborativas oriundos da *Derwent Innovations Index* (DII) que é uma base de dados de patentes de nível mundial e abrangente. As informações das patentes são coletadas de 50 autoridades emissoras de patentes mundiais e classificadas em três categorias (Química; Engenharia; e Elétrica e Eletrônica). A DII contém mais de 16 milhões de invenções cadastradas desde o ano de 1963 e possui atualização semanal.

Do ponto de vista gerencial, o presente estudo se justifica, pois, ao analisar as características e padrões das colaborações nas universidades, os gestores de universidades obtêm informações relevantes para desenhar cenários na definição do planejamento estratégico de suas organizações.

A presente pesquisa possibilita aos gestores informações que auxiliam a tomada de decisão na implementação de parcerias, por exemplo, na decisão de estabelecer alianças com parceiros mais próximos ou mais afastados (dependendo das complementaridades), centralizando ou descentralizando as ações da rede, optando por estabelecer laços mais fortes com alguns parceiros e mais fracos com outros, ou buscando simplesmente reduzir o número de buracos estruturais da sua rede.

A justificativa social do presente estudo encontra amparo justamente na terceira missão da universidade. A operacionalização e o sucesso das parcerias entre UI e o conseqüente desenvolvimento econômico trazido por estas parcerias impactam positivamente a sociedade, seja pelo desenvolvimento pessoal e profissional das pessoas que estão inseridas nesses contextos, seja pelo acesso aos bens e serviços produzidos por estas relações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo exhibe os principais enfoques teóricos encontrados na literatura que subsidiaram a realização deste estudo: inovação e P&D colaborativos, o papel das universidades e redes sociais.

2.1 Inovação e P&D Colaborativos

Os dias de hoje são caracterizados por negócios cada vez mais competitivos onde a colaboração permite o uso de um conjunto de recursos e de conhecimento, ao mesmo tempo em que compartilha riscos (OECD, 2017). Dessa forma, a decisão de colaborar possibilita aos membros da rede uma série de benefícios, diferenciais e vantagens competitivas que não seriam possíveis caso eles atuassem de maneira isolada – redução de investimentos e complementaridade de recursos são alguns dos benefícios mais latentes quando se decide por atuar conjuntamente (CHUNG; SINGH; LEE, 2000).

Em ambientes inovadores, em que o conhecimento é um fator crítico de sucesso, utilizar-se de estruturas abertas e colaborativas permite a união de esforços para sucesso dos empreendimentos (CHESBROUGH, 2003). Cabe ressaltar ainda que a velocidade com que as transformações tecnológicas ocorrem na indústria de alta tecnologia impede que os atores desse mercado atuem de forma isolada, pois a complexidade tecnológica é tão apurada que não há condições de uma única organização possuir todos os recursos necessários para a implementação de inovações. Eis, então, que surge a necessidade de colaboração (CHESBROUGH, 2003).

Segundo Dodgson, Gann e Phillips (2013), a colaboração é definida como um compartilhamento de recursos, com objetivos acordados mutuamente e que pode assumir várias formas como alianças estratégicas e joint ventures, consórcios de P&D, parcerias universidade-indústria e governo-indústria. A colaboração em P&D se justifica, pois o conhecimento, que é um fator crítico de sucesso no ambiente de inovação, está distribuído e nem mesmo o mais capacitado setor de P&D de uma organização poderia ser capaz de reproduzi-lo. Portanto, este deve procurar identificar e explorar fontes de conhecimento externo como questão crucial no processo de inovação. Nesse sentido, a colaboração com um número seletivo de

parceiros cria complementaridades necessárias para a inovação, estimula o aprendizado e prepara as organizações para lidar com as incertezas e complexidades (DODGSON; GANN; PHILLIPS, 2013). As principais etapas deste processo incluem a busca de inovações externas, a seleção e aquisição de inovações adequadas, integrando-as aos esforços de P&D da empresa e trazendo-as para o mercado (WEST; BOGERS, 2014).

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo no número de colaborações em P&D com a participação de universidades. Este acréscimo pode ser comprovado ao analisar o número de patentes depositadas em colaboração nos escritórios de patentes de todo o mundo.

Um das formas de mensurar este ambiente de inovação e colaboração é utilizar os depósitos de patente como indicador. A patente é um direito de propriedade intelectual que está relacionado às invenções de origem técnica. Na maioria dos países, a vigência das patentes tem duração de 20 anos contados da data do depósito. Isso quer dizer que neste período o inventor tem direitos e prioridades sobre a invenção. As patentes podem ser concedidas à uma empresa, indivíduo ou órgão público por um escritório nacional de patentes, sendo que um pedido de patente deve atender a certos requisitos: a invenção deve ser nova, envolver uma etapa inventiva (não óbvia) e ser capaz de aplicação industrial.

Os indicadores baseados em patentes são extremamente úteis para comparar e monitorar tendências na produção de tecnologia de diferentes países (VAN ZEEBROECK; VAN POTTELSBERGHE, 2011). Dentro desse contexto, a análise da colaboração com base nos dados de patentes fornece evidências objetivas e confiáveis sobre a inovação colaborativa. Os dados de patentes contêm informações padronizadas relacionadas a novas ideias e desenvolvimentos tecnológicos, por isso são tratadas como os indicadores de produção mais importantes de mudanças de tecnologia e atividades inovadoras (PILKINGTON; DYERSON; TISSIER, 2002; FRIETSCH; GRUPP, 2006). Dessa forma, as estatísticas de patentes são os únicos resultados oficialmente verificados de medição de atividades inventivas (LEI et al., 2012).

Um fator que motiva o desenvolvimento de patentes em colaboração está relacionado ao uso dos recursos, que permite que as empresas possam acumular recursos valiosos além de seus limites (GRANT, 1996). Na economia de hoje, os recursos de P&D tornaram-se críticos para a inovação por dois motivos: primeiro,

uma vez que a tecnologia está se tornando cada vez mais complexa, as empresas possuem dificuldades para gerenciar internamente todas as atividades de P&D por conta dos riscos e dos investimentos necessários (VEUGELERS; CASSIMAN, 2005). Em segundo lugar, as empresas precisam urgentemente acelerar simultaneamente a inovação e minimizar os custos de P&D (GNYAWALI; PARK, 2009). Essa necessidade está acelerando a colaboração com as universidades para alcançar os objetivos de aumentar a velocidade de inovação e diminuir o custo de inovação (PETRONI; VENTURINI; VERBANO, 2012). Com relação aos custos, a colaboração representa uma governança híbrida entre o mercado e a hierarquia, para facilitar a transferência de tecnologia e torná-la mais eficiente porque diminui os custos de transação associados à aquisição de tecnologia (WANG et al., 2013).

O estudo da colaboração por meio de patentes ganhou espaço nos últimos anos ao se estabelecer um elo entre universidades, indústrias e governo. Para Lei et al. (2012), a análise de patentes fornece valiosas atividades inventivas e padrões de colaboração entre UI. A colaboração entre empresas e universidades e/ou pesquisadores independentes é favorável ao patenteamento conjunto (HICKS, 2000). Estes trabalhos indicam que as patentes conjuntas apresentam como resultado inovações de maior qualidade em relação a patentes com um único proprietário (BELDERBOS; GILSING; SUZUKI, 2016; BRIGGS; WADE, 2014).

Outro fator positivo que pode ser atribuído às patentes colaborativas é o fato de elas possuírem maior impacto também no meio acadêmico. Belderbos, Gilsing e Suzuki (2016) descobriram que as patentes conjuntas, independentemente de serem criadas por empresas pertencentes a indústrias similares (colaboração intra-indústria) ou por empresas em diferentes indústrias (colaboração interindustrial), produzem maiores citações diretas do que as patentes de propriedade individual.

Pesquisas recentes indicam que o estudo de patentes colaborativas evoluiu consideravelmente nos últimos anos nos mais diversos campos e tem se mostrado um método relevante ao se analisar a inovação em colaboração. Jiang et al. (2017) utilizaram dados de patentes colaborativas para investigar como o fortalecimento da colaboração em P&D pode contribuir para a integração de sistemas regionais de inovação. Briggs (2015) identificou que as parcerias universitárias e as diferenças de renda entre coproprietários internacionais influenciam a qualidade da patente conjunta e que a copropriedade de vários países em países com rendimentos per capita similares aumenta a probabilidade de uma patente conjunta ser de alta

qualidade no curto prazo. Lin et al. (2012) utilizam estes mesmos tipos de dados para analisar a capacidade absorptiva em P&D. Petruzzelli (2011) estudou o impacto das colaborações entre universidades e indústrias ao analisar laços prévios, distância geográfica e a complexidade tecnológica. Klitkou, Nygaard e Meyer (2007) utilizaram os dados de patentes colaborativas para explorar as redes de tecnociências norueguesas focadas em células de combustíveis.

Dentro do contexto de inovação e P&D, colaborar com universidades se caracteriza por gerar importantes fontes de conhecimento para empresas (OECD, 2017). Castells (1999) indica que acesso a mercados e a recursos de capital é trocado com frequência por tecnologia e por conhecimentos industriais – situação em que duas ou mais empresas empregam esforços coletivos para desenvolver um novo produto ou serviço. A criação de startups, por exemplo, utilizando o conhecimento fornecido pelas universidades, é considerada uma importante forma de desenvolvimento econômico regional (BELITSKI; HERON, 2017). Nesse contexto, as empresas procuram estabelecer laços estreitos com parceiros universitários e desenvolver relações para envolver cientistas acadêmicos na produção conjunta de conhecimento (LAM, 2007).

2.2 O Papel das Universidades

As universidades foram estabelecidas tendo como seu objetivo principal o ensino (primeira missão). No século XIX, com a “primeira revolução acadêmica”, a pesquisa foi integrada como sendo uma das principais atividades das universidades (segunda missão). Após os anos 80, outro ponto de inflexão na evolução dos estudos sobre os papéis das universidades na sociedade foi representado pelo surgimento da terceira missão, que tem como desafio contribuir para o desenvolvimento econômico (PHILPOTT et al., 2011).

2.2.1 A Universidade e a sua Terceira Missão

Nas últimas décadas, foi observado que um número maior de universidades, nos mais diversos países, tem se envolvido cada vez mais em inovação e desenvolvimento industrial, a chamada terceira missão (WANG et al., 2015). Como consequência desta terceira missão, aliada à necessidade de que a universidade

impulsione o desenvolvimento econômico e a inovação, surge o conceito de Universidade Empreendedora - UE (CLARK, 2003). As novas missões universitárias estão focadas em sua contribuição para o desenvolvimento social e crescimento econômico (SCHULTE, 2004).

Para Etzkowitz (2017), a universidade é utilizada com o intuito de criar um regime de desenvolvimento econômico e social baseado no conhecimento em sistemas econômicos e acadêmicos em diferentes estágios de desenvolvimento. Lam (2007) salienta que uma solução adotada por muitas grandes empresas intensivas em P&D tem sido mover-se para próximo de universidades.

Do ponto de vista conceitual, o termo "empreendedor", seguindo a noção de "Universidade Empreendedora" - UE (CLARK, 1998; ETZKOWITZ, 2003), é usado para designar os cientistas e acadêmicos que fazem conexões com as empresas em suas pesquisas e que combinam objetivos acadêmicos com a aplicação de conhecimento por construção de laços organizacionais entre grupos de pesquisa acadêmica e empresas (LAM, 2007).

Vale mencionar que o empreendedorismo acadêmico surgiu de impulsos internos e externos. A universidade empreendedora é, então, resultado do trabalho de uma "lógica interna" de desenvolvimento acadêmico que expandiu previamente o empreendimento acadêmico de um foco no ensino para a pesquisa (ETZKOWITZ, 2003).

Diante desse contexto, a UE emerge como uma resposta às novas demandas da sociedade, momento em que a universidade busca se tornar mais flexível e adaptável às mudanças e desafios que surgem com o advento da globalização e das mudanças tecnológicas. À medida que a economia evoluiu, passando do capital físico para o conhecimento, e voltando a ser impulsionada pelo empreendedorismo, o papel da universidade também evoluiu com o tempo (AUDRETSCH, 2014).

Etzkowitz (2003) define a UE como sendo capaz de gerar o direcionamento estratégico a ser seguido, formulando objetivos acadêmicos claros e transformando o conhecimento gerado na universidade em um valor econômico e social. Já Clark (2003) define a UE como sendo uma instituição ativa que faz mudanças na sua estrutura e no modo de reagir às demandas internas e externas. No entanto, esse conceito é ainda muito controverso no meio acadêmico, já que apresenta grandes desafios e envolve uma série de outros conceitos relevantes associados, tais como inovação, criatividade e risco.

Para Jacob, Lundqvist e Hellsmark (2003), a UE é um termo usado para se referir a universidades que possuem novos mecanismos para fomentar o empreendedorismo dentro da organização, bem como formatar o empreendedorismo como um produto, como por exemplo, cursos de empreendedorismo para permitir a promoção ativa do empreendedorismo entre alunos e corpo docente. A criação da UE foi impulsionada pelo desenvolvimento de campos acadêmicos e áreas de pesquisa que não se concentravam apenas no “conhecimento por si só”, mas estavam orientadas para o conhecimento em prol da solução de problemas e desafios específicos e atrativos que a sociedade enfrenta (AUDRETSCH, 2014). Contudo, cabe salientar que o uso desse termo não se confunde com a comercialização das pesquisas, conforme destaque de Philpott et al. (2011), circunstância em que muitos acadêmicos da universidade entenderam mal o termo "universidade empreendedora" e, em vez disso, igualaram-no principalmente à comercialização de pesquisas.

Ao abordar a importância da UE na sociedade, há de levar em consideração que a inovação e o empreendedorismo são processos cruciais para o crescimento econômico e a competitividade das regiões (ELIA; SECUNDO; PASSIANTE, 2017). Etzkowitz (2003) considera a universidade um ambiente propício à inovação, pela concentração de conhecimento e de capital intelectual, onde os estudantes são uma fonte de potencial empreendedores. Para Rinaldi et al. (2018), as universidades podem apoiar a capacitação absorptiva nas regiões onde estão inseridas; além disso, as universidades podem contribuir diretamente para a capacitação, ensinando, atraindo, treinando e retendo pessoas qualificadas que criarão novos negócios, empresas estudantis, contribuindo para o estabelecimento de relações sociais que sustentam o sistema regional de inovação. Já, para Trencher et al. (2014), as universidades estão desempenhando um papel cada vez mais central no avanço da sustentabilidade em escala local, regional e nacional por meio de colaborações intersetoriais.

A UE é um instrumento que não apenas fornece mão-de-obra e valor agregado com a criação ou transformação de conhecimento, mas também melhora os valores e atitudes do indivíduo em relação a essas questões (GUERRERO; URBANO, 2012). Para as empresas de alta tecnologia, a universidade é um ator chave nas estratégias de inovação das empresas. Portanto, um grande desafio para

estas é o desenvolvimento de um ambiente colaborativo para envolver cientistas acadêmicos na produção conjunta de conhecimento (LAM, 2007).

Para Audretsch (2014), a UE foi uma resposta para gerar transferência de tecnologia e startups com base em conhecimento. Logo, o papel da universidade na sociedade empreendedora se ampliou para focar no aprimoramento do capital de empreendedorismo e facilitar o comportamento para prosperar em uma sociedade empreendedora. O movimento em direção ao modelo de rede de P&D envolve uma mudança significativa na relação entre indústria e universidade do modelo linear mais antigo de fluxo de conhecimento unidirecional para um modelo interativo de troca de conhecimento bidirecional entre os dois setores (LAM, 2007).

A criação de uma UE pode levar vários anos. Para que elas alcancem o sucesso proposto, são necessárias mudanças estruturais e culturais (JACOB; LUNDQVIST; HELLSMARK, 2003). Estudos anteriores focam nas características destes estabelecimentos e indicam que as UEs possuem as mais diversas variações, sendo que grande parte destas universidades implementa parques tecnológicos para obter uma aproximação estratégica com a indústria. Para Etzkowitz e Zhou (2018), os parques tecnológicos propõem um modelo interativo que gera atividade empreendedora por vários meios, incluindo projetos de incubadoras e programas acadêmicos. Entretanto, os parques científicos autônomos, por si só, têm um sucesso bastante limitado como agências para a exploração do conhecimento acadêmico. Clark (2005) dá ênfase na acumulação de grupos empresariais dentro das universidades – estes grupos se estendem desde departamentos disciplinares e centros de pesquisa interdisciplinares e transdisciplinares na base, para faculdades e escolas em níveis intermediários, para toda a universidade. Cabe mencionar que, nesses locais, é possível encontrar professores e gestores entrelaçados em todos os níveis, envolvidos em todas as questões.

Outras estratégias incluem a organização da pesquisa em grupo, a criação de bases de pesquisa com potencial comercial, o desenvolvimento de mecanismos organizacionais para mover a pesquisa comercializável através das fronteiras institucionais e, finalmente, a integração de elementos organizacionais acadêmicos e não acadêmicos em uma estrutura comum (ETZKOWITZ, 2003).

Dentro desse aspecto, surge a necessidade de avaliar o impacto das lideranças no contexto das UEs, circunstância em que a liderança forte e a

governança são cruciais para desenvolver a cultura empreendedora dentro de uma instituição (ELIA; SECUNDO; PASSIANTE, 2017). Leih e Teece (2016) indicam que a presença de líderes que se alinham com o pensamento estratégico e o desenvolvimento de capacidades aumenta a probabilidade de aptidão competitiva de uma universidade e a sobrevivência a longo prazo. O aspecto humano é uma característica muito importante no estabelecimento das UEs, sendo que a combinação de experiências anteriores, habilidades/conhecimentos e aspirações influencia diretamente os resultados obtidos (GUERRERO et al., 2018).

Por fim, vale observar que a criação de um ambiente propício para o desenvolvimento da inovação e colaboração, que contemple questões relacionadas ao desenvolvimento de capital humano, infraestrutura, aspectos legais e sociais, facilita as relações e interações comerciais e institucionais principalmente com as UIs.

2.2.2 Interação Universidade-Indústria

Pode-se observar na literatura que atividades isoladas não garantem o sucesso da implementação das UEs. Faz-se necessária, então, a interação com as empresas e o governo, surgindo, por conseguinte, o conceito de hélice tripla. O modelo de conhecimento 'Triple Helix', desenvolvido por Etzkowitz e Leydesdorff (2000), enfatiza três 'hélices' que se entrelaçam e geram um sistema nacional de inovação: academia / universidades, indústria e estado / governo. A hélice tripla é uma metáfora que enfatiza a sobreposição das redes e expectativas que reformulam os arranjos institucionais entre as diferentes vertentes da hélice - universidades, indústrias e agências governamentais (MEYER; SINILÄINEN; UTECHT, 2003).

Impulsionado pelas pressões globais, o governo está incentivando instituições de terceiro nível a adotar o modelo de inovação em hélice tripla para estimular o desenvolvimento econômico e contribuir para a economia do conhecimento (PHILPOTT et al. 2011). Quando estes incentivos são escassos, as universidades são motivadas para colaborar com a indústria principalmente pela necessidade de levantar recursos adicionais necessários para financiar pesquisas e outras atividades da universidade (WONG, 1999).

O envolvimento dos acadêmicos com a indústria parece ser amplamente compatível com a geração contínua de resultados científicos (D'ESTE; PERKMANN,

2011). Para Elia, Secundo e Passiante (2017), a colaboração entre ciência e tecnologia é intensa, normalmente com o foco dentro da universidade e um papel de apoio da indústria; o papel do governo, por sua vez, geralmente é encorajar e financiar as descobertas. O surgimento da relação UI como os principais atores de inovação no desenvolvimento do sistema de inovação tem cultivado as ligações entre ciência e indústria, gerando várias formas de colaboração (YOON, 2015).

Muitas universidades se tornaram grandes organizações que enfrentam a concorrência nacional e internacional. Elas têm um impacto considerável não apenas em seus stakeholders diretos (alunos, corpo docente e funcionários), mas também nas economias locais, regionais e nacionais (LEIH; TEECE, 2016). Dessa forma, as universidades não devem ser analisadas isoladamente, pois sua capacidade de geração de valor também está relacionada às redes a que pertencem e àquelas que podem ativar (RINALDI et al., 2018).

Nesse sentido, é importante mensurar e entender em que medida as redes sociais influenciam na obtenção de resultados representativos, bem como na estratégia que deve ser adotada para que melhores retornos sejam obtidos nestas relações.

2.3 Redes Sociais

A ideia das redes sociais tem ganhado destaque nos últimos anos devido ao rápido desenvolvimento dos sites e mídias sociais como Facebook, Instagram, Twitter entre outros (SCOTT, 2017). Cabe observar, contudo, que este é um tema que possui uma história muito mais longa.

A análise das redes sociais (ARS) tem origem na antropologia e sociologia. Um dos primeiros autores a utilizar o termo “redes sociais” foi Barnes (1954). Em sua obra, Barnes (1954) buscou explicar a organização social de uma pequena comunidade na Noruega. Influenciado por Barnes, Milgram (1967) operacionalizou uma experiência na cidade de Omaha nos Estados Unidos. Estes autores buscavam com seus estudos examinar os comportamentos sociais dos elementos da comunidade (atores) e seus vínculos (laços/nós).

Este tema avançou nos estudos das ciências sociais e em uma série de disciplinas e áreas como medicina, matemática, estatística, ciências da computação e administração. Os estudos nessas áreas focam não somente no indivíduo, mas

também no comportamento de outros elementos que se relacionam por meio de redes como empresas e computadores por exemplo. Estudiosos como Scott Berkowitz, Stephen Borgatti, Katherine Fausto, Linton Freeman, Mark Granovetter, Stan Wasserman entre outros expandiram o uso das ARS.

Para a Antropologia, as redes sociais buscam apoiar "a análise e descrição daqueles processos sociais que envolvem conexões que transpassam os limites de grupos e categorias" (BARNES, 1987, p.163). No campo tecnológico e gerencial, Kosorukoff (2011) define rede social como uma estrutura social composta de indivíduos ou organizações que são conectados por um ou mais tipos específicos de interdependências - onde os "nós" são os atores individuais dentro das redes e os laços são os relacionamentos entre esses atores. Kastle e Steen (2014) definem rede como qualquer sistema que pode ser descrito por um conjunto de coisas ou atores e as conexões entre eles. As redes são classificadas como estruturas híbridas (WILLIAMSON, 1996), localizadas em áreas geográficas próximas ou distantes (MAGGIONI; NOSVELLI; UBERTI, 2007), com densidade de laços fortes ou fracos (WANG et al., 2017), compostas por alguns membros centrais e outros dispersos (CASPER, 2013) que podem influenciar e atuar como intermediários em suas redes sociais, unindo redes que não estão diretamente ligadas (SCOTT, 2017).

A ARS fornece um meio formal e conceitual para se falar sobre o mundo social (WASSERMAN; FAUST, 1994), e que, nos últimos anos, vem sendo muito utilizada no mundo dos negócios, principalmente relacionada a atividades que envolvem o emprego de alta tecnologia e o uso de alianças e parcerias estratégicas. A ARS surge como uma ferramenta muito eficaz para estudar a colaboração e o compartilhamento do conhecimento (CROSS; BORGATTI; PARKER, 2002).

Observa-se na literatura sobre redes sociais uma série de estudos que estabelecem métricas/medidas relacionadas ao estudo das características da rede conforme pode ser observado no Quadro 1. Estas métricas têm como finalidade apresentar as configurações estruturais relacionais e as ligações dos elementos da rede.

Quadro 1 - Estruturas Relacionais e Medidas da Rede

<i>Betweenness</i> (intermediação)	A extensão em que um nó se encontra entre outros nós na rede. Essa medida leva em conta a conectividade dos vizinhos do nó, dando um valor maior para os nós que fazem a ponte entre os clusters e refletem a medida do número de pessoas que estão conectadas indiretamente por meio de seus links diretos.
Ponte	Diz-se que uma aresta é uma ponte se a deleção faria com que seus pontos de extremidade estivessem em diferentes componentes de um gráfico.
Centralidade	Essa medida fornece uma indicação aproximada do poder social de um nó com base em quão bem ele conecta a rede. "Betweenness", "Closeness" e "Degree" são todas medidas de centralidade.
Centralização	É a diferença entre o número de links para cada nó dividido pela soma máxima possível das diferenças. Uma rede centralizada terá muitos de seus links dispersos em torno de um ou alguns nós, enquanto uma rede descentralizada é aquela em que há pouca variação entre o número de links que cada nó possui.
<i>Closeness</i> (proximidade)	O grau em que um indivíduo está próximo de todos os outros indivíduos em uma rede (direta ou indiretamente). Ele reflete a capacidade de acessar informações dos membros da rede. Assim, a proximidade é o inverso da soma das distâncias mais curtas entre cada indivíduo e cada outra pessoa na rede. O caminho mais curto também pode ser conhecido como "distância geodésica".
Coeficiente de Agrupamento	Uma medida da probabilidade de dois associados de um nó se associarem.
Coesão	O grau em que os atores estão conectados diretamente uns aos outros por laços coesivos. Grupos são identificados como "cliques" se cada indivíduo estiver diretamente ligado a todos os outros indivíduos.
Grau	A contagem do número de vínculos com outros atores na rede.
Densidade (nível individual)	O grau em que os laços de um respondente se conhecem / proporção de laços entre os indicados de um indivíduo. A densidade de rede ou de nível global é a proporção de ligações em uma rede em relação ao número total possível (redes esparsas versus densas).
Centralidade de alternância de fluxo	O grau em que um nó contribui para a soma do fluxo máximo entre todos os pares de nós.
Centralidade do autovetor	Uma medida da importância de um nó em uma rede. Ele atribui pontuações relativas a todos os nós na rede com base no princípio de que as conexões para os nós com uma pontuação alta contribuem mais para a pontuação do nó em questão.
Ponte local	Uma aresta é uma ponte local se seus pontos de extremidade não compartilharem vizinhos comuns. Ao contrário de uma ponte, uma ponte local está contida em um ciclo.
Comprimento do percurso	As distâncias entre pares de nós na rede. O comprimento médio do caminho é a média dessas distâncias entre todos os pares de nós.
Prestígio	Em um prestígio de grafos direcionados é o termo usado para descrever a centralidade de um nó.
Radialidade	A rede de um indivíduo entra em contato com a rede e fornece novas informações e influência.
Alcance	O grau em que qualquer membro de uma rede pode alcançar outros membros da rede.
Coesão estrutural	O número mínimo de membros que, se removidos de um grupo, desconectariam o grupo.
Equivalência estrutural	Refere-se à extensão em que os nós possuem um conjunto comum de links para outros nós no sistema. Os nós não precisam ter nenhum vínculo entre si para serem estruturalmente equivalentes.
Buraco estrutural	Buracos estáticos que podem ser estrategicamente preenchidos conectando um ou mais links para vincular outros pontos. Ligado a ideias de capital social: se um ator vincular outros dois atores que não estão ligados, este ator central pode controlar a comunicação.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na obra de Kosorukoff (2011).

A análise das características das redes industriais e empresariais é um tema que vem ganhando grande atenção na área de relações interorganizacionais (DYER; NOBEOKA, 2000; DYER; SINGH, 1998; FACCIN; BALESTRIN; BORTOLASO, 2016; GULATI, 1998; WEGNER; KOETZ; WILK, 2013). Esta evolução pode ser justificada, pois, quando a base de conhecimento de uma indústria é complexa, expande-se e as fontes de conhecimento são dispersas, o locus da inovação será encontrado em redes de aprendizado, e não em firmas individuais (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996).

A ARS geralmente é realizada em dois níveis: o primeiro nível de análise está relacionado às características da rede (densidade, diâmetro, coesão e buracos estruturais) e o segundo nível, que é objeto de análise deste estudo, possibilita a análise de métricas e características dos atores dentro da rede. Na análise no nível dos atores, geralmente os principais indicadores analisados remetem à centralidade e agrupamento, pois estas métricas indicam o poder e a influência que determinado ator exerce na rede (FREEMAN, 1978).

As medidas de centralidade surgiram através da análise das redes sociais, onde a “centralidade de um ator” é caracterizada pelo poder de um determinado ator em relação a outros atores da rede. Medidas de centralidade em rede sociais, revelam até que ponto os laços de transmissão de informação se concentram ao redor de apenas uma única organização, ficando os outros membros posicionados mais periféricamente na rede (KENIS; KNOKE, 2002). Freeman (1978) afirma que um ator localizado no ponto mais central de uma rede é considerado estruturalmente mais central e em posição mais favorável do que qualquer outro ator na rede ou em qualquer outra rede.

Segundo Freeman (1978), os atores mais centrais da rede podem aproveitar essa vantagem para melhorar o desempenho da inovação. O elemento central na estrutura de uma rede interage com uma frequência maior com os participantes mais próximos e com uma frequência menor com os elementos mais afastados da estrutura da rede – esta característica é definida como densidade dos laços e é influenciada por uma série de fatores. Mesmo que um nó influencie apenas um outro nó, que subsequentemente influencia muitos outros nós, que por sua vez influenciam outros ainda, o primeiro nó dessa cadeia é altamente influente (BORGATTI et al., 2009).

As unidades organizacionais podem produzir mais inovações e obter melhores desempenhos se ocuparem posições centrais na rede que fornecem acesso a novos conhecimentos desenvolvidos por outras unidades. Ao ocupar uma posição central na rede, é provável que uma unidade tenha acesso aos recursos estratégicos desejados e que estes recursos irão estimular atividades inovadoras, fornecendo as informações externas necessárias para gerar novas ideias (TSAI, 2001).

De uma perspectiva hierárquica, os estudos indicam que a difusão do conhecimento entre os lugares próximos e centrais é mais rápida do que entre as de menor ordem porque os locais centrais exibem um maior nível de bases de conhecimento e melhores conexões para redes de transporte e comunicação (MAGGIONI; NOSVELLI; UBERTI, 2007).

Do ponto de vista da análise dos agrupamentos, Guan e Zhao (2013) indicam que altos índices de agrupamento são um campo fértil para o desenvolvimento de inovação, isto porque uma rede mais coesa e conectada permite o compartilhamento de ideias, informações e recursos, aumenta também a confiança entre os atores, facilitando o compartilhamento de risco (GUAN; ZHAO, 2013).

As redes de uma organização desempenham um papel particularmente importante em indústrias geograficamente concentradas porque a probabilidade de sucesso e os efeitos dos laços são limitados pela distância (WHITTINGTON; OWEN-SMITH; POWELL, 2009). Por outro lado, não basta concentrar elementos em um mesmo espaço geográfico e aguardar que comecem a colaborar para um ambiente de ganhos mútuos que gerem sinergia e inovação. Apesar de representar um contexto favorável às atividades de cooperação, esta concentração, por si só, não pode ser definida pelo conceito de redes de cooperação, pois grande parte das vezes são ineficientes e não possuem os três princípios basilares: objetivos comuns, interação e gestão coordenadora (BALESTRIN; VERSCHOORE, 2016).

Se por vezes a concentração geográfica de empresas e universidade pode não gerar interação com características da rede, é possível que os benefícios gerados em alguns clusters possam ser disseminados para outros clusters. O conhecimento tecnológico e científico desenvolvido em um cluster pode ser difundido e trocado através de um conjunto de redes espaciais (estruturadas em acordos formais e contratuais) conectando cada cluster com outros, independentemente da contiguidade geográfica. De acordo com essa perspectiva,

as redes relacionais podem ser consideradas mais importantes (MAGGIONI; NOSVELLI; UBERTI, 2007).

Para Powell et al. (2005), as características locais e globais das redes ajudam a definir as topologias da rede, como os pequenos mundos, que são grandes redes com agrupamento local e distância global relativamente curta. Em áreas aglomeradas, uma rede local ativa conecta aqueles que compartilham um espaço físico e estrutural (WHITTINGTON; OWEN-SMITH; POWELL, 2009).

Dado que a estrutura geográfica de P&D e da inovação é relativamente estável ao longo do tempo (PONDS; VAN OORT; FRENKEN, 2010), estabelecer comparações entre estruturas das redes interorganizacionais e entre regiões geográficas é muito importante para entender a inovação regional no âmbito do sistema de inovação, que também fornece evidências para a compreensão da relação entre redes intra e inter-regionais (SUN, 2016).

Com base na importância das variáveis relativas à centralidade e ao agrupamento, foram analisadas as seguintes métricas no presente estudo: grau ponderado médio (*average weighted degree*), intermediação (*betweenness centrality*), proximidade (*closeness centrality*), autovetor (*eigenvector centrality*) e clusterização (*clustering coefficient*). Estas métricas têm como finalidade apresentar as características e os padrões de colaboração dos atores dentro de determinada rede. A seguir, serão apresentadas as principais métricas utilizadas no presente estudo.

2.3.1 Grau Ponderado Médio

Inicialmente, algumas medidas de centralidade foram desenvolvidas por Shaw (1964) e depois por Garrison (1960), Mackenzie (1966) e Nieminen (1974), sendo que este último nomeou a medida desenvolvida por Shaw e pelos outros pesquisadores de centralidade de grau. A medida de centralidade de grau, batizada por Nieminen (1974), foi considerada ainda mais simples e natural do que as medidas dos outros pesquisadores (FREEMAN, 1978). De forma bem simples, a centralidade de grau nada mais é do que o número de contatos diretos de ou para um ator. Dito de outro modo, um ator que está em uma posição que permite diversos contatos diretos com outros atores da rede é visto como um canal de comunicação central da rede (KENIS; KNOKE, 2002). De acordo como o índice criado por

Freeman (1978), para medir o nível de centralidade de grau, que varia de 0 a 1, uma pontuação mais próxima de 0 indica que todos os atores da rede possuem o mesmo grau de centralidade, e valores mais próximos de 1 mostram que um ator é mais centralizado na rede, tendo então maior domínio nas relações com os outros atores. Ou seja, quanto maior o índice de centralidade da empresa, maior é o número de outras empresas conectadas a ela (POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996). Em um estudo sobre colaboração e inovação na Coréia do Sul, Yoon e Park (2017), dentre outras medidas, utilizaram também a centralidade de grau para investigar a estrutura relacional inter-regionais e de co-criação entre universidades, indústria e estado. Os pesquisadores descobriram que, nas relações colaborativas bilaterais (universidade e governo, governo e indústria), a estrutura relacional possuía um grau de centralização mais elevado, como também maiores índices de produção de conhecimento tecnológico. Por outro lado, os resultados apontaram para uma alta concentração de recursos em apenas três regiões centrais, evidenciando uma baixa sinergia entre o sistema nacional de inovação com as regiões mais periféricas da rede (YOON; PARK, 2017).

O grau ponderado médio é similar ao grau médio, porém, utiliza o peso das arestas para compor o resultado. Por exemplo, a universidade A colaborou 100 vezes com a mesma universidade e a universidade B colaborou 100 vezes com 10 empresas e universidades diferentes. Ambos têm a mesma centralidade de grau. Entretanto, o grau ponderado da universidade B é maior por ter relações mais diversificadas. De acordo com Abbasi, Altmann e Hosain (2011), o grau é obtido pela soma de todos os pesos das arestas ligadas a um nó. Esta medida é utilizada para medir o grau de proximidade social entre dois atores e indica a força da ligação social em que estão conectados. Ou seja, o grau ponderado entre dois atores indica a quantidade de interações entre eles, o tempo das interações, os ambientes em que eles estão interagindo ou alguma outra medida, que reflita a relação social entre eles (FREEMAN; BORGATTI; WHITE, 1991). De acordo com a teoria, a força de um laço é determinada pela combinação de medidas de tempo, intensidade emocional, confiança e reciprocidade entre os laços (GRANOVETTER, 1973). Portanto, numa relação em que dois atores são bem próximos socialmente, existe um canal de comunicação entre eles com grande capacidade de troca de informações. Quando a proximidade social de dois atores for igual a 0, é porque não existe canal de comunicação entre eles (FREEMAN; BORGATTI; WHITE, 1991).

2.3.2 Proximidade

As primeiras medidas de centralidade de proximidade foram desenvolvidas por Bavelas (1950), Beauchamp (1965) e Sabidussi (1966). De acordo com Freeman (1978), a medida de Sabidussi (1966) foi considerada a mais simples do que as medidas propostas pelos outros autores. A centralidade de proximidade de um ator é obtida através da soma das distâncias geodésicas daquele ator a todos os outros atores na rede. Neste caso, a centralidade de proximidade é medida de forma inversa, porque ela cresce à medida que os atores se distanciam entre si (FREEMAN, 1978). Numa rede com um alto índice de centralidade de proximidade, poucos atores possuem laços diretos e indiretos mais curtos, o que lhes permite maior acesso aos outros atores da rede tendo também menor dependência de outros atores. Por outro lado, os atores menos centralizados dependem dos atores mais centrais para conseguir se conectar a outros atores na rede (KENIS; KNOKE, 2002). A medida de centralidade de proximidade também está relacionada com o controle da comunicação na rede, uma vez que um ator mais centralizado não depende de outros atores para acessar as informações da rede (FREEMAN, 1978). Park et al. (2015) investigaram a estratégia de colaboração entre os institutos de pesquisa em universidades, apoiados pelo governo sul Coreano de 1966 a 2009. O estudo apontou que, durante o período investigado, as instituições com maiores medidas de centralidade de proximidade se alternaram no ranking entre as 10 maiores.

2.3.3 Intermediação

A centralidade de intermediação, segundo Freeman (1978), foi desenvolvida com o intuito de expressar o nível do poder de influência de um determinado ator sobre seus pares em uma rede de comunicação social. Dito de outra forma, um ator com maior centralidade de intermediação em uma rede possuirá maior controle sobre as informações trocadas na rede, podendo também alterar os padrões dessa comunicação para benefício próprio (KENIS; KNOKE, 2002). Alguns pesquisadores também utilizam o índice de centralidade de intermediação para medir o grau de corretagem de um determinado ator, ou seja, o índice representa a capacidade de um ator controlar a comunicação dentro da rede (KIM et al., 2014). Portanto, atores

que possuem medidas de centralidade de intermediação mais elevadas, além de exercer maior controle sobre o fluxo de informações, também são considerados mais importantes na rede (UDANOR; ANEKE; OGBUOKIRI, 2016). Guan e Zhao (2013) investigaram as redes de colaboração de patentes entre universidade-indústria na inovação em nanotecnologia de fármacos. Neste estudo, a centralidade de intermediação visa refletir a transmissão de conhecimento tecnológico na rede. Os resultados apontaram para um alto grau de centralidade de intermediação e significância estatística, com relação à criação e colaboração em patentes (GUAN; ZHAO, 2013).

2.3.4 Autovetor

Em contraste com a centralidade da intermediação, a centralidade do autovetor leva em conta o “prestígio” dos contatos diretos de uma empresa na rede (BUENSTORF; COSTA, 2018). O autovetor captura um determinado aspecto de centralidade ou status que não é capturado por outras medidas - esta é uma medida apropriada quando se acredita que o status dos atores é determinado por aqueles com quem eles estão em contato (BONACICH; LLOYD, 2001).

Diferentemente das outras medidas de centralidade aqui analisadas, centralidade de autovetor não pesa cada conexão de incidente igualmente, mas proporcionalmente às suas posições de rede (BONACICH, 2007). O autovetor está ligado à influência e prestígio dentro das redes (WASSERMAN; FAUST, 1994) podendo ser estabelecido como uma forma de mensurar o domínio da rede de um ator. Para Ramsay (1996) e Cendon e Jarvenpaa (2001), o acesso aos recursos de outros atores dentro da rede é uma importante fonte de poder e para isto ocorrer é fundamental a interconectividade dos atores.

Esta medida também pode ser vista como uma soma ponderada não apenas de conexões diretas, mas de conexões indiretas de todos os tamanhos (BONACICH, 2007). Ela descreve as fontes proeminentes de conhecimento na rede, e uma empresa é central em termos de centralidade de autovetores se tiver laços de conhecimento com as firmas que mantêm numerosos laços de conhecimento com outros na rede (DONG; YANG, 2016). Em outras palavras, há a ponderação da qualidade dessas conexões: um ator com o mesmo grau de centralidade que outro

pode ser mais influente dentro de uma rede se suas conexões forem com atores que, por sua vez, estão bem conectados (BUENSTORF; COSTA, 2018).

Estudos recentes indicam que quanto maior a centralidade do autovetor, maior a probabilidade de se envolver em parcerias do tipo joint venture (CARNOVALE; YENIYURT; ROGERS, 2017). O trabalho de Dong e Yang (2016) relata que as empresas que são centrais em uma rede de conhecimento interfirmas são ativas na troca de conhecimento e, ao trocar extensivamente conhecimento com outras firmas na rede, elas geralmente acumulam conhecimento patenteados.

2.3.5 Clusterização

O coeficiente de agrupamento, também chamado de clusterização, é uma medida relacionada à estrutura relacional, caracterizada pelo grau de agrupamento de atores locais que estão interligados uns aos outros (GUAN; ZHAO, 2013). Na física, os estudos sobre coeficientes de agrupamento estão relacionados com as análises das funções de correlação de três pontos, ou fração de triângulos presentes na rede (CALDARELLI; PASTOR-SATORRAS; VESPIGNANI, 2004). Portanto, quanto maior for a medida do coeficiente de agrupamento, maior será o grau em que um ator e atores próximos estarão agrupados. Por exemplo, numa escala de 0 a 1, quando um ator se conecta a atores próximos (conectando todos os atores), o coeficiente de agrupamento será 1 (WANG et al., 2017). Em um estudo sobre transbordamento de conhecimento na indústria de semicondutores, Wang et al. (2017) analisaram a estrutura relacional e os canais de transbordamento de conhecimento de 1976 a 2011, divididos em três períodos. O grau do coeficiente de agrupamento encontrado foi maior nos laços fortes do que nos laços fracos, porém o conhecimento transbordou de maneira mais eficiente para outras empresas nos laços fracos (WANG et al., 2017).

2.3.6 Proposições de Pesquisa

As universidades, ao estabelecerem relações com a indústria e demais parceiros, aumentam a possibilidade de obter ganhos. Abbasi, Altmann e Hossain (2011) desenvolveram um modelo teórico baseado em teorias de redes sociais para explorar redes de colaboração de estudantes. Para materializarem seu estudo,

utilizaram como base para medir o grau ponderado a teoria da “força dos laços”, desenvolvida por Granovetter (1973), que argumenta que a frequência das interações fortalece os laços e gera maiores resultados. Considerando que, quanto maior o número de conexões e de interações de uma universidade, acredita-se também que os resultados de P&D possam ser afetados positivamente. Nesse contexto, emerge a primeira Proposição a ser testada neste estudo:

Proposição 1 (P1): universidades com maior grau ponderado médio têm maior número de patentes em colaboração.

No estudo da ARS, uma das principais métricas abordadas é a da proximidade. Iyengar, Rao e Goldsby (2012) analisaram esta medida, para confirmar que os elementos de logística e o transporte nos Estados Unidos se tornaram mais próximos e poderosos com o passar dos tempos. Ao estabelecer um parâmetro desta mesma característica no âmbito acadêmico, Park et al. (2015) identificaram que as universidades com maior grau de centralidade foram as que mais tiveram trabalhos de coautoria em pesquisas com outras instituições. Partindo da premissa de que a proximidade possui interferência positiva nos resultados das redes sociais analisadas, infere-se a segunda proposição a ser testada:

Proposição 2 (P2): universidades mais próximas possuem maior número de patentes em colaboração.

Alinhado com o proposto na proposição acima, atores que atuam na intermediação, conectando atores, são extremamente importantes pois exercem poder e influência na relação dos demais atores da rede. Litterio, Nantes, Larrosa e Gomez (2017) identificaram que, quanto maior for o grau de intermediação de um ator em um rede social on-line, maior a influência desse ator no comportamento dos demais integrantes da rede. No contexto da inovação, esta medida da rede está diretamente e positivamente relacionada com os ganhos de colaboração em P&D (GUAN; ZHAO, 2013). Considerando que a intermediação possui uma característica fundamental no sucesso da rede, emerge a terceira Proposição:

Proposição 3 (P3): universidades que atuam como intermediadoras na rede possuem maior número de patentes em colaboração.

Em uma rede, existem atores que possuem mais conexões diretas que os demais – a estes atores com mais conexões diretas é atribuído maior prestígio e influência. Logo, conectar-se a estes atores facilita as relações e melhora o desempenho e a quantidade das colaborações (WASSERMAN; FAUST, 1994). Lee,

Yoon e Lee (2018) realizaram um estudo no governo coreano e identificaram que, quanto maior o coeficiente de autovetor (influência) dos atores da rede, melhores eram os resultados obtidos nas políticas públicas implementadas. Nesse contexto, as universidades que se relacionam com atores, sejam eles outras universidades, indústria ou governo, que possuem grande quantidade de relações diretas, acabam se beneficiando destas ligações e obtendo melhores resultados; surge, então, a quarta Proposição:

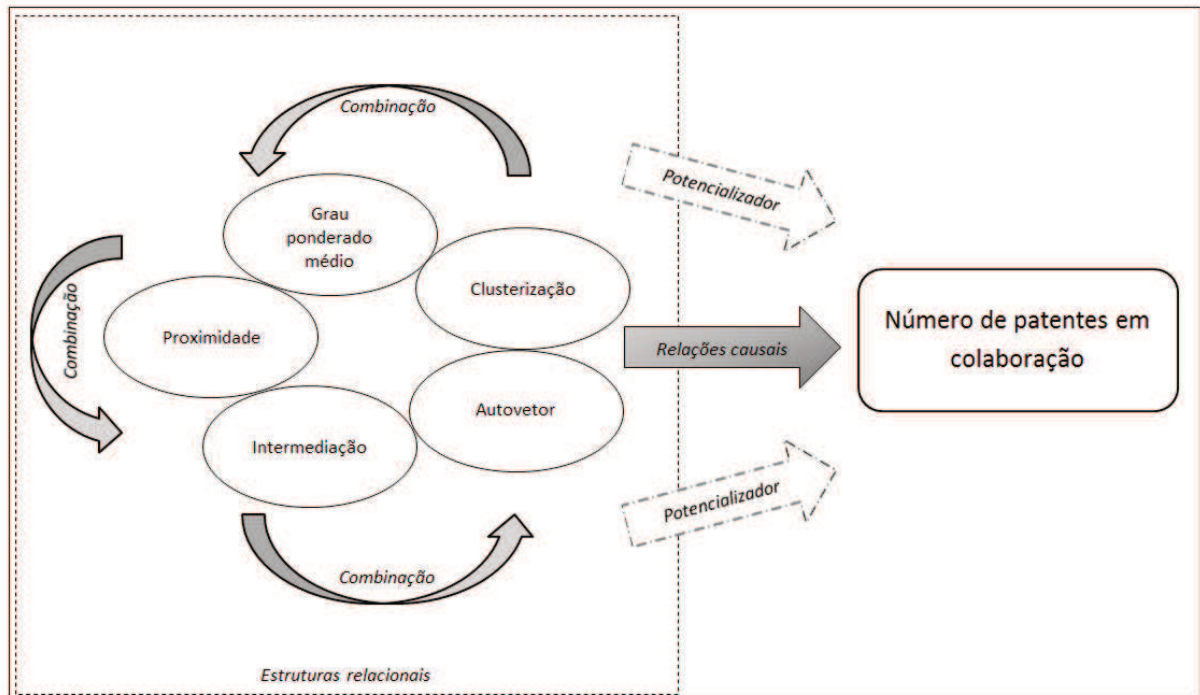
Proposição 4 (P4): universidades que se relacionam com atores que têm muitas conexões (autovetor) possuem maior número de patentes em colaboração.

Por fim, a atuação de forma agrupada, em clusters, também é considerada uma estratégia de sucesso na atuação em redes. Kawa e Matusiak (2016) sugerem em seu estudo que, em sistema de inovação regional e nacional, os funcionários que estabelecem os laços e os fluxos de informação obtêm melhores resultados para suas organizações quando atuam de forma agrupada com os funcionários das outras organizações. Os benefícios ligados à esta proximidade vão desde a facilidade de comunicação entre os atores até mesmo à transferência de tecnologia e de conhecimento como sugere Wang et al. (2017). Considerando que atores que atuam de forma agrupada tendem a obter melhores resultados, emerge a quinta proposição do presente estudo:

Proposição 5 (P5): universidades que atuam em clusters possuem maior número de patentes em colaboração.

As proposições descritas podem ser visualmente analisadas por meio do modelo conceitual, conforme Figura 1.

Figura 1 - Modelo Conceitual do Estudo



Fonte: Elaborada pelo autor.

As cinco proposições sugeridas serão analisadas com base no contexto metodológico apresentado no próximo capítulo.

3 METODOLOGIA

Esse capítulo descreve as etapas da pesquisa a ser desenvolvida e tende a encontrar respostas para a indagação apresentada neste trabalho, descrevendo as fases, passos, técnicas e ferramentas utilizadas para dar suporte à aplicação da metodologia.

3.1 Métodos Empregados

Este estudo utiliza métodos mistos de pesquisa para buscar entender como as características da estrutura relacional influenciam os resultados de P&D, em número de patentes, no contexto das universidades.

A pesquisa de métodos mistos é definida como uma classe que busca combinar as técnicas de pesquisa quantitativa e qualitativa, conceitos ou linguagens de pesquisa em um único estudo. Essa abordagem é necessária porque as pesquisas estão se tornando interdisciplinares, complexas e dinâmicas. Dessa forma, os pesquisadores possuem a necessidade de complementar um método com o outro (JOHNSON; ONWUEGBUZIE, 2004).

A pesquisa qualitativa permite visualizar com profundidade fenômenos complexos e com características múltiplas. Permite ainda obter resultados detalhados e produz contribuições importantes para a descoberta do conhecimento (EISENHARDT, 2017; FAWCETT et al., 2014; YIN, 2009). Por outro lado, alguns pesquisadores quantitativos sugerem que as observações sociais devem ser realizadas da mesma forma que os cientistas tratam os fenômenos físicos, e que as investigações devem ser objetivas e generalizáveis (SMITH, 1983). Para Johnson e Onwuegbuzie (2004), todos os pesquisadores necessitam ter uma compreensão sólida de vários métodos para facilitar a comunicação, promover a colaboração e desenvolver pesquisas de alto nível. Desse modo, a utilização de métodos mistos na presente pesquisa visa potencializar os pontos fortes e minimizar os pontos fracos de ambos paradigmas de pesquisa.

No presente estudo, foram empregados os seguintes métodos: a Análise de Redes Sociais (ARS) e a *Qualitative Comparative Analysis* (QCA).

A ARS é uma abordagem oriunda da sociologia, da psicologia social e da antropologia (FREEMAN, 1996; WASSERMAN; FAUST, 1994) e se caracteriza por

ser uma estratégia para investigar estruturas sociais (OTTE; ROUSSEAU, 2002). A ARS é uma técnica quantitativa baseada em teorias gráficas em matemática. A rede constitui nós e linhas que se conectam a outros nós, sendo que os nós podem ser atores individuais, grupos de pessoas, eventos ou organizações, já as linhas existentes entre os nós são usadas para indicar a existência de relacionamentos, bem como a direção, força, conteúdo e formatos dos relacionamentos (FREEMAN, 1977, 1978). Esta análise possui relevância na coautoria de patentes, pois, com base nas informações das conexões existentes, é possível analisar o comportamento dos atores e desenvolver hipóteses de forma mais clara e estruturada.

Por fim, será empregado o uso da QCA. Os fundamentos deste método foram apresentados por Charles Ragin em seu livro lançado em 1987 e consiste em um método de análise de dados para determinar quais conclusões lógicas um conjunto de dados suporta (RAGIN, 1987). QCA é baseada na lógica matemática booleana, segundo a qual, em uma variável específica, os valores podem assumir um número finito de valores. É possível por este método, através da álgebra booleana, um tratamento sistemático dos casos a partir da combinação lógica entre as condições estabelecidas. Dela, extrai-se possibilidades para a análise concreta dos casos escolhidos. A partir desta lógica algébrica, são atribuídos dois valores para a variável, tornando-se uma variável categórica binária, em que os valores podem ser 0 ou 1. Considerando a finitude de valores estabelecida pela numeração de 0 a 1, a função booleana também pode se constituir de valores finitos para além de dois, sendo reproduzida em uma “tabela verdade”.

Para Ariza e Gandini (2012), a QCA pode ser definida como um método que é orientado para o caso; permitindo, assim, uma análise formal e sistemática da causalidade. Sua principal intenção é fornecer ferramentas que melhorem a análise empírica quando o objetivo é a comparação de um pequeno número de casos que envolve certo grau de complexidade. Befani (2013) acrescenta que a QCA se apresenta com um método muito útil por duas razões: primeiramente, porque ele visa à inferência e explicações causais, levando ao desenvolvimento da teoria; e, em segundo lugar, é considerado um método que possui forte validade externa e generalização, permitindo testes e refinamentos teóricos. Por ser comparativo, permite um tratamento mais extensivo dos casos, sendo indicada fundamentalmente para a análise de grupos de observações de tamanho médio ($10 < n < 100$)

(RIHOUX; MARX, 2013). No Quadro 2, pode-se observar as principais diferenças entre os métodos quantitativos convencionais e a QCA.

Quadro 2 - Comparação entre os Métodos Quantitativos Convencionais e a QCA (Método Configuracional)

Métodos Quantitativos Convencionais	Método QCA
Amostra aleatória	Seleção intencional dos casos para incluir casos típicos
Generalização estatística	Generalização modesta, limitada no tempo e no espaço
Causalidade única ou múltipla	Causalidade múltipla conjuntural
Desmembra os casos em um conjunto de variáveis independentes	Desmembra casos em um conjunto de atributos inter-relacionados
Foco nas variáveis e nas relações entre variáveis causais e dependentes	Foco em configurações de variáveis que resultem em diferentes resultados

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Rihoux e Ragin (2009) e Ragin (2008).

Ragin e outros autores desenvolveram uma série de reformulações e estudos que culminaram em três tipos de QCA: o crisp-set QCA (csQCA), o multi-value QCA (mvQCA) e o fuzzy-set QCA (fsQCA).

O csQCA emprega condições dicotômicas, utilizando os valores 0 e 1, que poderiam ser lidos como sim ou não, alto ou baixo por exemplo. Nos casos em que não há a possibilidade de se utilizar apenas dois valores, pode ser empregado o mvQCA que utiliza os valores 0, 1 e 2 – estes valores, por sua vez, podem significar o grau de instrução de uma pessoa por exemplo (fundamental, médio e superior).

Já o fsQCA é ideal para casos nos quais há maior complexidade, onde os valores podem ter variações. Estas variações são posicionadas entre os números 0 e 1. Ou seja, neste tipo de QCA, os resultados podem ser inseridos em uma escala deslizante entre os números 0 e 1. As diferenças entre o csQCA e o fsQCA podem ser verificados no Quadro 3.

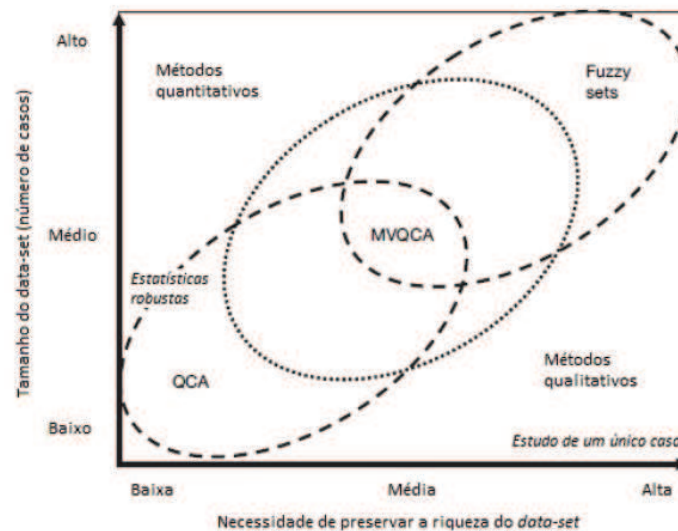
Quadro 3 - Diferenças entre Crisp-set e Fuzzy-set QCA

Crisp-set	Fuzzy-set
1=condição presente 0= condição ausente	1 = condição completamente presente
	$0,5 < x < 1$ = alto grau de presença da condição
	0,5 = condição nem ausente e nem presente
	$0 < x < 1$ = baixo grau de presença da condição
	0 = condição completamente ausente

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Ragin (2009).

Já que no presente estudo serão analisados os indicadores da rede, e estes indicadores possuem valores variados, o tipo de QCA mais apropriado para a referida análise é o fuzzy-set QCA. Pode-se verificar na Figura 2 os usos mais apropriados de cada um dos tipos de QCA.

Figura 2 - Usos mais Apropriados do Crisp-set, Multi-value e Fuzzy-set QCA



Fonte: Extraído e traduzido de Rihoux (2006)

Percebe-se na Figura 2 que o fuzzy-set é mais aplicável nos casos em que a necessidade de se preservar a riqueza das informações é maior e o número de casos é elevado, por isso do emprego deste tipo de QCA no presente estudo.

3.2 Coleta de Dados

De acordo com Kastelle e Steen (2014), o primeiro passo para realizar a análise de rede é proceder com a coleta de dados desta rede. Dessa forma, este estudo será desenvolvido com dados oriundos da *Derwent Innovations Index* (DII), que é uma base de dados que contém dados de patentes em nível mundial. A DII possui dados desde 1963 e incluiu dados das seguintes indústrias: Química; Engenharia; Elétrica e Eletrônica. Esta base de dados é publicada pela *Clarivate Analytics*, possui atualização semanal e contém em seus arquivos mais de 65 milhões de documentos de patentes de 50 autoridades emissoras de todo mundo.

No contexto de inovação aberta e co-criação, a indústria de semicondutores se apresenta como um relevante objeto de estudo para analisar a colaboração em P&D, pois se trata de um segmento intensivo em conhecimento. Esta indústria é considerada uma das *Key Enabling Technologies* (KETs). As KETs são formadas por um grupo de seis tecnologias: micro e nanoeletrônica, nanotecnologia, biotecnologia industrial, materiais avançados, fotônica e tecnologias de fabricação avançadas que são consideradas as tecnologias capazes de fomentar o desenvolvimento sustentável dos países, a geração de empregos e a melhoria da qualidade de vida (COMISSÃO EUROPEIA, 2009).

A indústria de semicondutores é indústria de alta tecnologia, versátil, intensiva em conhecimento e que vem ganhando destaque nos últimos anos. Indústrias de semicondutores fabricam componentes microeletrônicos que compõem uma série de equipamentos e dispositivos como smartphones, tablets, notebooks, sensores, cartões de crédito e *tags* automotivos. Os chips produzidos por esta indústria possuem as mais diversas aplicações – vão, desde rastreabilidade e identificação de produtos, veículos, pessoas e animais, até os usos mais complexos em processadores e memórias de equipamentos de alta tecnologia.

Considerando a importância estratégica desse tipo de tecnologia, é relevante mapear o padrão de colaboração das universidades que atuam na área de semicondutores. Segundo Jones e Lichtenstein (2008), estudar uma indústria como unidade de análise possibilita a análise dos atores, relacionamentos e, por fim, das interconexões e redes existentes; descrevendo, dessa forma, a configuração da inovação no setor. Este setor merece atenção, pois se destaca no cenário internacional como um dos segmentos mais dinâmicos da área de tecnologia da

informação, com muitas aplicações, como as áreas de entretenimento, educação, industrial e segurança, entre outras, gerando impactos culturais e econômicos.

Foram analisadas as patentes colaborativas relacionadas a semicondutores (o termo de busca utilizado no tópico foi “semiconduct*”) no período compreendido entre 1963 e 2017. Foram encontradas 1.164.657 patentes distribuídas nos intervalos de tempo pré-estabelecidos conforme Quadro 4. O objetivo desta análise longitudinal é verificar os padrões de colaboração ao longo do tempo e estudar as variáveis que estabelecem essas colaborações. Segundo Casper (2013), dados longitudinais fornecem suporte adicional para a teoria. Nesse sentido, o presente estudo irá analisar o comportamento das colaborações e estabelecerá marcos temporais com base no desenvolvimento tecnológico da indústria de semicondutores. Estes marcos serão estabelecidos com base nos diâmetros dos *wafers* (discos de silício) e divididos em três períodos: até 6 polegadas (1963-1990), 8 polegadas (1991-2001) e 12 polegadas (2002-2017).

Quadro 4 - Resultados de Patentes no Intervalo Pesquisado

Intervalo	Resultados
1963-1986	89.236
1987-1990	79.853
1991-1994	89.479
1995-1998	91.202
1999-2000	68.548
2001-2002	77.896
2003-2004	94.446
2005-2006	84.170
2007	47.988
2008	55.985
2009	55.390
2010	45.974
2011	43.107
2012	43.057
2013	45.906
2014	44.128
2015	42.483
2016	38.907
2017	26.902
TOTAL	1.164.657

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os intervalos de busca foram estabelecidos de forma que os resultados ficassem sempre abaixo de 100.000. Isto se deve ao fato de que a DII acaba ignorando os resultados acima de 100.000. Por exemplo, se o intervalo inicial de busca fosse de 1963 até 1990 (duas primeiras linhas da tabela), seria obtido um número de 169.089 patentes. Estas 69.089 patentes que excederam as 100.000 ficariam ocultas o que acabaria prejudicando consideravelmente o presente estudo. Outra limitação encontrada na base é que os dados tiveram que ser baixados de 500 em 500 e, em um segundo momento, foram agrupados para filtragem dos dados. Os dados foram baixados em .csv que é compatível com o Microsoft Excel.

3.3 Análise de Dados

Como técnica de análise foi utilizada a análise de dados de patentes. A análise de dados de patentes é considerada uma técnica de análise que compõe o grupo de método analítico da bibliometria, onde as informações referentes à análise de documentos de patentes são utilizadas para produção de outros tipos de documentos ou análises. Existem muitas semelhanças entre a bibliometria e a análise de dados de patentes, sendo que os dados de patentes são mais aplicáveis nas pesquisas industriais em nível político, estratégico e tático (NARIN, 1994, 1995). Para Chang (2010), a análise de dados de patentes permite que os dados existentes nestes documentos sejam transformados em informações sistemáticas e valiosas.

Para poder entender como as estratégias de colaboração estão se materializando na indústria de semicondutores, é relevante observar os padrões presentes nas patentes colaborativas. Leydesdorff e Meyer (2003) e Weckowska et al. (2018) utilizam em seus estudos dados de patentes como forma de mensurar a inovação nos seus campos de pesquisa. A análise de patentes colaborativas é um método útil para medir como colaborações tecnológicas (CHEN et al., 2013; PETRUZZELLI, 2011; ZHENG et al., 2012). Desta forma, analisar a colaboração e a inovação por meio do uso de patentes colaborativas é a forma mais adequada para materializar o presente estudo.

O registro completo de uma patente na DII contempla uma série de informações, como por exemplo: título, número da patente, inventor(es), nome(s) do(s) depositante(s), citações da patente, resumo, foco tecnológico, documentação, desenho, classificação internacional da patente, data da publicação, aplicação

prioritária, entre outras. Para atingir os objetivos do presente estudo, foram utilizadas as seguintes informações: nomes dos depositantes juntamente com os seus respectivos códigos de quatro letras (depositantes podem ser indivíduos ou corporações para quem todos os direitos da patente são transferidos legalmente); classificação internacional da patente, que é um sistema de classificação reconhecido internacionalmente e controlado pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI ou WIPO); e, por fim, a data da inscrição prioritária da patente. No Quadro 5, estão descritas as principais informações das patentes obtidas na base de dados da DII.

Quadro 5 - Informações Obtidas nas Patentes

Sigla	Título Completo do Campo		Patente de Exemplo
PN	Patent Number	Número da patente	EP1063703-A; DE19928762-C1; EP1063703-A1
TI	Title	Título	Minority charge carrier injection prevention circuit for integrated semiconductor circuit - has switch controlled by potential at circuit output and connected between circuit output and substrate terminal
AU	Inventor (author)	Inventor	FELDTKELLER M; TIHANYI J
AE	Patent Assignee Name(s) and Code(s)	Nomes e códigos dos depositantes da patente	SIEMENS AG (SIEI-C); INFINEON TECHNOLOGIES AG (INFN-C)
GA	Derwent Primary Accession Number	Número de acesso primário no Derwent	2000648367
AB	Abstract	Resumo	The circuit for preventing injection of minority charge carriers in an IC semiconductor substrate uses at least one switch (S1, S3) connected between an output terminal (A1, A3) and a substrate terminal (SUB) of the semiconductor circuit, controlled in dependence on the potential at the output terminal. The control circuit (AS) for the latter switch(es) may also control a further switch (S2) connected between a reference potential (M) and the substrate terminal, e.g. in parallel with a resistance (Rsub). USE - Circuit is used for preventing injection of minority charge carriers for integrated circuit substrate. ADVANTAGE - Circuit blocks pn-junction with substrate at high voltage difference between output and substrate.
DC	Derwent Class Code(s)	Código(s) de classe no Derwent	U13 (Integrated Circuits); U11 (Semiconductor materials and processes); U24 (Amplifiers and Low Power Supplies)
MC	Derwent Manual Code(s)	Código(s) manual(is) no Derwent	U13-E01; U13-E02; U11-D01C9; U24-E02

continua

Sigla	Título Completo do Campo		Patente de Exemplo
IP	International Patent Classification	Classificação internacional da patente (WIPO)	H01L-023/58; H01L-027/08; H01L-027/02
PD	Patent Details	Detalhes da patente	EP1063703-A; DE19928762-C1 23 Nov 2000 H01L-023/58 200063Pages: 8; EP1063703-A1 27 Dec 2000 H01L-027/02 200102 German
AD	Application Details	Detalhes do aplicativo	DE19928762-C1 DE1028762 23 Jun 1999; EP1063703-A1 EP111573 30 May 2000
PI	Priority Application Information and Date	Informações e data da inscrição prioritária	DE1028762 23 Jun 1999
DS	Designated States	Nações designadas	EP1063703-A1: (Regional): AL; AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI
FS	Field of Search	Campo de pesquisa	x; H01L023/58; H01L027/08
CP	Cited Patent Number	Patentes citadas pelo examinador (separado por cada um dos três números de registro neste exemplo)	EP1063703-A -- EP703620-A SGS THOMSON MICROELTRN SRL (SGSA); CONSORZIO RICERCA SULLA MICROELETTRONICA (CONS-Non-standard) PALARA S, ZAMBRANO R; EP788163-A TOSHIBA KK (TOKE) KURODA T; EP847089-A SGS THOMSON MICROELTRN SRL (SGSA) RAVANELLI E M, POZZONI M, PEDRAZZINI G, RICOTTI G; US4109161-A NIPPON ELECTRIC CO (NIDE) IIJIMA H; US5872479-A KINSEI ELECTRON KK (GLDS); DE19928762-C1 -- WO9636997-A1 SIEMENS AG (SIEI) DRAXELMAYR D; EP1063703-A1 -- EP703620-A1 SGS THOMSON MICROELTRN SRL (SGSA); CONSORZIO RICERCA SULLA MICROELETTRONICA (CONS-Non-standard) PALARA S, ZAMBRANO R; EP788163-A2 TOSHIBA KK (TOKE) KURODA T; EP847089-A1 SGS THOMSON MICROELTRN SRL (SGSA) RAVANELLI E M, POZZONI M, PEDRAZZINI G, RICOTTI G; US4109161-A NIPPON ELECTRIC CO (NIDE) IIJIMA H; US5872479-A KINSEI ELECTRON KK (GLDS)

Fonte: Elaborado pelo autor com base na DII.

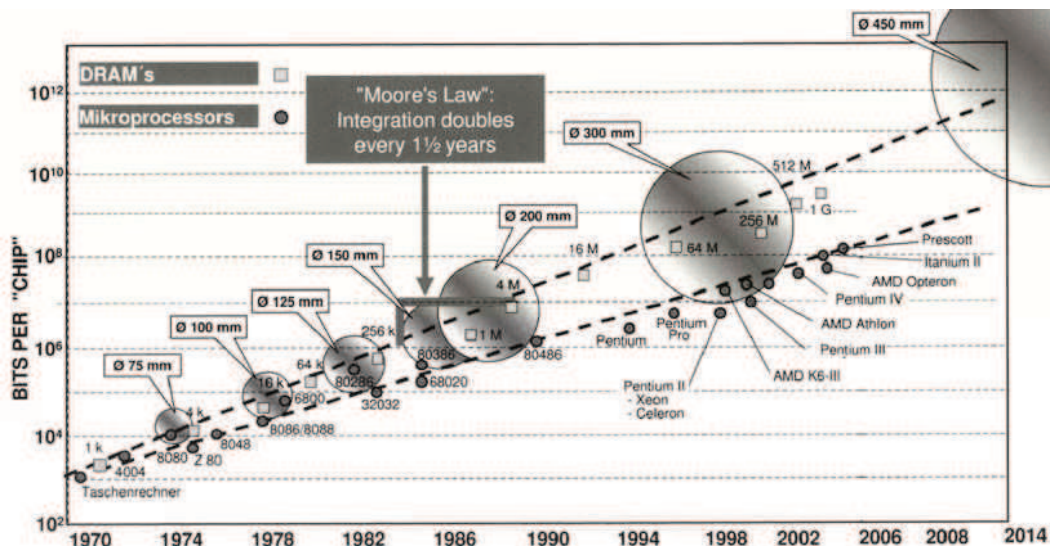
A filtragem dos dados foi realizada com o auxílio do Microsoft Excel e do OpenRefine. Inicialmente, no Microsoft Excel, foram removidas todas as patentes que constavam com apenas um depositante, tendo em vista que o objetivo do estudo é analisar patentes em colaboração. Em seguida, a primeira coluna de análise foi dividida em duas colunas, uma com os códigos e a outra com o nome dos depositantes. A adoção dessa ação possibilitou verificar se haviam dados duplicados. Esse procedimento foi suportado pelo software OpenRefine que possibilitou o refinamento das informações.

Em um terceiro momento, foram removidas todas as patentes que não se enquadram dentro da tecnologia H01 no campo IPC que se refere à classificação

internacional de patentes. A seção H abrange as tecnologias relacionadas à eletricidade, como por exemplo, elementos elétricos básicos, geração de eletricidade, eletricidade aplicada, circuitos eletrônicos básicos, entre outros. O numeral 01 atrelado a esta seção representa a classe, que neste caso indica elementos elétricos básicos e englobam subclasses como resistores, condutores, dispositivos semicondutores, relés, seletores, antenas, etc. A elaboração do estudo neste tipo específico de tecnologia tem como objetivo focar a aplicação de semicondutores no contexto elétrico/eletrônico; evitando, assim, o estudo de aplicações de semicondutores em outros contextos.

Com os dados filtrados, foi realizada a organização das patentes dentro dos três períodos de análise. Estes três períodos de análise foram estabelecidos com base na evolução do diâmetro dos discos de silício (*wafers*) conforme pode ser verificado na Figura 3, chegando a um total de 59.523 patentes em colaboração com a participação de universidades de acordo com o Tabela 1.

Figura 3 - Evolução dos Tamanhos de Wafer Sobrepostos à Evolução dos Circuitos Integrados



Fonte: Siltronic AG, reproduzida de Müller (2007).

Tabela 1 - Patentes em Colaboração por Período

PERÍODO	POLEGADAS	MILÍMETROS	QUANTIDADE DE PATENTES EM COLABORAÇÃO NO PERÍODO
1963-1990	ATE 6"	ATÉ 150mm	7.950
1991-2001	8"	200mm	19.934
2002-2017	12"	300mm	31.639
TOTAL			59.523

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalizado o processo de filtragem de dados preliminar no Microsoft Excel e no OpenRefine, procedeu-se com o uso do Gephi. O software Gephi é uma ferramenta que permite a análise e visualização de redes de código aberto. Ele tem sido muito utilizado para pesquisas acadêmicas e em pesquisas jornalísticas com o objetivo de observar a conectividade das redes, sendo capaz de fornecer representações gráficas e realizar os cálculos dos principais indicadores da rede e dos atores.

A inserção dos dados no Gephi deve ser realizada no formato .csv e, ao importar os dados o software, é solicitado que seja indicada qual coluna da planilha deve ser analisada para gerar a representação gráfica. Foi identificada a coluna dos autores, que estavam separados por “;”, sendo então criado um gráfico do tipo não dirigido pois não leva em consideração a direção das arestas. A geração dos indicadores da rede e dos atores deve ser realizada conforme necessidade da análise. Para o presente estudo, foram gerados todos os indicadores possíveis e analisados os 5 (cinco) previamente definidos.

São geradas pelo software uma aba gráfica e uma aba relativa à análise de dados. Esta segunda aba foi utilizada para identificar quais eram as universidades que possuíam mais patentes em colaboração com base na frequência (número) de colaborações. Em cada um dos três períodos analisados, foram selecionadas as 10 universidades que mais colaboram com os demais elementos da rede, ou seja, todos os elementos da rede foram ranqueados e as 10 universidades mais colaborativas foram separadas para análise. Como na QCA, é necessária a comparação de casos de sucesso com casos de insucesso, também foram escolhidas de forma aleatória 10 universidades com apenas uma colaboração. Dessa forma, obteve-se um total de 20 casos (universidades) para análise, ver Quadro 6. A definição de casos de insucesso está alinhada com os argumentos de

Dittrich e Duysters (2007), que afirmam que, quando parceiros, trabalham juntos em apenas um projeto. Presume-se que esta baixa frequência de colaboração seja um indicador de baixo comprometimento.

Nas próximas seções, serão apresentadas as análises dos dados baseados nos três períodos de análise do presente estudo.

3.3.1 Período 1 (1963-1990)

Para a análise dos dados coletados neste, e nos demais períodos, utilizou-se o software fsQCA1, com a importação dos dados de arquivo de extensão .csv (excel). O fsQCA é um software que utiliza lógica combinatória, teoria de conjunto difusos e minimização booleana para indicar quais combinações de características são necessárias ou suficientes para produzir um resultado.

O programa inicia com a inserção de uma matriz de dados, que no presente estudo foi preenchida com os dados de indicadores obtidos no Gephi. A associação desta matriz pode ser binária, onde os casos são membros ou não de uma categoria – que correspondem aos casos de sucesso e insucesso.

Quadro 6 - Universidades e Frequência de Colaboração – Casos de Sucesso e Insucesso do 1º Período

CÓDIGO	UNIVERSIDADE	QNTD	PAÍS	CONTINENTE
UNAY-C	UNIVERSIDADE DE NAGOIA	23	Japão	Ásia
UYNC-C	UNIVERSIDADE ESTADUAL DA CAROLINA DO NORTE	11	Estados Unidos	América do Norte
UYBE-C	UNIVERSIDADE HUMBOLDT DE BERLIM	11	Alemanha	Europa
UYDR-C	UNIVERSIDADE TÉCNICA DE DRESDEN	10	Alemanha	Europa
UYNS-C	UNIVERSIDADE NOVA RUSSA	10	Rússia	Europa
NAGO-N	UNIVERSIDADE NAGOIA DE TECNOLOGIA	10	Japão	Ásia
UYSA-C	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SARATOV	6	Rússia	Europa
UYTO-N	UNIVERSIDADE TOYOHASHI DE TECNOLOGIA	6	Japão	Ásia
UYFL-C	UNIVERSIDADE DA FLÓRIDA	6	Estados Unidos	América do Norte
REGC-C	UNIVERSIDADE DA CALIFÓRNIA	6	Estados Unidos	América do Norte
UYSE-C	UNIVERSIDADE SOUTHEAST	1	China	Ásia
UYCO-N	UNIVERSIDADE DE CONNECTICUT	1	EUA	América do Norte
UYRP-C	UNIVERSIDADE DE ROCHESTER	1	EUA	América do Norte

continua

continuação

CÓDIGO	UNIVERSIDADE	QNTD	PAÍS	CONTINENTE
UYLI-N	UNIVERSIDADE DE LIVERPOOL	1	Inglaterra	Europa
UYHU-N	UNIVERSIDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE HUAZHONG	1	China	Ásia
UYHI-N	UNIVERSIDADE DE HIROSHIMA	1	Japão	Ásia
UYED-N	UNIVERSIDADE DE EDIMBURGO	1	Escócia	Europa
UYDE-C	UNIVERSIDADE DE DELAWARE	1	EUA	América do Norte
UYCO-C	UNIVERSIDADE COLUMBIA	1	EUA	América do Norte
UYCI-N	UNIVERSIDADE DE CINCINNATI	1	EUA	América do Norte

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi elaborada a Tabela 2, na qual, para cada uma destas 20 universidades “UNIV”, foram calculados os cinco indicadores que as caracterizam nas redes. Estes indicadores são de caráter individual e servem para posicionar a atuação e as características do ator na rede em que está inserido. As cinco métricas analisadas foram: grau ponderado médio “GRPOND”, proximidade “PROX”, intermediação “INTERM”, autovetor “AUTOV” e clusterização “CLUST”. Na última coluna da tabela “COLAB”, foi atribuído o número 1 para as universidades consideradas com “sucesso”, com base no número de colaborações dentro desta rede, e 0 para aquelas que foram classificadas como “insucesso”.

Tabela 2 - Indicadores do 1º Período

UNIV	GRPOND	PROX	INTERM	AUTOV	CLUST	COLAB
UNAY	54	0.236017	1.32	0.059835	0.535714	1
UYBE	12	0.162398	0.30	0.007719	0.166667	1
UYNC	25	0.180544	12.56	0.005894	0.833333	1
NAGO	20	0.214568	16.86	0.023453	0.5	1
UYDR	16	0.184572	4.28	0.017588	0.2	1
UYNS	10	0.666667	0.3	0.001562	0	1
REGC	8	0.220166	3.09	0.016281	0.2	1
UYFL	20	1	0	0.001579	1	1
UYSA	6	0.875	0.2	0.004365	0	1
UYTO	13	0.196045	5.20	0.008142	0.4	1
UYCO	1	1	0	0.000667	0	0
UYRP	2	0.189645	0	0.002144	0	0
UYSE	2	0.173376	0	0.001154	0	0
UYLI	5	0.145724	0	0.002442	1.0	0
UYHU	1	0.139724	0	0.001320	0	0
UYHI	1	1	0	0.000667	0	0
UYED	2	0.114671	0	0.002518	1	0
UYDE	2	1	0	0.00078	0	0
UYCO	1	1	0	0.000667	0	0
UYCI	1	1	0	0.000667	0	0

Fonte: Elaborada pelo autor com o auxílio do software Gephi.

O fsQCA pode ser utilizado para avaliação de amostras pequenas (10 a 50 casos), e o número de variáveis deve ser ajustado ao tamanho da amostra tendo em vista que a literatura não apresenta nenhum limite estrito nas variáveis (BORATYSNKA; GRZEGORZEWSKA, 2018). Este pensamento também é compartilhado por Legewie (2013), que indica que este método é especialmente útil para pesquisadores com conjunto de dados de N médio (cerca de 15 a 50 casos). Dessa forma, a utilização de 20 casos e 5 variáveis no presente estudo está aderente aos procedimentos utilizados por pesquisadores que utilizam esse método.

No caso de conjuntos difusos (fsQCA), o primeiro passo é calibrar todas as variáveis envolvidas em conjuntos. A calibração é um processo utilizado para classificar as condições desde a adesão plena à não adesão total. Segundo Ragin (2008), devem ser estabelecidos três pontos de observação para calibrar os dados a fim de estabelecer o grau de adesão em cada pontuação dentro da escala deslizante de 0,0 a 1,0, onde: 0,95 para adesão plena; 0,50 para ambiguidade de adesão; e 0,05 para não adesão total. Assim como Grau e López (2018) e Metelits (2009), os dados foram calibrados conforme o conhecimento prévio das pesquisas relacionadas a este tema, tendo em vista que a revisão na literatura revelou que não

existem estudos que utilizaram métodos difusos tal como o empregado neste estudo para examinar estas variáveis.

Na Tabela 3, estão descritos os valores atribuídos para a etapa da calibração deste primeiro período. Esta parametrização está alinhada com as definições estabelecidas tanto na literatura da QCA, com a literatura relacionada à ARS e com as características do período estudado.

Tabela 3 - Calibração 1º Período

Variável	Sigla	Adesão Plena	Adesão Média	Adesão Baixa
Grau ponderado médio	GRPOND_CAL	10	5	2
Proximidade	PROX_CAL	0,6	0,3	0,1
Intermediação	INTERM_CAL	3	2	1
Autovetor	AUTOV_CAL	0,6	0,3	0,1
Clusterização	CLUST_CAL	0,6	0,3	0,1

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Tabela 4, constam os dados relativos aos indicadores, porém já com a parametrização estabelecida por conta da calibração. Dessa forma, os dados que constam na referida tabela são apresentados dentro de um intervalo entre 0 e 1 conforme prevê o método.

Tabela 4 - Indicadores do 1º Período Calibrados

UNIV	GRPOND_CAL	PROX_CAL	INTERM_CAL	AUTOV_CAL	CLUST_CAL	COLAB
UNAY	1.00	0.28	0.12	0.03	0.91	1
UYBE	0.99	0.11	0.01	0.01	0.12	1
UYNC	1.00	0.14	1.00	0.01	1.00	1
NAGO	1.00	0.22	1.00	0.02	0.88	1
UYDR	1.00	0.15	1.00	0.01	0.18	1
UYNS	0.95	0.98	0.01	0.01	0.01	1
REGC	0.86	0.23	0.96	0.01	0.18	1
UYFL	1.00	1.00	0.00	0.01	1.00	1
UYSA	0.65	1.00	0.00	0.01	0.01	1
UYTO	0.99	0.17	1.00	0.01	0.73	1
UYCO	0.02	1.00	0.00	0.01	0.01	0
UYRP	0.05	0.16	0.00	0.01	0.01	0
UYSE	0.05	0.13	0.00	0.01	0.01	0
UYLI	0.50	0.09	0.00	0.01	1.00	0
UYHU	0.02	0.08	0.00	0.01	0.01	0
UYHI	0.02	1.00	0.00	0.01	0.01	0
UYED	0.05	0.06	0.00	0.01	1.00	0
UYDE	0.05	1.0	0.00	0.01	0.01	0
UYCO	0.02	1.0	0.00	0.01	0.01	0
UYCI	0.02	1.0	0.00	0.01	0.01	0

Fonte: Elaborada pelo autor com o auxílio do software fsQCA.

O passo seguinte é construir a tabela verdade. A realização desta etapa é uma tentativa de implementar um exame exaustivo de suficiência (BORATYSNKA; GRZEGORZEWSKA, 2018). A tabela verdade fornece múltiplas seleções de variáveis independentes e múltiplos testes de suficiência (RAGIN, 2000). Esta tabela é a ferramenta principal para análise sistemática das relações causais. A tabela verdade constrói e identifica as conexões entre as combinações lógicas possíveis das condições causais e os resultados (RAGIN, 2008).

O principal objetivo da tabela verdade é identificar as conexões explícitas entre as combinações de condições causais e resultados. Ela examina a distribuição dos casos através das combinações lógicas possíveis de um conjunto de condições causais dicotômicas, ao mesmo tempo em que averigua o grau em que casos com uma determinada combinação concordam com um determinado resultado. Ao listar as diferentes combinações logicamente possíveis de condições, é possível avaliar não só a suficiência de uma receita específica, mas também a suficiência das outras combinações logicamente possíveis de condições que podem ser construídas a partir dessas condições causais. De posse destas características, um dos principais benefícios obtidos com a QCA é o fato de que esta metodologia captura a “equifinalidade”, o que significa dizer que vários caminhos para um resultado desejado podem coexistir e que diferentes combinações ou conjuntos de condições podem levar a um mesmo resultado (FISS, 2007).

Após a elaboração da tabela verdade, a próxima etapa é descartar os casos (linhas) que não cobrem o padrão estabelecido pelo método. Este descarte de casos é estabelecido conforme condições pré-estabelecidas pela metodologia de consistência e cobertura. Consistência é definida como o grau em que uma combinação de condições causais pode ser confiavelmente associada ao resultado (CRILLY, 2011). Segundo Elliott (2013), as combinações com pontuações que possuem alta consistência têm a capacidade de indicar caminhos que quase sempre levam à condição de resultado. A menor consistência aceitável é de 0,75 (75%) (FISS, 2011) - no presente estudo, foi estabelecido o valor de 0,80 para consistência conforme sugerido por Ragin (2006), conforme Figura 4.

Figura 4 - Consistência



Fonte: Elaborada pelo autor com o auxílio do software fsQCA.

Para interpretar as relações de causa e efeito entre os preditores e o resultado de interesse, o grau de consistência também é utilizado para identificar as condições necessárias e/ou suficientes. Por condição necessária, entende-se que ela é capaz de produzir o resultado, porém, por si só, pode não ser suficiente – já uma condição suficiente é capaz de sempre levar ao resultado. Dentro dessa lógica, o fsQCA distingue o núcleo (ou seja, os elementos essenciais que têm uma forte relação causal com o resultado de interesse) e periférico (elementos dispensáveis, que têm uma relação causal mais fraca com o resultado) (FISS, 2011).

Já a cobertura mede a relevância ou importância empírica das soluções derivadas para alcançar o resultado de interesse (RAGIN, 2006). Ela tem por função destacar quanto um resultado é explicado pela solução como um todo e pela receita de cada solução individual (SKARMEAS; LEONIDOU; SARIDAKIS, 2014). Esta medida é análoga ao coeficiente de determinação, o R^2 (WOODSIDE, 2013). Ragin (2008) e Woodside e Zhang (2013) estabelecem que as soluções podem ser consideradas explicativas quando a cobertura varia de 0,25 e 0,90.

3.3.2 Período 2 (1991-2001)

No segundo período, foi seguida a mesma lógica empregada no primeiro, para que se tenha constância na avaliação. Foram assinaladas as dez universidades com maior frequência de elaboração de patentes em colaboração e dez universidades com apenas uma patente em colaboração conforme Quadro 7.

Quadro 7 - Universidades e Frequência de Colaboração – Casos de Sucesso e Insucesso do 2º Período

CÓDIGO	UNIVERSIDADE	QNTD	PAÍS	CONTINENTE
UNAY-C	UNIVERSIDADE DE NAGOIA	29	Japão	Ásia
UNUS-C	UNIVERSIDADE NACIONAL DE SINGAPURA	25	Singapura	Ásia
UYME-C	UNIVERSIDADE DE MELBOURNE	14	Austrália	Oceania
UGNT-C	UNIVERSIDADE DE GANTE	11	Bélgica	Europa
TOHO-N	UNIVERSIDADE DE TOHOKU	10	Japão	Ásia
UYNC-C	UNIVERSIDADE ESTADUAL DA CAROLINA DO NORTE	9	EUA	América do Norte
STRD-C	UNIVERSIDADE STANFORD	9	EUA	América do Norte
UYNA-N	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA DE NANYANG	8	Singapura	Ásia
UYPO-C	UNIVERSIDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE POHANG	8	Coreia do Sul	Ásia
UYRU-N	UNIVERSIDADE RUHR DE BOCHUM	8	Alemanha	Europa
UYKE-N	UNIVERSIDADE DE KETTERING	1	USA	América do Norte
UYBA-N	UNIVERSIDADE DE BARCELONA	1	Espanha	Europa
UYES-N	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	1	Brasil	América do Sul
UYGO-N	UNIVERSIDADE DE FRANKFURT	1	Alemanha	Europa
UYWS-C	UNIVERSIDADE DE WASEDA	1	Japão	Ásia
UYMC-N	UNIVERSIDADE MCMASTER	1	Canadá	América do Norte
UYLN-C	UNIVERSIDADE CATÓLICA DE LEUVEN	1	Bélgica	Europa
UYDE-C	UNIVERSIDADE DE DELAWARE	1	EUA	América do Norte
UYRI-N	UNIVERSIDADE TÉCNICA DE RIGA	1	Letônia	Europa
UHYG-C	UNIVERSIDADE HANYANG	1	Coreia do Sul	Ásia

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para estas vinte universidades destacadas, foram calculados os cinco indicadores da rede previamente elencados. Os resultados destes indicadores podem ser verificados na Tabela 5.

Tabela 5 - Indicadores do 2º Período

UNIV	GRPOND	PROX	INTERM	AUTOV	CLUST	COLAB
UNAY	73	0.297764	3.66	0.176655	0.381818	1
UNUS	88	0.230274	0	0.010391	0.833333	1
UYME	15	0.242126	0.4	0.021235	0.333333	1
UGNT	59	0.230136	0.12	0.015222	0.666667	1
TOHO	35	0.260578	1.25	0.041725	0.333333	1
STRD	22	0.274799	2.27	0.070002	0.333333	1
UYNC	31	0.2497	4.66	0.016024	0.333333	1
UYNA	28	0.230274	0	0.010391	0.833333	1
UYPO	24	0.236845	2.30	0.01163	0.333333	1
UYRU	28	0.244113	2.39	0.021177	0.4	1
UYBA	2	0.130119	0	0.000562	0	0
UYKE	5	0.8	0	0.001964	1	0
UYES	2	0.216725	0	0.003971	1	0
UYGO	1	0.2179	0	0.002884	0	0
UYWS	2	0.232071	0	0.12141	0	0
UYMC	1	0.181049	0	0.000939	0	0
UYLN	8	0.217941	0	0.005648	1	0
UYDE	1	0.6	0	0.000545	0	0
UYRY	1	0.666667	0	0.000493	0	0
UHYG	3	0.194796	0	0.001731	0	0

Fonte: Elaborada pelo autor com o auxílio do software Gephi.

Os parâmetros de calibração definidos no primeiro período foram mantidos no segundo período, conforme Tabela 6. Essa manutenção se deve principalmente por haver um comportamento similar nestes dois primeiros períodos, principalmente no que se refere à frequência com que as colaborações eram estabelecidas

Tabela 6 - Calibração 2º Período

Variável	Sigla	Adesão Plena	Adesão Média	Adesão Baixa
Grau ponderado médio	GRPOND_CAL	10	5	2
Proximidade	PROX_CAL	0,6	0,3	0,1
Intermediação	INTERM_CAL	3	2	1
Autovetor	AUTOV_CAL	0,6	0,3	0,1
Clusterização	CLUST_CAL	0,6	0,3	0,1

Fonte: Elaborada pelo autor.

O resultado da calibração estabelecida no 2º período, com valores que variam de 0 a 1, pode ser verificada na Tabela 7.

Tabela 7 - Indicadores do 2º Período Calibrados

UNIV	GRPOND_CAL	PROX_CAL	INTERM_CAL	AUTOV_CAL	CLUST_CAL	COLAB
UNAY	1.00	0.49	0.99	0.14	0.69	1
UNUS	1.00	0.26	0.00	0.01	1.00	1
UYME	1.00	0.30	0.01	0.02	0.58	1
UGNT	1.00	0.26	0.00	0.01	0.98	1
TOHO	1.00	0.36	0.10	0.02	0.58	1
STRD	1.00	0.41	0.69	0.03	0.58	1
UYNC	1.00	0.32	1.00	0.01	0.58	1
UYNA	1.00	0.26	0.00	0.01	1.00	1
UYPO	1.00	0.28	0.71	0.01	0.58	1
UYRU	1.00	0.30	0.76	0.02	0.73	1
UYBA	0.05	0.07	0.00	0.01	0.01	0
UYKE	0.50	0.99	0.00	0.01	1.00	0
UYES	0.05	0.22	0.00	0.01	1.00	0
UYGO	0.02	0.23	0.00	0.01	0.01	0
UYWS	0.05	0.27	0.00	0.06	0.01	0
UYMC	0.02	0.14	0.00	0.01	0.01	0
UYLN	0.86	0.23	0.00	0.01	1.00	0
UYDE	0.02	0.95	0.00	0.01	0.01	0
UYRY	0.02	0.98	0.00	0.01	0.01	0
UHYG	0.12	0.17	0.00	0.01	0.01	0

Fonte: Elaborada pelo autor com auxílio do software fsQCA.

3.3.3 Período 3 (2002-2017)

Por fim, neste terceiro período, também foram utilizadas as dez universidades que mais colaboraram – desta vez com um acréscimo considerável na frequência de interação, e dez universidades com apenas uma patente elaborada em colaboração, conforme Quadro 8.

Quadro 8 - Universidades e Frequência de Colaboração – Casos de Sucesso e Insucesso do 3º Período

CÓDIGO	UNIVERSIDADE	QNTD	PAÍS	CONTINENTE
TOHO-C	UNIVERSIDADE DE TOHOKU	718	Japão	Ásia
UYQI-C	UNIVERSIDADE TSINGHUA	399	China	Ásia
OSAU-C	UNIVERSIDADE DE OSAKA	361	Japão	Ásia
UYTY-C	UNIVERSIDADE DE TÓQUIO	319	Japão	Ásia
USEO-C	UNIVERSIDADE NACIONAL DE SEUL	235	Coreia do Sul	Ásia
UYLN-C	UNIVERSIDADE CATÓLICA DE LEUVEN	229	Bélgica	Europa
KYOU-C	UNIVERSIDADE DE QUIOTO	197	Japão	Ásia
UYKY-N	UNIVERSIDADE KYUSHU	188	Japão	Ásia

continua

continuação

CÓDIGO	UNIVERSIDADE	QNTD	PAÍS	CONTINENTE
USKK-C	UNIVERSIDADE SUNGKYUNKWAN	130	Coreia do Sul	Ásia
UHYG-C	UNIVERSIDADE HANYANG	106	Coreia do Sul	Ásia
UYIE-N	UNIVERSIDADE NACIONAL DA IRLANDA	1	Irlanda	Europa
UYPV-C	UNIVERSIDADE POLITÉCNICA DE VALÊNCIA	1	Espanha	Europa
UYNT-N	UNIVERSIDADE DO NORTE DO TEXAS	1	EUA	América do Norte
UYMC-N	UNIVERSIDADE MCMASTER	1	Canadá	América do Norte
UYBI-N	UNIVERSIDADE DE BIELEFELD	1	Alemanha	Europa
UYAB-N	UNIVERSIDADE DE ABERDEEN	1	Escócia	Europa
UYHD-C	UNIVERSIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA DO NORTE DA CHINA	1	China	Ásia
UYJI-C	UNIVERSIDADE DE JILIN	1	China	Ásia
UYEX-N	UNIVERSIDADE DE EXETER	1	Inglaterra	Europa
UYHT-C	UNIVERSIDADE DE HEBEI	1	China	Ásia

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados obtidos na aba de análise de dados do Gephi, relativos aos cálculos dos indicadores do ator no nível da rede, podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8 - Indicadores do 3º Período

UNIV	GRPOND	PROX	INTERM	AUTOV	CLUST	COLAB
TOHO	4475	0.331689	2.95	0.688245	0.074491	1
UYQI	2194	0.268652	0.43	0.038173	0.181287	1
OSAU	1642	0.326183	2.56	0.65337	0.07207	1
UYTY	1275	0.320641	1.37	0.527442	0.118104	1
USEO	1011	0.293941	1.03	0.103541	0.05814	1
UYLN	1715	0.264882	4.46	0.04024	0.314286	1
KYOU	978	0.306307	0.74	0.370677	0.087784	1
UYKY	680	0.30826	1.36	0.366219	0.069604	1
USKK	417	0.273623	0.30	0.044965	0.225	1
UHYG	297	0.284477	0.6	0.075576	0.14023	1
UYIE	6	0.179606	0	0.000882	1	0
UYNT	3	0.201112	0	0.001425	0	0
UYPV	1	0.205453	0	0.001298	0	0
UYMC	2	0.213337	0	0.002506	1	0
UYBI	2	0.207644	0	0.001449	0	0
UYAB	3	0.666667	0	0.000353	0	0
UYHD	2	0.201112	0	0.001425	0	0
UYJI	1	0.190702	0	0.00085	0	0
UYEX	1	0.197812	0	0.000736	0	0
UYHT	1	0.189844	0	0.000615	0	0

Fonte: Elaborada pelo autor com o auxílio do software Gephi.

Diferentemente do observado nos dois períodos anteriores, neste terceiro período, houve um crescimento exponencial na frequência de colaborações, por conta desta ascensão. Foi necessário, então, ajustar a parametrização da variável grau ponderado médio conforme Tabela 9. A parametrização das demais variáveis permaneceu estável, pois o comportamento dos seus resultados já é normalizado dentro da própria estrutura do cálculo do indicador.

Tabela 9 - Calibração 3º Período

Variável	Sigla	Adesão Plena	Adesão Média	Adesão Baixa
Grau ponderado médio	GRPOND_CAL	735	400	150
Proximidade	PROX_CAL	0,6	0,3	0,1
Intermediação	INTERM_CAL	3	2	1
Autovetor	AUTOV_CAL	0,6	0,3	0,1
Clusterização	CLUST_CAL	0,6	0,3	0,1

Fonte: Elaborada pelo autor

Os resultados apresentados na Tabela 10 evidenciam as informações dos indicadores após a calibração dos dados.

Tabela 10 - Indicadores do 3º Período Calibrados

UNIV	GRPOND_CAL	PROX_CAL	INTERM_CAL	AUTOV_CAL	CLUST_CAL	COLAB
TOHO	1.0	0.58	0.95	0.98	0.03	1
UYQI	1.0	0.38	0.01	0.02	0.14	1
OSAU	1.0	0.57	0.84	0.97	0.03	1
UYTY	1.0	0.55	0.13	0.91	0.06	1
USEO	1.0	0.48	0.05	0.05	0.03	1
UYLN	1.0	0.37	1.00	0.02	0.54	1
KYOU	0.99	0.52	0.02	0.67	0.04	1
UYKY	0.92	0.52	0.13	0.66	0.03	1
USKK	0.54	0.40	0.01	0.02	0.25	1
UHYG	0.23	0.44	0.01	0.03	0.08	1
UYIE	0.01	0.14	0.00	0.01	1.00	0
UYNT	0.01	0.18	0.00	0.01	0.01	0
UYPV	0.01	0.19	0.00	0.01	0.01	0
UYMC	0.01	0.21	0.00	0.01	1.0	0
UYBI	0.01	0.20	0.00	0.01	0.01	0
UYAB	0.01	0.98	0.00	0.01	0.01	0
UYHD	0.01	0.18	0.00	0.01	0.01	0
UYJI	0.01	0.16	0.00	0.01	0.01	0
UYEX	0.01	0.18	0.00	0.01	0.01	0
UYHT	0.01	0.16	0.00	0.01	0.01	0

Fonte: Elaborada pelo autor com auxílio do software fsQCA.

Com a finalização das etapas de coleta e análise de dados a partir do apoio do software Gephi e fsQCA, foi possível operacionalizar a realização dos cálculos para obtenção das receitas que serão apresentadas no próximo capítulo, observando os períodos de análise e os padrões e realidades encontrados em cada fase.

4 RESULTADOS

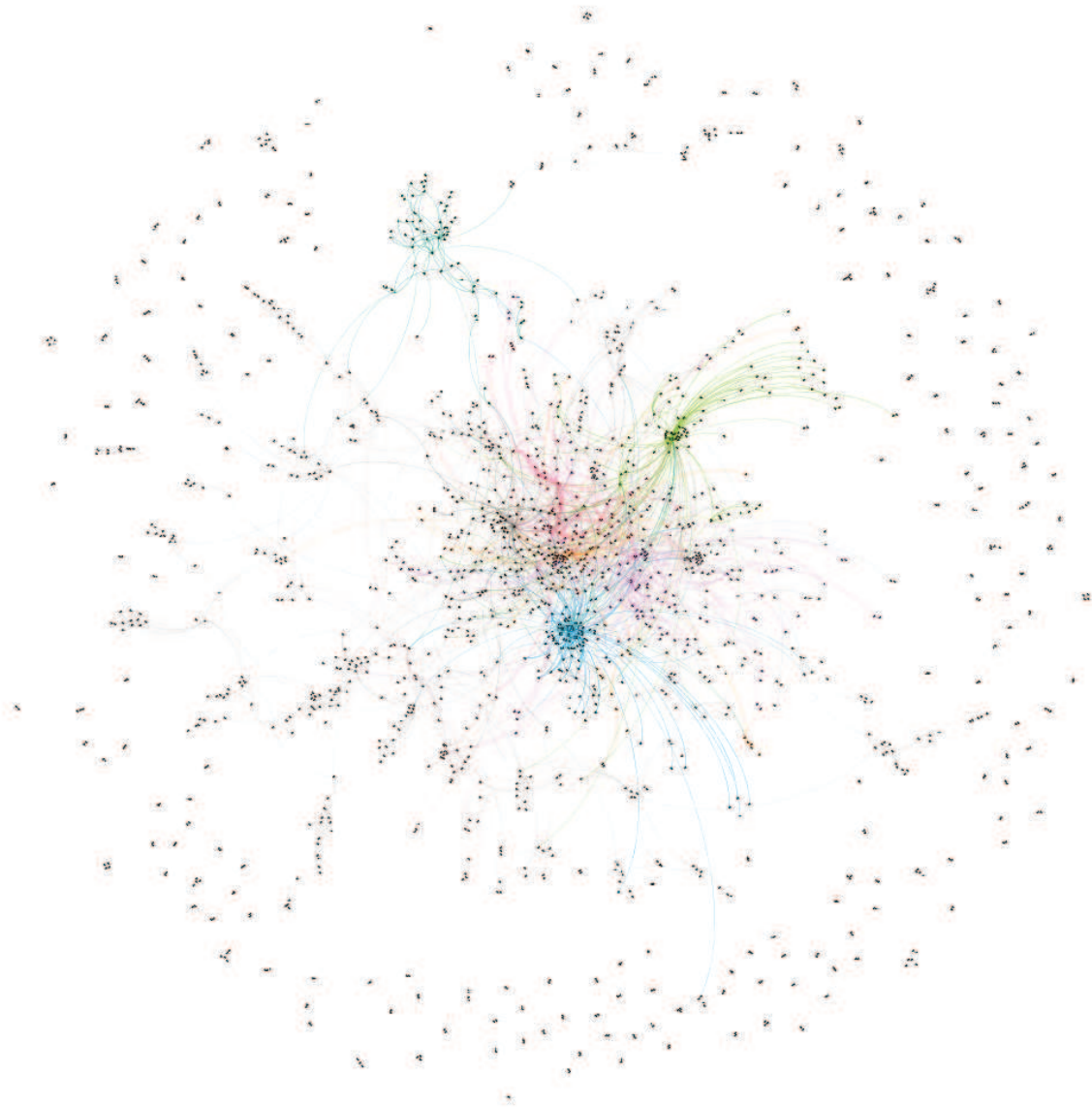
Neste capítulo, serão apresentados os resultados divididos nos três períodos de análise previamente definidos.

4.1 1º Período (1963-1990)

A análise deste primeiro período, que contempla os resultados obtidos entre os anos de 1963 e 1990, é caracterizado por um salto do conhecimento técnico atribuído à indústria de semicondutores que teve origem na década de 30. No ano de 1965, Gordon Moore analisou que o número de componentes por unidade de circuito integrado dobrava a cada 18 meses, esta evolução foi denominada de Lei de Moore (MOORE, 1965). Observa-se no primeiro período baixa preocupação com o registro da propriedade intelectual nesta área – percebe-se que a maioria das patentes depositadas foram estabelecidas individualmente sendo fruto de pesquisas isoladas.

Com o objetivo de tornar visíveis as redes de colaboração relacionadas à tecnologia H01 da indústria de semicondutores, foi utilizado o software Gephi. Com ele, foi possível mapear a rede e gerar a Figura 5, a qual apresenta a visão geral de todos os atores do primeiro período de análise. Nesta figura, é possível verificar a representação da rede onde os vértices (pontos ou nós) representam um ator da indústria global de semicondutores relacionado à tecnologia H01, e as arestas (linhas ou arcos) representam as conexões entre esses atores. Este tipo de representação é muito utilizado na ARS, uma vez que fornece uma experiência visual de mais fácil compreensão e análise.

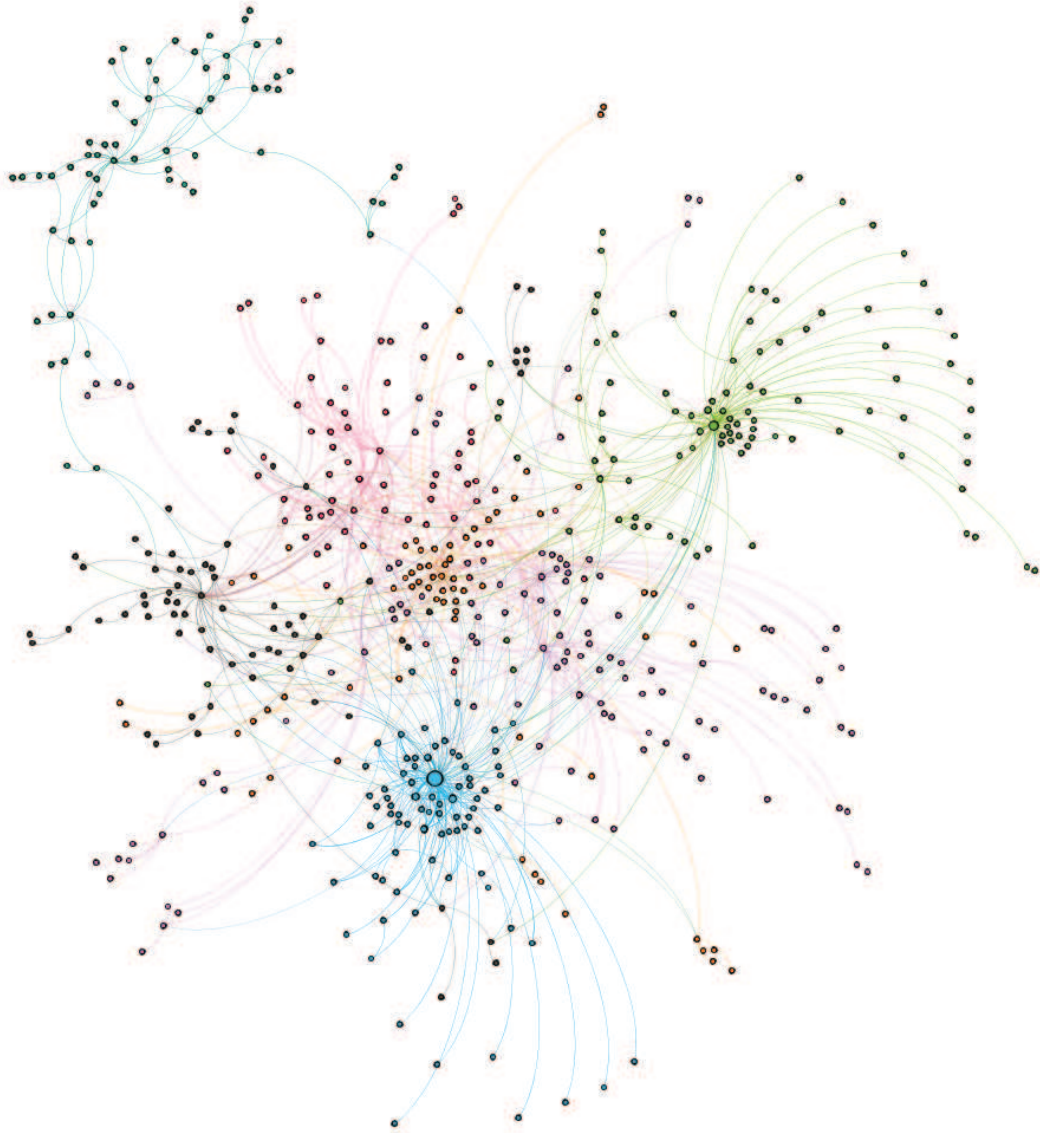
Figura 5 - Rede de Colaboração do Período 1 (Geral)



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi.

Em um segundo momento, foi gerada a Figura 6, que fornece uma visão mais aproximada dos principais atores da rede, proporcionando melhor visualização gráfica.

Figura 6 - Rede de Colaboração do Período 1 (Ampliado)



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi.

A participação das universidades neste período é muito tímida – média de 3,5 colaborações por ano no período – não sendo observada a recorrência de colaborações entre os mesmos atores. Os registros de patentes elaboradas em colaboração são pulverizados entre Ásia, América do Norte e Europa. Conclui-se, então, neste primeiro momento, que os atores, influenciados pela percepção de que as vantagens competitivas estavam atreladas à criação de inovações de forma individual, sem a necessidade de obter recursos externamente, optavam por desenvolver as inovações em seus P&Ds internos. Esse cenário resultou em um número baixo de patentes geradas em conjunto, confirmando que a colaboração com a academia não era vista como um diferencial por parte da indústria.

Considerando essas características gerais do período, buscou-se entender quais as soluções de combinações (receitas) foram as responsáveis por gerar os maiores números de depósitos de patentes. Para isso, o software gera três tipos de soluções: a solução complexa, a parcimoniosa e a intermediária. Cada uma destas soluções é derivada de um conjunto de caminhos ou declarações causais que são preditivas de um alto escore de membros na condição de desfecho (RAGIN, 2008). De acordo com Skarmeas, Leonidou e Saridakis (2014), uma solução complexa não faz suposições simplificadoras, diferentemente da solução parcimoniosa, que utiliza as combinações das condições antecedentes não observadas no conjunto de dados para simplificar a solução, e da solução intermediária, que é caracterizada por distinguir entre as suposições fracas e fortes, utilizando apenas as soluções fracas para simplificar a solução. Dessa forma, a solução complexa, por não fazer suposições, é a mais apropriada para análise, principalmente quando o número de condições não é grande (ELLIOTT, 2013).

Ao contrário das técnicas convencionais, a QCA baseia-se no pressuposto de que a causalidade não é simples e sim complexa. A maioria das técnicas convencionais assume que as condições causais são variáveis independentes cujos efeitos no resultado são lineares e aditivos – em tabelas verdade complexas, as combinações causais podem ser numerosas (PANIAGUA; RIVELLES; SAPENA, 2018).

O fsQCA deste primeiro período de análise resulta em quatro configurações diferentes que explicam um alto nível de colaboração em P&D, conforme Figura 7. A primeira receita encontrada possui uma cobertura de 30% e uma consistência de 86% - esta combinação indica que a colaboração está presente onde o indicador de grau ponderado médio e o indicador de proximidade são altos e onde não há intermediação e autovetor.

Figura 7 - Solução Complexa do 1º Período

```

--- COMPLEX SOLUTION ---
frequency cutoff: 1
consistency cutoff: 0.86747

```

	raw coverage	unique coverage	consistency
GRPOND_CAL*PROX_CAL*~INTERM_CAL*~AUTOV_CAL	0.302	0.115	0.885631
GRPOND_CAL*~PROX_CAL*INTERM_CAL*~AUTOV_CAL	0.423	0.211	1
GRPOND_CAL*~INTERM_CAL*~AUTOV_CAL*~CLUST_CAL	0.261	0	0.912587
GRPOND_CAL*~PROX_CAL*~AUTOV_CAL*~CLUST_CAL	0.297	0	0.961165

```

solution coverage: 0.784
solution consistency: 0.952612

```

Fonte: Elaborada pelo autor com base no software fsQCA.

Cabe salientar que o indicador de proximidade é inversamente proporcional aos demais, o que demonstra que, quanto maior o indicador de proximidade, mais distante o ator está. Dessa forma, a leitura correta desta sentença indica que a colaboração estava presente onde existe grau ponderado e onde os níveis de proximidade, intermediação e autovetor são baixos.

Conclui-se, então, com esta primeira receita, que, em 30% dos casos tidos como de sucesso, a variável mais efetiva é o grau ponderado médio. Em outras palavras, mesmo que, na rede estabelecida, determinado ator não tivesse características de atuar de forma próxima, tampouco tivesse contatos de prestígio ou intermediasse relações, ele poderia obter sucesso na colaboração em P&D unicamente mantendo relações com parceiros de forma direta sem estabelecer diretrizes de atuação na rede. Esta primeira solução parece estar alinhada com as características da época, situação em que não se observavam estratégias definidas para colaboração em redes, muito menos com a participação da academia.

A segunda receita possui uma cobertura de 42% e se caracteriza por ser a maior cobertura das quatro geradas no período e 100% de consistência que também é a maior em comparação com as demais. Esta combinação indica que há colaboração onde ocorre grau ponderado médio e intermediação alta e onde os índices de proximidade e de autovetor são baixos. Dito de outro modo, pode-se concluir que, em uma determinada situação, em que não há um indicador alto de autovetor, ou seja, quando um ator está ligado a atores com pouco prestígio, esta ausência pode ser suprimida com a adoção de estratégias que visem aumentar os níveis de grau ponderado médio, proximidade e intermediação. Visualiza-se com este cenário um dos benefícios da QCA – segundo o qual, é possível chegar a um resultado de sucesso percorrendo diferentes caminhos.

A terceira receita do período possui cobertura de 26%, que é mais baixa em relação às receitas anteriores e possui uma consistência de 91%. Isso indica que um dos caminhos possíveis para haver colaboração pode ter a seguinte configuração: presença de grau ponderado médio e ausência de intermediação, autovetor e clusterização. Esta configuração denota ausência de estratégias para a implantação de parcerias, pois exclui três itens dos cinco indicadores que são os principais relacionados à análise de redes sociais. A configuração desta terceira solução está bem alinhada com a observada na primeira receita, na qual não se verificam estratégias definidas para a colaboração, sendo esta situação uma das justificativas de haver pouca colaboração neste período em comparação com os demais.

Já a quarta e última receita deste período, que possui uma cobertura de 30% e consistência de 96%, indica que altos índices de grau ponderado médio, e baixos índices de proximidade, autovetor e clusterização são capazes de resultar em colaboração. Analisando da mesma forma que na segunda receita, as ausências de autovetor e clusterização, podem ser compensadas quando há proximidade (lembrando que proximidade é inversamente proporcional) e grau ponderado médio. Em outras palavras, mesmo que determinado ator não atue de forma agrupada e tenha contatos com pouco prestígio, ele pode obter sucesso estabelecendo diretrizes no sentido de atuar de forma intensa e próxima dos demais atores.

O software também permite que se estabeleça a relação da variável dependente com as variáveis dependentes de forma isolada, conforme Tabela 11. Confirma-se com esta análise a importância do grau ponderado médio neste primeiro período, pois esta variável esteve presente em 87% dos casos em que houve colaboração em P&D. A segunda variável mais significativa na colaboração é a de intermediação aparecendo em 51% dos casos, sendo seguida por clusterização com 42%, proximidade 26% e autovetor com 1%. Esta análise possibilita a hierarquização das variáveis independentes e indica quais destas variáveis estavam presentes na maioria dos casos em que houve colaboração.

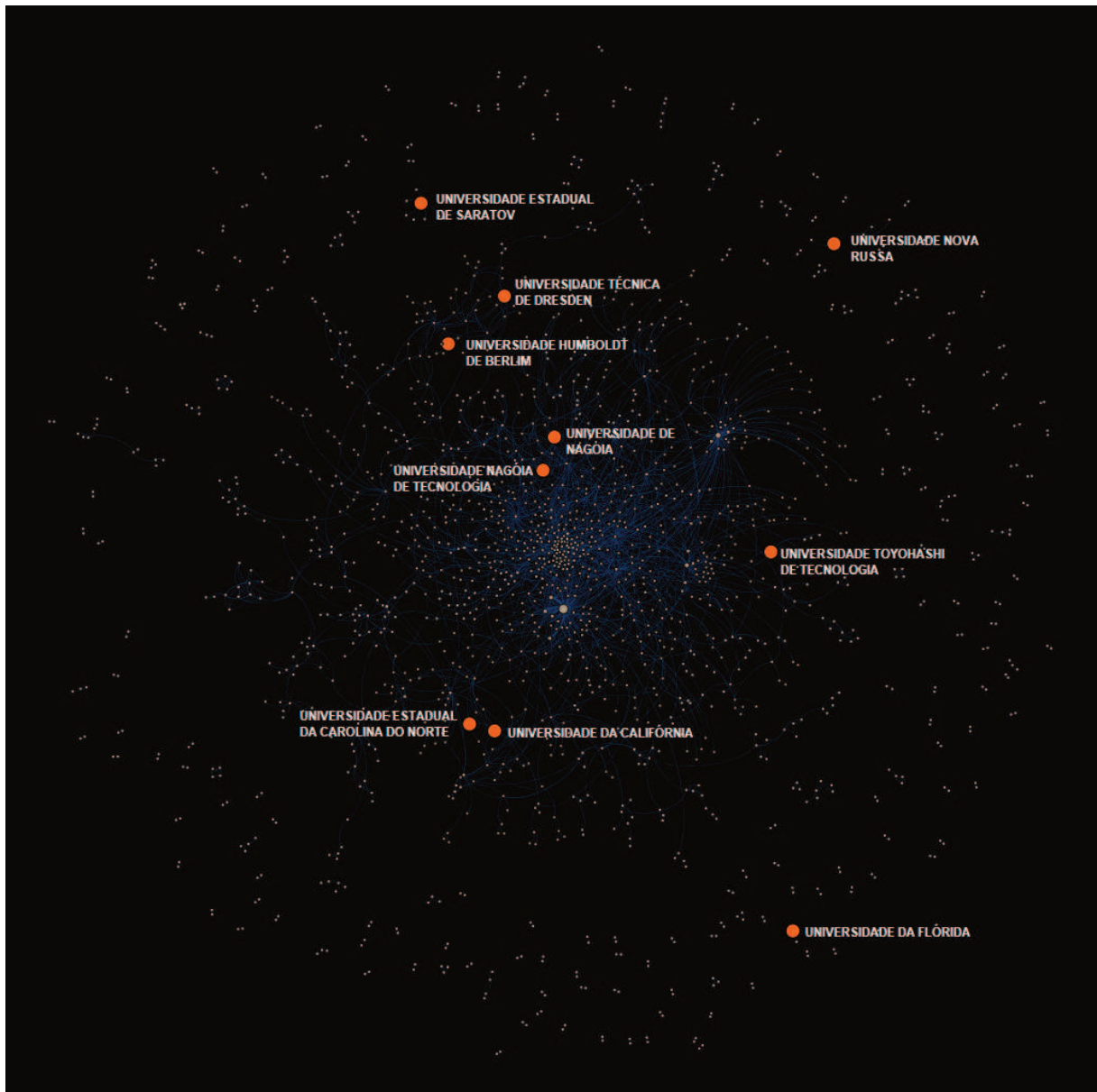
Tabela 11 - Coincidência das Características Versus Colaboração – Período 1

	GRPOND	PROX	INTERM	AUTOV	CLUST
COLAB	0.874074	0.255773	0.51	0.0128713	0.415563

Fonte: Elaborada pelo autor com auxílio do software fsQCA.

Em resumo deste primeiro período de análise, pode-se concluir que o indicador de grau ponderado médio é considerado como uma característica necessária (embora não suficiente) para haver colaboração, pois está presente em todas as receitas geradas pelo software. As demais métricas não possuem características de suficiência e nem de necessidade. A falta de definição de estratégias do primeiro período pode ser visualizada na Figura 8, onde os pontos em laranja representam as dez universidades que mais colaboraram no período.

Figura 8 - Rede de Colaboração do Período 1 com Destaque para as 10 Universidades que mais Colaboraram



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi

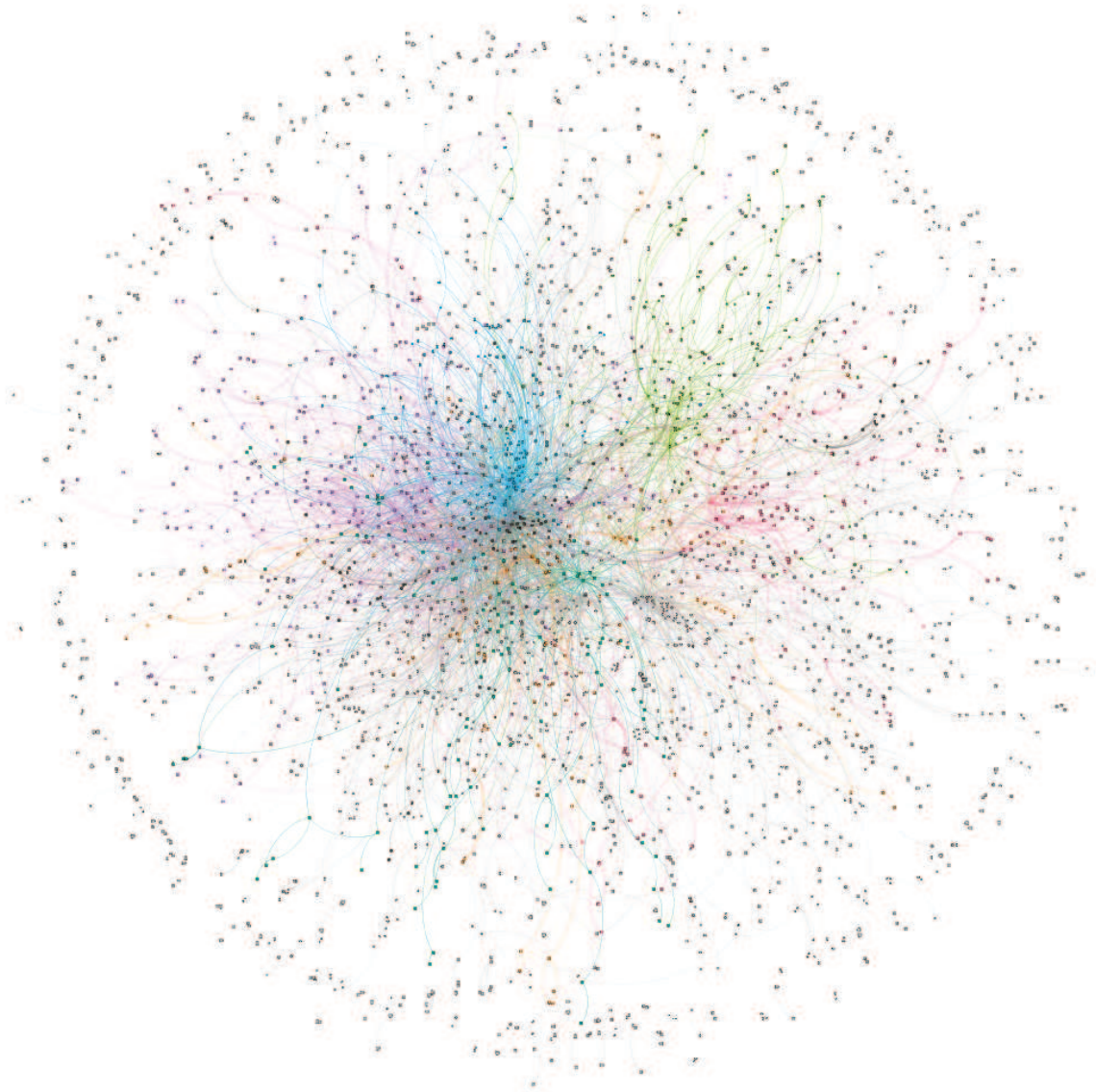
Observa-se nesta figura que as universidades estão dispersas, mais deslocadas para a periferia do que voltadas para o centro da rede. Esta característica denota a importância reduzida que se atribuía às universidades neste período para as pesquisas conjuntas em P&D no que diz respeito ao mercado de semicondutores. Esta característica pode ser justificada, em parte, pelo fato de que as indústrias conseguiam acompanhar a evolução do mercado com P&Ds internos e sem a necessidade de estabelecimento de redes de cooperação muito extensas com outras indústrias ou com a academia.

4.2 2º Período (1991-2001)

O segundo período, composto em grande parte pelos anos referentes à década de 90, é caracterizado pela evolução dos semicondutores com as aplicações principalmente em dispositivos de memória e processadores por conta da evolução do uso dos computadores pessoais – neste período, a indústria de semicondutores atingiu pela primeira vez a marca de US\$ 100 bilhões, sendo este faturamento distribuído de forma homogênea entre a América do Norte, Europa e Ásia. Apesar de o faturamento estar pulverizado entre esses continentes, já se observa uma mudança nas configurações das colaborações com ênfase no continente asiático. Se no primeiro período existiam três universidades asiáticas entre as que mais colaboraram, neste segundo período, cinco das dez que mais colaboraram eram asiáticas, o que demonstra a importância estratégica que os países desse continente estavam atribuindo para as pesquisas de P&D colaborativo na área de semicondutores.

É possível analisar na Figura 9 um aumento no número de atores na rede de colaboração relacionado a esta indústria quando comparado com o primeiro período.

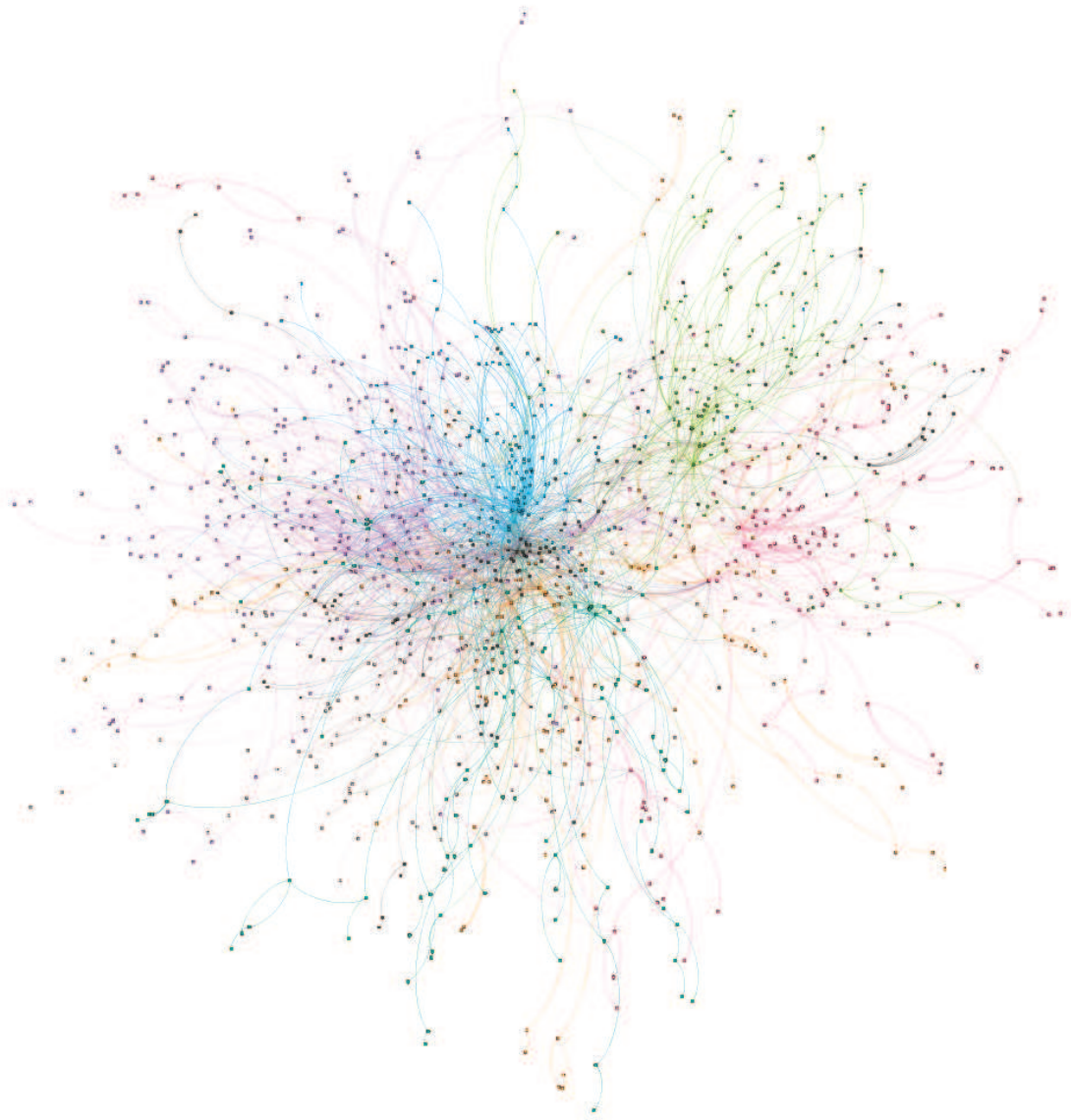
Figura 9 - Rede de Colaboração do Período 2 (Geral)



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi.

Na Figura 10, pode-se observar, de forma mais ampliada, a caracterização desta rede de colaboração com a exclusão dos elementos periféricos.

Figura 10 - Rede de Colaboração do Período 2 (Ampliado)



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi.

Este período apresenta um cenário diferente do primeiro período, pois há apenas uma combinação com níveis aceitáveis de cobertura e consistência. A solução complexa apresentou uma receita com 63% de cobertura, que é superior em comparação com as quatro receitas apresentadas no primeiro período, e consistência de 88% que está dentro dos parâmetros aceitos pela literatura. Nesta configuração, os altos índices de grau ponderado médio e de clusterização, combinados com baixos índices de proximidade e de autovetor geram a colaboração em P&D.

Figura 11 - Solução Complexa do 2º Período

```

--- COMPLEX SOLUTION ---
frequency cutoff: 1
consistency cutoff: 0.824561

```

	raw coverage	unique coverage	consistency
GRPOND_CAL*~PROX_CAL*~AUTOV_CAL*CLUST_CAL	0.633	0.633	0.875518

```

solution coverage: 0.633
solution consistency: 0.875518

```

Fonte: Elaborada pelo autor com base no software fsQCA.

Como citado anteriormente, o indicador de proximidade é inversamente proporcional aos demais. Dessa forma, a leitura que se faz desta receita é que a colaboração, neste segundo período de análise, foi obtida em situações onde os atores estavam próximos, atuando em clusters e com altos índices de recorrência nas relações – a ausência de autovetor pôde ser compensada com índices mais altos das outras três variáveis.

Da mesma forma que no primeiro período analisado, o grau ponderado médio se apresentou como uma variável importante para o sucesso do fenômeno analisado. Contudo, neste intervalo de tempo analisado, outros dois indicadores ganharam importância. Este indicador atrelado aos indicadores de clusterização e proximidade são considerados necessários (porém não suficientes) para colaboração em P&D.

Em comparação ao primeiro período, apesar de se verificar que o grau ponderado médio mantém maior relevância que os demais, observa-se uma alteração no padrão de colaboração, agora com ênfase nas características de agrupamento e proximidade. Esta mudança sugere que a atuação próxima e em clusters oferece um impacto positivo na elaboração conjunta de patentes e na consequente colaboração das universidades com os seus stakeholders, pois no primeiro período a média de colaborações por ano era de 3,5, já neste segundo período observou-se uma elevação três vezes maior, chegando a uma média de 12 colaborações por ano no período.

Ao estabelecer a hierarquização entre as variáveis independentes com a dependente, ver Tabela 12, o grau ponderado médio novamente aparece em primeiro lugar, constando em 85% dos casos em que houve colaboração. Ele foi seguido pelo indicador de clusterização com 56%, intermediação com 43%,

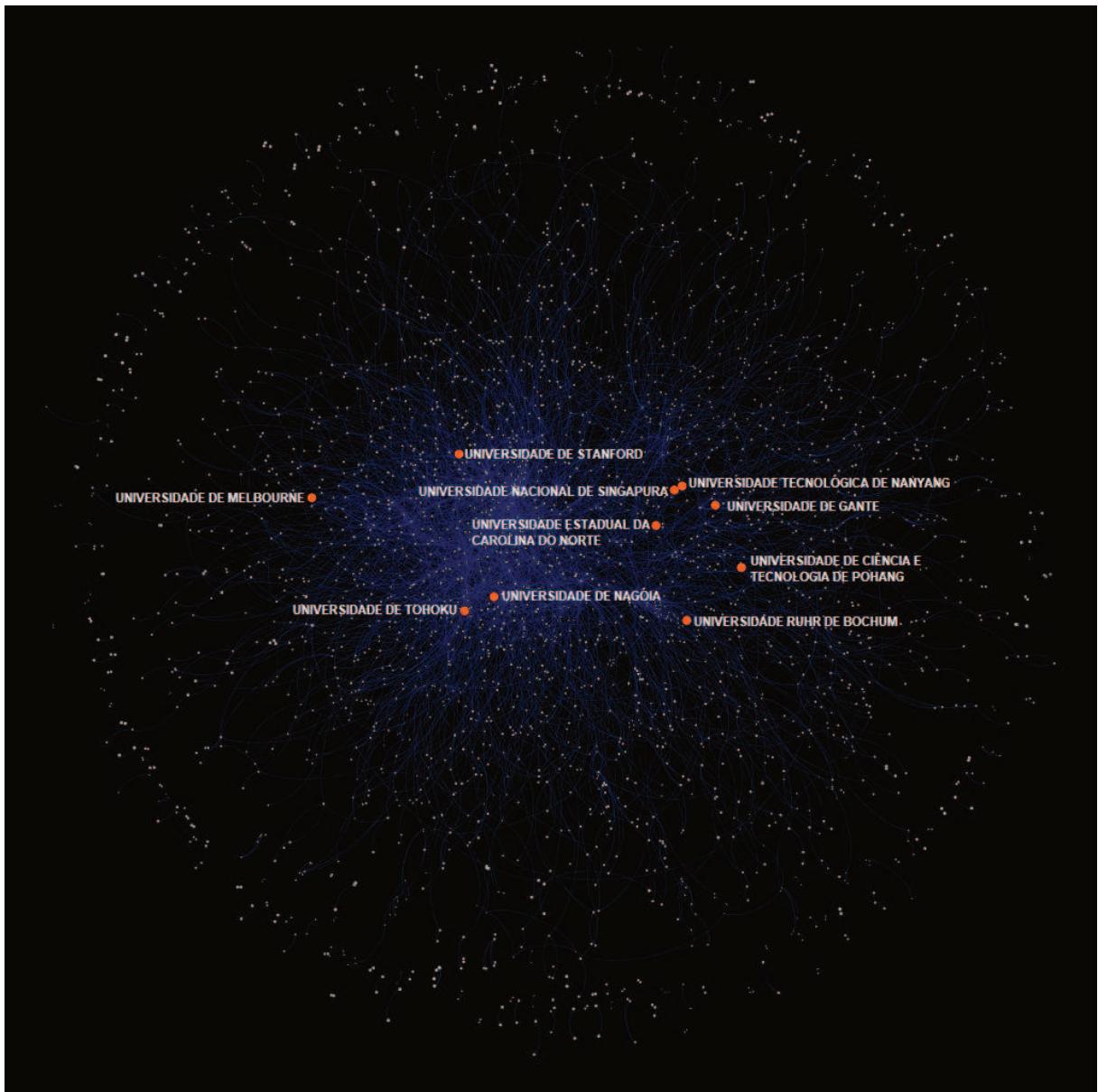
proximidade 23% e autovetor 3%. Essa hierarquização remete que naquele período era muito importante estabelecer relações frequentes, próximas e agrupadas para obter os melhores resultados de colaboração.

Tabela 12 - Coincidência das Características Versus Colaboração – Período 2

	GRPOND	PROX	INTERM	AUTOV	CLUST
COLAB	0.853971	0.227368	0.426	0.0275862	0.558531

Fonte: Elaborada pelo autor com auxílio do software fsQCA.

Figura 12 - Rede de Colaboração do Período 2 com Destaque para as 10 Universidades que mais Colaboraram



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi.

Visualmente, observa-se uma aproximação das universidades (nós em laranja) para o centro da rede quando comparado com o primeiro período conforme observado na Figura 12. Mesmo para as universidades que estão um pouco afastadas, percebe-se uma atuação mais agrupada, indo ao encontro dos achados deste período que sugerem a atuação em cluster como estratégia para se obter sucesso na colaboração. Com este cenário, é possível verificar a tendência de colaboração com as organizações acadêmicas, pois as universidades se movimentam para o centro da rede em uma perspectiva mais atuante com os demais atores.

4.3 3º Período (2002-2017)

Por fim, neste terceiro período de análise, que é assim definido por conta do advento do wafer de 12 polegadas, observa-se a ascensão da indústria de semicondutores. Os componentes microeletrônicos ingressaram em novos mercados como o de internet das coisas, soluções para medicina e wireless, e se expandiram e dominaram muitos outros, como por exemplo, o de computadores pessoais, smartphones, soluções para a indústria automotiva e servidores.

A definição de políticas públicas para as tecnologias voltadas à indústria de semicondutores tornou esta indústria estratégica para muitos países, sendo observado neste intervalo de anos envolvimento, investimentos e benefícios orquestrados por diversos governos com o intuito de melhorar suas exportações e melhorar os resultados da balança comercial. Como a indústria de semicondutores é caracterizada por ser intensiva em conhecimento, muitos países incentivaram e investiram em atração de capital intelectual e buscaram talentos ao redor do mundo com os objetivos de melhorar os seus resultados financeiros (COMISSÃO EUROPEIA, 2009).

Entre os anos de 2002 e 2017, o faturamento da indústria de semicondutores saltou de US\$ 100 bilhões para quase US\$ 400 bilhões – projeções indicam que até 2020 chegue à marca de US\$ 500 bilhões (WSTS, 2019). Estes resultados financeiros já não são tão homogêneos como no primeiro e segundo períodos analisados neste estudo, agora, praticamente a metade do faturamento desta indústria pertence ao continente asiático – é possível inferir que o ganho de espaço dos países do oriente pode ter sido influenciado pelo movimento que se iniciou no

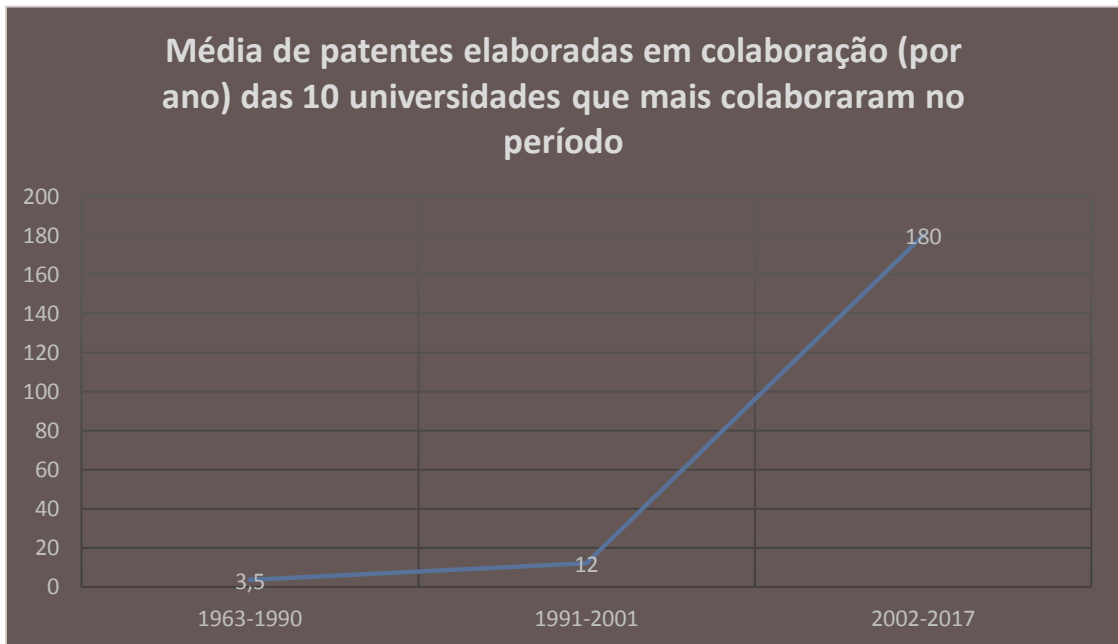
período anterior com o investimento em P&D e nas colaborações com as universidades.

A tendência para os próximos anos é que este comportamento se mantenha, pois se, no segundo período, metade das universidades que mais colaboraram eram asiáticas, neste terceiro período, nove das dez mais colaborativas são asiáticas e apenas uma é europeia, apesar de os Estados Unidos possuírem o Vale do Silício, chama atenção o fato de não haver representante da América do Norte entre as universidades que mais colaboraram na indústria de semicondutores. Este resultado não desmerece os resultados obtidos pelas universidades americanas em P&D em outras áreas e até mesmo em semicondutores. Cabe, então, ressaltar que, no ranking das 100 universidades mais inovadoras do mundo, grande parte delas, como a Universidade de Stanford, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts e a Universidade de Harvard (as três primeiras colocadas do ranking), são sediadas nos Estados Unidos, sendo que as pesquisas e os depósitos de patentes destas universidades estão muito amparados na indústria farmacêutica, química, de dispositivos médicos, agricultura, silvicultura e alimentos (EWALT, 2018).

Por conta dos valores movimentados pela indústria de semicondutores, este mercado se tornou ainda mais atrativo e a concorrência ficou acirrada entre os principais desenvolvedores e *foudries* de todo o mundo – este panorama reforçou a ênfase na proteção da propriedade intelectual, tornando o depósito de patentes um fator crítico de sucesso. Praticamente dois terços das 1.164.657 patentes registradas desde 1963 até o ano de 2017 na área de semicondutores foram registradas somente no terceiro período de análise.

Esse comportamento também é observado ao se analisar as patentes depositadas em colaboração com as universidades. Se nos dois primeiros períodos havia uma média de 3,5 e 12 patentes em colaboração depositadas por ano respectivamente, este último período de análise apresentou números muito superiores chegando a uma média de 180 patentes depositadas em colaboração com as dez universidades que mais colaboraram, conforme Gráfico 1. Se no segundo período houve um salto de mais de três vezes no número de colaborações em relação ao primeiro período, no terceiro período, tem-se um salto quinze vezes maior em relação ao segundo período.

Gráfico 1 - Média de Patentes Elaboradas em Colaboração (por Ano) das 10 Universidades que mais Colaboraram no Período



Fonte: Elaborado pelo autor.

A imagem deste terceiro período de análise pode ser verificada na Figura 13.

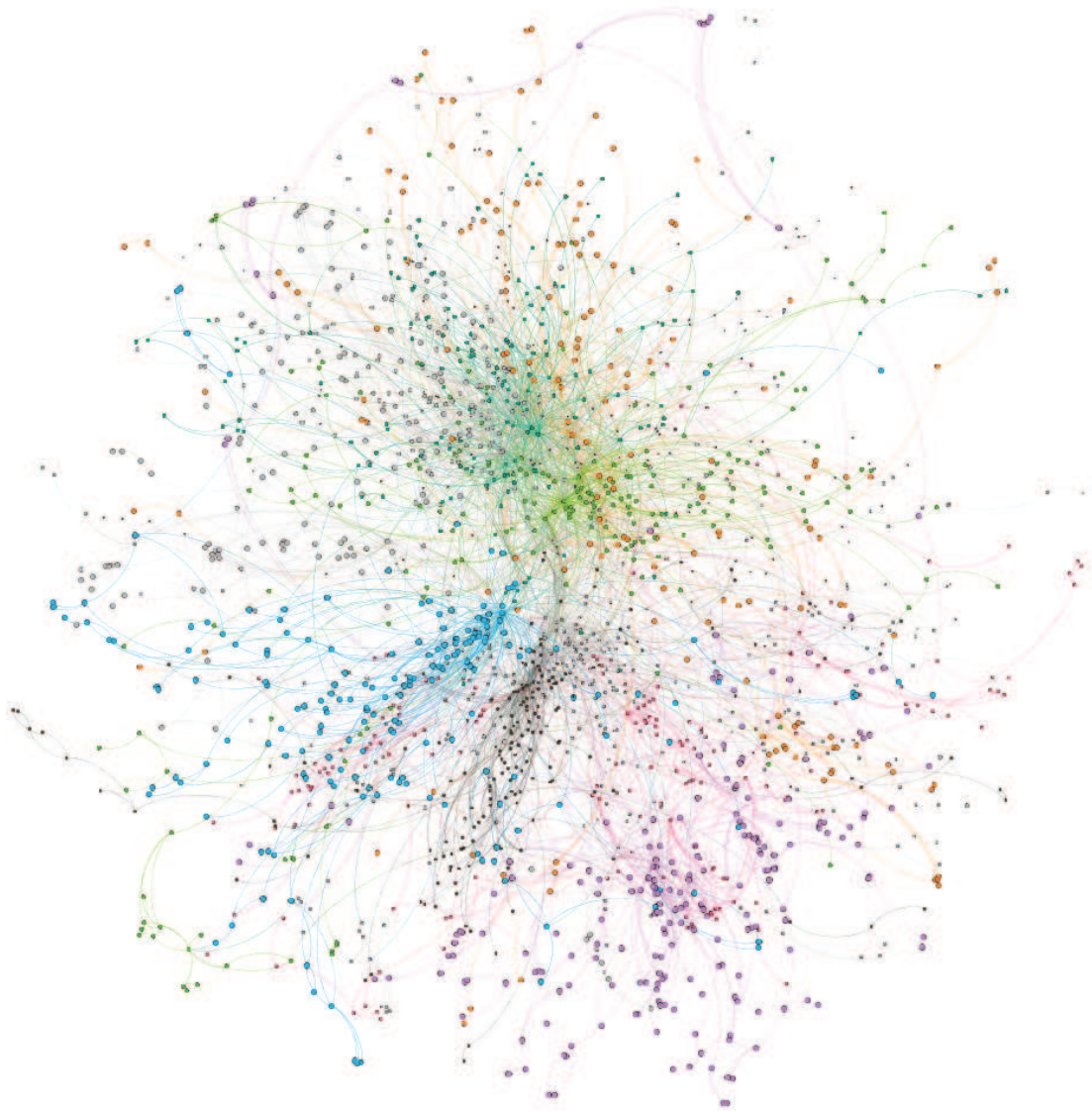
Figura 13 - Rede de Colaboração do Período 3 (Geral)



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi.

A rede pode ser observada de forma mais ampla e na Figura 14. Por conta do acréscimo no número de patentes em colaboração no período, observa-se nessas figuras um acréscimo considerável no número de atores que compõem esta rede de colaboração quando comparado com os períodos anteriores.

Figura 14 - Rede de Colaboração do Período 3 (Ampliado)



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi.

Com relação aos padrões e soluções geradas, este terceiro período de análise apresentou três combinações de variáveis que geram a colaboração.

Como é possível constatar analisando a Figura 15, a primeira configuração apresenta uma cobertura de 29% e consistência de 97% e indica que altos índices de grau ponderado médio, proximidade e autovetor, combinados com um baixo nível

de clusterização geram colaboração em P&D. Dessa receita, conclui-se que na ausência de clusterização e de proximidades, pode-se estabelecer estratégias que visem estabelecer contatos diretos e recorrentes com atores com muito prestígio, que são aqueles que possuem muitos outros contatos diretos.

Figura 15 - Solução Complexa do 3º Período

	raw coverage	unique coverage	consistency
GRPOND_CAL*PROX_CAL*AUTOV_CAL*~CLUST_CAL	0.288	0.193	0.972973
GRPOND_CAL*~PROX_CAL*~INTERM_CAL*~AUTOV_CAL*~CLUST_CAL	0.272	0.179	0.971429
GRPOND_CAL*~PROX_CAL*INTERM_CAL*~AUTOV_CAL*CLUST_CAL	0.076	0.052	1
solution coverage: 0.519			
solution consistency: 0.984819			

Fonte: Elaborada pelo autor com base no software fsQCA.

A segunda receita apresentou um índice de cobertura de 27% e de consistência de 97% - ambos índices são muito próximos aos índices obtidos na configuração anterior. Esta segunda receita indica que um alto índice de grau ponderado médio, combinado com baixos índices de proximidade, intermediação, autovetor e clusterização geram colaboração P&D. Dessa receita, faz-se a leitura que, mesmo que não haja características de intermediação, de autovetor e de clusterização em determinado ator da rede, estas ausências podem ser compensadas com relações próximas e com grau ponderado médio. Com esta solução, tem-se a confirmação da importância de que, para se obter sucesso nas colaborações em P&D, é preciso manter o foco e optar em relações recorrentes e próximas em detrimento de estratégias de intermediação ou de atuação em grupos, por exemplo. Analisando sob outra ótica, a falta de características de intermediação, agrupamento ou contato com atores influentes pode ser compensada com a ênfase em relações recorrentes e frequentes.

Já a terceira e última receita deste período, apesar de ter consistência de 100%, possui uma cobertura de 8%. Este índice de cobertura não encontra suporte na literatura para ser considerada como uma receita que atende aos padrões mínimos de aceitabilidade (a cobertura deve ser maior que 25%) propostos por

Ragin (2008) e Woodside e Zang (2013). Por essa razão, esta terceira combinação não será considerada no presente estudo.

Analisando a hierarquização entre as variáveis independentes com a dependente, o grau ponderado médio pela terceira vez surgiu em primeiro lugar, constando agora em 86% dos casos em que houve colaboração. Ele foi seguido pelo indicador de autovetor com 43%, proximidade com 38%, intermediação com 31% e clusterização com 10%. Confirma-se com estes resultados de coincidência que as melhores estratégias a serem adotadas para se ter sucesso em colaboração em P&D é atuar de forma frequente – de preferência com parceiros diversificados, próxima e com ligações diretas com atores influentes.

Tabela 13 - Coincidência das Características Versus Colaboração – Período 3

	GRPOND	PROX	INTERM	AUTOV	CLUST
COLAB	0.859406	0.382353	0.315	0.428713	0.101821

Fonte: Elaborada pelo autor com auxílio do software fsQCA.

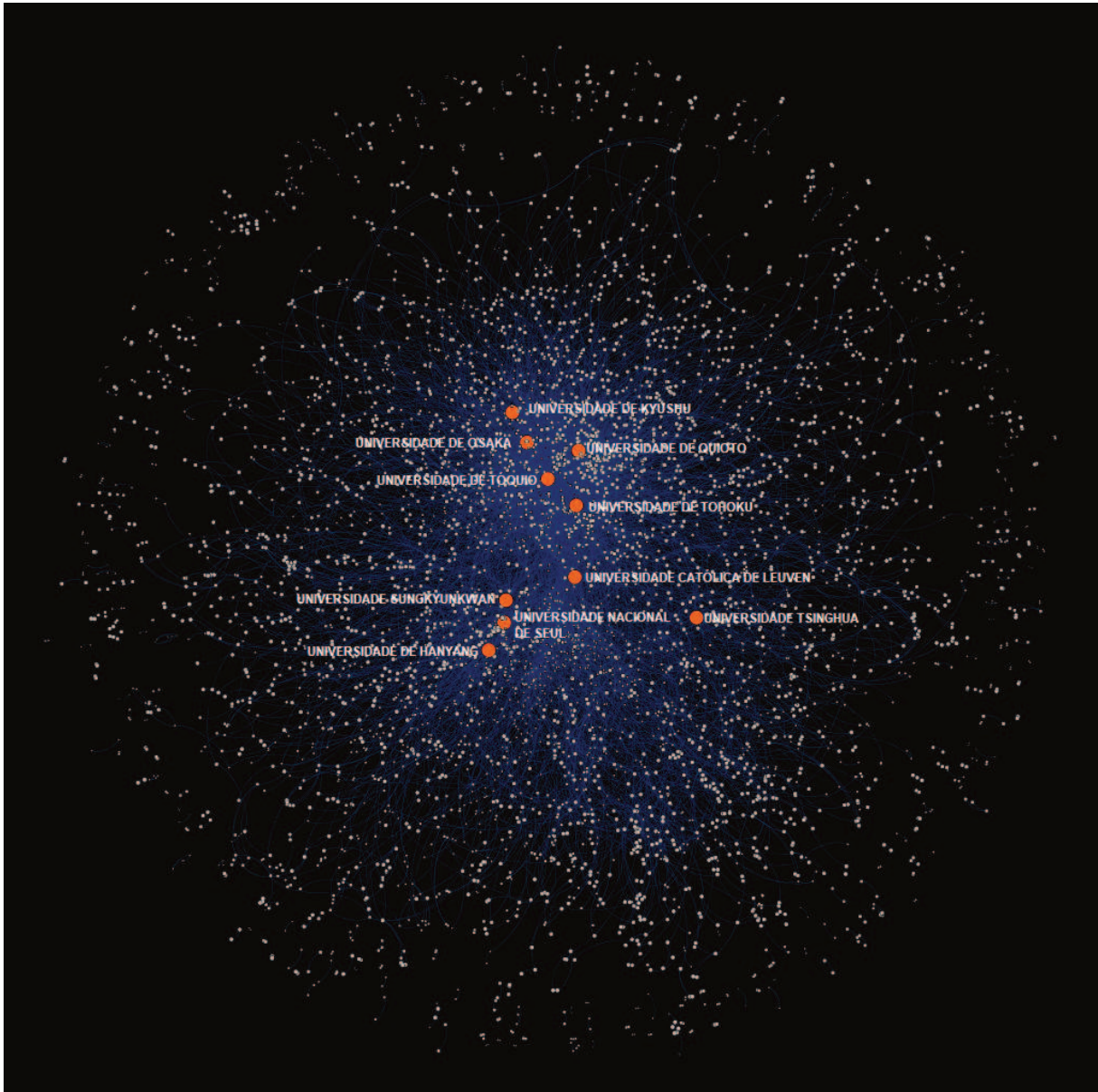
A participação das universidades na elaboração de patentes em colaboração neste terceiro período foi relevante conforme pode ser visualizado na Figura 16. As universidades, destacadas em laranja, passaram a ter maior participação na proporcionalidade do total de patentes elaboradas em conjunto, onde a tendência de aproximação observada no segundo período de análise se confirmou neste terceiro período. Com base no número de colaborações e nos contatos estabelecidos, as universidades começaram a se posicionar no centro da rede, passando de um status de coadjuvante no primeiro período, para um patamar de destaque e relevância em uma indústria que é considerada intensiva em conhecimento.

Os achados neste período também se confirmam ao analisar essa figura – de forma que a frequência de interações, somada com contatos diretos com atores influentes, gera melhores resultados de colaboração. Isto é confirmado pela proximidade visual das universidades que mais colaboraram com outros atores bem relacionados. Em outras palavras, há contato direto das universidades com atores com muitos contatos diretos conforme estabelece o indicador de autovetor.

Do ponto de vista da academia, verifica-se que as universidades passaram a tomar a iniciativa e buscar o desenvolvimento de parcerias em P&D com a indústria e demais partes interessadas no intuito de colocar em prática as atividades relacionadas à sua terceira missão. Já sob a ótica da indústria, estabelecer parcerias

com as universidades se tornou vital e inevitável, pois a velocidade em que as mudanças ocorrem nesse tipo de indústria obriga essas empresas a buscarem alternativas para compartilhar custos e riscos.

Figura 16 - Rede de Colaboração do Período 3 com Destaque para as 10 Universidades que mais Colaboraram



Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Gephi.

Por fim, cabe mencionar que há o direcionamento das estratégias de P&D dessas empresas para a academia onde o conhecimento é gerado e transformado com maior ênfase e suporte.

4.4 Discussão

Foi verificado na presente pesquisa que a geração de patentes no primeiro período de análise era fortemente amparada somente na relação direta entre dois atores conforme sugerido no estudo de Freeman, Borgatti e White (1991). De acordo com esse estudo, os autores definiam que a capacidade de troca de informações entre dois atores é facilitada por relações diretas (grau ponderado médio) – a constatação dessa característica suporta e confirma a primeira proposição do presente estudo. Em outras duas receitas geradas, foi possível observar leve tendência para estratégias relacionadas à proximidade e à intermediação, indicando um plausível movimento naquela direção para o próximo período de análise. O surgimento destas características nestas receitas também fornece suporte para a segunda e a terceira proposições deste estudo.

Nesse período, observa-se pouca preocupação com a definição de estratégias no nível do ator (neste caso, as universidades) no contexto da rede. Em outras palavras, os resultados de colaboração não eram influenciados por nenhuma estratégia clara e objetiva, que levasse em consideração o papel do ator na rede, tampouco medidas eram adotadas para potencializar os resultados em P&D naquele período; a maioria das ações, entretanto, baseava-se em relações díades ou tríades.

Como abordado anteriormente, uma justificativa plausível para esta configuração se deve ao fato de que os P&Ds internos das empresas detinham toda a capacidade necessária para gerar resultados satisfatórios adequados ao mercado. Este contexto também é reforçado pela baixa necessidade de registro de patentes, que até então não era considerada um fator crítico de sucesso, visto que não havia tanta ênfase no registro da propriedade intelectual relacionado à indústria de semicondutores.

Já no segundo período de análise, que diz respeito à década de 90, verifica-se maior preocupação no registro de propriedade intelectual por conta da preocupação com o segredo industrial, que é considerado relevante principalmente em uma indústria intensiva em conhecimento. O aumento no número de patentes nesse período foi gerado principalmente pela atuação direta entre os atores (que também ocorreu no primeiro período de análise), porém, a esta medida, foi adicionada uma nova configuração relacional que indicava que a atuação de forma agrupada (clusterização), combinada com características de relações próximas

(proximidade) e com relações diretas e recorrentes (grau ponderado médio), era a responsável por gerar os melhores resultados.

Este resultado é apoiado pelos estudos de Freeman (1978), que sugere que, quanto mais próximo um ator estiver dos demais atores, maior será o controle da comunicação da rede. Do ponto de vista da atuação em clusters, também encontra amparo nos estudos de Wang et al. (2017), segundo os quais, a atuação de atores de forma agrupada facilita a comunicação e a transferência de tecnologia e de conhecimento entre os atores. Desse modo, a combinação (receita) mais eficaz sugerida neste período de análise indica que o contato frequente e próximo facilita a comunicação, e a troca de informações entre os atores e a atuação em clusters faz com que o conhecimento seja compartilhado de forma mais eficaz. A obtenção de receitas que confirmam a presença de proximidade e de clusterização fornece suporte para a quinta proposição e, novamente, para a primeira e para a segunda proposições.

O terceiro período de análise é caracterizado por mudanças relevantes tanto na produção de patentes em colaboração como na configuração relacional que gerou os melhores resultados. O início do terceiro período de análise, que remete ao início dos anos 2000, coincide com o avanço dos conceitos e das pesquisas relacionadas à inovação aberta propostos por Chesbrough (2003), que ressalta que a velocidade das transformações tecnológicas impede que os atores atuem de forma isolada devido ao fato de eles não possuírem todos os recursos necessários para acompanhar a evolução das inovações. Dentro dessa lógica, as organizações intensivas em capital intelectual e tecnológico se veem obrigadas a buscar fora da organização complementariedades que as tornem competitivas e perenes. O resultado desses esforços geralmente é materializado por meio de patentes elaboradas em colaboração que, necessariamente, possuem dois objetivos: a exploração e a proteção comercial.

Do ponto de vista relacional, neste terceiro período de análise, foi observado que as universidades que obtiveram os melhores resultados na produção de propriedade intelectual foram as que adotaram estratégias de relacionamento que contemplam relações de forma próxima (proximidade), recorrente (grau ponderado médio), e com atores com prestígio dentro da rede (autovetor). Dito de outro modo, os melhores resultados foram obtidos em situações em que as relações foram geradas próximas e diretas, com atores altamente influentes. Essa configuração

mais atual demonstra que a combinação destas três características – grau ponderado médio, proximidade e autovetor – é a responsável pela obtenção dos melhores resultados em P&D, deixando em segundo plano as características e estratégias relacionadas à intermediação e à clusterização. As receitas geradas neste terceiro período acabam por suportar a proposição de número quatro do presente estudo.

Ao analisar e retomar resumidamente as proposições sugeridas no presente estudo, verifica-se que, em pelo menos um dos três períodos analisados, houve suporte para a P1, P2, P3, P4 e P5.

Por fim, pode-se concluir que, no primeiro período de análise, as receitas que foram mais eficazes na geração de patentes em um contexto de baixa competição estavam muito centradas nas relações diretas e recorrentes (grau ponderado médio) com leve tendência para atuações com poucos caminhos (proximidade) e com elementos intermediando as relações da rede (intermediação). No segundo período de análise, momento no qual o mercado estava em um período de transição de P&D interno para P&D aberto, a receita que potencializou a geração de patentes indicou que os atores que atuavam diretamente e de maneira recorrente (grau ponderado médio), com pouca distância dos demais elementos da rede (proximidade) e que atuavam em grupos (clusterização), foram mais eficazes na produção de propriedade intelectual. Já no terceiro período, no qual se confirmou a abertura das atividades de P&D, as receitas que foram responsáveis por elevar a geração de patentes nas universidades substituíram da sua combinação as características relacionadas à clusterização por maior ênfase nas relações diretas com atores mais influentes (autovetor). Dessa forma, as duas configurações que potencializam a geração de patentes nesse último período ora combinam relações diretas (grau ponderado médio) e com atores de prestígio (autovetor), ora combinam novamente relações diretas (grau ponderado médio) com atores pouco distantes (proximidade). Na Tabela 14 é possível verificar de forma resumida as receitas obtidas nos três períodos de análise.

Tabela 14 - Resumo das Receitas Geradas nos Três Períodos de Análise

Período	Receitas	GRPOND	PROX	INTERM	AUTOV	CLUST	Cobertura		Consistência	Cobertura geral da solução	Consistência geral da solução
							Bruta	Única			
1963-1990	1	●	✱	✱	✱		0.302	0.115	0.886		
	2	●	●	●	✱		0.423	0.211	1		
	3	●		✱	✱	✱	0.261	0	0.913	0.784	0.953
	4	●	●		✱	✱	0.297	0	0.961		
1991-2001	1	●	●		✱	●	0.633	0.633	0.876	0.633	0.876
2002-2017	1	●	✱		●	✱	0.288	0.193	0.973	0.519	0.985
	2	●	●	✱	✱	✱	0.272	0.179	0.971		

Solução complexa

● indicam a presença de uma condição

✱ indicam a ausência de uma condição

espaços em branco não contribuem para a receita

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com os resultados obtidos, principalmente no terceiro período de análise que é o mais atual, percebe-se que a evolução do papel da universidade está alinhada com a ideia proposta por Etzkowitz e Leydesdorff (2000), a qual define que a universidade possui uma missão que vai além do ensino e da pesquisa – a terceira missão da universidade está focada no desenvolvimento social e econômico. Por conseguinte, com base nos dados obtidos, parece possível dizer, então, que a universidade no contexto de alta tecnologia exerce papel fundamental para o progresso econômico e social, principalmente quando atuam em colaboração com a indústria e com os demais entes governamentais.

O aumento da participação das universidades na geração de patentes em colaboração no início dos anos 2000, movidos pelos conceitos e estudos de Etzkowitz, coincide com o movimento da inovação aberta liderado por Chesbroug (2003), momento em que, principalmente as indústrias, começaram a se ver obrigadas a abrirem suas portas com vistas a colaborar com outros atores para inovar, pois não possuíam todas as capacidades internamente para desenvolverem inovações e para se manterem competitivas no mercado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve início com a lacuna observada na literatura sobre estudos que dessem ênfase ao papel da academia nas colaborações em P&D. Atrelada ao pouco foco depositado para a academia neste contexto, observou-se ainda que, nas relações sociais oriundas da interação entre a UI, não foram encontrados estudos que relacionassem a ARS à análise de conjuntos difusos propostos pela QCA, tampouco estudos que realizaram a combinação destas características em um estudo longitudinal. Considerou-se, então, a possibilidade de analisar as características de colaboração entre UI e a relação destas características com o sucesso nas colaborações, com base nos indicadores propostos pela análise de redes sociais, tendo como base o papel e análise do ator na rede – levando em consideração as colaborações compreendidas em três períodos de análise, que levaram em consideração a evolução dos diâmetros dos discos de silício (*wafers*).

Essa problemática foi representada pelo seguinte questionamento: identificar as características da estrutura relacional da universidade que mais influenciam os resultados de P&D.

Por meio de uma análise em dados de patentes relacionadas à indústria de semicondutores, oriundos da base de dados da *Derwent Innovation Index (DII)* no período que compreende os anos de 1963 a 2017, foi possível analisar a combinação das estruturas relacionais de P&D com a utilização da ARS acompanhada da QCA. Estas metodologias permitiram compreender o desenvolvimento das colaborações em P&D, principalmente na relação UI, identificando as estratégias – a adoção de determinadas combinações de características foi fundamental para a obtenção no sucesso das colaborações em P&D neste tipo de mercado. Portanto, a combinação de forma otimizada das estruturais relacionais foi primordial para os resultados de P&D.

Ao analisar o objetivo específico **identificar as universidades com o maior número de patentes depositadas em colaboração na indústria de semicondutores**, foi possível verificar com o auxílio de ferramentas, como o OpenRefine, Microsoft Excel e Gephi 0.9.2, quais universidades depositaram mais patentes em colaboração com outros atores, sejam eles de outras universidades, indústria, governo ou institutos de pesquisa. Atingir este primeiro objetivo foi fundamental para o prosseguimento da pesquisa pois, para que se estabeleçam os

padrões de colaboração que geram os melhores resultados, faz-se necessário identificar quais os casos que devem assim ser definidos, ou seja, quais os casos serão considerados como de sucesso. No caso do presente estudo, as dez universidades que mais depositaram patentes em colaboração foram consideradas como os casos de sucesso e as que depositaram apenas uma patente em colaboração foram consideradas como “insucesso” conforme Dittrich e Duysters (2007). Recebem especial atenção as universidades asiáticas, principalmente as do Japão, que ganharam espaço ao longo dos anos nas colaborações relacionadas ao depósito de patentes em semicondutores. Se no primeiro período existiam três universidades asiáticas entre as dez mais colaborativas, no terceiro período esse número subiu para nove universidades, sendo cinco japonesas, o que demonstra total domínio do mercado asiático neste ramo específico de atuação. Cabe salientar, neste contexto, a Universidade de Nagóia e a Universidade Estadual da Carolina do Norte que foram as únicas que estiveram presentes nos dois primeiros períodos de análise; e ressaltar ainda os resultados da Universidade de Tohoku do Japão, que, no terceiro período de análise, possui quase o dobro do número de patentes em colaboração que a segunda colocada, demonstrando total foco e eficiência desta organização acadêmica na geração de patentes.

Já com relação ao segundo objetivo específico **analisar as estruturas relacionais das universidades utilizando métricas de centralidade**, verificou-se que as métricas obtidas das redes nos três períodos de análise se alteraram – no primeiro período, a ênfase estava muito ligada às relações diretas e recorrentes entre os atores (grau ponderado médio); no segundo período, a combinação mais eficaz adicionou na sua receita elementos de proximidade e clusterização; e, no terceiro período, as estruturas relacionais mais eficazes foram as que possuíam altos índices de grau ponderado médio combinados com autovetor ou grau ponderado médio combinados com proximidade - a única métrica que não se alterou foi a do grau ponderado médio, que nos três períodos se manteve alto, caracterizando a sua importância em relação aos demais. A identificação das métricas de centralidade é fundamental para análise do padrão de colaboração e principalmente pelo fato de serem atribuídas a elas grande importância na relação com os atores mais relevantes da rede. No presente estudo, além do grau ponderado médio, foram identificadas as métricas relacionadas à proximidade, intermediação e autovetor. Traduzindo, ao longo do tempo, cada uma dessas

características estruturais possuíram e possuem sua importância nas relações para potencializar a geração de patentes. Nos períodos iniciais, manter relações diretas e recorrentes (grau ponderado médio) e se posicionar no centro de uma rede objetivando ser um elemento de ligação e intermediador (intermediação) gerava resultados satisfatórios, porém, atualmente, o que mais surte efeito é manter relações estreitas e diretas (grau ponderado médio) com atores a distâncias curtas (próximos). Caso não seja possível estrategicamente se posicionar de forma próxima na rede, pode-se compensar esta característica mantendo a primeira característica (grau ponderado médio) e combinar ela com a atuação com atores de grande prestígio e influentes (autovetor).

O terceiro objetivo específico **analisar as estruturas relacionais das universidades utilizando métrica de agrupamento** buscou analisar a métrica relativa à clusterização e seu posterior impacto na obtenção ou não de sucesso nas colaborações. Esta medida, atrelada às demais medidas de centralidade, possibilita a análise apurada do papel do ator no contexto da rede e fornece subsídios para a tomada de decisão na forma de atuação da rede. Verifica-se nas receitas geradas pelo software que uma universidade não necessita possuir todas as características estruturais estudadas no presente trabalho. Dessa forma, se determinada universidade em algum momento não possui atuação com elementos de forma clusterizada, por exemplo, ela pode compensar esta ausência com o foco em atributos como prospectar relações diretas (grau ponderado médio) com atores com prestígio e influentes (autovetor), uma vez que, mesmo assim, conseguirá obter sucesso na geração de patentes.

Com relação ao quarto e último objetivo específico, **combinar estas estruturas relacionais**, verificou-se com o auxílio do software fsQCA as principais combinações estruturais relacionais que geraram os melhores resultados nas colaborações em P&D com a participação de universidades. Estes cálculos foram gerados em três períodos para que se pudesse observar as alterações nos padrões de colaboração e no comportamento dos entes acadêmicos ao longo do tempo. Foi possível verificar uma aproximação gradativa das universidades com a indústria nestes três períodos de análise, o que leva a afirmar que a participação das universidades é fundamental para o sucesso da indústria em setores intensivos em conhecimento. Com relação às combinações destas características mais especificamente, foi possível verificar uma evolução das receitas. No primeiro

período, o indicador de grau ponderado médio, aquele que mede as relações diretas e recorrentes, isoladamente, gerava resultados satisfatórios; em um segundo período, este mesmo indicador (grau ponderado médio) gerou melhores resultados quando esteve em paralelo com a atuação aproximada (indicador de proximidade) e em clusters (indicador de clusterização), ou seja, a combinação destas três características foi a responsável por potencializar os resultados de P&D nos anos 90. Em um terceiro período, foram verificadas duas combinações que potencializaram a geração de patentes: na primeira receita, o grau ponderado médio, que afere as relações diretas e contínuas, combinado com a métrica de proximidade, que indica a distância dos demais elementos da rede; e o mesmo grau ponderado médio, combinado com o indicador de autovetor, que é aquele que mede as relações diretas com atores que possuem mais conexões (maior prestígio) - ambas as receitas, atualmente, são as responsáveis pelos melhores resultados quando se almeja elevar o número de patentes.

Neste sentido, observar o comportamento das colaborações em P&D, na indústria de semicondutores por mais de 50 anos, propiciou ao presente estudo maior robustez na análise de seus resultados, pois o período considerado na pesquisa é relativamente abrangente e abordou uma indústria que teve um salto de faturamento que, nos períodos iniciais de análise, não chegavam a centenas de milhões, para um salto de quase US\$ 500 bilhões em tempos atuais e com projeções ainda mais agressivas para os próximos anos. Saliencia-se que o fenômeno observado está relacionado à classe que possui o maior número de registro de patentes no âmbito dos semicondutores dentro da Classificação Internacional de Patentes, que é a classe H01-Elementos elétricos básicos – não sendo objetivo do presente estudo generalizar os achados para as demais classes.

A indústria de semicondutores é sem dúvida nenhuma um caso relevante para estudo quando o assunto é P&D. Se por um lado é uma indústria altamente rentável, por outro lado os investimentos em P&D são extremamente altos e o risco associado ao negócio também acompanha esse comportamento. Em vista disso, associar as pesquisas, deste tipo de indústria e de outras intensivas em conhecimento, com as universidades é fundamental para a obtenção de melhores resultados financeiros e de perpetuação dos negócios.

5.1 Contribuições da Pesquisa

Acredita-se que, como contribuição teórica, o presente estudo avança no entendimento de quais estruturas relacionais influenciam as colaborações em P&D na relação UI, tendo em vista que estudos anteriores davam maior ênfase na relação entre indústria-indústria. A maioria dos estudos existentes, além de analisar estritamente a relação indústria-indústria, não levava em consideração o papel e a influência que as universidades exercem no contexto da colaboração em P&D.

Ressalta-se também a contribuição quanto à necessidade de adaptação das universidades para as novas demandas do mercado. Foi verificado que as organizações acadêmicas que não atuaram de forma dinâmica, aberta e colaborativa perderam espaço nas redes intensivas em conhecimento. Desse modo, somente as organizações que se adequarem ao verdadeiro contexto da inovação é que conseguirão sobreviver em mercados altamente competitivos.

Além da contribuição acadêmica dentro do tema proposto, acrescenta-se ainda a contribuição metodológica ao utilizar de forma conjunta a ARS e a QCA para buscar analisar e compreender a combinação das estruturas relacionais. A QCA possibilitou a análise e hierarquização dos indicadores da rede, além de fornecer as combinações causais que levam ao sucesso na colaboração em P&D, algo até então não explorado na literatura.

Do ponto de vista gerencial, o presente estudo contribui e auxilia os gestores de universidades a compreenderem melhor o contexto de colaboração de modo que estas informações os capacitem a adotar as melhores estratégias para estabelecer parcerias que propiciem o atingimento das três missões da academia. Da mesma forma, esta pesquisa auxilia os gestores na tomada de decisões táticas e na definição de quais parcerias devem ser efetivadas com base nas características da rede em que suas universidades estão inseridas.

A pesquisa traz ao gestor de universidades possibilidades de combinações estruturais relacionais que potencializam a geração de patentes. Essas combinações propiciam que o gestor acadêmico faça uma leitura da rede onde está inserido e se posicione estrategicamente na busca dos melhores resultados de P&D; gerando, assim, desenvolvimento social e econômico tanto para a sua instituição quanto para a comunidade onde ela está inserida. Fica claro nas receitas geradas que, para se ter sucesso na geração de patentes, não é necessário se ter alto nível em todas as

características estruturais, e que se pode, na falta de determinada característica estrutural, recorrer a táticas que potencializem outra característica para se chegar ao mesmo resultado.

5.2 Limitações da Pesquisa

Como limitação do estudo, identifica-se a análise restrita de patentes relacionadas à indústria de semicondutores na tecnologia H01. Embora tenha sido analisado no presente estudo mais de um milhão de patentes, entende-se que poderiam ser analisadas patentes de outros ramos tecnológicos, trazendo talvez outras receitas (soluções) e outros padrões de colaboração.

Por fim, outra limitação observada se refere ao uso somente da base de dados da Derwent. Existem outras bases de dados de patentes que podem ser complementares e que, somadas, poderiam ampliar a amostra.

5.3 Sugestões de Pesquisas Futuras

O foco do presente estudo foi identificar as características da estrutura relacional da universidade que mais influenciam os resultados de P&D, o que demandou uma análise detalhada dos dados coletados relativos à indústria de semicondutores. Outra forma de conduzir a presente pesquisa, seria analisar as características das redes em outras indústrias, ou até mesmo de outras KETS, como por exemplo, a indústria relacionada à nanotecnologia.

Outra sugestão seria analisar as características da indústria e correlacionar com as receitas e os padrões de colaboração identificados nas universidades. Esta correlação seria capaz de propor aos gestores estratégias diferentes de atuação na rede levando em consideração o tipo de organização que está sendo analisada e as especificidades de suas relações.

Também poderia ser realizado um estudo de caso nas universidades identificadas como as mais colaborativas para entender o seu contexto e o seu ecossistema, de forma que estes resultados pudessem ser analisados e replicados, quando aplicável, para as demais universidades que almejam o propósito da colaboração.

Sugere-se, outrossim, em estudos futuros, a utilização de outros métodos estatísticos para dar suporte aos resultados obtidos pela QCA – como por exemplo, a análise multivariada.

Por fim, uma das sugestões de estudos futuros é a realização de uma pesquisa com viés relacionado à definição de políticas públicas de colaboração que foram e são adotadas em países desenvolvidos, com a intenção de analisar a possibilidade de replicar estas mesmas políticas em países em desenvolvimento, no que diz respeito às indústrias intensivas em conhecimento.

REFERÊNCIAS

ABBASI, A.; ALTMANN, J.; HOSSAIN, L. Identifying the effects of co-authorship networks on the performance of scholars: A correlation and regression analysis of performance measures and social network analysis measures. **Journal of Informetrics**, v. 5, n. 4, p. 594-607, 2011.

ABBASI, A.; HOSSAIN, L.; LEYDESDORFF, L. Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. **Journal of Informetrics**, v. 6, n. 3, p. 403-412, 2012.

ANDERSSON, S.; BERGGREN, E. Born global or local? factors influencing the internationalization of university spin-offs - the case of Halmstad University. **Journal of International Entrepreneurship**, v. 14, n. 3, p. 296-322, 2016.

ARIZA, M.; GANDINI, L. El análisis comparativo cualitativo como estrategia metodológica. In: ARIZA, M.; VELASCO, L. (Coord.). Métodos cualitativos y su aplicación empírica. Por los caminos de la investigación sobre migración internacional. México: **Instituto de Investigaciones Sociales, El Colegio de la Frontera Norte, Unam**, p. 497-538, 2012.

ATKINSON, S. H. University-affiliated venture capital funds. **Health Affairs**, v. 13, n. 3, p. 159-175, 1994.

AUDRETSCH, D. B. From the entrepreneurial university to the university for the entrepreneurial society. **Journal of Technology Transfer**, v. 39, n. 3, p. 313-321, 2014.

BABA, Y.; SHICHIJO, N.; SEDITA, S. R. How do collaborations with universities affect firms' innovative performance? The role of "Pasteur scientists" in the advanced materials fields. **Research Policy**, v. 38, n. 5, p. 756-764, 2009.

BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. **Redes de Cooperação Empresarial: Estratégias de Gestão na Nova Economia**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2016.

BANAL-ESTAÑOL, A.; JOFRE-BONET, M.; LAWSON, C. The double-edged sword of industry collaboration: Evidence from engineering academics in the UK. **Research Policy**, v. 44, n. 6, p. 1160-1175, 2015.

BARNES, J. Class and Committees in a Norwegian Island Parish. **Human Relations**, v. 7, p. 39-58, 1954.

BARNES, J. Redes Sociais e Processo Político. In.: FELDEMAN-BIANCO, Bela (Org.). **Antropologia das Sociedades Contemporâneas - Métodos**. São Paulo: Global, 1987.

BAVELAS, A. Communication patterns in task-oriented groups. **Journal of the acoustical society of America**, v. 22, n. 6, p. 723-730, 1950.

BEAUCHAMP, M. A. An improved index of centrality. **Behavioral Science**, v. 10, n. 2, p. 161-163, 1965.

BEFANI, B. Between complexity and generalization: Addressing evaluation challenges with QCA. **Evaluation**, v. 19, n. 3, p. 269-283, 2013.

BELDERBOS, R.; GILSING, V. A.; SUZUKI, S. Direct and mediated ties to universities: "Scientific" absorptive capacity and innovation performance of pharmaceutical firms. **Strategic Organization**, v. 14, n. 1, p. 32-52, 2016.

BELITSKI, M.; HERON, K. Expanding entrepreneurship education ecosystems. **Journal of Management Development**, v. 36, n. 2, p. 163-177, 2017.

BERCOVITZ, J. E. L.; FELDMAN, M. P. Fishing upstream: Firm innovation strategy and university research alliances. **Research Policy**, v. 36, n. 7, p. 930-948, 2007.

BONACICH, P. Some unique properties of eigenvector centrality. **Social Networks**, v. 29, n. 4, p. 555-564, 2007.

BONACICH, P.; LLOYD, P. Eigenvector-like measures of centrality for asymmetric relations. **Social Networks**, v. 23, n. 3, p. 191-201, 2001.

BORATYNSKA, K.; GRZEGORZEWSKA, E. Bankruptcy prediction in the agribusiness sector: Lessons from quantitative and qualitative approaches. **Jornal of Business Research**, v. 89, p. 175-181, 2018.

BORGATTI, S. P. et al. Network Analysis in the Social Sciences Network Analysis in the Social Sciences. **Science**, v. 323, n. 5916, p. 892-895, 2009.

BORGATTI, S. P.; LI, X. On social network analysis in a supply chain context. **Journal of Supply Chain Management**, v. 45, n. 2, p. 5-22, 2009.

BRIGGS, K. Co-owner relationships conducive to high quality joint patents. **Research Policy**, v. 44, n. 8, p. 1566-1573, 2015.

BRIGGS, K.; WADE, M. More is better: evidence that joint patenting leads to quality innovation. **Applied Economics**, v. 46, n. 35, p. 4370-4379, 2014.

BUENSTORF, G.; COSTA, C. Drivers of spin-off performance in industry clusters: Embodied knowledge or embedded firms? **Research Policy**, v. 47, n. 3, p. 663-673, 2018.

CALDARELLI, G.; PASTOR-SATORRAS, R.; VESPIGNANI, A. Structure of cycles and local ordering in complex networks. **European Physical Journal B**, v. 38, n. 2, p. 183-186, 2004.

CARNOVALE, S.; YENIYURT, S.; ROGERS, D. S. Network connectedness in vertical and horizontal manufacturing joint venture formations: A power perspective. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 23, n. 2, p. 67-81, 2017.

CASPER, S. The spill-over theory reversed: The impact of regional economies on the commercialization of university science. **Research Policy**, v. 42, n. 8, p. 1313-1324, 2013.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CENDON, B. V.; JARVENPAA, S. L. The development and exercise of power by leaders of support units in implementing information technology-based services. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 10, n. 2, p. 121-158, 2001.

CHANG, S. B. An integrated technological position model from two different strategic approaches: using patent analysis. **PCIMET 2010: Technology Management for Global Economic Growth**, 2010.

CHEN, H. et al. Global nanotechnology development from 1991 to 2012: Patents, scientific publications, and effect of NSF funding. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 15, n. 9, 2013.

CHEN, S.; LIN, W. The dynamic role of universities in developing an emerging sector: A case study of the biotechnology sector. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 123, p. 283-297, 2017.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: the new imperative for creating and profiting from Technology**. Cambridge, MA. Harvard Business School Press, 2003.

CHO, Y.; LEE, Y. The use of IP profiles in selecting and structuring R&D alliances: examining a potential partner's IP can help provide information needed to ensure a successful alliance. **Research-Technology Management**, v. 59, n. 2, p.18-27, 2016.

CHUNG, S.; SINGH, H.; LEE, K. Complementarity, status similarity and social capital as drivers of alliance formation. **Strategic Management Journal**, v. 21, n. 1, p. 1-22, 2000.

CLARK, B. R. The entrepreneurial university: Demand and response. **Tertiary Education and Management**, v. 4, n. 1, p. 5-16, 1998.

_____. Sustaining change in universities: Continuities in case studies and concepts. **Tertiary Education and Management**, v. 9, n. 2, p. 99-116, 2003.

_____. The Character of the Entrepreneurial University. **International Higher Education**, v. 38, p. 2-3, 2005.

COMISSÃO EUROPEIA, C. E. **Preparing for our future**: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU. Retrieved from Brussels. 2009. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009DC0512&from=EN>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

CRILLY, D. Predicting stakeholder orientation in the multinational enterprise: A mid-range theory. **Journal of International Business Studies**, v. 42, n. 5, p. 694-717, 2011.

CROSS, R.; BORGATTI, S. P.; PARKER, A. Making invisible work visible: using social network analysis to support strategic collaboration. **California Management Review**, v. 44, n. 2, p. 25-46, 2002.

DE STEFANO, D.; ZACCARIN, S. Modelling multiple interactions in science and technology networks. **Industry Innovation**, v. 20, n. 3, p. 221-240, 2013.

D'ESTE, P.; PERKMANN, M. Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. **Journal of Technology Transfer**, v. 36, n. 3, p. 316-339, 2011.

DITTRICH, K.; DUYSTERS, G. Networking as a means to strategy change: the case of open innovation in mobile telephony. **Journal of Product Innovation Management**, v. 24, n. 6, p. 510-521, 2007.

DODGSON, M.; GANN, D. M.; PHILLIPS, N. **The Oxford handbook of innovation management**. OUP Oxford, 2013.

DONG, J. Q.; YANG, C. H. Being central is a double-edged sword: Knowledge network centrality and new product development in US pharmaceutical industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 113, p. 379-385, 2016.

DYER, J. H.; NOBEOKA, K. Creating and Managing a High- Performance Knowledge-Sharing Network: The Toyota Case. **Strategic Management Journal**, v. 21, p. 345-367, 2000.

DYER, J. H.; SINGH, H. **The Relational View**: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage, v. 23, n. 4, p. 660-679, 1998.

EISENHARDT, K. M. **Agency Theory**: An Assessment and Review, v. 14, n. 1, p. 57-74, 2017.

ELIA, G.; SECUNDO, G.; PASSIANTE, G. Pathways towards the entrepreneurial university for creating entrepreneurial engineers: an Italian case. **International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management**, v. 21, n. 1/2, p. 27, 2017.

ELLIOTT, T. Fuzzy set qualitative comparative analysis: An introduction. **Research notes**, Statistics Group: UCI, 2013.

ETZKOWITZ, H. Research groups as “quasi-firms”: The invention of the entrepreneurial university. **Research Policy**, v. 32, n. 1, p. 109-121, 2003.

_____. Innovation Lodestar : The entrepreneurial university in a stellar knowledge firmament. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 29, n. 4, p. 2016-2018, 2017.

_____; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation : from National Systems and “ Mode 2 ” to a Triple Helix of university – industry – government relations. **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Incommensurability and the Science Park. **R&D Management, In Press**, p. 1-15, 2018.

EWALT, David M. **Reuters Top 100: The World's Most Innovative Universities - 2018**. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-amers-reuters-ranking-innovative-univ/reuters-top-100-the-worlds-most-innovative-universities-2018-idUSKCN1ML0AZ>>. Acesso em: 07 dez. 2018.

FACCIN, K.; BALESTRIN, A.; BORTOLASO, I. The joint R&D project: The case of the first Brazilian microcontroller chip. **Revista de Administração**, v. 51, n. 1, p. 87-102, 2016.

FAWCETT, S. E. et al. A Trail Guide to Publishing Success : tips on writing influential conceptual, qualitative and survey research. **Journal of Business Logistics**, v. 35, n. 1, p. 1-16, 2014.

FISS, C. P. A set-theoretic approach to organizational configurations. **Academy of Management Review**, v. 32, n. 4, p. 1180-1198, 2007.

_____. Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research. **Academy of Management Journal**, v. 54, n. 2, p. 393-420, 2011.

FREEMAN, L. C. A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. **Sociometry**, v. 40, n. 1, p. 35, 1977.

_____. Centrality in Social Networks. **Social Networks**, v. 1, n. 1968, p. 215-239, 1978.

_____. Some antecedents of social network analysis. **Connections**, v. 19, n. 1, p. 39-42, 1996.

_____; BORGATTI, S. P.; WHITE, D. R. Centrality in valued graphs - a measure of betweenness based on network flow. **Social Networks**, v. 13, n. 2, p. 141-154, 1991.

FRIETSCH, R.; GRUPP, H. There's a new man in town: the paradigm shift in optical technology. **Technovation**, v. 26, n. 1, p. 13-29, 2006.

GARRISON, W. L. Connectivity of the interstate highway system. **Papers in Regional Science**, v. 6, n. 1, p. 121-137, 1960.

GNYAWALI, D. R.; PARK, B. J. Co-opetition and technological in small and medium-sized enterprises: A multilevel conceptual model. **Journal of small business management**, v. 47, n. 3, p. 308-330, 2009.

GRANOVETTER, M. The Strength of Weak Ties. **American Journal of Sociology**, v. 78, 1973.

GRANT, R. Toward a knowledge-based theory of the firm. **Strategic Management Journal**, v. 17, n. S2, p. 109-122, 1996.

GRAY, D.; JOHNSON, E. C.; GIDLEY, T. R. Industry-university projects and centers - an empirical comparison of 2 federally funded models of cooperative science. **Evaluation Review**, v. 10, n. 6, p. 776-793, 1986.

GRAU, A. J. G.; LÓPEZ, F. R. Determinants of migratory flow in Europe: A fuzzy-set approach. **Jornal of Business Research**, v. 89, p. 243-250, 2018.

GUAN, J.; ZHAO, Q. The impact of university–industry collaboration networks on innovation in nanobiopharmaceuticals. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 7, p. 1271-1286, 2013.

GUERRERO, M.; URBANO, D. The development of an entrepreneurial university. **Journal of Technology Transfer**, v. 37, n. 1, p. 43-74, 2012.

GUERRERO, M. et al. Determinants of Graduates' Start-Ups Creation across a Multi-Campus Entrepreneurial University: The Case of Monterrey Institute of Technology and Higher Education. **Journal of Small Business Management**, v. 56, n. 1, p. 150-178, 2018.

GULATI, R. Alliances and networks. **Strategic Management Journal**, v. 19, n. 4, p. 293-317, 1998.

HICKS, D. **Using indicators to assess evolving industry-science relationships.** In: Presentation at the Joint German-OECD Conference, Benchmarking Industry-Science Relations: Berlin, Germany, p. 16-17, 2000.

HUGGINS, R.; IZUSHI, H.; PROKOP, D. Networks, space and organizational performance: A study of the determinants of industrial research income generation by universities. **Regional Studies**, v. 50, n. 12, p. 2055-2068, 2016.

IYENGAR, D.; RAO, S.; GOLDSBY, T. J. **The power and centrality of the transportation and warehousing sector within the US economy:** a longitudinal exploration using social network analysis, v. 51, n. 4, p. 373-398, 2012.

JACOB, M.; LUNDQVIST, M.; HELLSMARK, H. Entrepreneurial transformations in the Swedish University system: The case of Chalmers University of Technology. **Research Policy**, v. 32, n. 9, p. 1555-1568, 2003.

JIANG, S. Q. et al. Major factors affecting cross-city R&D collaborations in China: evidence from cross-sectional co-patent data between 224 cities. **Scientometrics**, v. 111, n. 3, p. 1251-1266, 2017.

JONES, C.; LICHTENSTEIN, B. B. Temporary Inter-organizational projects. **The Oxford Handbook of Inter-organizational Relations**, 2008.

JOHNSON, R.; ONWUEGBUZIE, A. Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. **Educational Researcher**, v. 33, n. 7, p. 14-26, 2004.

KASTELLE, T.; STEEN, J. **Networks of Innovation**. The Oxford Handbook of Innovation Management, p. 102-120, 2014.

KAWA, A.; MATUSIAK, M. Network relationships analysis in a knowledge-based organization. **Problemy Zarzadzania - Management Issues**, v. 14, n. 4, p. 98-119, 2016.

KENIS, P.; KNOKE, D. How Organizational Field Networks Shape Interorganizational Tie-Formation Rates. **Academy of Management Review**. v. 27, p. 275–293, 2002.

KIM, H. D. et al. The evolution of cluster network structure and firm growth: a study of industrial software clusters. **Scientometrics**, v. 99, n. 1, p. 77-95, 2014.

KLITKOU, A.; NYGAARD, S.; MEYER, M. Tracking techno-science networks: A case study of fuel cells and related hydrogen technology R&D in Norway. **Scientometrics**, v. 70, n. 2, p. 491-518, 2007.

KOSORUKOFF, A. **Social Network analysis**: theory and applications. Passmore, 2011.

LAM, A. Knowledge Networks and Careers : Academic Scientists in Industry – University Links. **Journal of Management Studies**, v. 44, n. 6, p. 993-1016, 2007.

LEE, M.; YOON, K.; LEE, K. S. Social network analysis in the legislative process in the Korean medical device industry. **Inquiry the Journal of Health Care Organization Provision and Financing**, v. 55, 2018.

- LEGEWIE, N. An introduction to applied data analysis with qualitative comparative analysis. **Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research**, v. 14, n. 3, 2013.
- LEI, X. P. et al. The inventive activities and collaboration pattern of university-industry-government in China based on patent analysis. **Scientometrics**, v. 90, n. 1, p. 231-251, 2012.
- LEIH, S.; TEECE, D. Campus Leadership and the Entrepreneurial University: A Dynamic Capabilities Perspective. **Academy of Management Perspectives**, v. 30, n. 2, p. 182-210, 2016.
- LEYDESDORFF, L.; MEYER, M. The Triple Helix of university-industry-government relations. **Scientometrics**, v. 58, n. 2, p. 191-203, 2003.
- LIN, C. et al. The alliance innovation performance of R&D alliances - The absorptive capacity perspective. **Technovation**, v. 32, n. 5, p. 282-292, 2012.
- LITTERIO, A. M. et al. Marketing and social networks: a criterion for detecting opinion leaders. **European Journal of Management and Business Economics**, v. 26, n. 3, p. 347-366, 2017.
- MACKENZIE, K. D. Structural centrality in communications networks. **Psychometrika**, v. 31, n. 1, p. 17-25, 1966.
- MAGGIONI, M. A.; NOSVELLI, M.; UBERTI, T. E. Space versus networks in the geography of innovation: A European analysis. **Papers in Regional Science**, v. 86, n. 3, p. 471-493, 2007.
- METELITS, C. M. The consequences of rivalrly explaining insurgent violence using fuzzy sets. **Political Research Quarterly**, v. 62, n. 4, p. 673-684, 2009.
- MEYER, M.; SINILÄINEN, T.; UTECHT, J. T. Towards hybrid triple helix indicators: A study of university-related patents and a survey of academic inventors. **Scientometrics**, v. 58, n. 2, p. 321-350, 2003.
- MILGRAM, S. The Small World Problem. **Psychology Today**, v. 1, n. 1, p. 61-67, 1967.
- MILLER, K. et al. Knowledge transfer in university quadruple helix ecosystems: An absorptive capacity perspective. **R&D Management**, v. 46, n. 2, p. 383-399, 2016.

MOORE, G. E. Cramming more components onto integrated circuits. **Electronics**, v. 38, p. 114-117, 1965.

MÜLLER, G. The Czochralski method-where we are 90 years after Jan Czochralski's invention. **Crystal Research and Technology: Journal of Experimental and Industrial Crystallography**, v. 42, n. 12, p. 1150-1161, 2007.

NARIN, F. Patent bibliometrics. **Scientometrics**, v. 30, n. 1, p. 147-155, 1994.

_____. Patents as indicators for the evaluation of industrial research output. **Scientometrics**, v. 34, n. 3, p. 489-496, 1995.

NELKIN, D. Intellectual property: The control of scientific information. **Science**, v. 216, n. 4547, p. 704-708, 1982.

NIEMINEN, J. On centrality in a graph. **Scandinavian Journal of Psychology**, v. 15, n. 4, p. 332-336, 1974.

OECD. Publishing. OECD Education at a Glance 2007. **OECD Publishing**, 2007.

_____. Publishing. OECD Digital Economy Outlook 2017. **OECD Publishing**, 2017.

OTTE, E.; ROUSSEAU, R. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. **Journal of Information Science**, v. 28, n. 6, p. 441-453, 2002.

PANIAGUA, J.; RIVELLES, R.; SAPENA, J. Corporate governance and financial performance: The role of ownership and board structure. **Journal of Business Research**, v. 89, p. 229-234, 2018.

PARK, J. et al. The evolving role of collaboration in developing scientific capability: Evidence from Korean government-supported research institutes. **Science and Public Policy**, v. 42, n. 2, p. 255-272, 2015.

PETRONI, G.; VENTURINI, K.; VERBANO, C. Open innovation and new issues in R&D organization and personnel management. **International Journal of Human Resource Management**, v. 23, n. 1, p. 147-173, 2012.

PETRUZZELLI, A. M. The impact of technological relatedness, prior ties, and geographical distance on university-industry collaborations: A joint-patent analysis. **Technovation**, v. 31, n. 7, p. 309-319, 2011.

PETRUZZELLI, A. M.; ALBINO, A.; CARBONARA, N.; ROTOLO, D. Leveraging learning behavior and network structure to improve knowledge gatekeepers' performance. **Journal of Knowledge Management**, v. 14, n. 5, p. 635-658, 2010.

PHILPOTT, K. et al. The entrepreneurial university: Examining the underlying academic tensions. **Technovation**, v. 31, n. 4, p. 161-170, 2011.

PILKINGTON, A.; DYERSON, R.; TISSIER, O. The electric vehicle:: Patent data as indicators of technological development. **World Patent Information**, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2002.

PONDS, R.; VAN OORT, F.; FRENKEN, K. Innovation, spillovers and university-industry collaboration: An extended knowledge production function approach. **Journal of Economic Geography**, v. 10, n. 2, p. 231-255, 2010.

POWELL, W. W. et al. Network Dynamics and Field Evolution : The Growth of Interorganizational Collaboration in the Life Sciences 1. **American journal of sociology**, v. 110, n. 4, p. 1132-1205, 2005.

POWELL W.W.; KOPUT, K. W.; SMITH-DOERR, L. Collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology. **Administrative Science Quarterly**, v. 41, n. 1, p. 116-145, 1996.

QIUYU, W.; GANG, Z.; GUOQING, L. Structural evolution of innovation networks of China's equipment manufacturing industry. **Acta Geographica Sinica**, v. 71, n. 2, p. 251-264, 2016.

RAGIN, C. C. The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative methods. Berkeley: **University of California**, 1987.

_____. Fuzzy-set social science. Chicago: **University of Chicago Press**, 2000.

_____. Set relations in social research: Evaluating their consistency and coverage. **Political Analysis Advance Access**, v. 4, n. 3, p. 291-310, 2006.

_____. Redesigning social inquiry: Fuzzy sets and beyond. Chicago: **University of Chicago Press**, 2008.

_____. Redesigning social inquiry: Fuzzy sets and beyond. **University of Chicago Press**, 2009.

RAMSAY, J. Power measurement. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 2, n. 2-3, p. 129-143, 1996.

RIHOUX, B. Qualitative Comparative Analysis (QCA) and related systematic comparative methods. **International Sociology**, v, 21, n. 5, p. 679-706, 2006.

_____; MARX, A. QCA, 25 Years after "The Comparative Method" Mapping, Challenges, and Innovations—Mini-Symposium. **Political Research Quarterly**, v. 66, n. 1, p. 167-235, 2013.

RIHOUX, B.; RAGIN, C. Why Compare? Why configurational comparative methods. **Configurational comparative methods**, p. xvii-xx, 2009.

RINALDI, C. et al. Universities and smart specialisation strategy from third mission to sustainable development creation. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 19, n. 1, p. 67-85, 2018.

RITALA, P.; SAINIO, L. M. Coopetition for radical innovation: technology, market and business-model perspectives. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 26, n. 2, p. 155-169, 2014.

SABIDUSSI, G. Centrality index of a graph. **Psychometrika**, v. 31, n. 4, p. 581-581, 1966.

SCHULTE, P. The entrepreneurial university: a strategy for institutional development. **Higher Education in Europe**, v. 29, n. 2, p. 187-191, 2004.

SCOTT, J. **Social Network Analysis**. Londres: Sage, 2017.

SHAW, M. E. "Communication Networks." p. 111-47 em *Advances in Experimental Social Psychology*, v.1. Editado por Berkowitz. Nova Iorque: Academic. 1964. Taylor, M. "Influence Structures". **Sociometry**, v.32, p. 490-502, 1969.

SKARMEAS, D.; LEONIDOU, C. N.; SARIDAKIS, C. N. Examining the role of CSR skepticism using fuzzy-set qualitative comparative analysis. **Journal of Business Research**, v. 67, n. 9, p. 1796-1805, 2014.

SMITH, J. K. Quantitative versus qualitative research: An attempt to clarify the issue. **Educational researcher**, v. 12, n. 3, p. 6-13, 1983.

SUN, Y. The structure and dynamics of intra- and inter-regional research collaborative networks: The case of China (1985–2008). **Technological Forecasting and Social Change**, v. 108, p. 70-82, 2016.

TIJSSEN, R. J. W.; YEGROS-YEGROS, A.; WINNINK, J. J. University-industry R&D linkage metrics: validity and applicability in world university rankings. **Scientometrics**, v. 109, n. 2, p. 677-696, 2016.

TRENCHER, G. et al. University partnerships for co-designing and co-producing urban sustainability. **Global Environmental Change**, v. 28, n. 1, p. 153-165, 2014.

TSAI, W. Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. **Academy of Management Journal**, v. 44, n. 5, p. 996-1004, 2001.

UDANOR, C.; ANEKE, S.; OGBUOKIRI, B. O. Determining social media impact on the politics of developing countries using social network analytics. **Program-Electronic Library and Information Systems**, v. 50, n. 4, p. 481-507, 2016.

VALENTIN, F.; JENSEN, R. L. Effects on academia-industry collaboration of extending university property rights. **Journal of Technology Transfer**, v. 32, n. 3, p. 251-276, 2007.

VAN ZEEBROECK, N.; VAN POTTELSBERGHE, P. B. Filing strategies and patent value. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 20, n. 6, p. 539-561, 2011.

VERNON, M. M.; BALAS, E. A.; MOMANI, S. Are universities rankings useful to improve research? A systematic review. **Plos One**, v. 13, n. 3, 2018.

VEUGELERS, R.; CASSIMAN, B. R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing. **International Journal of Industrial Organization**, v. 23, n. 5-6, p. 355-379, 2005.

WANG, C. C. et al. Strong ties and weak ties of the knowledge spillover network in the semiconductor industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 118, p. 114-127, 2017.

WANG, Y. et al. Have Chinese universities embraced their third mission? New insight from a business perspective. **Scientometrics**, v. 97, n. 2, p. 207-222, 2013.

WANG, Y. et al. Collaboration strategies and effects on university research: evidence from Chinese universities. **Scientometrics**, v. 103, n. 2, p. 725-749, 2015.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social network analysis: Methods and applications**. v. 8, Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

WECKOWSKA, D. M. et al. University patenting and technology commercialization - legal frameworks and the importance of local practice. **R&D Management**, v. 48, n. 1, p. 88-108, 2018.

WEGNER, D.; KOETZ, C. I.; WILK, E. D. O. Social capital in Brazilian small-firm networks: the influence on business performance. **International Journal of Entrepreneurship and Small Business**, v. 20, n. 4, p. 446, 2013.

WEST, J.; BOGERS, M. Leveraging external sources of innovation: A review of research on open innovation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 4, p. 814-831, 2014.

WHITTINGTON, K. B.; OWEN-SMITH, J.; POWELL, W. W. Kjersten Bunker Whittington. **Administrative Science Quarterly**, v. 54, n. 1, p. 90-122, 2009.

WILLIAMSON, O. E. Economic organization: The case for candor. **Academy Management Review**. v. 21, n. 1, p. 48-57, 1996.

WOODSIDE, A. G. Moving beyond multiple regression analysis to algorithms: Calling for adoption of a paradigm shift from symmetric thinking in data analysis and crafting theory. **Journal of Business Research**, v. 66, n. 4, p. 463-472, 2013.

_____; ZHANG, M. Cultural diversity and market transactions: Are market integration, large community size, and world religions necessary for fairness in ephemeral exchange? **Psychology and Marketing**, v. 30, n. 3, p. 263-276, 2013.

WONG, P. K. University-industry technological collaboration in Singapore: emerging patterns and industry concerns. **International Journal of Technology Management**, v. 18, n. 3, p. 270-284, 1999.

WSTS. WORLD SEMICONDUCTOR TRADE STATISTICS. **WSTS Product Classification 2018**, 2019.

YIN, R. K. Case study research: Design and methods (applied social research methods). London and Singapore: **Sage**, 2009.

YOON, J. The evolution of South Korea's innovation system: moving towards the triple helix model? **Scientometrics**, v. 104, n. 1, p. 265-293, 2015.

YOON, J.; PARK, H. W. Triple helix dynamics of South Korea's innovation system: a network analysis of inter-regional technological collaborations. **Quality & Quantity**, v. 51, n. 3, p. 989-1007, 2017.

ZHENG, J. et al. International scientific and technological collaboration of China from 2004 to 2008: A perspective from paper and patent analysis. **Scientometrics**, v. 91, n. 1, p. 65-80, 2012.

ZUCKER, L. G.; DARBY, M. R.; ARMSTRONG, J. Geographically localized knowledge: Spillovers or markets? **Economic Inquiry**, v. 36, n. 1, p. 65-86, 1998.