



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**  
**MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO**

**RAFAELA CAJADO MAGALHÃES**

**REDES DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS À LUZ DA ANÁLISE DE**  
**REDES SOCIAIS: O CASO DA REDE NORDESTE DE BIOTECNOLOGIA**  
**(RENORBIO)**

**FORTALEZA - CEARÁ**

**2020**

RAFAELA CAJADO MAGALHÃES

REDES DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS DE BASE À LUZ DA ANÁLISE DE  
REDES SOCIAIS: O CASO DA REDE NORDESTE DE BIOTECNOLOGIA (RENORBIO)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção da certificação de mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Hermano José Batista de Carvalho.

Co-orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dra. Elda Fontinele Tahim.

FORTALEZA – CEARÁ

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Cajado Magalhães, Rafaela.

Redes de Transferência de Tecnologias de base à luz da Análise de Redes Sociais: o caso da Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) [recurso eletrônico] / Rafaela Cajado Magalhães. - 2020.

1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 111 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Mestrado Acadêmico em Administração, Fortaleza, 2020.

Área de concentração: Relações Interorganizacionais e Ambientes.

Orientação: Prof. Dr. Hermano José Batista de Carvalho.

Coorientação: Prof.<sup>a</sup> Dra. Elda Fontinele Tahim.

1. Transferência de Tecnologias. 2. Teoria de Redes Sociais. 3. Redes de Cooperação Científica. I. Título.

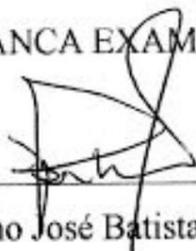
RAFAELA CAJADO MAGALHÃES

REDES DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS DE BASE À LUZ DA ANÁLISE DE REDES SOCIAIS: O CASO DA REDE NORDESTE DE BIOTECNOLOGIA (RENORBIO)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção da certificação de mestre em Administração.

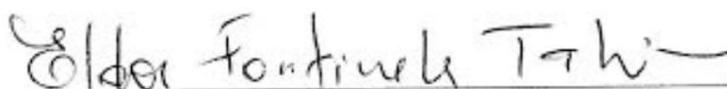
Aprovada em: 21 de janeiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Hermano José Batista de Carvalho (Orientador)  
Universidade Estadual do Ceará - UECE



---

Prof.ª Dra. Elda Fontinele Tahim.  
Universidade Estadual do Ceará - UECE



---

Prof. Dr. Bruno Bezerra da Silva  
Universidade Estadual do Ceará - UECE

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela força e determinação.

À minha família, em especial aos meus pais, ao meu esposo, Davi, e aos meus sogros, pelo apoio e incentivos diários.

À minha irmã Aline e minha sobrinha Nicole, por se fazerem presentes em todos os momentos importantes da minha vida.

Ao Professor Dr. Hermano José Batista de Carvalho, por aceitar ser meu orientador e mentor na vida acadêmica, tendo fundamental importância para a consecução desse trabalho.

À Profa. Dra. Maria Izabel Florindo Guedes, pelo apoio e incentivos diários, sendo essencial nas minhas conquistas profissionais e acadêmicas.

À Maria Helena, por sua amizade e por ter atuado de forma significativa para a conclusão desse trabalho.

À Welcya, por sua amizade e por me apoiar no dia a dia, sempre contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus colegas de turma, por terem sido essenciais durante esses dois anos, demonstrando generosidade e competência em suas ações diárias.

À Profa Dra Elda Tahim, pelo tempo e paciência que dispôs em me coorientar e atuar de forma essencial para o meu aprendizado durante esse processo.

À coordenação e secretaria, por contribuírem durante todo o período do curso com eficiência e presteza nas atividades acadêmicas.

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de analisar as interações dos atores da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO a partir do estudo de seu perfil de Transferências de Tecnologias com base na abordagem da Análise de Redes Sociais. Parte-se da compreensão de que a abordagem sobre Análise de Redes Sociais delimita o perfil da rede tendo como base o estudo da interação entre os atores inseridos nesta. Além disso, esta pesquisa baseia-se no fato de que o conceito de Transferências de Tecnologias, amplamente estudado nos países desenvolvidos, compreende os contratos formais e informais, indo desde as publicações de artigos científicos até o licenciamento de patentes e a criação de *spin-offs*. As redes de cooperação científica têm grande importância para a produção de tecnologias no país, além de sua dinâmica particular de funcionamento assemelhar-se a Redes Sociais, em que as interações entre os atores são cruciais na formação da estrutura auto-organizada dessas redes. A pesquisa foi realizada na Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO, restringindo-se ao estudo de seu Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO. A abordagem metodológica foi quantitativa e qualitativa, utilizando-se um estudo descritivo e exploratório, com base em uma análise documental por meio de uma pesquisa de coleta de dados sobre patentes e artigos científicos nas respectivas plataformas: INPI e Plataforma Sucupira – CAPES, além do site oficial da RENORBIO. As análises dos dados foram realizadas usando-se estatística simplificada (frequência e média) e análises de conteúdo textual. Quanto aos resultados observou-se que a RENORBIO apresenta como predominância a tipologia de TT representada pelos contratos informais, advindos, especialmente, da publicação de artigos, em periódicos científicos, onde as publicações analisadas revelaram um potencial científico para transferências de conhecimento. A respeito dos contratos formais, a Rede evidenciou uma potencialidade para produção de patentes. Apesar desse índice positivo, é necessário inferir a necessidade de explorar a produção de tecnologias patenteáveis de modo a colocá-las no mercado e, a partir daí, explorar de maneira mais eficiente o potencial empreendedor da RENORBIO, evidenciado pelo baixo número de *spin-offs* originadas pela Rede. Além dessas características, a RENORBIO apresentou os seguintes perfis: rede de livre escala, rede colaborativa de inovação, rede colaborativa de aprendizagem e rede colaborativa de interesse. Essas caracterizações exibem uma rede heterogênea e com potencial inovador a ser explorado.

**Palavras-chave:** Transferência de Tecnologias. Teoria de Redes Sociais. Redes de Cooperação Científica.

## ABSTRACT

This work was developed with the purpose of analyzing the interactions of the actors of the Northeast Biotechnology Network – RENORBIO. A study of its Technology Transfer profile was made based on the Social Network Analysis. It starts with the understanding that the Social Network Analysis approach delimits the network profile based on the study of the interaction between the actors inserted in it. Moreover, this research is based on the fact that the concept of transfers Technologies, widely studied in developed countries, comprise the formal and informal contracts. Starting from publications of scientific articles to patents licensing and the creation of spin-offs. The scientific cooperation networks are great for the production of technologies in the country, in addition to its particular dynamics of operation resemble Social Networks, which the interactions between actors are crucial to formation of the self-organized structure of these networks. The research was carried out at Northeast Biotechnology Network - RENORBIO, restricting it on self to the study of its Program Graduate Program in Biotechnology – RENORBIO. The methodological approach was quantitative and qualitative, using a descriptive and exploratory study. It was based on a document analysis through data collection research on patents and scientific articles on the respective platforms: INPI and Sucupira platform - CAPES, in addition to the RENORBIO official website. Data analysis was performed using simplified statistics (frequency and average) and textual content analysis. About the results, it was observed that RENORBIO presents as predominance the TT typology represented by informal contracts, arising mainly from the publication of articles in scientific journals, where the analyzed publications revealed a scientific potential for knowledge transfers. Regarding the formal contracts, the Network showed a potential for the production of patents. Despite this positive index, it is necessary to infer the need to explore the production patentable technologies in order to place them on the market and to explore more efficiently the entrepreneurial potential of RENORBIO, with was evidenced by the low number of spin-offs originated by the Network. In addition to these characteristics, the RENORBIO presented the following profiles: free-scale network, collaborative network of innovation, collaborative learning network and collaborative network of interest. These characterizations show the heterogeneous and innovative network that can be explored.

**Keywords:** Technology Transfer. Social Network Theory. Scientific Cooperation Networks.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Metas estruturantes da RENORBIO.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 2 – Evolução anual das patentes geradas no âmbito da RENORBIO.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 3 – Distribuição de pesquisadores e número patentes por instituição.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 4 – Titularidade das invenções do RENORBIO, em percentual.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 5 – Distribuição de patentes por áreas de concentrações do RENORBIO.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 6 – Análise de Artigos Publicados em Periódicos – RENORBIO (2013 A 2017).....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 7 – Análise de Artigos Publicados por Pontos Focais – RENORBIO (2013-2017).....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 8 – Análise dos nós – UNIT.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 9 – Análise dos nós – UFS.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 10 – Análise dos nós – UFPI.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 11 – Análise dos nós – UFRN.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 12 – Análise dos nós – UFAL.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 13 – Análise dos nós – UFMA.....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 14 – Análise dos nós – UFPE.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 15 – Análise dos nós – UFC.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 16 – Análise dos nós – UFRPE .....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 17 – Análise dos nós – UFPB.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 18 – Análise dos nós – UFES.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 19 – Análise dos nós – UECE.....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 20 – Análise dos nós – RENORBIO.....</b>	<b>92</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 – Atividades de transferência comercial e não comercial realizadas por acadêmicos.....</b>	<b>20</b>
<b>Quadro 2 – Quadro conceitual dos modelos teóricos de TT.....</b>	<b>24</b>
<b>Quadro 3 – Principais correntes teóricas de redes de cooperação.....</b>	<b>35</b>
<b>Quadro 4 – Descrição e caracterização dos índices de análises de redes sociais....</b>	<b>38</b>
<b>Quadro 5 – Panorama dos Estados, Pontos Focais e Instituições Representados no PPG –RENORBIO.....</b>	<b>45</b>
<b>Quadro 6 – Área de Concentrações e Linhas de Pesquisa (2006).....</b>	<b>48</b>
<b>Quadro 7 – Área de Concentração e Linhas de Pesquisa (2012).....</b>	<b>49</b>
<b>Quadro 8 – Identificação dos Sujeitos.....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Índices de análises – ponto focal UNIT.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabela 2 – Índices de análises – ponto focal UFS.....</b>	<b>68</b>
<b>Tabela 3 – Índices de análises – ponto focal UFPI.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabela 4 – Índices de análises – ponto focal UFRN.....</b>	<b>72</b>
<b>Tabela 5 – Índices de análises – ponto focal UFAL.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabela 6 – Índices de análises – ponto focal UFMA.....</b>	<b>76</b>
<b>Tabela 7 – Índices de análises – ponto focal UFPE.....</b>	<b>78</b>
<b>Tabela 8 – Índices de análises – ponto focal UFC.....</b>	<b>80</b>
<b>Tabela 9 – Índices de análises – ponto focal UFRPE.....</b>	<b>82</b>
<b>Tabela 10 – Índices de análises – ponto focal UFPB.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabela 11 – Índices de análises – ponto focal UFES.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabela 12 – Índices de análises – ponto focal UECE.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabela 13 – Índices de análises – RENORBIO.....</b>	<b>91</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1	TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO CONTEXTO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO.....	16
2.1.1	Transferência de Tecnologia: conceitos e tipologias.....	16
2.1.2	Modelos Teóricos de TT.....	22
2.1.3	O Contexto de desenvolvimento da TT no Brasil e as políticas públicas de estímulo à inovação.....	25
2.1.4	A Relação Universidade-Empresa e os fatores de desempenho envolvidos no processo de Transferência de Tecnologia.....	28
2.2	REDES NO AMBIENTE ACADÊMICO E CIENTÍFICO.....	31
2.2.1	Contexto histórico e bibliográfico do estudo de redes no Brasil e no mundo.....	31
2.2.2	Redes de Cooperação Interorganizacionais: Conceitos, Teorias e Caracterizações.....	34
2.2.3	Redes sociais e análise de redes sociais.....	36
2.2.4	Redes de inovação e cooperação científica em função da transferência de tecnologia.....	40
2.3	O SETOR BIOTECNOLÓGICO E O PANORAMA DA PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA / RENORBIO.....	42
2.3.1	O Setor Biotecnológico.....	42
2.3.2	O Programa de Pós-graduação em Biotecnologia/ RENORBIO.....	44
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>50</b>
3.1	TIPOLOGIA E ABORDAGEM DA PESQUISA.....	50
3.2	TÉCNICA DE COLETA DE DADOS.....	51
3.2.1	Realização de buscas por dados disponibilizados pelas coordenações dos pontos focais do Programa.....	51
3.2.2	Obtenção de dados referentes aos trabalhos científicos publicados pelos pesquisadores que possuem vínculo acadêmico com o Programa.....	52
3.2.3	Obtenção de dados referentes às tecnologias protegidas pela RENORBIO (patentes).....	52

3.3	CAMPO DA PESQUISA.....	53
3.4	SUJEITOS DA PESQUISA.....	53
3.5	TÉCNICAS DE ANÁLISE E SATURAÇÃO DOS DADOS.....	54
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1	A PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA RENORBIO.....	57
4.2	ANÁLISE DE REDES SOCIAIS: UM ESTUDO DAS RELAÇÕES ENTRE OS ATORES DA REDE RENORBIO, ATRAVÉS DA PRODUÇÃO DE PATENTES.....	65
<b>4.2.1</b>	<b>Análise das relações entre os atores de cada ponto focal da rede.....</b>	<b>66</b>
4.2.1.1	UFPE.....	66
4.2.1.2	UFES.....	68
4.2.1.3	UNIT.....	70
4.2.1.4	UFPI.....	72
4.2.1.5	UFRN.....	73
4.2.1.6	UFMA.....	76
4.2.1.7	UFC.....	78
4.2.1.8	UFPB.....	79
4.2.1.9	UFAL.....	81
4.2.1.10	UFS.....	83
4.2.1.11	UFRPE.....	85
4.2.1.12	UECE.....	87
<b>4.2.2</b>	<b>Análise geral das relações entre os atores da rede RENORBIO.....</b>	<b>89</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>94</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>98</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No processo de construção do conhecimento, as universidades desempenham um papel primordial por meio do desenvolvimento de pesquisas científicas que podem gerar diversos tipos de inovações, evidenciadas pela criação e pela transferência de tecnologias ao mercado e a sociedade como um todo.

As discussões políticas acerca da ampliação da atuação das universidades no processo de criação e transferência de tecnologias tiveram início com a publicação da Lei Bayh-Dole, em 1980, nos Estados Unidos (EUA). Essa lei autorizou a comercialização de patentes pelas universidades, fomentando os investimentos em pesquisas e, conseqüentemente, elevou o grau de inovação do país, servindo como exemplo de política para outros países (SAMPAT; MOWERY; ZIEDONIS, 2003).

Na década de 1990, as ações de promoção para o desenvolvimento e a transferência de tecnologias pelas universidades atingiram a Europa (GRIMALDI *et al.*, 2011; SANTORO; BIERLY, 2006) a partir da criação de diversas políticas de incentivos à geração de inovações e à transferência de conhecimentos. Desde então, as universidades, que antes apresentavam um caráter acadêmico essencialmente tradicional, passaram a exibir um perfil empreendedor, estreitando os laços de relacionamento com o mercado e a indústria (KRABEL; MUELLER, 2009).

O Brasil difere dos países desenvolvidos, no âmbito tecnológico, por apresentar uma relação nova entre universidades e mercado, em virtude da legislação recente, conhecida como Lei de Inovação nº 10.973/04 (SANTOS; TOLEDO; LOTUFO, 2009). No entanto, a partir da promulgação dessa lei, foram identificados vários avanços referentes aos incentivos governamentais à ciência, tecnologia e inovação, por exemplo, mais recentemente, a publicação do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243 de 2016). Essa nova Lei atua na vertente da política institucional de inovação do país e cria mecanismos para regulamentar as atividades de pesquisa desenvolvidas nas Instituições de Ciência e Tecnologia –ICT–, tendo como foco as parcerias entre universidades e empresas e as atividades de proteção à propriedade intelectual (NAZARENO, 2016; SILVA, 2016; TORKOMIAN, 2009).

A partir do exposto, agrega-se ao papel tradicional da universidade – referente ao ensino, geração e difusão de conhecimento e inovações – a necessidade de alinhar a pesquisa às demandas da sociedade, indicando uma estreita relação entre as universidades, as empresas e o governo, em que este último atua como determinante no fomento à criação de tecnologias transferíveis (ALVES; OLIVEIRA, 2014; MILLER; MCADAM; MCADAM, 2016). Para

Carlile (2004), a geração de inovação acontece em ambientes de fronteiras disciplinares ou de especialidade, desta forma o desenvolvimento de tecnologias em ambientes universitários abrange fronteiras organizacionais e de rede, envolvendo relações acadêmicas e de mercado (HAYTER; RASMUSSEN; ROOKSBY, 2018). Nesse contexto, incluem-se as redes de cooperação científica que atuam no processo de construção do conhecimento (HILÁRIO; GRACIO, 2018) impulsionando a geração de tecnologias transferíveis e promovendo a inovação.

Os programas de pós-graduação das universidades (em especial, públicas) são fundamentais no processo de transferência de tecnologias, tendo em vista que é neles onde ocorre a maior parte das pesquisas e da geração de tecnologia e inovação do Brasil. Dada a sua importância, o governo federal brasileiro criou vários planos para o desenvolvimento desses programas e enfatizou, no IV Plano Nacional da Pós-Graduação – PNPG (2005-2010), a necessidade de integrar a pós-graduação ao sistema de ciência e tecnologia e ao “setor produtivo” como fator estratégico para o desenvolvimento econômico do país, com foco principal no atendimento das prioridades nacionais (ALVES; OLIVEIRA, 2014; BRASIL, 2005; OLIVEIRA; FONSECA 2010).

Dentre os programas de pós-graduação que vêm se expandindo no país estão as redes de pesquisa em diversas áreas de conhecimento, entre as quais se destaca a Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO, que possui entre os seus objetivos disseminar e aplicar o conhecimento em Biotecnologia de modo a incentivar o desenvolvimento tecnológico da região (RENORBIO, 2019). Essa rede envolve cerca de 200 pesquisadores, estando presente em 9 estados da Região Nordeste e mais o Espírito Santo e conta ainda com 30 instituições associadas, voltadas ao desenvolvimento científico e tecnológico nessa área.

As redes de pesquisa acadêmicas podem ser classificadas e conceituadas por diversas abordagens, entre elas a Análise de Redes Sociais, oriunda da Teoria de Redes Sociais. No Brasil, a década de 1990 marcou o início de estudos acadêmicos em redes sociais, impulsionados pela expansão de novas tecnologias de informação que facilitaram a construção de amplas redes (SLANINOVÁ *et. al.*, 2010).

Nesse aspecto, Latour (2001) afirma que a produção de conhecimento científico emerge das interações entre os elementos e atores da rede, em que esses últimos atuam no papel essencial de organizar e manipular os elementos na intenção de construir uma relação favorável à geração do conhecimento científico e acadêmico.

A literatura acadêmica aponta para a importância dos ativos de rede na criação de aspectos facilitadores no processo de construção de conhecimento e desenvolvimento de

inovações (BOZEMAN *et al.*, 2001; BOZEMAN; CORLEY, 2004; BURT, 1997; CARDOSO; BERNARDINO; ARAÚJO, 2018; DIETZ; BOZEMAN, 2005; FLORIANO *et. al.*, 2012), uma vez que esses ativos apresentam impactos diferentes para cada atividade do processo (LANDRY *et. al.* 2010). Corroborando com essa afirmação, vários estudos no campo da ciência, tecnologia e inovação defendem que a ligação de atores de uma rede nacional é determinante para sua capacidade inovadora (MORLACCHI; MARTIN, 2009).

Todavia, observa-se que essas pesquisas não contemplam a dinâmica oriunda das relações entre os atores das redes. Expõe-se, assim, uma importante lacuna na literatura científica: a ausência de estudos focados nas relações entre os atores inseridos em redes de cooperações científicas, a partir de suas produções técnicas e acadêmicas, com a finalidade de traçar os perfis organizacionais dessas redes.

Essa lacuna demonstra sua relevância a partir de afirmações como a de Newman (2001), que assemelha as redes de colaboração científica a autênticas Redes Sociais, diante do nível de autonomia nas relações existentes nesse tipo de rede. Para Wagner e Leydesdorff (2005), as redes de cooperação científicas devem ser analisadas de forma diferente, quando comparadas com os demais tipos de rede, visto que elas apresentam uma “dinâmica interna própria que se desenvolve em um sistema auto-organizado”, onde a finalidade de produzir conhecimento move as relações entre os atores dessas redes, ou seja, as produções acadêmicas e técnicas representadas pelas suas Transferências de Tecnologias refletem as ações e os relacionamentos entre os pesquisadores inseridos nessas redes.

Considerando essas afirmações e a importância das redes interorganizacionais brasileiras de caráter acadêmico, esta pesquisa nasce do seguinte questionamento: Qual o perfil da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO com base no estudo de suas Transferências de Tecnologias à luz da Análise de Redes Sociais?

Diante desse questionamento, tem-se como objetivo geral analisar as interações dos atores da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO a partir do estudo de seu perfil de Transferência de Tecnologias com base na abordagem da Análise de Redes Sociais. Os objetivos específicos são:

1. Traçar o perfil de Transferências de Tecnologias da rede, com base em seus índices de publicações de artigos e de geração de patentes.
2. Identificar os atores, grupos e instituições que se destacam na rede a partir da produção de conhecimentos, tecnologias e suas transferências.

3. Mapear as interações entre os atores da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO atuantes no processo de Transferência de Tecnologias, com base na abordagem da Análise de Redes Sociais.

Para o desenvolvimento da pesquisa, realizou-se uma pesquisa descritiva e exploratória com base em abordagens quanti-qualitativa e, por meio da coleta, tratamento de dados numéricos e análise de relações entre os atores da rede. Essa pesquisa teve como objeto de estudo a Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO, por se tratar de uma rede de ampla configuração e de grande relevância para o contexto científico e acadêmico, no que tange à transferência de tecnologias inovadoras, sejam elas de caráter formal ou informal.

Por fim, para clarificar a leitura deste trabalho ao leitor, este projeto está estruturado da seguinte forma: capítulo 1 – Introdução, na qual são apresentados os conceitos-base do trabalho, assim como o questionamento de partida da pesquisa e seus objetivos geral e específicos; capítulo 2 – Revisão de Literatura, contendo o embasamento teórico, sendo dividido em três seções, (2.1) Transferência de Tecnologia no Contexto dos Programas de Pós-Graduação, (2.2) Redes no Ambiente Acadêmico e Científico, (2.3) O Setor Biotecnológico e o Panorama da Pós-graduação em Biotecnologia / RENORBIO; capítulo 3 – Metodologia; capítulo 4 – Análise e Discussão dos Resultados e capítulo 5 – Considerações Finais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão abordados inicialmente os conceitos e tipologias de Transferência de Tecnologias, assim como os modelos teóricos dessa temática, seu contexto de desenvolvimento no Brasil e no mundo e as relações que envolvem as universidades e empresas a partir dessa concepção. Em um segundo momento, serão abordados os conceitos e o histórico de estudos de Redes no Brasil e no mundo, as tipologias e caracterizações de redes, o desenvolvimento de redes de inovação e cooperação científicas e a teoria de Redes Sociais, com foco para a abordagem de Análise de Redes Sociais. Por fim, serão relatadas informações a respeito do setor de pesquisa em biotecnologia no Brasil, além da realização de uma descrição detalhada sobre o Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO.

### 2.1 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO CONTEXTO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO

#### 2.1.1 Transferência de Tecnologia: conceitos e tipologias

Os debates acerca do conceito e da aplicabilidade do termo Transferência de Tecnologia (TT) não são recentes. Essas discussões tiveram início com a pesquisa e a difusão de tecnologia realizadas por cientistas sociais europeus e rapidamente tornou-se tema central de estudo para diversos pesquisadores (BLAKENEY, 1989; JOHNSON; GATZ; HICKS, 1997; ROGERS, 1995). A majoritariedade dos pesquisadores que estudam TT associa a expansão das discussões e estudos dessa temática nas universidades, prioritariamente, à criação da Lei Bayh-Dole, em 1980, nos Estados Unidos (EUA) (HAYTER; RASMUSSEN; ROOKSBY, 2018). A partir de então, os demais países que atuaram como pioneiros no desenvolvimento da TT nas universidades passaram a criar leis locais responsáveis pela formação da primeira estrutura legislativa da TT no mundo, contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas primárias que assumiram a função de incentivadoras essenciais para o envolvimento intenso das universidades com a TT (BRADLEY *et al.*, 2013a).

Nesse contexto, ao se falar sobre TT, faz-se necessário conceituar o que vem a ser tecnologia, como se realiza essa transferência e qual o impacto de sua implantação (PÓVOA; RAPINI, 2010). Uma das definições sobre Tecnologia é apresentada por Dosi (1982):

Como um conjunto de conhecimentos, ambos diretamente “praticáveis” (relacionada com problemas concretos e dispositivos) e “teórico” (mas praticamente aplicável, embora não necessariamente já aplicado), *know-how*, métodos, procedimentos, experiência de sucessos e fracassos e também, é claro, dispositivos e equipamentos físicos. (DOSI, 1982, p. 151-152).

Na definição exposta, o autor considera a tecnologia como um processo de aplicação de conhecimentos teóricos e empíricos com a finalidade de solucionar determinado problema. Segundo Pacey (1983) existe uma subdivisão do conceito de tecnologia: uma de natureza instrumental e outra de caráter organizacional, a qual objetiva a geração de desenvolvimento tecnológico para as organizações. Nesse aspecto percebe-se que a tecnologia, considerada “geração de desenvolvimento tecnológico” (DOSI, 1982) ou “aplicação de conhecimentos teóricos e empíricos” (PACEY, 1983), deve estar atuante no mercado, para enfim atender às definições e às concepções assinaladas.

O conceito de TT é discutido por muitos pesquisadores que divergem em dois paradigmas predominantes. O paradigma 1 defende a visão de transferência de tecnologia como resultado de contratos formais, firmados entre universidades-empresas, resultantes de pesquisas científicas desenvolvidas no âmbito universitário, por meio do incentivo e do interesse governamental na difusão desses contratos, com foco no desenvolvimento de patentes, licenciamentos e *spin-offs* (BRAY; LEE, 2000; HOYE; PRIES, 2009; O’SHEA *et al.*, 2005; RASMUSSEN, 2008; RASMUSSEN; MOEN; GULBRANDSEN, 2006; SORENSEN; CHAMBERS, 2008; STEVENS; TONEGUZZO; BOSTROM, 2005). Esse paradigma tem como predominância a noção de que a tecnologia oriunda da transferência deve, necessariamente, gerar benefícios econômicos entre o emissor e o receptor desse processo (BRAGA JR; PIO; ANTUNES, 2009).

Em contrapartida, o paradigma 2 defende a abordagem de TT compreendendo duas atuações principais que diferem em suas tipologias, sendo elas: contratos formais, representados pelo desenvolvimento de patentes, licenciamentos, criação de *spin-offs* e contratos de consultorias formais; e contratos informais, representados pelo conhecimento obtido por meio do ensino universitário, publicações acadêmicas, relatórios e treinamentos técnicos oferecidos pelas universidades ao ambiente produtivo (DEBACKERE; VEUGELERS, 2005; LANDRY *et al.*, 2010; PERKMAN; WALSH, 2007; PÓVOA; RAPINI, 2010; UPSTILL; SYMINGTON, 2002). Nesse contexto é preciso enfatizar alguns conceitos de TT encontrados na literatura a partir de estudos realizados por Bozeman (2000); Rogers, Takegami e Yin (2001), Buratti e Penco (2001), Pérez e Sánchez (2003) e Hung e Tang (2008), que definem TT como um tipo especial de processo de comunicação entre uma organização de Pesquisa e Desenvolvimento

(P&D) que funciona como elemento emissor, representada por universidades e instituições de ensino e pesquisa que desenvolvem a tecnologia por possuir conhecimentos técnicos especializados, e uma organização receptora, representada por empresas que adquirem essa tecnologia, em forma de produtos ou processos, sem a necessidade de investir tempo, recursos técnicos e humanos na onerosa produção tecnológica, viabilizando a transferência de conhecimento e tecnologia de uma organização para outra. Na visão de Parker e Zilberman (1993, p. 89), o conceito de TT deve compreender:

[...] qualquer processo pelo qual o conhecimento básico, a informação e as inovações se movem de uma universidade, de um instituto ou de um laboratório governamental para um indivíduo ou para empresas nos setores privados e semiprivados.

Para Rogers (1995), um dos precursores desta temática, a difusão de tecnologia, refere-se ao “processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais, durante um tempo, para os membros de um sistema social”. Neste processo, o autor destaca a essencialidade de quatro elementos, nos quais sem eles não existiria a difusão de tecnologia, sendo estes: a inovação, a comunicação, o tempo e o sistema social.

Diante dos paradigmas expostos, Bozeman (2000) enfatiza que a TT se configura como a transmissão de conhecimento tácito ou explícito de uma organização para outra. O autor esclarece ainda que focar somente no produto não é suficiente para o estudo de TT, uma vez que não é apenas este que é transferido, mas também o conhecimento da sua utilização e aplicação, o que converge com a afirmação de Takahashi (2005, p. 256):

[...] duas são as condições mínimas para que ocorra uma efetiva transferência de tecnologia: o transferidor precisa estar disposto a transferir e o receptor precisa ter condições de absorver o conhecimento transferido.

Esse processo de transmissão dentro de uma conjuntura de TTUE (Transferência de Tecnologia entre Universidade e Empresas) se estrutura de formas diferentes a depender da relação entre as organizações, podendo ser informal – caracterizada por uma comunicação oral com nível superficial de TT – ou formal – por intermédio da realização de consórcios de pesquisas, podendo alcançar o processo de licenciamento de patentes e a criação de *spin-offs* (DIAS; PORTO, 2013; GILSING *et al*, 2011; PARKER; ZILBERMAN, 1993).

A *Association of University Technology Managers* (AUTM) define a TT como um processo de transferência de descobertas científicas de uma organização para outra com o objetivo de desenvolvimento e comercialização, pressupondo, portanto, a geração de benefício

econômico e social promovido pela tecnologia transferida (AUTM, 2013). Portanto, a tecnologia produzida ao ser comercializada deve gerar um impacto econômico favorável às partes envolvidas (BRAGA JR; PIO; ANTUNES, 2009). A Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC) descreve a TT como a troca de conhecimentos e habilidades tecnológicas entre as universidades ou centros de pesquisas e o mercado, representado por empresas (ANPROTEC, 2013). Esses conceitos podem estar inclusos no paradigma defendido pela gama de pesquisadores já citados, que defendem a prioridade do contrato formal como maior beneficiador do processo de Transferência de Tecnologia, visando ao benefício econômico promovido pela TT.

Em contraponto a essa perspectiva, vários pesquisadores comprovam em seus estudos uma relação de complementariedade entre a produção de patentes e as publicações acadêmicas como processos de TT, independentemente da condição de contratos comerciais /formais ou in comerciais/informais, delimitados na literatura (AZOULAY *et al.*, 2009; Czarnitzki *et al.*, 2007; FABRIZIO; DI MININ, 2008; GODIN; GINGRAS, 2000; LANDRY *et al.*, 2006, 2007a; MEYER, 2006; VAN LOOY *et al.*, 2004 e 2006). Grimpe e Hussinger (2008), Link *et al.* (2007) e Siegel *et al.* (2003) defendem em suas pesquisas a complementariedade majoritária entre o comércio formal e informal de transferência de tecnologia, o que implica uma influência positiva no desenvolvimento paralelo de tipologias diferentes de TT nas universidades. Para Milgrom e Roberts (1995), os benefícios advindos dessa relação complementar são oriundos do processo de decisão síncrona entre várias atividades paralelas, gerando maiores índices de sucesso para a TT.

Nesse contexto, Landry *et al.* (2010) afirma que os resultados oriundos de certas atividades de TT podem atuar como insumos, ou seja, bases de ativos sobre os quais podem-se construir outras atividades de TT, gerando um efeito de alavanca entre as tipologias de TT atuantes nas universidades.

**Quadro 1 - Atividades de transferência comercial e não comercial realizadas por acadêmicos.**

<b>Atividades de transferência de conhecimento comercial baseadas em acordos comerciais formais entre acadêmicos e usuários do conhecimento</b>	
Patentes concedidas	Patentes referem-se a um direito concedido a qualquer um que invente ou descubra qualquer processo novo e útil, máquina, artigo de fabricação, ou composição de matéria, ou qualquer melhoria nova e útil do mesmo.
Formação de <i>spin-off</i>	Desenvolvimento e comercialização de tecnologias realizadas por inventores acadêmicos através da criação de uma empresa <i>spin-off</i> que eles possuem, pelo menos em parte.
Serviços de Consultoria	Atividades encomendadas por clientes industriais ou agências governamentais, incluindo pesquisa de contrato e atividades de consultoria.
<b>Atividades de transferência de conhecimento não comerciais que ocorrem sem acordos contratuais entre acadêmicos e usuários do conhecimento:</b>	
Publicações científicas	Publicação de conhecimento científico codificado transferido para a piscina da ciência aberta.
Ensino	Transferência de conhecimento alcançada quando os alunos se formam e são contratados por empresas e outros tipos de empregadores.
Transferência informal de conhecimento	Caminhos informais através dos quais o conhecimento é trocado entre acadêmicos e membros de empresas e outros tipos de organizações

Fonte: Adaptado de R. Landry et al. (2010)

Dando continuidade à conceituação da Transferência de Tecnologia, a partir de uma perspectiva mais moderna, Fernandes e Machados (2018) conceituam TT como “um composto dinâmico de ações intencionais e organizacionais em meio a rotinas, competências, recursos e capacidades para transferir tecnologia”. Dessa forma, a TT é responsável pela diferenciação entre organizações comparáveis através de sua capacidade dinâmica. A partir do exposto, alguns autores definem o termo capacidade dinâmica por diversas perspectivas, resultantes do avanço conceitual e prático da TT no mundo. Para Eisenhardt e Martin (2000), a capacidade

dinâmica atua como um processo de ganho, integração e liberação de recursos em uma empresa, resultando na configuração de novos recursos.

Em uma visão mais detalhista, Zollo e Winter (2002) abordam a forma de desenvolvimento das capacidades dinâmicas no processo de aprendizagem por meio das regras de intencionalidade, sendo estas definidas por aprendizagem prática ou aprendizagem semiautomática, delimitadas pelos tipos de aprendizagem, codificação do conhecimento ou articulação. Em uma ótica mais simplista e resumida, Helfat (*et. al.*, 2007, p. 4) define que “ a capacidade dinâmica é a capacidade de uma organização para propositadamente criar, ampliar ou modificar sua base de recursos”.

No contexto de capacidades dinâmicas, deve-se destacar as relações operacionais e a gestão da inovação nessas organizações (GEBAUER, 2011). Nos estudos desenvolvidos por Wilden (*et. al.*, 2013), a estrutura organizacional, representada pelo ambiente interno, e a intensidade competitiva, oriunda do ambiente externo, são responsáveis por direcionar as capacidades dinâmicas no avanço do desempenho organizacional. A partir dessas conceituações e estudos sobre as capacidades dinâmicas, pode-se entender que elas são responsáveis pela manutenção da saúde nas organizações, através do alcance de resultados inovadores, que nas universidades podem ser representados pela atuação das diversas tipologias de TT (FERNANDES; MACHADO, 2018).

A partir do esboço teórico exposto, é necessário enfatizar que esta pesquisa se baseia nos conceitos de TT, defendidos pelos pesquisadores que atuam no paradigma 2, descrito neste referencial, em que a TT é representada por contratos formais, descritos pela produção de patentes, licenciamento e criação de *spin-offs*, e por contratos informais, representados pela produção acadêmica, atividades de ensino, relatórios técnicos e demais relações informais entre as universidades e as empresas. A escolha desse paradigma deve-se ao desenvolvimento de vários estudos que revelam a importante relação de complementariedade entre a produção e o licenciamento de patentes e a publicação de artigos científicos (AZOULAY *et al.*, 2007; BRESCHI *et al.*, 2008; CZARNITZKI *et al.*, 2007, 2009; FABRIZIO E DI MININ, 2008; STEPHAN *et al.*, 2007), destacando os benefícios da interação de ambos no meio acadêmico para desenvolvimento de uma cultura empreendedora nas universidades, o que impulsiona a produção de novas tecnologias transferidas ao mercado.

Azagra-Caro *et.al.*, (2017) reforçam este paradigma ao identificar uma relação essencial de interação entre as vias formais e informais para transferências de tecnologias e conhecimentos entre as universidades e as empresas, por meio do estudo de uma patente muito

citada ao longo dos anos que demonstrou um impacto econômico positivo, proveniente da complexidade dessas relações.

### 2.1.2 Modelos Teóricos de TT

A partir da conceituação de TT e de suas tipologias, a literatura disponibiliza uma ampla gama de modelos teóricos que abordam a TT e suas particularidades no decorrer dos anos. O surgimento desses modelos atende à demanda teórica e tecnológica de cada década, expondo um constante processo de evolução no desenvolvimento de teorias da TT no contexto mundial, até a chegada do atual modelo teórico predominante, denominado Modelo da *Triple Hélice* (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000, e ETZKOWITZ; ZHOU, 2017). Esse modelo evidencia uma constante ascendência e apresenta uma influência decisiva para a TT, porém, na atualidade, vem sendo questionado em sua eficiência, no que se refere à produção de resultados em PIB, inovação e geração de empregos (ASHEIM; COENEN, 2005; EDVARDSSON *et.al.*, 2011; MC ADAM *et.al.*, 2012), por meio do surgimento de um novo modelo teórico recente, denominado Modelo de Hélice Quádrupla da TT (ARNKIL *et. al.*, 2010; CARAYANNIS E CAMPBELL, 2009; CARAYANNIS E RAKHMATULLIN, 2014; IVANOVA, 2014; SCHUURMAN *et. al.*, 2012).

Na fase inicial das discussões a respeito da TT, Fracasso e Santos (1992) propuseram dois modelos conceituais, denominados Modelo “i” e Modelo “n”, que inovavam nas discussões acerca da TT entre universidade-empresa, abordando aspectos como conceito de tecnologia, missão da universidade, função da pesquisa e o processo de TT. Em 1994, Rothwell atuou como um dos pioneiros sobre estudos de modelos de interação entre universidade e empresas, resultando em um processo de inovação tecnológica que evoluía em cinco gerações, cuja inovação só seria efetivamente útil quando apresentasse um valor de mercado favorável (CARVALHO; CUNHA, 2013).

Rogers (1996) propôs a criação de três modelos de interação, com base nos estudos de Rothwell (1994), sendo estes: *Membership model*, *Relationship model* e *Partnership model*, que defendiam a utilização de diversos elementos para o desenvolvimento da TT, como visão estratégica, gestão da inovação, comunicação e foco de pesquisa, indicadores de sucesso e valor tecnológico. Cunha e Fracasso (1999) desenvolveram três modelos, com base nos modelos teóricos de Rogers (1996), que permitiam o uso de indicadores para a classificação de projetos diferentes de pesquisa, sendo estes: Modelo Clássico, Modelo de Mercado e Modelo de Parceria. O estudo dos indicadores expostos nesses modelos teóricos da época é justificado pela

ausência de políticas de incentivos à inovação e à TT no Brasil, o que diverge da atual conjuntura de incentivos governamentais à TT no país (CARVALHO; CUNHA, 2013).

Nas décadas seguintes os modelos teóricos de TT passaram a abordar uma visão mais processual e estratégica. Szulanski (2000) desenvolveu uma visão de TT baseada nas etapas, fases e dificuldades do processo de transferência de tecnologia. Rogers, Takegami e Yin (2001) defenderam a TT nos seguintes aspectos: investimento em pesquisa, criação de divulgação das inovações, produção de patentes e licenciamento de tecnologias que gerem *royalties* e produzam riquezas. O modelo *stage-gate* criado por Jagoba, Maheshwari e Lonseth (2010) propôs a divisão de etapas da TT em: iniciação, planejamento, execução e avaliação da tecnologia, ou seja, a concepção de transferência de tecnologia iniciando na indústria ou na universidade através da inovação, que passa por uma validação estática e dinâmica até atingir o mercado (IVARSSON; GORSCHECK, 2009). Com a evolução proposta, Carvalho e Cunha (2013) expuseram nove indicadores em três etapas do processo de TT, sendo estas: alfa, beta e gama. Noveli e Segatto (2012) propuseram um modelo conceitual que visa entender as cooperações tecnológicas envolvidas entre as universidades e as empresas, através da relação de quatro elementos: natureza dos sujeitos, conteúdo transnacional, forma e estrutura de interface.

O modelo teórico do Triângulo de Sábato é considerado uma das teorias bases utilizadas para o desenvolvimento do atual modelo da *Triple Hélice*, predominante na literatura de TT. A diferença entre os dois modelos consiste em suas estruturas e nas formas de comunicação dos elementos envolvidos (CARVALHO; CUNHA, 2013). O Triângulo de Sábato parte do pressuposto de que o governo, o mercado produtivo e a infraestrutura de ciência e tecnologia formam uma relação triangular coordenada, responsável pelos resultados da TT no ambiente acadêmico e comercial (CARVALHO; CUNHA, 2013; SÁBATO; BOTANA, 1975). Segundo Cóser (*et.al.*, 2018), o modelo da *Triple Hélice* (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000) está focado no conhecimento formado por inovações oriundas das relações entre empresas, universidades e governo. Ele foi dividido em três estágios: 1) *Triple Hélice* I – o Estado é responsável pelo direcionamento das relações entre a academia e a indústria; 2) *Triple Hélice* II – o Estado, a academia e a empresa possuem fronteiras separadas em suas relações institucionais; 3) *Triple Hélice* III – as relações entre o Estado, a academia e as empresas são sobrepostas, formando um maior escopo de conhecimento transferido entre eles, em que a interação de papéis e o surgimento de novas organizações são facilitados no processo. Este último é considerado o estágio ideal para a formação da TT em um ambiente de reciprocidade (CÓSER *et.al.*, 2018).

Por fim, surge o Modelo Teórico da Hélice Quádrupla criado por Carayannis e Campbell (2009), em que se defende a utilização de um sistema de inovação quádruplo que envolve não somente o governo, a academia e a empresa, mas integra os usuários da inovação, ou seja, a sociedade no processo de TT, não atuando somente como receptores finais da tecnologia produzida, mas participando do planejamento e da produção dessa inovação (CHESBROUGH, 2011; EDVARDSSON *et. al.*, 2011). Para os pesquisadores que defendem o uso desse novo modelo teórico, a inclusão da quarta hélice, representada pelos usuários da tecnologia transferida, cria um ambiente de inovação, define os interesses das partes envolvidas no processo de TT e forma uma representatividade social, o que pode influenciar no aumento da relevância da transferência de tecnologia da universidade (UTT) no ambiente local e regional, propiciando uma garantia maior do crescimento sustentável a médio e longo prazos (CARAYANNIS *et. al.*, 2012; CHESBROUGH, 2007; IVANOVA, 2014; MACGREGOR *et. al.*, 2010; MILLER *et.al.*, 2014). Segue demonstrativo das teorias no quadro 2.

**Quadro 2 - Quadro conceitual dos modelos teóricos de TT**

<b>Modelos</b>	<b>Aspectos Principais</b>	<b>Cenário da TT em relação ao modelo</b>
Modelo “i” e Modelo “n” (FRACASSO; SANTOS, 1992)	Conceito da tecnologia; missão das IES e processos de TT	Ausência de Políticas Públicas de investimento na inovação.
Modelos de Interação (ROTHWELL, 1994)	Tipos de interação entre universidade e empresas que gerem valor econômico	Ausência de Políticas Públicas de investimento na inovação.
<i>Membership model, Relationship model e Partnership model</i> (ROGERS, 1996)	Comunicação e foco de pesquisa Visão estratégica, gestão da inovação, indicadores de sucesso e valor tecnológico	Início dos investimentos públicos em inovação.
Modelo Clássico, Modelo de Mercado e Modelo de Parceria (CUNHA; FRACASSO, 1999)	Classificação de projetos diferentes de pesquisa	Intensificação do desenvolvimento de ações públicas que incentivavam a produção de tecnologias nacionais.
Modelo <i>Stage-gate</i> (JAGODA; MAHESHWARI; LONSETH, 2010)	Etapas da TT: iniciação, planejamento, execução e avaliação da tecnologia.	Presença de políticas públicas de investimento na inovação.

Modelo Conceitual (NOVELI; SEGATTO, 2012)	Cooperações tecnológicas envolvidas entre quatro elementos: natureza dos sujeitos, conteúdo transnacional, forma e estrutura de interface.	Presença de políticas públicas de investimento na inovação
Modelo Alfa, Beta e Gama (CARVALHO; CUNHA, 2013)	Modelo teórico de aproximação para TT nas universidades	Intensificação do Estímulo das relações universidades e empresas no processo de TT
Modelo teórico do Triângulo de Sábato (SÁBATO; BOTANA, 1975; CARVALHO; CUNHA, 2013)	O governo, o mercado produtivo e a infraestrutura de ciência e tecnologia formam uma relação triangular coordenada	Modelo utilizado como base para o desenvolvimento do atual modelo em vigência conceitual
Modelo da Triple Hélice (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000)	Conhecimento formado por inovações oriundas das relações entre empresas, universidades e governo - Triple Hélice I, Triple Hélice II e Triple Hélice III	Modelo em Vigência Majoritária nas relações entre as Universidades e empresas
Modelo Teórico da Hélice Quádruplo (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009)	Conhecimento formado por inovações oriundas das relações entre empresas, universidades e governo e usuários da tecnologia transferida – representatividade social	Modelo em constante expansão

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.1.3 O Contexto de desenvolvimento da TT no Brasil e as políticas públicas de estímulo à inovação

No que concerne à criação e ao desenvolvimento da TT no Brasil, faz-se necessário entender o contexto histórico das políticas públicas de estímulo à inovação desenvolvidas no país. No início da década de 1960, as universidades brasileiras tinham como foco a formação de recursos humanos capazes de manipular tecnologias estrangeiras (CARVALHO; CUNHA, 2013).

Na década de 1970, o cenário mundial alertou para a criação de políticas públicas de estímulo à inovação nos países desenvolvidos, que iniciaram ações de aproximação entre o setor industrial e a academia, por intermédio da criação de empresas incubadas nas universidades, do desenvolvimento de parques tecnológicos e da destinação de pequenos fundos públicos para ações de inovação (MOWERY; SAMPAT, 2005).

A década de 1980 traz o primeiro grande ato legislativo de estímulo à inovação, sendo este representado pela implementação da lei *Bayh-Dole Act-5* e do *Stevenson-Wydler Technology Innovation Act-6*, nos EUA, que teve como um dos principais resultados a institucionalização dos Escritórios de Transferências de Tecnologias (ETTs), a ampliação dos objetos patenteáveis e a implementação de novas estratégias de financiamento de ativos intangíveis, posteriormente sendo expandidos a outros países (MOWERY; SAMPAT, 2005; ORSI; CORIAT, 2006).

No Brasil, a criação dos ETTs, o processo de incubação de empresas em universidades e o desenvolvimento de parques tecnológicos também se iniciou no ano de 1980, porém de forma parcial e sem uma legislação específica (LAHORGUE, 2004).

Nos anos 2000, o Brasil começou a desenvolver de forma efetiva as políticas de estímulo à inovação nas relações entre empresas e universidades, por meio da promulgação de várias leis nacionais. A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), criada em 2003, aponta para uma nova visão de expansão de tecnologias no país, em que a interação entre a universidade e a empresa é apontada como essencial nesse novo modelo de atuação (PARANHOS; CATALDO; PINTO, 2018). A partir dessa iniciativa governamental, houve outros incentivos na capacitação de recursos humanos para a área de Ciência e Tecnologia do país, por intermédio da criação do Programa Nacional de Pós-Doutorado – CAPES, além da geração do Programa de Fomento ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico e de Inovação, que teve como objetivo o destino de recursos financeiros para fomento da pesquisa aplicada e do desenvolvimento de produtos e processos tecnológicos no âmbito das universidades (PARANHOS; CATALDO; PINTO, 2018). O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), fundado a partir da PITCE, passou a ser responsável pelo lançamento de editais que visem o fomento à realização de projetos de pesquisas em associação com empresas de bases tecnológicas, com o objetivo de aumentar a interação entre as Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) e o mercado (BRASIL, 2007).

A Lei da Inovação (10.973/2004) foi pioneira na institucionalização da inovação no país (CARVALHO; CUNHA, 2013), amparando um ambiente inovador de interação entre as ICTs e o setor empresarial. Além disso, tornou obrigatória a institucionalização dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) nas ICTs públicas a fim de estimular a gestão da inovação nessas instituições, por meio da proteção e da transferência de tecnologias. Uma outra atuação dessa lei foi no estímulo ao desenvolvimento de Propriedades Intelectuais (PI), concedendo direito de no mínimo 5% e no máximo 1/3 da receita oriunda de processos de TT nessas ICTs

(CARVALHO; CUNHA, 2013; GARCEZ JÚNIOR *et. al.*, 2016; PARANHOS; CATALDO; PINTO, 2018).

A gestão da inovação dentro ICTs é essencial para determinar os modelos de TT que estarão sendo mais utilizados por essas instituições (CLOSS; FERREIRA, 2012; DIAS; PORTO, 2013), em que as demandas, advindas do mercado, e as ofertas das ICTs devem ser analisadas e geridas, a fim de desenvolver estratégias que atendam às necessidades de ambas e reflitam seu perfil de inovação. Os NITs surgem como um esforço governamental para o fortalecimento das atividades inovativas, visando alavancar a interação universidade-empresa, assim como o desenvolvimento de mecanismos para impulsionar a transferência de tecnologia (ROCCA, 2009; SANTOS, 2009). Os NITs têm a função de atuar no gerenciamento de recursos e processos que viabilizem as transferências de tecnologias entre as universidades e as empresas, sendo responsáveis pela atuação de todos os componentes interligados durante esse processo (SILVA, 2016).

Segundo Benedetti (2010), os NITs desempenham o papel de intermediadores entre o ambiente de desenvolvimento da pesquisa (ICTs) e o ambiente externo, representado pelo setor produtivo público e privado, sendo, assim, essenciais na troca de conhecimentos e informações que determinem a entrada e a saída dos processos de inovação. Além disso, devem: 1) promover a proteção das criações desenvolvidas na instituição, 2) opinar quanto à conveniência de divulgação das criações desenvolvidas, passíveis de proteção intelectual, de negociar e licenciar a tecnologia, 3) acompanhar o processamento dos pedidos e a manutenção dos títulos de propriedade intelectual da instituição (LOTUFO, 2009), 4) atuar como interlocutor principal entre as universidades e as empresas, visando ao suporte legal e à gestão da política de inovação no ambiente acadêmico (TORKOMIAN, 2009).

No ano de 2016, foi sancionada a Lei 13.243/2016, conhecida como novo marco nacional da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), responsável pelo estímulo à relação de três elementos principais: interação entre o setor produtivo e a pesquisa científica pública, desburocratização de processos administrativos, pessoais e financeiros nas ICTs públicas e descentralização das ações de fomento para os CTIs dos estados e municípios brasileiros (NAZARENO, 2016). Criam-se, assim, ambientes favoráveis para a produção científica e tecnológica do país, por meio de ações como a redução de burocracias para a importação de matérias-primas utilizadas no desenvolvimento de pesquisas científicas e a permissão do uso das instalações de ICTs para a prestação de serviços técnicos de caráter inovador (RAUEN, 2016). Essa lei se torna um marco na Ciência e Tecnologia do país por atuar no fortalecimento

jurídico das relações entre as ICTs e as empresas, resultando em um maior incentivo à inovação e à TT no Brasil (GARCEZ JÚNIOR *et. al.*, 2016).

#### **2.1.4 A Relação Universidade-Empresa e os fatores de desempenho envolvidos no processo de Transferência de Tecnologia**

Para a promoção da efetiva Transferência de Tecnologia, Perkmann e Walsh (2007) apontam para a necessidade de especificar os papéis dos agentes envolvidos – como empresas, universidades e até governo – na rede de relacionamento. Nesse caso, em relação ao papel das universidades, a abordagem conceitual da *Triple Hélice* (ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000; ETZKOWITZ; ZHOU, 2017) torna-se referência, visto que as universidades possuem a economia do conhecimento como principal matéria-prima para o processo de inovação (CÓSER *et.al.*, 2018). Segundo Closs e Ferreira (2012), nesse modelo, a universidade e a empresa atuam em um ambiente de dependência mútua, no qual a universidade tem a detenção do conhecimento, por meio da pesquisa científica, para a produção de tecnologias que atendam à demanda mercadológica das empresas, que estão em constante contato com o mercado e, portanto, representam sua realidade. Por outro lado, o governo atua nesse eixo triplo na função de “catalisador”, produzindo estímulos e facilitando as relações entre empresas e universidades (CLOSS; FERREIRA, 2012).

No que tange aos fatores influenciadores na relação entre universidades e empresas, Siegel *et. al.*(2003) afirmam que a eficácia da Transferência de Tecnologia nessa relação está pautada no ambiente interno e na estrutura organizacional das universidades. Para O’Shea *et. al.* (2005), esses fatores podem ser separados em quatro categorias: humana, comercial, financeira e institucional. A respeito das categorias institucional e humana, faz-se necessário citar que o capital intelectual de docentes e pesquisadores é oriundo de suas descobertas científicas, em que a qualidade intelectual desses atores influencia de forma positiva em atividades empreendedoras dentro dessas instituições (HSU *et.al.*, 2014; O’SHEA *et. al.* 2005; SIEGEL *et. al.*, 2003; ZUCKER *et. al.*, 1998).

Nesse sentido, Cóser *et.al* (2018) afirma que o empreendedorismo acadêmico deve estar inserido de forma natural nas universidades, a fim de que o contexto cultural dessas instituições seja favorável para a predominância do processo inovativo, que deve contar com a conexão de três elementos principais: o ensino, a pesquisa e a inovação. Para uma análise da categoria humana, Siegel *et. al.* (2004) indicam que o recrutamento de funcionários com níveis de experiências relevantes na área da inovação para atuar nos setores responsáveis pela gestão

da inovação da IES pode influenciar de forma positiva nas negociações de tecnologias entre a empresa e a academia. O fator financiamento é bastante discutido por pesquisadores que atuam na área de inovação, enquanto o governo age como um facilitador desse processo, destinando verbas e recursos para custeio de insumos e mão de obra na realização das pesquisas (FRIEDMAN; SILBERMAN, 2003; HENDERSON *et al.*, 1998; LACH; SCHANKERMAN, 2004; O'SHEA *et al.*, 2005; ROGERS *et al.*, 2000; THURSBY; KEMP, 2002). Para Siegel *et al.* (2003), as maiores motivações de docentes e pesquisadores são: o custeio de bolsas para auxílio de custos de estudantes de graduação e pós-graduação, custeio para compra e manutenção de equipamentos para os laboratórios e melhora das instalações físicas de trabalho.

Ao se referir à categoria comercial, Smilor e Gill (1986) destacam que a presença de empresas *start-ups* incubadas no ambiente universitário permite uma série de vantagens para elas, como o fácil acesso a livros e materiais de estudo, a presença de um ambiente inovador com corpo técnico qualificado e o baixo custo de manutenção de suas instalações. Nesse ensejo comercial, sabe-se que os contratos de TT entre as universidades e as empresas apresentam várias tipologias, sendo estas destacadas pelo licenciamento de patentes, assistências técnicas e o *Know-How* das IES ao mercado (GARCEZ JÚNIOR *et al.*, 2016).

Segundo Siegel *et al.* (2007) as universidades precisam traçar estratégias para comercializar tecnologias a médio e longo prazos, viabilizando assim um maior nível de interação com as empresas. Ainda segundo esses autores, tais estratégias devem incluir três pontos essenciais: 1) a criação de áreas técnicas para interação entre a academia e o mercado; 2) a destinação de recursos financeiros para o apoio de licenciamento de patentes; 3) a adoção de formas de comercialização que incluam o desenvolvimento de projetos de pesquisa em parceria, o que pode viabilizar a produção de conhecimento compartilhado a partir das publicações de artigos científicos; a criação de *spin-offs* e a produção e licenciamento de patentes. Em resumo, nessa categoria de TT, as universidades devem assimilar a extrema importância da divulgação de suas invenções, a fim de viabilizar a formação de um portfólio de PI que vise à transferência de tecnologia nesses âmbitos (HSU *et al.*, 2014).

Diante das categorias descritas, percebe-se que a relação universidades-empresas está pautada em interesses técnicos e econômicos para ambas. As universidades que detêm o conhecimento científico capaz de produzir inovações em uma infraestrutura física adequada percebem o enorme potencial de receitas oriundas dessas inovações transferidas ao mercado (LINK, SIEGEL; BOZEMAN, 2007); por outro lado, as empresas se beneficiam dessa completa infraestrutura para produção de tecnologias, reduzindo os riscos de seus investimentos e acessando novas tecnologias de qualidade (HUNG; TANG, 2008). Apesar dos enormes

avanços alcançados nessa relação U-E, por intermédio do apoio legal, econômico e jurídico do Estado, faz-se necessário o desenvolvimento de uma visão crítica da universidade, em que o seu objetivo atenda à realidade econômica e social, diminuindo, assim, os níveis de padronização da produção acadêmica (CÓSER *et.al.*, 2018).

Neste ensejo, o apoio do Estado à inovação acontece principalmente pela destinação de verbas que fomentam a pesquisa científica, o que tem resultado em maiores números de patentes e artigos publicados, que são considerados formas de TT nas universidades (CÓSER *et.al.*, 2018). No entanto, é necessário destacar que as políticas de fomento podem atuar como mecanismos de controle do Estado no desenvolvimento científico e tecnológico, podendo formatar o perfil do docente e pesquisador às metas de produção tecnológica e acadêmica impostas pelo Estado, o que reduz os ganhos sociais e econômicos a médio e longo prazos (CÓSER *et.al.*, 2018). A partir do exposto, faz-se necessário analisar o contexto de desenvolvimento de patentes e produção de artigos científicos.

A transferência de tecnologia por meio da concessão de patentes é caracterizada como um direito legal de propriedade sobre uma invenção, assegurado pelos escritórios de patentes nacionais, conferindo ao seu detentor direitos exclusivos, por um certo período, para explorar a invenção patenteada (OCDE, 2005). No âmbito científico, uma patente é considerada o ponto culminante de atividades de pesquisa e desenvolvimento. Na perspectiva do detentor da patente, constitui um recurso e um valor de mercado potencial, tendo em vista que tem uma capacidade relativamente alta de transformação em um fator de produção. Desta forma, a informação de patente constitui uma ponte entre os resultados dos processos de pesquisa e desenvolvimento (P & D) e sua potencial utilização econômica, considerando que a dimensão econômica é uma das etapas do processo de inovação (WISLA, 2017). Por este motivo, as patentes têm sido identificadas e utilizadas frequentemente como uma medida indireta das atividades tecnológicas e inovadoras em nível empresarial, setorial e nacional. Uma das principais vantagens do uso dos dados de patentes é a capacidade corporativa que elas podem representar sobre a geração de inovação. (BESSANT; TIDD, 2009).

O número de patentes concedidas a uma dada instituição ou país pode refletir seu dinamismo tecnológico; e exames sobre o crescimento das classes de patentes podem fornecer uma indicação acerca da direção da mudança tecnológica (OCDE, 2005). Nesse aspecto, as estatísticas de patentes podem fornecer, com toda sua riqueza de informação técnico-econômica, grande conhecimento sobre as atividades de inovação, enquanto disponibiliza a informação mais recente sobre o Estado da arte e, ainda, oferece informações de caráter legal e comercial (ARAÚJO, 1984; FRANÇA, 2014; PIMENTA, 2017). Atkinson *et al.* (2003)

ressaltam que as mudanças ocorridas nas leis e normas em relação à inovação têm incentivado as universidades a patentear suas invenções e licenciá-las ao setor privado. Como resultado, os mecanismos formais de transferência de resultados de pesquisa entre as ICTs e os setores privados têm se acelerado, verificando-se um aumento acentuado no número de patentes das ICTs e do licenciamento de tecnologias para o setor privado (ATKINSON *et al.*, 2003).

Etzkowitz e Leydesdorff (2000) defendem que a proteção do conhecimento das universidades atua como um estímulo da transferência de tecnologia nessas instituições. Por outro lado, Orsi e Coriat (2006) destacam que o conhecimento protegido pela produção de patentes pode acarretar um atraso no desenvolvimento da inovação, já que influencia no fluxo de novas pesquisas que utilizariam esse conhecimento como base. Considerando os mecanismos de TT possíveis entre as universidades e empresas, Dias e Porto (2013) destacam que a eleição dos mecanismos de transferências deve considerar duas características: “o objetivo da aquisição” e “o horizonte do tempo”. Nesse contexto, entende-se que o licenciamento de patentes e a produção bibliográfica (artigos) estão em duas vertentes opostas quanto às características descritas, já que o período necessário para a efetivação do licenciamento de uma patente entre a U-E é demasiadamente superior quando comparado ao processo de publicação de artigos científicos. Deve-se destacar, também, que os objetivos de tais estratégias de TT são divergentes, pois a publicação de artigos científicos promove a divulgação do conhecimento adquirido em pesquisas, mas não resulta na comercialização de tecnologias inovadoras entre universidades e empresas.

## 2.2 REDES NO AMBIENTE ACADÊMICO E CIENTÍFICO

Neste capítulo será discutido o conteúdo teórico sobre redes, incluindo os aspectos históricos e um resgate bibliográfico acerca desta temática no Brasil e no mundo, além dos conceitos e teorias principais sobre redes, com foco para a Teoria de Redes Sociais. Por fim, serão abordados os principais tipos de redes, dando destaque para as redes interorganizacionais de cooperação científica e as redes de inovação, tipologias essenciais para embasamento desta pesquisa.

### 2.2.1 Contexto histórico e bibliográfico do estudo de redes no Brasil e no mundo

As redes sempre estiveram presentes na história da humanidade, representadas de forma mais restrita pelos Clãs e organizações religiosas (CASTELLS, 1999). O estudo da

cartografia e a expansão dos serviços de energia e água para a sociedade atuaram como elementos estimulantes para o surgimento dos conceitos de redes, que inicialmente restringiram-se a duas perspectivas: 1. Redes como organizações mensuráveis, ou seja, possíveis de serem estruturalmente estudadas; 2. O conceito de fluxos invisíveis das redes, oriundo dos estudos do corpo humano, em que os fluidos presentes no sistema corpóreo representam a atuação dos fluxos invisíveis na rede (PARENTE, 2004).

A definição de redes compreende uma série de conceitos que foram evoluindo no decorrer dos anos, convergindo para um mesmo pressuposto base. Para Cook e Emerson (1978, p. 752), uma rede refere-se ao “Conjunto de duas ou mais relações de troca conectadas”. Segundo Podolny e Page (1998), as redes são representadas por um conjunto de dois ou mais atores que estabelecem relações de trocas entre si, formando os modelos organizacionais que são caracterizados pela ausência de uma influência hierárquica externa no ambiente interno. Na visão de Moraes (2004), o termo rede presume a ideia de fluxos imprevisíveis e instáveis que estão em constante movimento e processo de rearranjo. Neste sentido, Almeida Filho (2005) avança no conceito do termo quando afirma que as redes são formadas por um conjunto de nós diferentes, conectados entre si, em que a alteração de um nó influencia de forma determinante as relações entre os demais nós da rede.

Em uma perspectiva mais atual, a definição de redes reflete uma visão moderna, caracterizada pela complexidade do seu funcionamento. As redes referem-se a estruturas formadas por um conjunto de nós, representados por entidades ou atores que se relacionam através de *threads* (relações de laços), nas quais os atores, os recursos (tangíveis ou intangíveis) e as atividades formam os três níveis de relacionamento da rede, de modo que a característica de particularidade dos nós é primordial (FORD *et al.*, 2011; HAKANSSON; FORD, 2002; RATAJCZAK-MROZEK, 2017). A respeito das conexões nas redes, pode-se afirmar que a interdependência entre as relações dos diferentes atores atua como a principal característica, e as trocas entre dois elementos da rede influenciam as trocas entre os demais, além de poderem apresentar vantagens para alguns atores e desvantagens para outros atores da mesma rede, ou seja, os atores poderão estar efetuando trocas de apoio e trocas de competição, de forma simultânea, entre os elementos de uma mesma rede (COOK; EMERSON, 1984; HAKANSSON; SNEHOTA, 1989; MATS FORSGREN; JOHANSON, 1992).

Com base nas descrições dos conceitos e características expostas, é necessário enfatizar a importante evolução nos estudos das temáticas de redes desenvolvidos no Brasil e no mundo. Na década de 1990, a comunidade acadêmica apresentou um importante avanço no conhecimento desta área, representado pela obra de Nohria e Eccles (1992) intitulada *Networks*

*and Organizations*, na qual foi abordada, pela primeira vez, a análise organizacional pela luz do conceito de redes, apresentando uma visão holística e conectada da organização em detrimento de uma visão tradicional e isolada. Easton e Araujo (1996), além de Grandori e Soda (1995) realizaram estudos a respeito das diversas correntes teóricas de redes interorganizacionais e identificaram uma ampla diversidade neste aspecto, com cerca de 20 tipologias teóricas e abordagens conceituais sobre o tema (RATAJCZAK-MROZEK, 2017). Ainda na década de 1990, Oliver e Ebers (1998) realizaram estudos na produção científica de redes entre os anos de 1980 e 1996, nos quais concluíram que as teorias predominantes no campo de redes referiam-se à Teoria da Dependência de Recursos, Teoria dos Custos de Transação, Teorias de Estratégias e Teorias de Trocas (FREITAS, *et. al.*, 2017).

Nos anos 2000, os estudos teóricos sobre redes evoluíram em suas tipologias e classificações. Halinen *et. al.* (2005), Grandori e Soda (2006) e Todeva (2006) desenvolveram modelos teóricos que reuniam as diversas teorias de redes, já existentes, de modo que esses modelos preservassem as características básicas das teorias aglutinadas em suas categorias, sendo estes os três modelos teóricos representados: Análise Social de Redes, Teoria Organizacional de Redes e Economia Geográfica de Redes. Nessa mesma década, os avanços nos estudos a respeito da temática permitiram identificar as escolas dominantes no tema de redes: 1. Escola Nórdica, responsável pela abordagem de redes, inovação e *marketing*; 2. Escola Francesa, contendo informações sobre os aspectos sociais em redes de pequenas e médias empresas; 3. Escola Americana, com estudos a respeito das redes de franquias; 4. Escola Alemã, abordando o aspecto da governança como destaque nas redes (FREITAS *et. al.*, 2017).

A respeito dos estudos da literatura acadêmica de redes no Brasil, Balestrin e Verschoore (2008) e Balestrin, Verschoore e Reyes Junior (2010) desenvolveram pesquisas que tinham como objeto de estudo a produção científica de redes durante 6 anos (2000-2006) (FREITAS *et. al.*, 2017). Nessas pesquisas, os autores identificaram as quatro teorias dominantes na discussão científica de redes: Teoria da Dependência de Recursos, Teoria de Redes Sociais, Teoria Estratégica e Teoria Institucional (FREITAS *et. al.*, 2017). Na perspectiva conceitual, a pesquisa científica brasileira sobre redes, apesar de contar com uma ampla diversidade de conceitos, apresenta fragilidades em relação aos estudos de estruturas das redes, às suas dinâmicas de funcionamento e aos estudos dos processos internos das redes (ALVES, 2016). Em contrapartida, a literatura científica internacional sobre redes contribui com importantes avanços nos últimos 20 anos, em que o foco de abordagem temática dos pesquisadores internacionais refere-se aos modelos teóricos relacionados às redes de cooperação, redes sociais, governança e redes de políticas públicas (FREITAS *et. al.*, 2017).

A partir da perspectiva de redes sociais e adotando a visão de Hilário e Grácio (2018, p. 18) que fala sobre a formação de redes de cooperação científica, em que “os cientistas se agrupam de forma espontânea e auto-organizada para produzir conhecimento”, ou seja, considerando que as redes de cooperação científica são uma realidade do ambiente acadêmico, sabe-se que elas têm despertado a atenção de pesquisadores nacionais e internacionais, visto que os níveis de organização dos atores dessas redes têm aumentado a cooperação em diferentes áreas de conhecimento científico e acadêmico (HILÁRIO; GRÁCIO, 2018). Além disso, vale destacar que a formação do conhecimento científico emerge a partir das relações entre os atores dessas redes, sendo estes responsáveis pela organização das ideias com a finalidade de produzir conhecimento teórico e prático (LATOURET, 2001). Sendo assim, o estudo das redes de cooperação científica, sob a perspectiva teórica das redes sociais, viabiliza a identificação de uma série de características importantes, entre elas os tipos de relações entre os atores, as estruturas organizacionais e a dinâmica funcional dessas redes (HILÁRIO; GRÁCIO, 2018).

### **2.2.2 Redes de Cooperação Interorganizacionais: Conceitos, Teorias e Caracterizações**

As redes de cooperação são oriundas das conexões de diversos atores que se organizam a fim de atingir objetivos comuns. No contexto organizacional, a atuação dessas redes promove vantagens competitivas em um ambiente possuidor de estrutura dinâmica, no qual as ações dos atores são de característica uniforme, porém sem uma ordem de comando central, o que propicia uma maior adaptabilidade organizacional, gerando altos ganhos à rede (THOMPSON, 2003). Na perspectiva da construção de conhecimento científico, diversos autores indicam as formas de organização das redes de cooperação a fim de proporcionar compartilhamento de conhecimentos e informações no desenvolvimento e promoção da inovação (BALESTRIN; VERSCHOORE; BRESCHI; MALERBA, 2005; FUNK, 2014; REYES JUNIOR, 2010).

A respeito do contexto teórico e dos modelos conceituais de redes de cooperação, Oliver e Ebers (1998) e Brass, Galaskiewicz, Greve e Tsai (2004) descrevem as sete principais correntes teóricas abordadas nas pesquisas científicas desse tema (quadro 3), sendo estas: 1. Teoria dos Custos de Transação, 2. Teoria da Economia Industrial, 3. Teoria da Abordagem de Dependência de Recursos, 4. Teorias Críticas, 5. Teoria da Abordagem de Estratégias Organizacionais, 6. Teoria Institucional e 7. Teoria de Redes Sociais (BALESTRIN, VERSCHOORE; REYES JUNIOR, 2010), em que esta última é a teoria utilizada como base teórica para análise de dados desta pesquisa (quadro 3).

**Quadro 3 - Principais correntes teóricas de redes de cooperação**

Teorias	Aspectos Principais
Teoria dos Custos de transação (ECCLES, 1981; TEECE, 1980; TURATI, 1990)	Defende a redução dos custos de produção e transação, onde a transação representa a unidade central de análise da teoria da organização econômica. As redes, nesta teoria, devem focar no desenvolvimento de contratos que visem a minimização nos custos de transação.
Teoria da Economia Industrial (ECCLES, 1981; TEECE, 1980; TURATI, 1990; BALESTRIN, VERSCHOORE; JUNIOR, 2010)	Eficiência das redes nos ganhos econômicos, representados pelas economias de escala, de escopo e de especialização, onde a economia de escala influencia positivamente no acesso à recursos financeiros, por exemplo os investimentos em P&D.
Teoria da Abordagem de dependência de recursos (BALESTRIN, VERSCHOORE; JUNIOR, 2010)	As organizações reduzem suas dependências ambientais, através do compartilhamento de recursos escassos. As variações de dependências de recursos determinam o funcionamento da rede.
Teorias Críticas (WHITT, 1980; PERUCCI; POTTER, 1989; BALESTRIN, VERSCHOORE ; JUNIOR, 2010)	Caracterizada pela visão do poder e da dominação, atuando de forma determinante nas relações estruturais da rede, a eficiência e efetividade não movem a construção de relações na rede, que são influenciadas pelas classes dominantes.
Teoria da abordagem de estratégias organizacionais (ASTLEY, 1984; ASTLEY; FOMBRUN, 1983; BALESTRIN, VERSCHOORE; JUNIOR, 2010)	Aborda o conceito de estratégia colaborativa e visa entender como o processo de cooperação proveniente das relações interorganizacionais influencia na competitividade das organizações. Defende que as estruturas em rede são eficientes para o alcance de objetivos organizacionais.
Teoria Institucional (BALESTRIN;VERSCHOORE; JUNIOR, 2010)	A dependência de legitimação é abordada como característica principal, onde as organizações buscam ganhar legitimidade quando integram em uma rede. Por essa ótica, a empresa que ingressa em rede composta por empresas renomadas, poderá obter como resultado positivo indireto de legitimação
Teoria de Redes Sociais (BURT , 1992; GRANOVETTER, 1981; GRANOVETTER 2007; BALESTRIN; VERSCHOORE; JUNIOR, 2010)	Caracterizada pelo estudo dos laços sociais entre os atores da rede e como essas relações afetam o funcionamento da rede. Nesse contexto, o número de inter-relações entre os atores pode demonstrar a coesão, a estrutura e a influência econômica entre as relações da rede, sendo possível, traçar um perfil social de funcionamento da rede, através dessa teoria.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir das construções teóricas expostas, deve-se enfatizar a importância dos estudos analíticos nas redes. Esses estudos compreendem diversos níveis e caracterizações.

Neste aspecto, Brass *et. al.* (2004) afirmam que a rede de cooperação interorganizacional compreende três níveis de composição: os integrantes dos grupos, os grupos inseridos nas organizações e as organizações que compõem a rede. Corroborando com essa visão, Todeva (2006) argumenta que o ator, a relação (elo) entre os atores e a rede, em sua totalidade, são as dimensões principais para o estudo da rede. Oliver e Ebers (1998) destacam a existência de três níveis bem distintos de análise, sendo estes: os incentivos da construção da rede, intitulados de antecedentes; a gestão da rede, representada pelo processo de coordenação de suas atividades; e os resultados da rede, oriundos dos ganhos colaborativos de suas relações.

A partir do exposto, faz-se necessário destacar o crescente debate acadêmico acerca da representação social e organizacional das redes de cooperação no Brasil, o que corrobora com a presente atuação desses estudos no cenário internacional (BALESTRIN; VERSCHOORE; JUNIOR, 2010). As publicações acadêmicas nacionais destacam a predominância de estudos nos campos da estratégia organizacional, desempenho e competitividade; já no portfólio internacional de publicações, os aspectos sociais se destacam nas pesquisas (BALESTRIN; VERSCHOORE; JUNIOR, 2010). Nesse contexto, adotando uma visão holística, as teorias em destaque nos estudos de redes de cooperação interorganizacional são: Teoria da Abordagem de Estratégias Organizacionais, Teoria dos Custos de Transação, Teoria Institucional, Teoria da Dependência de Recursos e Teoria das Redes Sociais (BALESTRIN; VERSCHOORE; JUNIOR, 2010), o que justifica a escolha desta última abordagem teórica no desenvolvimento metodológico desta pesquisa.

### **2.2.3 Redes sociais: Conceito e Análise**

No que concerne às Redes Sociais, modelo teórico adotado nesta pesquisa, Bott (1957) foi um dos pesquisadores pioneiros na definição dessa abordagem de rede delimitando que as redes sociais funcionavam como unidades de interação entre os indivíduos e grupos nelas inseridos. Com o passar dos anos, novos conceitos surgiram e Alcará *et. al.* (2006, p. 144) descreve a atuação dos atores das redes sociais: “atores (nós da rede) que mantêm ligações entre si devido a um propósito específico, que as movimenta e as potencializa”, cujo propósito revela as relações existentes entre os membros inseridos nessas redes. Por outro lado, Abdel-Ghany (2008) conceituou as redes sociais de uma forma mais ampla, afirmando que funcionam como uma matriz de comunicação entre os membros de um sistema social. Na visão de Masteralexis, Barr e Hums (2009, p. 507), as redes sociais atuam como uma “cadeia interligada e inter-relacionada de conceitos e relações”.

Nesse contexto, Aguiar (2007) destaca que os diversos conceitos de redes sociais se referem de forma semelhante às características de inter-relação, interação, vínculos e associações, independentemente da motivação destas relações, sejam elas de caráter comunicativo ou cultural. A partir dessa afirmação, Newman (2003) cita exemplos de redes sociais, sendo estes os mais relevantes para este estudo: redes de relações entre indivíduos e organizações e redes de citações de artigos. Além destes, existem as redes sociais informais, por exemplo a internet (NEWMAN, 2003), que funciona como a mais ampla rede social do mundo.

A Análise de Redes Sociais – ARS ou *Social Network Analysis* – SNA refere-se “a uma abordagem estrutural que se baseia no estudo da interação entre os atores sociais” (FREEMAN, 2004, p. 2). Nesse contexto, Hanneman e Riddle (2005), além de Matheus e Silva (2006) afirmam que as relações entre os atores é a base de análise dessa abordagem, formada pela união de elos e laços, em que os atores de forma individual e isolada não interessam na análise dessas relações. A ARS é embasada no ideal de aplicar métodos formais de análise em relações sociais, através do uso de pontos e linhas diagramados, a fim de analisar de forma precisa os atributos e propriedades das inter-relações entre os atores das redes (CROSSLEY; PRELL; SCOTT, 2009).

Para o processamento e a análise precisos das relações sociais, a ARS utiliza dois tipos de análise: matemáticas e visuais. A análise matemática consiste no mapeamento de um amplo universo de relações entre os atores das redes (ABDEL-GHANY, 2008), além de desenhar o sistema dessas relações através de pontos e linhas entre os nós, que representam os elos formados pelos indivíduos das redes. Nessa perspectiva, Aguiar (2007) descreve os três passos principais para o desenvolvimento da ARS:

O primeiro diz respeito aos tipos de contatos, vínculos, conexões, ligações de sujeitos, agentes e grupos. Já os atributos são referentes a propriedades, qualidades, características de indivíduos ou grupos (gênero, renda, ocupação, instrução etc.), bem como suas atitudes, opiniões e observações. Um terceiro tipo de dados ainda pouco explorado nas pesquisas é aquele que descreve significados, motivos, definições e tipificações das ações em rede. (AGUIAR, 2007, p. 3)

A respeito dos atores das redes é necessário expor a existência de duas classificações relevantes, distância geodésica e diâmetro da rede (MACHADO, 2012). A distância geodésica consiste no número de laços presentes no menor caminho entre os atores. Por outro lado, a distância da rede mede a distância mais longa entre todos os atores formados em pares na rede (PARREIRAS *et. al.*, 2007). Além dessa característica de análise da ARS,

deve-se destacar os demais índices de análise, classificados como principais por Alejandro e Norman (2005), sendo estes: densidade, grau de centralidade, índice de centralização, grau de intermediação e grau de proximidade. O quadro 4, exposto a seguir, descreve e caracteriza os índices citados.

**Quadro 4 – Descrição e caracterização dos índices de análises de redes sociais**

ÍNDICE DE ANÁLISE	CONCEITO	CARACTERÍSTICAS DE ANÁLISE
Densidade	Evidencia o nível de interação entre os atores da rede (ZHANG, 2010). Demonstra a distância relativa de tornar-se completa, através das ligações entre seus atores, demonstrando a conexão da rede de forma geral (OTTE; ROUSSEAU, 2002)	Quanto menor a rede social, maior tende a ser sua densidade, já que as possibilidades de relações diminuem, o que facilita a o prosseguimento e a constância das mesmas (MACHADO, 2012)  Nível de densidade: 0 – 1, onde 0 representa a ausência de relações e 1 a presença total de relações (WASSEMAN; FAUST, 1994; ALEJANDRO; NORMAN, 2005)
Grau de Centralidade	Demonstra as conexões que um ator possui com outros membros da rede, através da quantidade de vínculos presentes em um nó (BONACICH, 1987; OTTE; ROUSSEAU, 2002 ).	O tipo de centralidade pode caracterizar-se como centralidade de entrada ou centralidade de saída, classificada de acordo com o fluxo de relações considerado para a avaliação (PARREIRAS <i>et. al.</i> , 2007; CHEN; YANG, 2010)  O grau de centralidade de um ator delimita seu nível de importância na rede, sendo assim, quanto maior o grau de centralidade identificado na análise, maior a sua importância de manutenção na rede (MACHADO, 2012)
Índice de Centralização	O ator apresenta uma posição central, quando ligado à todos os demais nós da rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005)	Quanto maior o número de atores centrais, maior o índice de centralização na rede (MACHADO, 2012)
Grau de Intermediação	Demonstra a frequência em que atores de colocam entre as ligações de outros atores, influenciando no processo de comunicação	Quanto maior o grau de intermediação dos atores, maior o seu nível de eficiência na

	entre os mesmos, já a informação passa a ser acessada por esses atores que atuam como intermediadores dessa relação de pares (BALESTRIN, VERSCHOORE; REYS JUNIOR, 2010)	rede, já que atua como mantenedor da ligações entre os demais (ZHANG, 2010)
Grau de Proximidade	Relaciona-se ao nível de proximidade de um ator da rede com os outros atores, não considerando mais do que uma relação, para demonstrar sua independência e eficiência no alcance da rede (ZHANG, 2010).	Quanto maior o índice de proximidade, maior o nível de eficiência e independência desse ator, e como consequência maior a sua importância para a manutenção de relações na rede (HWANG, 2010).

Fonte: Elaborado pela autora.

No que concerne às tipologias das redes sociais, segundo Barabási (2003) ainda se pode classificá-las como redes aleatórias (*random networks*), caracterizadas pela homogeneidade entre suas ligações, ou seja, uma semelhança no número de relações dos nós da rede; e as redes livres de escala (*scale-free networks*), representadas pelo caráter heterogêneo de suas relações, nas quais a maioria dos nós possuem poucas ligações e uma parcela pouco representativa de nós apresenta muitas ligações. Utilizando a estrutura dos atores e seus aspectos principais, emerge um outro tipo de classificação das redes que, de acordo com Wasserman e Faust (1994) podem dividir-se em redes sociais uniformais e biformais. As redes uniformais contêm um único conjunto de atores, por exemplo, redes de amigos do mesmo bairro. Já as redes biformais são caracterizadas por apresentarem duas ou mais classes de atores, como redes de relacionamento entre organizações com fins lucrativos e organizações sem fins lucrativos (MACHADO, 2012).

Contudo, considerando as características relacionadas à profundidade das ligações existentes nas redes, Gloor (2006) delimita três tipologias de redes: 1) redes colaborativas de inovação, caracterizadas pela busca contínua de seus atores pela produção de inovações; 2) redes colaborativas de aprendizagem, que têm como foco o compartilhamento de conhecimento de forma contínua e 3) redes colaborativas de interesse, que se referem às redes formadas por atores, em sua maioria, requisitantes de conhecimento e inovações. Além disso, Costa *et. al.* (2003) classificam as redes em dois tipos, a partir de seus fatores de aglutinação: redes temáticas, nas quais os atores se organizam em função de um tema ou propósito em comum, e redes territoriais, que são as redes em que os pontos motivacionais de aglutinação dos atores compete a fatores geográficos. Estas classificações e tipologias serão utilizadas para o desenvolvimento deste estudo.

## 2.2.4 Redes de inovação e cooperação científica em função da transferência de tecnologia

As redes são comumente estudadas no ambiente organizacional, com destaque para as áreas de Inovação e de Transferência de Tecnologia. Nessas áreas as redes se constituem de forma a estimular o desenvolvimento de produtos e serviços inovadores, por meio da conexão entre diversos atores, com habilidades heterogêneas, e da colaboração entre estes.

No que concerne às redes de inovação, existe uma certa discussão a respeito do tipo de colaboração entre os atores, visto que, nesses ambientes, emergem situações ligadas ao desenvolvimento de propriedade intelectual; criação de produtos ou serviços e transferências de tecnologias ao mercado (TSAI, 2001), conjuntura esta que desperta o receio à cooperação entre os atores, por se tratar de temas polêmicos e legislativamente pouco explorados. A exemplo deste fato, existem algumas questões específicas que atuam no processo de geração de inovação como desmotivadoras para o comportamento colaborativo, por exemplo: divisão de *royalties* de tecnologias produzidas e comercializadas e distribuição de benefícios monetários e não monetários pela criação de uma nova tecnologia (ARRANZ; ARROYABE, 2007). Essas questões envolvem a possibilidade de benefícios privilegiados a algum membro da rede, já que o setor de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico conta com uma ampla gama de atores trabalhando em conjunto em prol de um mesmo objetivo científico.

Por outro lado, as redes de inovação se constituem de forma a estimular a geração de inovação entre os seus agentes. Diversas pesquisas demonstram como as redes de cooperação se organizam para proporcionar compartilhamento de conhecimentos e informações para a geração de inovação (BRESCHI; MARLEBA, 2005; FUNK, 2014). Dessa forma, esses estudos apontam como os aspectos relacionais e colaborativos são relevantes para as redes de cooperação, especificamente as que possuem objetivos de inovação e transferência de conhecimento. Sendo assim, é importante que os gestores e os membros de redes de inovação visualizem tais aspectos colaborativos.

Essas redes de colaboração e compartilhamento são importantes para a inovação e a transferência de tecnologia no contexto universitário. Dentro desse contexto, existem vários mecanismos de transferência de tecnologia da universidade para o setor produtivo, já descritos no capítulo de TT deste estudo. Isso se deve ao fato de que nas últimas décadas a universidade tem transferido conhecimento e *know-how* para a sociedade de diversas formas, ou seja, ultrapassando a fronteira da produção dos artigos científicos, caracterizada pela formação do conhecimento consolidado para a comunidade científica e acadêmica (ETZKOWITZ, 1998; SHANE, 2004). Essa fronteira passa a fundir-se com uma função desafiadora para a

universidade: transferir a tecnologia produzida e, conseqüentemente, agregar valor econômico, gerando riquezas para a sociedade (ETZKOWITZ, 1998; SHANE, 2004).

Nesse ambiente de produção, troca e transferência de conhecimento, as redes se apresentam como alternativa para estratégias de cooperação entre organizações e indivíduos que possuem o objetivo de produzir inovação e viabilizar a transferência de tecnologia (BALESTRIN; VERSCHOORE, 2010; POWELL; KOPUT; SMITH-DOERR, 1996; TSAI, 2001). Balestrin e Verschoore (2010) demonstram, por exemplo, como a transferência de conhecimento através da colaboração em rede faz com que empresas possam adotar novas práticas de trabalho e produzir novos produtos, gerando aprendizado e inovação. Corroborando com este pensamento, Tsai (2001) aponta como organizações no contexto das redes podem alavancar seus índices de transferência de conhecimento e, conseqüentemente, produzir mais inovações e melhorar seus desempenhos organizacionais, por meio da absorção de diversos relacionamentos interorganizacionais.

A associação em redes se torna, assim, uma alternativa para que a transferência de tecnologia se efetive no contexto universitário, sejam elas no sentido mercadológico do licenciamento e patentes e criação de *spin-offs*, ou através da transferência de conhecimento técnico, provenientes das demais formas de TT, já citadas. As redes são, assim, ambientes propícios para a cooperação, e muitas delas são criadas com a intenção de promover a inovação a partir do aprendizado e do trabalho colaborativo entre os participantes (BALESTRIN; VERSCHOORE; JUNIOR, 2010).

No contexto das redes de colaboração científica, Wagner e Leydesdorff (2005) destacam o aspecto particular de auto-organização desse sistema, em que os pesquisadores se organizam, de forma espontânea, com o objetivo de construir conhecimento. Para Hilário e Grácio (2018, p. 33) “os sistemas de colaboração científica são sistemas autônomos que se comportam de acordo com as estruturas internas do domínio ao qual pertencem”; tal afirmação enfatiza a característica de particularidade dessas redes, cujas relações sociais devem ser estudadas com a finalidade de entender a dinâmica das relações entre os seus atores e os benefícios oriundos dessas relações. Segundo Powell, Koput e Smith-Doerr (1996) a formação de redes de inovação e as relações de cooperação interorganizacionais influenciam de forma direta na criação e geração de inovações no campo da biotecnologia, dando espaço, assim para o surgimento das redes de biotecnologia.

## 2.3 O SETOR BIOTECNOLÓGICO E O PANORAMA DA PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA / RENORBIO

Este capítulo tem como finalidade apresentar os aspectos e os indicadores do setor da biotecnologia no Brasil, além de expor um panorama conceitual e estrutural da Rede Nordeste em Biotecnologia – RENORBIO, com foco para o Programa de Pós-Graduação, o doutorado em Biotecnologia RENORBIO.

### 2.3.1 O Setor Biotecnológico

No que concerne ao conceito de Biotecnologia, sabe-se que esta apresenta várias definições de caráter semelhantes, sendo assim, é possível compreendê-la como a ciência que utiliza a manipulação de organismos, processos e sistemas biológicos a fim de promover o avanço do setor industrial (BENNET, 1998). Considerando o conceito empregado pelo Ministério da Saúde, a Biotecnologia consiste em “[...] qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (BRASIL, 2016a). A partir dessa definição, essa ciência é considerada uma área estratégica para o país, visto que trabalha o âmbito tecnológico e da inovação para setores de base, industrial e da saúde, visando ao aumento da competitividade nesses setores, seja de forma direta ou indireta.

Na perspectiva do surgimento e da evolução do campo biotecnológico, Walsh (2002) destacou, na década de 1990, que esta ciência apresenta a função de estimular a demanda por produtos inovadores e novos sistemas regulatórios, o que impulsiona a criação de organizações com novos arranjos institucionais e novas políticas de atuação. A respeito das contribuições da ciência biotecnológica para a sociedade, Silveira *et.al.* (2002) destacam que os avanços em estudos e pesquisas biotecnológicas estão afetando de forma positiva o desenvolvimento de tecnologias nas áreas da saúde, meio ambiente e agricultura, setores que, anteriormente, apresentavam baixo potencial tecnológico. Nesse contexto, vale ressaltar que a biotecnologia compreende vários campos de atuação, sendo estas as áreas abrangentes em destaque: bioinformática, saúde e agricultura (KNOCKAERT *et al.*, 2015).

A partir da perspectiva funcional da Biotecnologia, Fonseca *et.al.* (2004) destacam que o potencial tecnológico desta ciência envolve a criação de blocos com conteúdos divergentes (*building blocks*) desenvolvendo tecnologias inovadoras em um sistema poderoso de destruição criativa. Desse modo, entende-se que a atuação conjunta de pesquisas científicas

nas diversas áreas envolvidas pela Biotecnologia é essencialmente importante para o progresso tecnológico da área. Quanto ao mercado da Biotecnologia no Brasil, dados expostos pela Brazil Biotech, no ano de 2011, a composição de empresas por região atuando neste campo estava concentrada na região Sudeste, com mais de 70% das empresas em atividade. No caso da região Nordeste, esse percentual representa apenas 7,3% do cenário nacional de organizações do campo biotecnológico, com o estado de Pernambuco concentrando 4,2% das companhias desse cenário (CEBRAP, 2011; ABDI, 2010). Dessa forma, os números referentes à concentração do desenvolvimento de empresas biotecnológicas no país refletem uma diferenciação dos estágios de P&D e licenciamento de patentes nas diversas regiões brasileiras (DE FREITAS *et al.*, 2017).

A partir do cenário exposto, pesquisadores brasileiros que atuam nos diversos campos da biotecnologia passaram a impulsionar a formação de *clusters* e redes regionais de atuação em pesquisa e ensino no campo biotecnológico, com a finalidade de fortalecer o desenvolvimento regional de P&D e a criação de empresas atuantes no mercado das regiões (AZEVEDO *et al.*, 2002). Nesse contexto, nascem as redes regionais de Biotecnologia no Brasil, sendo estas: Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (Bionorte), Rede de Biotecnologia e Biodiversidade (REDE PRÓ – Centro-Oeste) e a Rede de Biotecnologia da Região Sul (Sul Biotec). A RENORBIO, que atuou como pioneira no processo de consolidação das redes regionais (MONTEIRO, 2013), está situada na região Nordeste e tem acesso a um bioma único: a caatinga, que corresponde a 42% do território, com biodiversidade que pode originar inovações biotecnológicas na área de fronteira das pesquisas (RENORBIO, 2019).

A Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO foi criada no ano de 2004, pela Portaria MCT nº 598, publicada no Diário Oficial da União – D.O.U. no dia 30 de novembro de 2004. A instituição dessa Rede foi resultado dos esforços de pesquisadores, que, em suas atividades acadêmicas e científicas, acreditavam no investimento em inovação na área de Biotecnologia como uma alternativa de acelerar o processo de desenvolvimento socioeconômico da região Nordeste (QUINTELLA *et al.*, 2013). Os esforços dos pesquisadores atuantes nessa área foram associados ao apoio político de representantes públicos que atuaram em suas devidas atribuições profissionais, viabilizando a efetivação e a oficialização da Rede no País (COSTA, 2012). De acordo com o artigo 2º da Portaria já citada, a RENORBIO tem como propósito:

Art. 2º [...] acelerar o processo de desenvolvimento da região NE através da biotecnologia, integrando esforços de formação de recursos humanos ao desenvolvimento científico e tecnológico para produzir impactos socioeconômicos que permitam a melhoria da qualidade de vida de sua população, com a participação efetiva de instituições que atuam em Biotecnologia, por meio de uma estratégia que promova a convergência do desenvolvimento científico em biologia realizados nas diversas áreas de aplicação da biotecnologia visando contribuir para a formulação e acompanhamento de políticas públicas na região Nordeste. (BRASIL, 2004, p. 16)

Neste contexto, a RENORBIO é fundada com o intuito de atuar de forma ampla e complexa em diversas dimensões que envolvessem investimentos em ações para o desenvolvimento da Biotecnologia no Nordeste (COSTA, 2012). A partir daí, deve-se considerar que a instituição da Rede, por si só, não definiria o início de sua atuação de forma efetiva. Para isso, foi necessária a criação do primeiro Conselho Diretor, no ano de 2005, oficializado pela Portaria nº 3, publicada no D.O.U. de 14 de abril de 2005. O primeiro Conselho Diretor era composto por 11 membros, divididos em 5 funções específicas que compreendiam: 2 representantes do Fórum de Secretários Estaduais da Ciência e Tecnologia da Região Nordeste, 3 representantes de Instituições de Pesquisa do País, 3 representantes dos Empresários da Região Nordeste e 1 representante do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e 1 representante da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP (BRASIL, 2005). A base de formação desse Conselho demonstra que as propostas advindas da Rede não tinham apenas o cunho científico para finalidade acadêmica, mas apresentavam em paralelo o cunho empreendedor para investimento na inovação biotecnológica.

### **2.3.2 O Programa de Pós-graduação em Biotecnologia/ RENORBIO**

O processo de consolidação da Rede Nordeste de Biotecnologia contou com uma ação prioritária de criação do Curso de Doutorado em Biotecnologia em Rede, pioneiro pela Universidade Estadual do Ceará, por meio da aprovação do Conselho Universitário (CONSU), oficializado pela Resolução nº 528 no dia 08 de junho de 2005 (QUINTELLA *et. al.*, 2013). O curso foi aprovado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com nota de avaliação 5 (QUINTELLA *et. al.*, 2013), o que representa um alto nível de excelência em sua proposta e composição acadêmica e científica. A partir dessa iniciativa, outros estados da Região Nordeste, integrados na Rede, oficializaram a associação de instituições de ensino e pesquisa que passaram a compor o núcleo de instituições nucleadoras ou colaboradoras do Doutorado RENORBIO. Corroborando com as ações já descritas, o

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO se consolida em 9 estados da Região Nordeste e no Espírito Santo, que ingressou na Rede por demonstrar grandes incentivos na área do ensino e pesquisa em Biotecnologia e enorme interesse em compartilhar suas ações (MEDEIROS; RONDON, 2018). A RENORBIO, através do curso de Doutorado, passa a estar presente em 30 instituições associadas (Quadro 5) com um extenso corpo docente de aproximadamente 200 professores, que desenvolvem pesquisas em cerca de 87 Laboratórios de Pesquisas (RENORBIO, 2019).

**Quadro 5 - Panorama dos Estados, Pontos Focais e Instituições Representados no PPG – RENORBIO**

<b>Estados</b>	<b>Pontos Focais</b>	<b>Instituições e Centros Participantes</b>
Espírito Santo (ES)	Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Maranhão (MA)	Universidade Federal do Maranhão (UFMA)	Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Piauí (PI)	Universidade Federal do Piauí (UFPI)	Embrapa Meio-Norte (CPAMN) Universidade Estadual do Piauí (UESPI) Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Rio Grande do Norte (RN)	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) Universidade Potiguar (UnP) Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
Alagoas (AL)	Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL) Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
Pernambuco (PE)	Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Universidade Federal de Pernambuco (UFPE*)	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) Centro de Pesquisa (CpqAM) Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

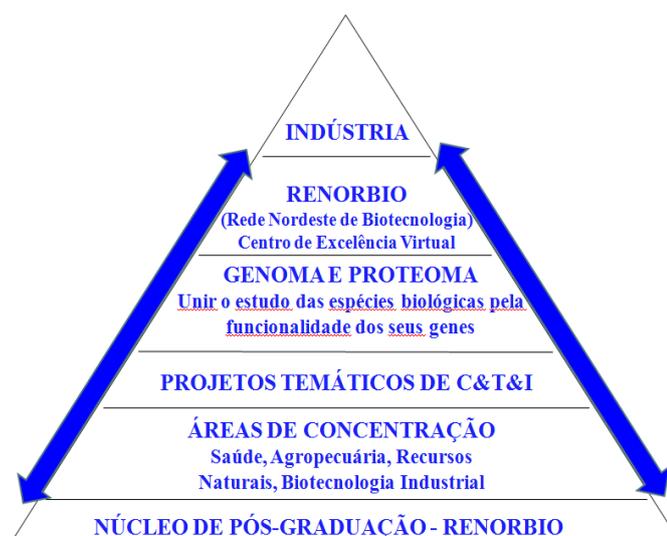
		Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) Universidade de Pernambuco (UPE)
Ceará (CE)	Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Universidade Federal do Ceará (UFC*)	Universidade Federal do Ceará (UFC) Embrapa Agroindústria Tropical Embrapa Caprinos Universidade Estadual do Ceará (UECE) Universidade de Fortaleza (UNIFOR) Universidade Regional do Cariri (URCA) Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ-CE)
Bahia (BA)	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Universidade Federal da Bahia (UFBA) Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz (CPqGM) Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)
Paraíba (PB)	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)	Universidade Federal da Paraíba (UFPB) Embrapa Algodão (CNPB) Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados coletados da plataforma RENORBIO e em Medeiros e Rondon (2018). \* Não há Instituições ou Centros de Pesquisa Cadastrados Associadas a esse Ponto Focal.

A partir do exposto, sabe-se que o núcleo de pós-graduação é a base estruturante da RENORBIO e que tem como meta de médio a longo prazo o desenvolvimento industrial da região Nordeste, sendo o fortalecimento genômico e pós-genômico um passo central para esse desenvolvimento, descrito de forma detalhada no texto de seu regimento de criação (ilustrado na figura 1):

[...] espera-se que a RENORBIO se constitua em um Núcleo de Excelência em Biotecnologia, que internalizará e desenvolverá as tecnologias mais avançadas para aplicação ampla em todas as áreas da Biotecnologia, com adequados níveis de excelência e relevância. (RENORBIO, 2019)

**Figura 1 - Metas estruturantes da RENORBIO**



Fonte: Adaptado de Costa (2012).

A criação de um Programa em Biotecnologia demandou a necessidade de divisões em áreas de concentração e linhas de pesquisa que delimitaram o desenvolvimento científico em conceitos específicos de cada temática de abrangência. Desse modo, de acordo com o primeiro Regimento de Criação do Curso, criaram-se quatro áreas de concentração: Biotecnologia em Agropecuária, Biotecnologia em Saúde, Biotecnologia Industrial e Biotecnologia em Recursos Naturais, com uma linha de pesquisa para cada área, inicialmente (Quadro 6) (RENORBIO, 2019). No decorrer das formações de turmas, os pesquisadores do Programa de Doutorado – RENORBIO perceberam a necessidade de ampliar as linhas de pesquisa para abranger as diversas temáticas advindas da exploração de novos campos da Biotecnologia, de forma mais específica nas áreas de Biotecnologia em Recursos Naturais e Biotecnologia em Agropecuária (Quadro 7) (RENORBIO, 2019).

**Quadro 6 - Área de Concentrações e Linhas de Pesquisa (2006)**

<b>ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO</b>	<b>LINHAS DE PESQUISA</b>
Biotecnologia em Agropecuária	Genética e Transgênese
Biotecnologia em Recursos Naturais	Bioprospecção, Biodiversidade e Conservação
Biotecnologia em Saúde	Desenvolvimento de Agentes Profiláticos, Terapêuticos e Testes Diagnósticos
Biotecnologia Industrial	Bioprocessos

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados coletados da plataforma RENORBIO (Disponível em [www.renorbio.org](http://www.renorbio.org). Acesso em 15 abr. 2019)

**Quadro 7 – Área de Concentração e Linhas de Pesquisa (2012)**

<b>ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO</b>	<b>LINHAS DE PESQUISA</b>
Biotechnology em Agropecuária	Genética e Transgênese Conservação e Multiplicação de Germoplasma Sanidade
Biotechnology em Recursos Naturais	Bioprospecção, Biodiversidade e Conservação Purificação, Caracterização e Produção de Insumos Biotecnológicos em Sistemas Heterólogos
Biotechnology em Saúde	Desenvolvimento de Agentes Profiláticos, Terapêuticos e Testes Diagnósticos
Biotechnology Industrial	Bioprocessos

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados coletados da plataforma RENORBIO (Disponível em [www.renorbio.org](http://www.renorbio.org). Acesso em 15 abr. 2019)

Nesse panorama, o primeiro processo seletivo do Doutorado em Biotecnologia – RENORBIO, aconteceu no ano de 2006, com o ingresso de aproximadamente 100 alunos. O doutorado em Biotecnologia – RENORBIO apresenta em seu regulamento os seguintes requisitos para a obtenção do título de Doutor(a): (1) duração mínima 24 meses e máxima 48

meses; (2) total de créditos 48, sendo estes divididos em 14 créditos de disciplinas obrigatórias, 14 créditos de disciplinas eletivas, 4 créditos de estágios à docência e 16 créditos de tese, em que as disciplinas eletivas são escolhidas pelos alunos de acordo com a área de concentração à qual estão vinculados no programa; (3) disciplinas de Seminário de Tese em Andamento I e II, que não estão na contagem dos créditos e referem-se ao acompanhamento do desenvolvimento das teses, por parte da coordenação e corpo docente e (4) proficiências em língua inglesa e outra língua estrangeira (RENORBIO, 2019). Além disso, o regimento contém as exigências de produção acadêmico-científica do Programa, que apresenta como requisito básico para a obtenção do título de Doutor(a) a produção de artigos científicos, com fator de impacto no mínimo B1, e/ou o desenvolvimento de patentes, o que fortalece, ainda mais, o perfil empreendedor da Rede (RENORBIO, 2019).

Desde o início da primeira turma de doutorado da RENORBIO, no ano de 2006 até o ano de 2017, teve-se a formação de 722 doutores em Biotecnologia pela rede (BRASIL, 2019). Esse amplo número de doutores oriundos da RENORBIO fortalece a atuação da área biotecnológica na Região Nordeste, fato esse que contribui para a influência biotecnológica da região no país. A partir do breve resgate teórico a respeito do contexto histórico, acadêmico e científico da RENORBIO, deve-se destacar que a criação da Rede Nordeste de Biotecnologia, em 2004, impulsionou a criação de outras redes de Biotecnologia no país, fato este que promoveu a fundação da Rede Brasil Biotec, no ano de 2018. Essa rede atua na integração de todos os programas acadêmicos e científicos do Brasil que funcionam em formatos de redes e abordam como temática principal a Biotecnologia (BRASIL, 2018).

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo, são descritos os métodos e técnicas que serão utilizados durante a pesquisa com a finalidade de atingir os objetivos definidos nos seus elementos estruturantes. O capítulo foi organizado na seguinte ordem: tipologia e abordagem da pesquisa, técnica de coleta de dados, campo da pesquisa, sujeitos da pesquisa e técnica de análise e saturação dos dados.

#### 3.1 TIPOLOGIA E ABORDAGEM DA PESQUISA

A presente pesquisa é de natureza quantitativa e qualitativa, uma vez que, para atender o objetivo deste estudo, serão empregadas estratégias de investigação que envolvem coleta e tratamento de dados com informações numéricas, caracterizando uma abordagem quantitativa (CRESWELL, 2007), e de texto, através de análises de conteúdo oriundas do estudo das relações e vínculos entre os atores da rede, configurando a natureza qualitativa desta pesquisa, (GODOI, 2006). Segundo Mendes (2007), o estudo quantitativo de um objeto é favorecido quando considerado sob um olhar qualitativo, tendendo a se tornar mais amplo e aprofundado.

Segundo Hair Jr. *et al.* (2014), pode-se considerar três principais tipos de concepções em pesquisa: descritiva, exploratória e causal. Esta pesquisa é do tipo exploratório-descritiva, visto que possui o objetivo de levantar dados e informações visando descrever o contexto histórico e os aspectos característicos da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO, a fim de tornar o objeto de estudo conhecido e validar os resultados encontrados na pesquisa. Pretende-se, também, levantar as atuações acadêmicas e científicas do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO, a partir do perfil de publicações bibliográficas e do depósito de patentes.

Nesse contexto, Gil (2008) afirma que as pesquisas exploratórias atuam, principalmente, no intuito de esclarecer um processo situacional a partir da problematização precisa e da formulação de hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores, envolvendo o entendimento de conceitos relevantes. Para Marconi e Lakatos (2003), o objetivo desse tipo de pesquisa é a concepção de questões que possuam o intuito de criar hipóteses e familiarizar o pesquisador com o ambiente e o fenômeno selecionado para o estudo, além de promover descobertas inovadoras.

Considerando o aspecto descritivo desta pesquisa, Gil (2010b, p. 28) afirma que esta natureza “tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada

população ou fenômeno e o estabelecimento de relações entre as variáveis”. Por fim, segundo Gil (2008), as pesquisas descritivas, quando realizadas em conjunto com as exploratórias, normalmente evidenciam o comportamento de pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática.

Além disso, esta pesquisa se caracteriza como bibliográfica e documental. Para Marconi e Lakatos (2003, p. 182), “pesquisa bibliográfica abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto”. A investigação bibliográfica acerca dos conceitos e práticas de Transferências de Tecnologias, estratégias e tipologias de Redes e os conceitos e aplicabilidades da Biotecnologia na ciência. Essa etapa do estudo é necessária para contextualizar os objetivos específicos teóricos desta pesquisa, a qual também tem caráter documental, utilizando técnicas de mineração de dados a partir de fontes escritas, secundárias, contemporâneas e/ou retrospectiva (MARCONI; LAKATOS, 2003), formando um conhecimento analítico a fim de alcançar os objetivos deste trabalho (LOPES, 2006).

### 3.2 TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

A etapa de coleta de dados desta pesquisa consistiu em três fases de levantamentos.

#### **3.2.1 Realização de buscas por dados disponibilizados pelas coordenações dos pontos focais do Programa**

Esta fase consistiu na busca de informações no *site* oficial da RENORBIO, além do envio de ofícios e *e-mails* destinados aos coordenadores, a fim de obter estatísticas referentes aos levantamentos internos de número de artigos, número de patentes e criação de *spin-offs* no Programa. Para a execução desta etapa foi indispensável a disponibilidade de informações pela coordenação geral da RENORBIO, que contribuiu com a divulgação dos nomes das empresas e dos discentes vinculados a cada uma delas.

A partir daí, foi realizada uma busca *online* nos *sites* das empresas identificadas para verificação de informações, como: se os discentes ou egressos RENORBIO atuam em cargos de liderança ou na sociedade dessas empresas; o ano de criação das empresas; a área de atuação e o tipo de serviço ou produto fornecido por elas.

### **3.2.2. Obtenção de dados referentes aos trabalhos científicos publicados pelos pesquisadores que possuem vínculo acadêmico com o Programa**

Nesta etapa foi utilizada a base de dados da Plataforma Sucupira – CAPES para levantamento dos fatores de impacto das produções bibliográficas vinculadas ao Programa, no período de 2013 até 2017.

A Plataforma Sucupira foi essencial para a busca de dados referentes à publicação de artigos científicos, a partir dos quais foram gerados relatórios das produções intelectuais, por meio da utilização dos campos a seguir, como estratégia de pesquisa:

- a) ANO: foram definidas para coleta de dados informações referentes aos anos de 2013 a 2017;
- b) ESTRATO DA PRODUÇÃO: foi selecionada a opção “todos”, que engloba os estratos A (A1 e A2), B (B1-B5) e C.
- c) DENTRO DO CAMPO PRODUÇÃO: “Bibliográfica”

Vale ressaltar que a escolha dos anos para a coleta de informações bibliográficas deve-se a disponibilidade de dados completos dessas produções na Plataforma Sucupira compreender apenas o período de 2013 a 2017.

### **3.2.3. Obtenção de dados referentes às tecnologias protegidas pela RENORBIO (patentes)**

Esta fase refere-se à busca por catalogar o número de patentes do programa no período de 2010 a 2018, onde 2010 foi o primeiro ano em que localizou-se registro de patentes pela RENORBIO na Plataforma Sucupira – CAPES; a identificação de seus inventores e as áreas de concentração as quais estão vinculados na rede, por meio do relatório disponível no *site* oficial da RENORBIO, que contém informações básicas, como: o número do registro das patentes, o título das patentes, o autor principal e o ano de depósito destas no INPI.

Ainda nesta etapa, foi realizada a identificação dos atores que atuavam como inventores das patentes analisadas, por meio da busca de seus currículos na Plataforma Lattes, a fim de verificar o tipo de vínculo com a RENORBIO. Nesse caso, esses atores foram identificados em duas classificações: 1) Docentes e 2) Discentes. Essas classificações foram utilizadas para a análise de caracterização das patentes no Programa, sendo esta dividida em duas categorias: 1) Análise de caracterização da autoria principal das patentes; 2) Análise de áreas de concentração temática das patentes.

Vale ressaltar que os dados extraídos das diversas bases ficaram armazenados em planilhas eletrônicas no programa Microsoft Excel, às quais foram aplicados filtros padronizados para cada busca, a fim de viabilizar a fase posterior de análise de dados.

### 3.3 CAMPO DA PESQUISA

Segundo Machado (2012), a RENORBIO refere-se a uma rede biotecnológica composta por professores, pesquisadores e empreendedores que atuam em universidades, laboratórios, centros de pesquisa e empresas com a finalidade de impulsionar o desenvolvimento de atividades de ensino, extensão e, principalmente, pesquisas que produzam potenciais inovações tecnológicas de mercado.

A escolha deste campo de pesquisa deve-se à sua importante representatividade acadêmica de produções científicas e tecnológicas, demonstrada pelo seu conceito de avaliação 5 registrado na CAPES (BRASIL, 2019), além do seu pioneirismo de formação em redes de biotecnologias regionais (MONTEIRO, 2013), o que representa a sua atuação em destaque no cenário das redes de Biotecnologia do país.

Deve-se enfatizar que, para a realização dos estudos de campo, foram levantadas informações prévias a respeito dos pontos focais vinculados à rede. Portanto, o estudo de campo identificou as instituições, os grupos de pesquisas e os atores dominantes no processo de produção bibliográfica e tecnológica, além de expor a rede de relações entre os atores e grupos inseridos na RENORBIO e analisar a conjuntura estrutural da rede, por meio da identificação de seus atributos, propriedades e tipologia.

### 3.4 SUJEITOS DA PESQUISA

Nesta pesquisa, foram realizadas buscas de dados referentes às produções científicas de caráter bibliográfico e tecnológico da RENORBIO, incluindo artigos publicados e patentes nos doze pontos focais da rede, sendo estes demonstrados no quadro seguinte (quadro 8).

**Quadro 8 – Identificação dos Sujeitos**

<b>PONTOS FOCAIS</b>			
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	Universidade Federal do Maranhão (UFMA)	Universidade Federal do Piauí (UFPI)	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)	Universidade Federal do Ceará (UFC)	Universidade de Tiradentes (UNIT)	Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Fonte: Elaborado pela autora

### 3.5 TÉCNICAS DE ANÁLISE E SATURAÇÃO DOS DADOS

A análise dos dados coletados foi do tipo descritiva. Segundo Gomes (2002), para a compreensão do contexto em que os dados coletados estão inseridos, é necessária a descrição e a interpretação destes, que devem discutir o questionamento e os objetivos norteadores do estudo em questão com as temáticas e informações advindas do campo de pesquisa. Nesta etapa, foi possível traçar o perfil acadêmico e científico da rede, oriundo do tratamento e da análise de dados referentes à produção bibliográfica e tecnológica do Programa. Além disso, por meio das informações analisadas sobre patentes e artigos gerados nos pontos focais da rede e da compreensão teórico-científica advinda do referencial teórico utilizado como base para o desenvolvimento deste estudo, foi exequível analisar o potencial de transferência de tecnologia da rede e a sua relação com os objetivos traçados durante a construção da RENORBIO. Esta fase da pesquisa utilizou como estratégia de tratamento de dados a estatística simples, com a elaboração de gráficos e tabelas de frequência provenientes dos números de artigos, patentes, *spin-offs* e suas respectivas estatísticas de caracterização.

A respeito da Análise de Redes Sociais (ARS), Otte e Rousseau (2002) conceituam a ARS como uma importante estratégia de pesquisa das estruturas sociais, em que as relações entre os atores inseridos nessas estruturas são estudadas com base em seus fluxos e interações. A partir do exposto, esse tipo de análise consistiu em avaliar diversos aspectos, delimitados por Alcará *et. al.* (2006) em cinco fases:

- 1) **Identificação da População:** deve-se analisar uma população, em vez de uma amostra (ALCARÁ *et. al.* 2006). Nesse caso, a pesquisa analisará a população da rede de pesquisadores, docentes e discentes do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO.
- 2) **Coleta de Dados:** podem ser utilizados como bases de coleta questionários, entrevistas, técnicas etnográficas ou levantamentos de dados e informações em arquivos documentais (ALCARÁ *et. al.* 2006). A pesquisa utilizou esta última opção para a coleta de dados.
- 3) **Configuração da Rede:** diante da necessidade de análise das ligações e elos dos atores na rede, através da delimitação de indicadores e medidas, faz-se necessária a utilização de um *software* validado que viabilize essa fase do tratamento e da análise dos dados (ALCARÁ *et. al.* 2006). Este estudo utilizou o *software* UCINET (versão 6.2) para análise das relações entre os atores e as áreas de concentração de pesquisas da RENORBIO, com o objetivo de identificar e descrever as propriedades características da rede no que concerne à sua densidade, centralidade, centralização, intermediação e proximidade.
- 4) **Análise da Rede:** é preciso realizar o reconhecimento da rede, por meio da análise de suas ligações, formando uma percepção sobre os atores envolvidos em um determinado contexto (ALCARÁ *et. al.* 2006). Nessa fase da pesquisa foi executada uma análise detalhada das ligações e dos elos entre os atores da rede RENORBIO, formadas a partir do processamento de dados oriundos das patentes analisadas pelo *software* UCINET (versão 6.2).
- 5) **Acompanhamento e Avaliação:** indicada, especialmente, para análise de redes informais presentes nos ambientes formais das organizações (ALCARÁ *et. al.* 2006). Nesta pesquisa, essa etapa metodológica foi excluída do estudo, por não se tornar necessária para o alcance dos objetivos gerais e específicos traçados.

Vale ressaltar que as quatro fases destacadas, consideradas como essenciais para a obtenção dos resultados e discussões desta pesquisa foram realizadas com o auxílio de bases

conceituais relevantes e da utilização do *software* UCINET (versão 6.2.) como ferramenta de obtenção desses resultados, considerando a sua importante utilização na estratégia de Análise de Redes Sociais.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA RENORBIO

A Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO desde sua criação em 2004 até o ano de 2018 apresenta os seguintes números: 226 professores permanentes e colaboradores, 143 laboratórios cadastrados, 635 alunos ativos matriculados, 869 teses defendidas, 8.471 artigos em periódicos, 831 patentes submetidas e 15 empresas fundadas por egressos do RENORBIO ou que possuem egressos em suas sociedades.

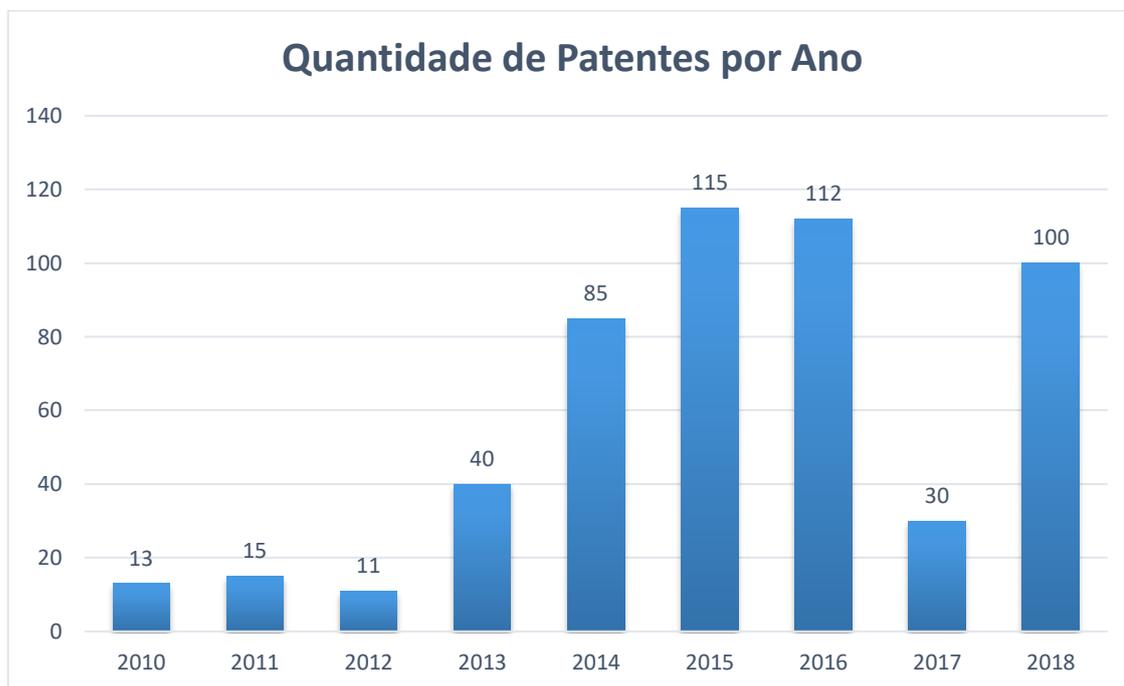
A respeito dos indicativos de *spin-offs* acadêmicas advindas da RENORBIO, sabe-se que elas não representam o número total de empresas divulgado acima, já que, algumas haviam sido fundadas fora do ambiente acadêmico e antes da criação da RENORBIO, o que não corresponde ao conceito de *spin-offs acadêmicas*, na visão de Chaym; Benayon; De Melo; Moreira (2018) e Renault (2010), que são representadas por empresas nascidas a partir do ambiente acadêmico.

Diante do exposto, de acordo com dados documentais do Programa, 10 é o número do *spin-offs* acadêmicas oriundas da Rede, onde 7 empresas atuam no desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos, majoritariamente nas áreas da biotecnologia em agropecuária e biotecnologia em saúde. Além dessas, 3 *spin-offs* atuam nas seguintes áreas: consultoria e assessoria de propriedade intelectual e consultoria em legislação ambiental e biotecnológica. Neste caso, a criação de *spin-offs acadêmicas* pelo Programa, no período analisado é insignificante, considerando o número de teses defendidas, já que somente 1,15% das teses resultou em *spin-offs acadêmicas*.

Sobre as tecnologias produzidas, representadas pelos depósitos de patentes no INPI, das 831 patentes oriundas de pesquisas desenvolvidas no âmbito da RENORBIO e registradas na Plataforma Sucupira, só foi possível identificar informações de 521 patentes, por meio dos números de registros e títulos disponíveis no site da RENORBIO. Com base neste número tem-se as patentes depositadas por ano entre o período de 2010 e 2018 (Figura 2), em que se verifica um crescimento significativo, a partir de 2013, na produção de patentes, demonstrando o progresso científico e tecnológico do Programa, e validando a importância das estatísticas de patentes para a TT, já que elas promovem um amplo conhecimento sobre as atividades de inovação, por meio do fornecimento de informações técnicas, legais e comerciais (PIMENTA, 2017; ARAÚJO, 1984; FRANÇA, 2014). O cenário exposto pelo número de artigos publicados e o número de patentes depositadas demonstra o processo de consolidação em que a

RENORBIO se encontra, desenvolvendo a cada ano um número maior de pesquisas científicas passíveis de gerar várias formas de Transferência de Tecnologia para a Rede.

**Figura 2 – Evolução anual dos depósitos de patentes geradas no âmbito da RENORBIO**



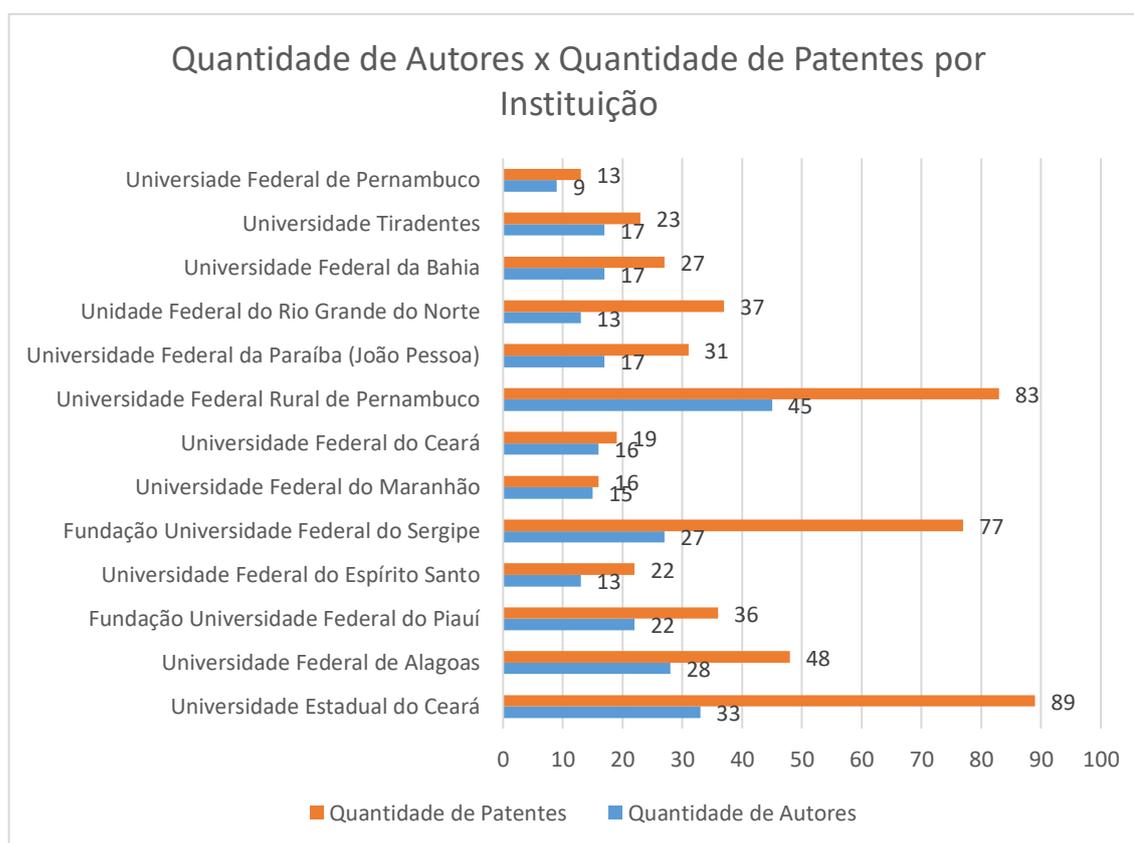
Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis no site oficial do RENORBIO, 2019.

Em contrapartida a esse crescimento, observa-se ainda que entre no ano de 2017 houve uma queda expressiva na produção de patentes no Programa. Essa situação pode estar relacionada a fatores externos e internos à Rede, entre eles, pode-se destacar a crise política e financeira do país, como fator externo, que inviabilizou a liberação de expressivos recursos financeiros para a fomentação da pesquisa científica. Por outro lado, o elevado número de doutores, já formados pelo Programa, indica uma discussão a respeito da possível saturação de determinadas temáticas científicas, que poderiam ser abordadas em estudos futuros sobre a Rede. Todavia, é notório o retorno do crescimento de produções tecnológicas no ano de 2018, fato este, que demonstra a constante busca por inovação em pesquisas desenvolvidas na rede.

A Universidade Estadual do Ceará-UECE, Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE e a Universidade Federal de Sergipe-UFSE são os pontos focais que apresentam os maiores índices de depósito de patentes pela rede. Quando se analisa a relação entre o nº de patentes depositadas por cada instituição e nº de autores inventores principais dessas patentes percebe-se que a UFRPE apresenta a menor concentração de nº de patentes intitulada pelos mesmos inventores, seguida de forma simultânea pela UECE e UFSE (Figura

3). A relação entre o nº de patentes registradas por ponto focal e nº de pesquisadores, que atuam como inventores das patentes em cada Universidade (UFRPE, UECE e UFSE) foram respectivamente de 1,8; 2,6 e 2,8, demonstrando, portanto, que a maior concentração é na UFSE que apresenta o maior número de patentes depositadas por pesquisador. Considerando todos os pontos focais da rede, a Universidade Federal do Maranhão - UFMA se destaca com o menor índice de nº de patentes intitulada pelos mesmos inventores, seguida pelas Universidade Federal do Ceará - UFC e Universidade de Tiradentes- UNIT.

**Figura 3 – Distribuição de pesquisadores e número de depósito de patentes por instituição**



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis no site oficial RENORBIO, 2019.

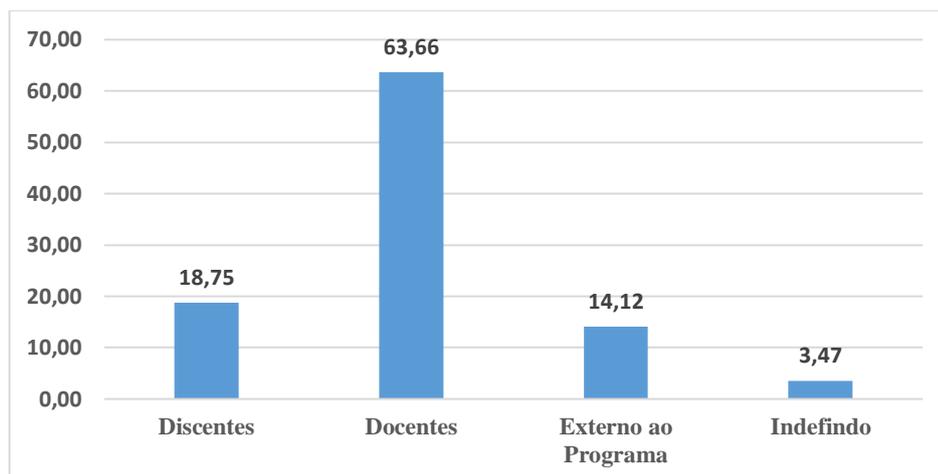
De acordo com o panorama geral na relação entre o número de inventores principais e o número de patentes depositadas pode-se observar uma estatística aproximada de 2 patentes para um mesmo autor, atuando como inventor principal. Tal análise permite perceber uma boa distribuição de produção de patentes na Rede, caracterizada pela baixa concentração de tecnologias produzidas pelos mesmos atores, considerando o amplo número total de 521 patentes analisadas e 272 inventores principais.

Esses valores podem demonstrar também que a Rede incorpora de forma eficiente os professores/pesquisadores, vinculados a seus pontos focais, desenvolvendo um número expressivo de pesquisas em parcerias, e como consequência produz tecnologias patenteáveis no nome de diversos pesquisadores atuantes na rede.

A respeito da titularidade principal das invenções depositadas pela Rede (Figura 4) é importante destacar a expressiva participação de docentes do RENORBIO atuando como autores principais das patentes, correspondendo a 63,7% do total de 521 patentes depositadas, enquanto que os discentes apresentam apenas 18,75% do total, percebendo-se que a atuação deles, nesta configuração, ainda apresenta pouca relevância quando comparada com os docentes do Programa.

No entanto, é importante ressaltar que um dos requisitos da Rede para obtenção do título de doutor é a produção de artigos e/ou patentes, onde o aluno de doutorado tem duas opções: 1) desenvolver uma pesquisa que resulte em um registro de patente de novas tecnologias, 2) submeter dois artigos em periódicos de alto impacto. Esperava-se, com isso, uma maior expressividade no nº de discentes atuando como inventores principais de patentes que sejam frutos de suas pesquisas durante o desenvolvimento das teses de doutorado, embora esse depósito nem sempre signifique que a patente será aceita. Sendo assim, os discentes de doutorado poderiam atuar com maior impacto no desempenho da rede em termo de geração de novas tecnologias para os estados sediados pelos pontos focais em estudo, uma vez que, um dos principais objetivos da RENORBIO é formar recursos humanos para que estes transformem o conhecimento em tecnologia e que melhore a produtividade da região nesse campo do conhecimento (SOLAR; QUINTELLA, 2011).

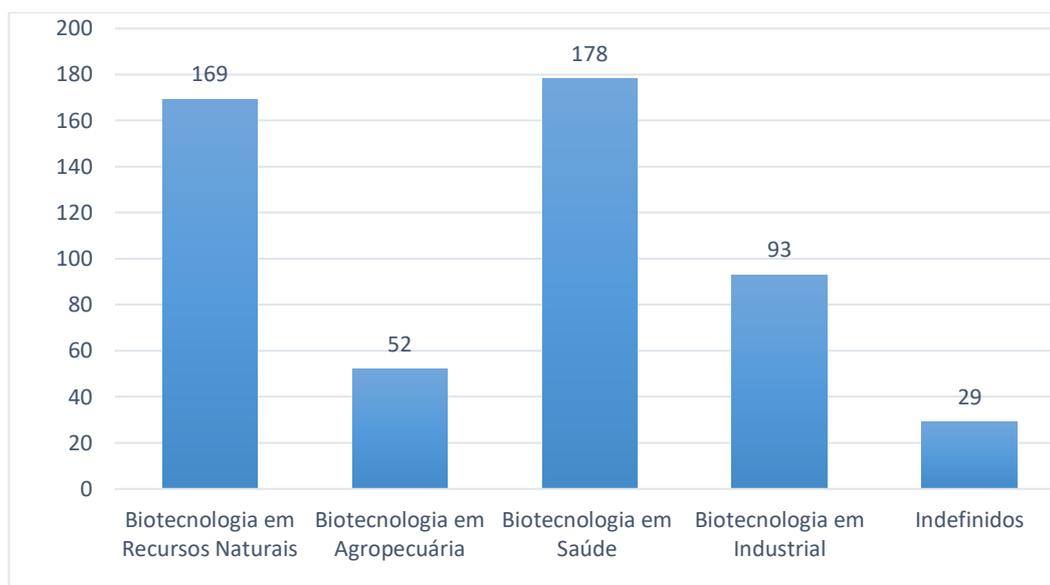
Por outro lado, a atuação dos pesquisadores vinculados à rede é representada pelas publicações de artigos e patentes, onde a autoria principal destes não pode determinar isoladamente o perfil de interação entre os atores da rede (docentes e discentes). No entanto, os números expressos nesta análise revelam que o Programa demanda uma maior atuação pioneira de discentes no desenvolvimento de tecnologias patenteadas.

**Figura 4 – Titularidade das invenções do RENORBIO, em percentual**

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis na plataforma lattes, 2019.

No que concerne a relação dos números de depósitos de patentes oriundas de pesquisas nas áreas de concentração determinados pelo RENORBIO, percebe-se que estas estão divididas em: biotecnologia em saúde, biotecnologia em agropecuária, biotecnologia em recursos naturais e biotecnologia industrial (RENORBIO, 2019). Nesse aspecto, deve-se observar, na Figura 5, que as áreas de concentrações biotecnologia em saúde e biotecnologia em recursos naturais apresentam respectivamente 34,16% e 32,43% do total de 521 patentes analisadas. Tal fato pode estar relacionado a algumas hipóteses, que devem ser estudadas mais profundamente em próximas pesquisas, como: o maior número de docentes do Programa serem oriundos das áreas em destaque, devido às suas formações bases e suas linhas de pesquisas pertencerem as referidas temáticas; e o maior índice de projetos financiados pelas agências de fomentos estarem ligados à laboratórios e pesquisadores da Rede que atuam nessas respectivas áreas.

**Figura 5 – Distribuição de depósito de patentes por áreas de concentrações do RENORBIO**



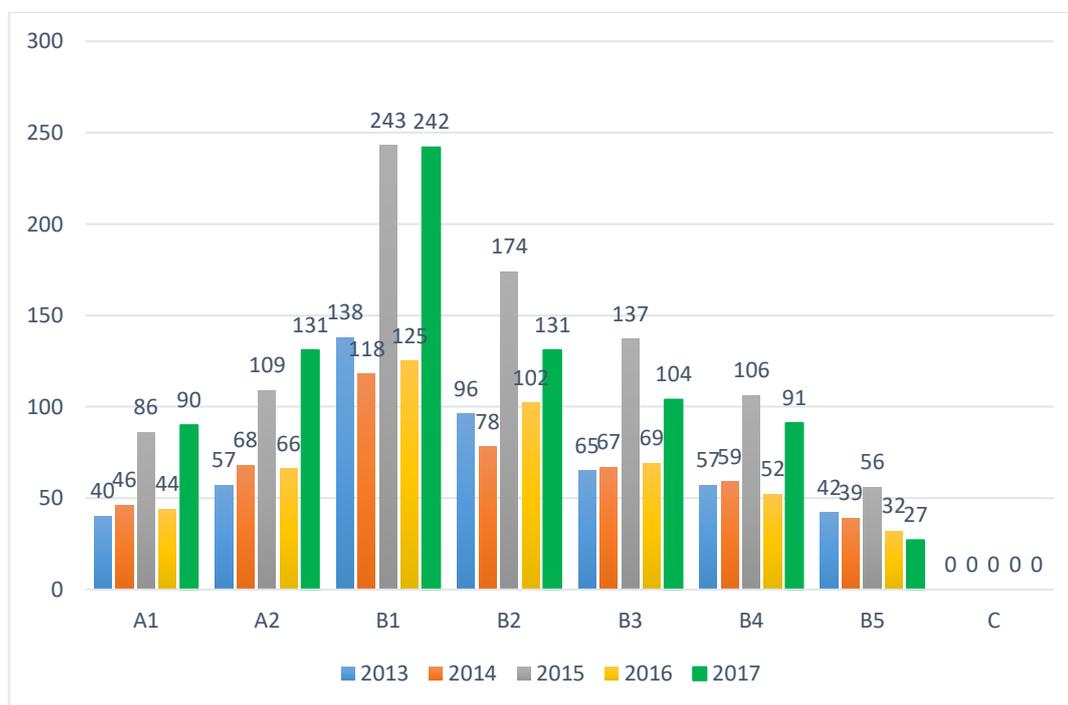
Fonte: Elaborado pelo autor, com base em dados do site RENORBIO e Plataforma Lattes, 2019.

A respeito da transferência de conhecimento mediante as publicações em periódicos oriundas das pesquisas realizadas na rede RENORBIO, verificou-se um total de 8.471 artigos publicados em periódicos, até o ano de 2018, porém só foi possível a análise dos impactos de periódicos publicados entre os anos de 2013 e 2017, com dados disponíveis na Plataforma Sucupira – CAPES, totalizando 3.187 artigos, conforme mostra a figura 6. No ano de 2013, pode-se observar que os artigos de todos os estratos publicados somaram 495, com destaque para os periódicos de estratos A (97 artigos), estrato B1(138 artigos) e estrato B2 (96 artigos), sendo que os dois primeiros estratos são considerados de grande relevância pela CAPES. Esses números revelam o excelente desempenho do Programa no ano de 2013, relacionado ao ineditismo das pesquisas na área, já que no ano citado o RENORBIO estava formando a 2ª turma de doutores egressos do Programa.

Nos anos subsequentes observa-se uma oscilação entre a queda e o crescimento significativo nas publicações de alto impacto do Programa, principalmente nos estratos A1, A2 e B1. Esta oscilação pode ser percebida por meio dos seguintes dados: em 2014, os estratos A1, A2 e B1 somaram 232 artigos; em 2015, a Rede apresentou o seu segundo melhor desempenho em publicações acadêmicas, fato este, percebido através do crescimento expressivo nas publicações, quando comparadas aos demais anos, neste ano somou-se 438 artigos de impacto relevantes (A1, A2 e B1). Em 2016 e 2017 o Programa oscilou entre uma queda significativa e um novo crescimento de seu desempenho acadêmico, em 2016 somou-se apenas 235 artigos

(A1, A2 e B1) e em 2017 foi registrado o número total de 463 artigos publicados nesses estratos, como exposto na figura 6.

**Figura 6 – Análise de Artigos Publicados em Periódicos – RENORBIO (2013 A 2017)**



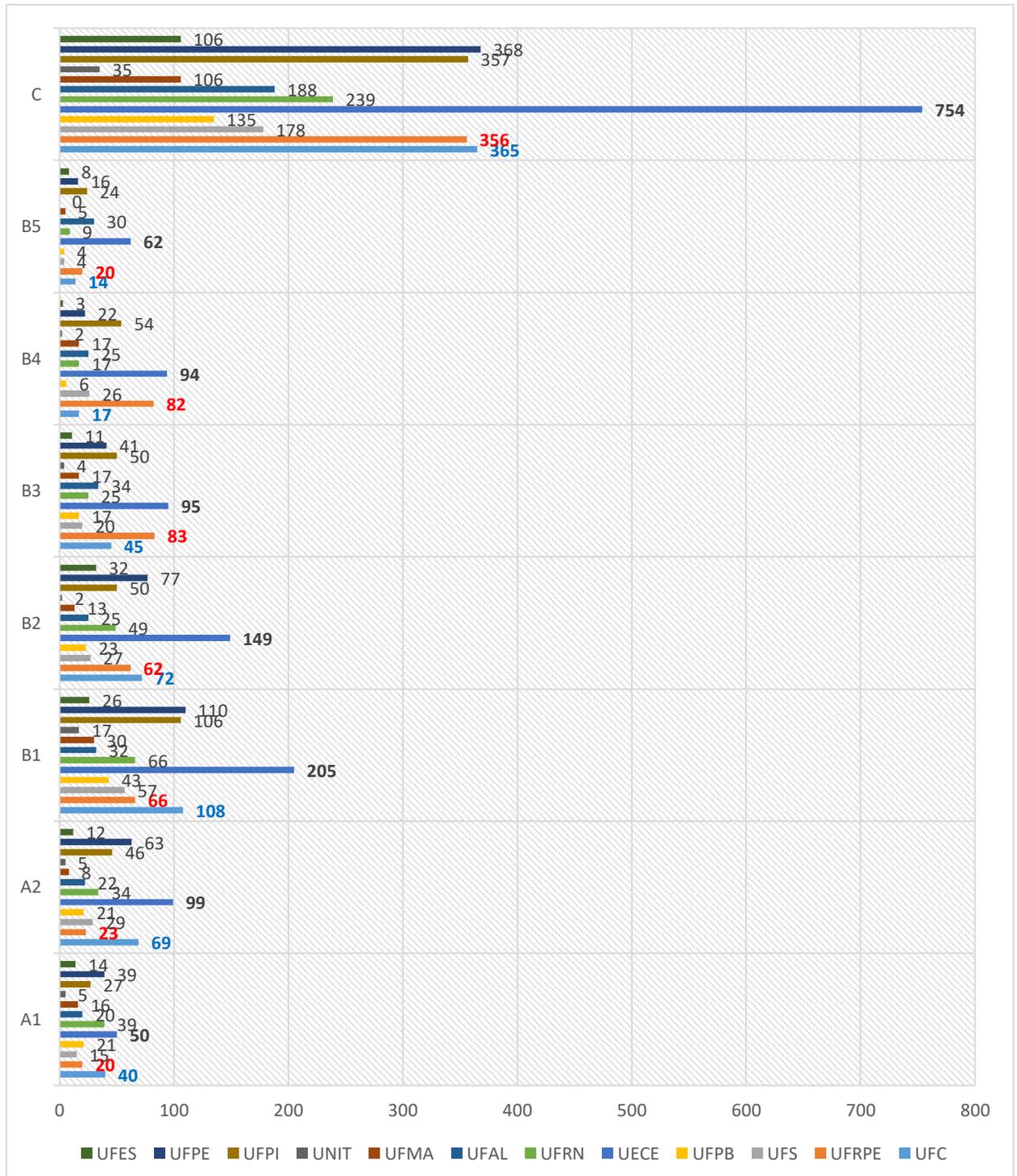
Fonte: Elaborado pelo autor, com base em dados disponibilizados pela Plataforma Sucupira CAPES, 2019.

Já quando se analisa o desempenho dos pontos focais do RENORBIO referente a transferência de conhecimento mediante as publicações em periódicos percebe-se desempenho superior expressivo da UECE em relação aos demais pontos focais, demonstrado pelo total de 754 artigos publicados em periódicos entre os anos de 2013 e 2017 (Figura 7). Esse fato pode estar associado ao pioneirismo desta instituição na implantação da rede RENORBIO, já que atuou como coordenação geral desde a sua criação até o ano de 2012, sediando os maiores números de discentes, docentes e laboratórios de pesquisas associados. Além disso, é notória a importante contribuição dos pontos focais UFPE e UFC na produção de conhecimentos bibliográficos oriundos de pesquisas desenvolvidas na Rede.

Esse cenário demonstra que o perfil de transferências de tecnologias é fortemente focado na transferência de conhecimento, representados pelos contratos informais, advindos das publicações de artigos produzidos pelos atores de cada ponto focal da Rede com maior desempenho da UECE e da UFRPE por apresentar números mais expressivos nesta forma de de TT, quando comparadas com os demais pontos focais da Rede. Tal fato expõe que a prevalência da tipologia de transferências de tecnologias produzidas pelos atores associados a

essas instituições na Rede acompanha a tendência dos estudos de (POVOA; RAPINI, 2010; PERKMAN; WALSH, 2007; UPSTILL; SYMINGTON, 2002; LANDRY et. al.,2010; DEBACKERE; VEUGELERS, 2005), que apontam os contratos informais como a forma de TT mais presente nas universidades brasileiras.

**Figura 7 – Análise de Artigos Publicados por Pontos Focais – RENORBIO (2013-2017)**



Fonte: Elaborado pelo autor, com base em dados disponibilizados pela Plataforma Sucupira CAPES, 2019.

No entanto, a análise de dados referente a produção bibliográfica e a produção de patentes da rede revela traços semelhantes em todos os pontos focais, onde a produção de artigos é em maior número registrada quando comparada ao nº de patentes, o que concorda com a afirmação de Póvoa e Rapini (2010) a respeito da publicação bibliográfica ser uma das formas de TT mais utilizadas por brasileiros.

#### 4.2. ANÁLISE DE REDES SOCIAIS: UM ESTUDO DAS RELAÇÕES ENTRE OS ATORES DA REDE RENORBIO, ATRAVÉS DA PRODUÇÃO DE PATENTES.

A respeito da análise das interações entre os atores da rede, tendo como base a teoria de Análise de Redes Sociais que estuda a interação entre os atores sociais de uma rede (FREEMAN, 2004), esta pesquisa utilizou como objeto de estudo os depósitos de patentes registrados até o ano de 2018. Nessa fase da pesquisa foi possível extrair dados suficientes para análise de 358 patentes, visto que, para o estudo das relações entre os atores da rede se fez necessário obter as seguintes informações de cada patente depositada:

1. Título da patente
2. Instituição de Depósito da patente
3. Inventor principal
4. Demais inventores
5. Instituição de vínculos dos inventores
6. Tipo de vínculo dos inventores da patente na rede (docente/ discente/ externo)

De acordo com Aguiar (2007) e Abdel-Ghany (2008), para a concretização de uma análise precisa das relações sociais de uma rede é necessário o uso de análises matemáticas e visuais. Corroborando com esta afirmação, neste estudo, foram realizadas as análises de conexões e ligações entre os atores da rede RENORBIO, por meio das produções tecnológicas (patentes) de cada ponto focal, tendo como foco a identificação de atores internos e externos ao ponto focal, a interação entre os pontos focais da rede e a predominância do tipo de vínculo dos inventores das patentes.

A partir do exposto, pôde-se caracterizar os índices de densidade, grau de centralidade, índice de centralização, grau de intermediação e grau de proximidade de cada ponto focal, classificados por Alejandro e Norman (2005) como os principais índices de caracterização de uma rede social. Desse modo, esta análise traz atributos particulares de cada

ponto focal da rede RENORBIO e, por fim, um panorama geral oriundo do estudo das relações entre os atores associados a rede.

#### 4.2.1 Análise das relações entre os atores de cada ponto focal da Rede

##### 4.2.1.1 UFPE

A Universidade Federal de Pernambuco apresentou relações entre 5 atores internos à rede, fruto do desenvolvimento de pesquisas em parcerias que resultaram no depósito total de 6 patentes consideradas para essa análise. Vale ressaltar que o baixo número de atores e relações se devem as poucas patentes que exibiram dados suficientes para análise.

Sendo assim, o ponto focal UFPE apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO, expostos na tabela 1 abaixo:

**Tabela 1 – Índices de análises – ponto focal UFPE**

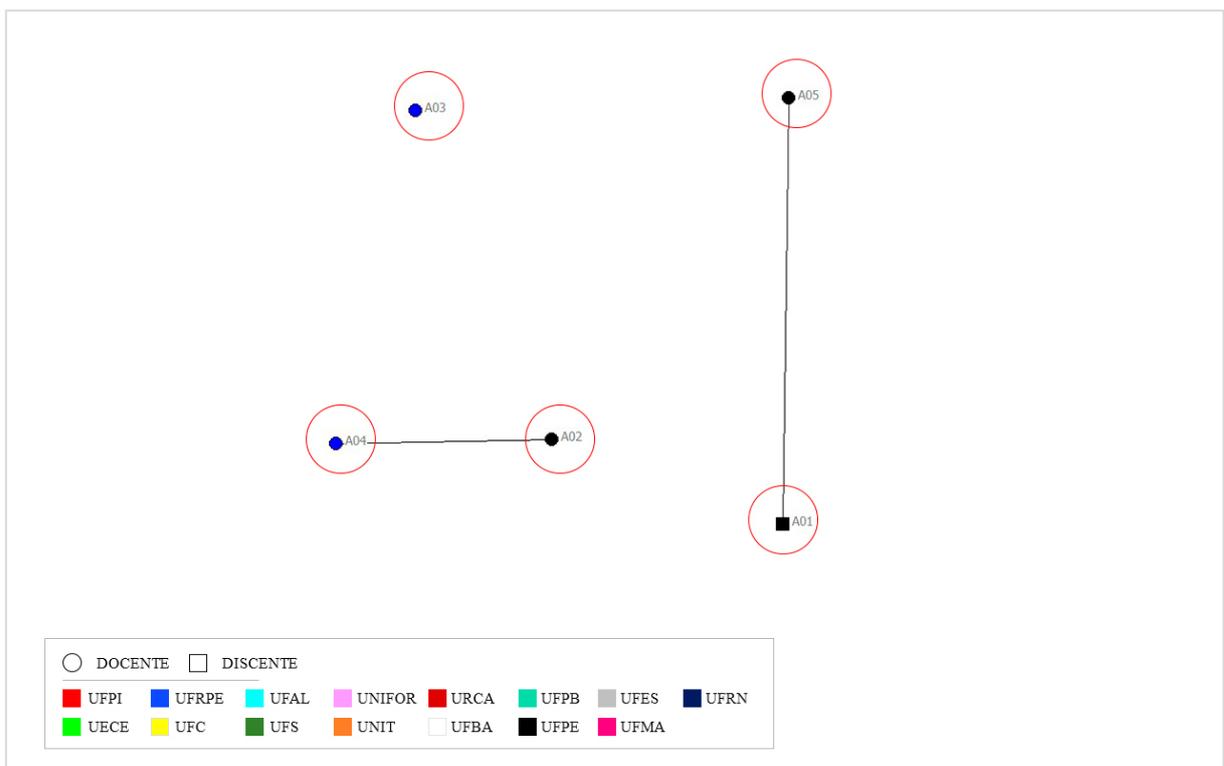
<b>Densidade</b>	20%
<b>Grau de Centralidade</b>	A01 – 25 A02 – 25 A03 – 0 A04 – 25 A05 – 25
<b>Índice de Centralização (outdegree)</b>	6,250%
<b>Grau de Intermediação</b>	0%
<b>Grau de Proximidade</b>	A01 – 25 A02 – 25 A03 – 0 A04 – 25 A05 – 25

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

De acordo com a tabela 1 e figura 8, a composição interna da RENORBIO, ponto focal UFPE, demonstra que esta instituição apresenta um nível de densidade de 20%, tendo em vista a presença de relações entre os atores, já que segundo Zhang (2010) este índice de análise evidencia o nível de interação entre os atores da rede. Sobre o grau de centralidade e o grau de proximidade, percebe-se um cenário bem atípico entre os pontos focais estudados, evidenciado pela manutenção dos mesmos índices entre os atores A01, A02, A04 e A05, docentes do ponto focal UFPE, o que representa um mesmo nível de importância de tais atores para as relações de pesquisa do ponto focal, considerando a quantidade de vínculos visualizadas em um nó (BONACICH, 1987; OTTE E ROUSSEAU, 2002) e a eficiência desses atores nessas interações (ZHANG, 2010).

A respeito do grau de intermediação percebeu-se que nenhum ator analisado se posicionou como intermediador na relação entre os atores desta rede, não apresentando nenhum mantenedor de interações entre os mesmos (ZHANG, 2010). Deve-se destacar que esse fato pode estar relacionado ao baixo número de atores analisados a partir da produção de patentes depositadas por esse ponto focal da RENORBIO.

**Figura 8 – Análise dos nós – UFPE**



Fonte: Dados da Pesquisa.

No entanto, apesar das poucas relações estudadas foi possível visualizar a existência de integralização dos atores deste ponto focal com os demais pontos focais da rede, visto que, identificou-se o desenvolvimento de pesquisas que resultaram em patentes depositadas em parceria com dois outros atores vinculados ao ponto focal da UFRPE.

#### 4.2.1.2 UFES

A Universidade Federal do Espírito Santo exibiu relações entre 15 atores internos à rede, configurando a formação de 15 nós, de acordo com a afirmação de Alejandro e Norman (2005) sobre o número de interações entre os atores ser equivalente ao número de nós da rede. Esses nós foram estudados usando-se a análise de 15 patentes. Após as análises das relações entre esses atores, o ponto focal UFES apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO (Tabela 2):

**Tabela 2 – Índices de análises – ponto focal UFES**

<b>Densidade</b>	21,0%
<b>Grau de Centralidade</b>	A09 – 57,143 A13 – 0,000
<b>Índice de Centralização (outdegree)</b>	38,776%
<b>Grau de Intermediação</b>	A09 – 23,352
<b>Grau de Proximidade</b>	A09 – 14,286

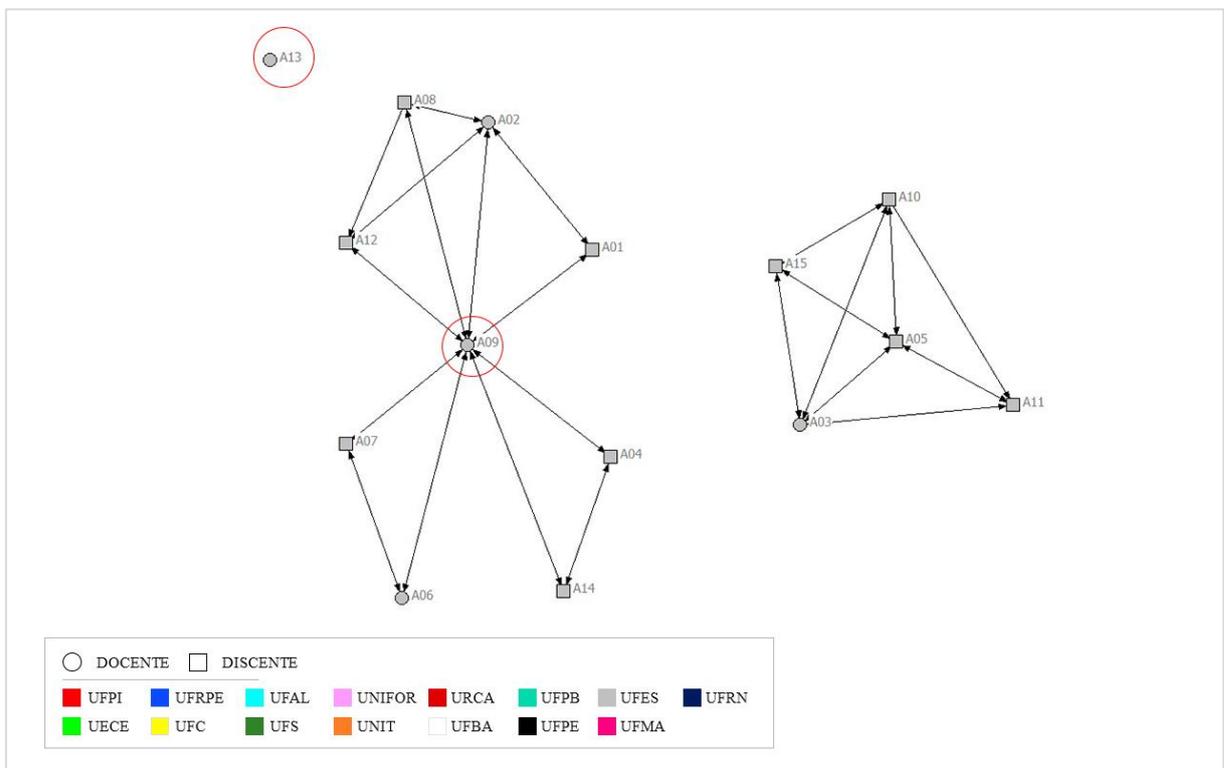
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A configuração da relação entre seus atores do ponto focal UFES, demonstra que esta instituição apresenta um baixo nível de densidade de 20%, ou seja, uma baixa representatividade de ligações entre os atores, que segundo Wasseman e Faust (1994) e Alejandro e Norman (2005) é evidenciado pela distância da porcentagem de 100% que evidencia o nível máximo de relações. A respeito dos demais índices de análises, é importante destacar a atuação do ator A09, docente do ponto focal UFES, por estes apresentar os maiores graus de centralidade, de intermediação e de proximidade sob os demais atores, o que evidencia a sua importância para um bom fluxo de relações (MACHADO, 2012; ZHANG, 2010), e como

consequência impacta de forma positiva na manutenção das relações de pesquisa deste ponto focal. Em contrapartida, o ator A13, docente do ponto focal, não apresentou nenhum grau de centralidade, ou seja, não evidenciou nenhuma conexão entre os demais atores da UFMA, contudo, não exibiu vínculo com os demais nós desta rede (BONACICH, 1987; OTTE E ROUSSEAU, 2002).

Na análise do índice de centralização foi identificado que 38,776% dos atores estudados representavam um papel central entre as relações de pesquisa neste ponto focal, o que indica um bom índice na concretização de parcerias científicas entre os atores deste ponto focal que resultam em depósitos de patentes, uma vez que, a UFES exibiu um número considerável de atores centrais (MACHADO, 2012), conforme pode ser visto na tabela 2 e figura 9.

**Figura 9 – Análise dos nós – UFES**



Fonte: Dados da Pesquisa.

Em relação a integralização dos atores deste ponto focal com os demais atores da rede, percebe-se um cenário de exclusão total de relações científicas que contemplem o depósito de patentes em parceria com os atores vinculados a outros pontos focais da rede RENORBIO. Este fato demonstra a grande necessidade de investimento em relações de pesquisas que promovam a integração dos atores vinculados a RENORBIO -UFES com os demais atores da

rede, em geral, o que pode fortalecer os vínculos de pesquisa e promover o desenvolvimento de mais tecnologias patenteáveis.

#### 4.2.1.3 UNIT

A Universidade de Tiradentes apresentou relações entre 10 atores internos à rede, fruto do desenvolvimento de pesquisas em parcerias que resultaram no depósito total de 13 patentes consideradas para essa análise. A partir disso, vale destacar que foram identificados 69 inventores externos à rede que atuavam em parceria no desenvolvimento de pesquisas e depósito de patentes, porém estes não foram considerados para a análise, por não apresentarem vínculo com a RENORBIO.

Neste ensejo, após o estudo das relações entre os atores foi possível gerar matrizes para a realização das análises matemáticas e visuais, por meio do uso do software UCINET. Sendo assim, o ponto focal UNIT apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO, expostos na tabela 3 abaixo:

**Tabela 3 – Índices de análises – ponto focal UNIT**

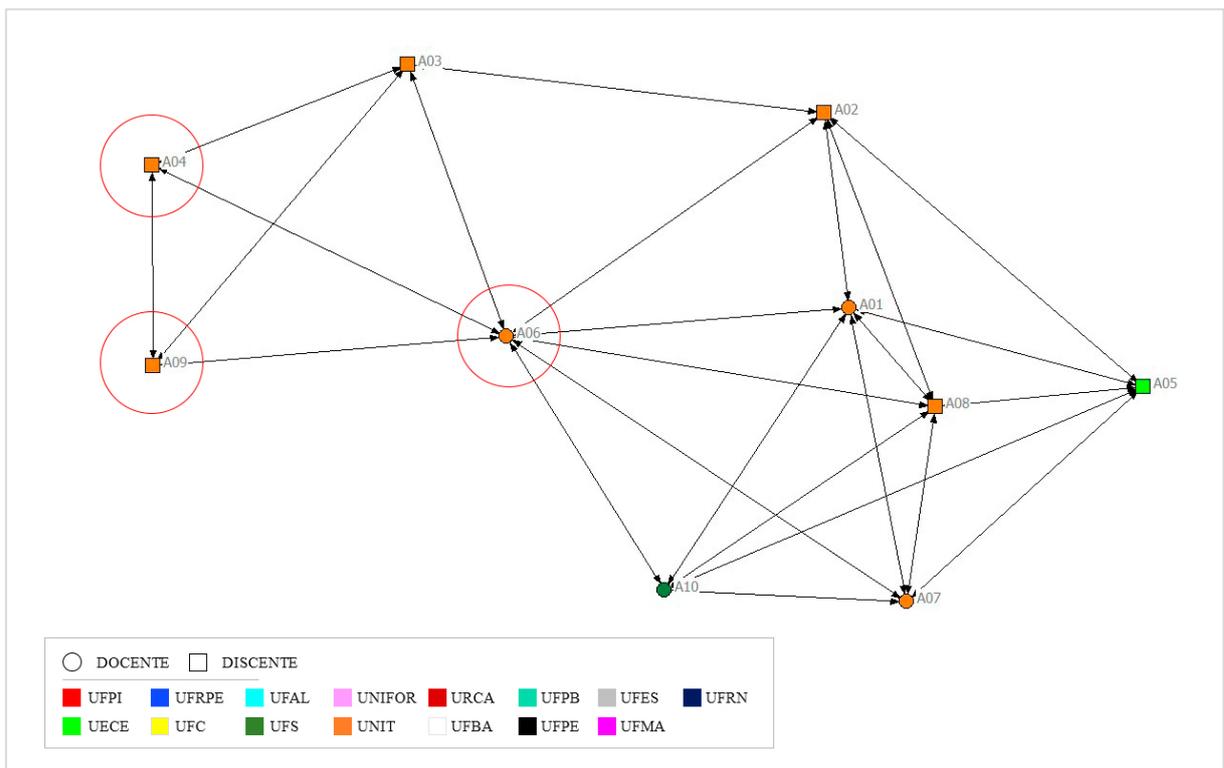
<b>Densidade</b>	55,6%
<b>Grau de Centralidade</b>	A6 – 88.889 A9 – 33.333 A4 – 33.333
<b>Índice de Centralização</b>	37,037%
<b>Grau de Intermediação</b>	A6 – 39.352 A9 – 0.000 A4 – 0.000
<b>Grau de Proximidade</b>	A6 – 90.000 A9 – 52.250 A4 – 52.250

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados do UCINET

A configuração do ponto focal UNIT em relação à rede RENORBIO, exposta por meio dos dados mostrados na tabela 3 e da figura 10, demonstra que esta instituição apresenta um nível de densidade de 55,6%, ou seja, uma representatividade favorável tendo em vista a

presença de relações entre os atores, já que segundo Zhang (2010) este índice de análise evidencia o nível de interação entre os atores da rede. Sobre o grau de centralidade, percebe-se que o ator A6, docente do ponto focal UNIT, apresenta o maior grau de centralidade sob os demais atores, o que representa um elevado nível de importância deste ator para as relações de pesquisa do ponto focal, considerando a quantidade de vínculos visualizadas em um nó (BONACICH, 1987; OTTE E ROUSSEAU, 2002). Além de representar o maior grau de intermediação e de proximidade, demonstrando o seu elevado nível de eficiência para as relações deste ponto focal com a rede, como afirma Zhang (2010). Por outro lado, os atores A9 e A4, discentes do ponto focal UNIT, apresentaram os menores graus de centralidade e proximidade, além de não se posicionarem em nenhuma intermediação nas relações de produções técnicas entre os atores que atuaram como inventores de patentes depositadas por este focal.

**Figura 10 – Análise dos nós – UNIT**



Fonte: Dados da Pesquisa.

Ademais, é notória a baixa integralização dos atores deste ponto focal com os demais pontos focais da rede, visto que, só foi possível identificar a presença de relações com um ator do ponto focal UFS e um ator do ponto focal UECE, por meio do depósito de patentes desenvolvidas por pesquisas em parceria entre eles.

#### 4.2.1.4 UFPI

A Universidade Federal do Piauí apresentou relações entre 16 atores internos à rede, configurando a formação de 16 nós estudados, considerando-se 9 patentes para essa análise. Após as análises das relações entre esses atores, o ponto focal UFPI apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO, expostos na tabela 4.

**Tabela 4 – Índices de análises – ponto focal UFPI**

<b>Densidade</b>	15,4%
<b>Grau de Centralidade</b>	A12 – 26,667 A3 – 26,667
<b>Índice de Centralização (outdgree)</b>	19,111%
<b>Grau de Intermediação</b>	A12 – 14,286 A10 – 11,429
<b>Grau de Proximidade</b>	A12 – 15,464 A14 – 15,152

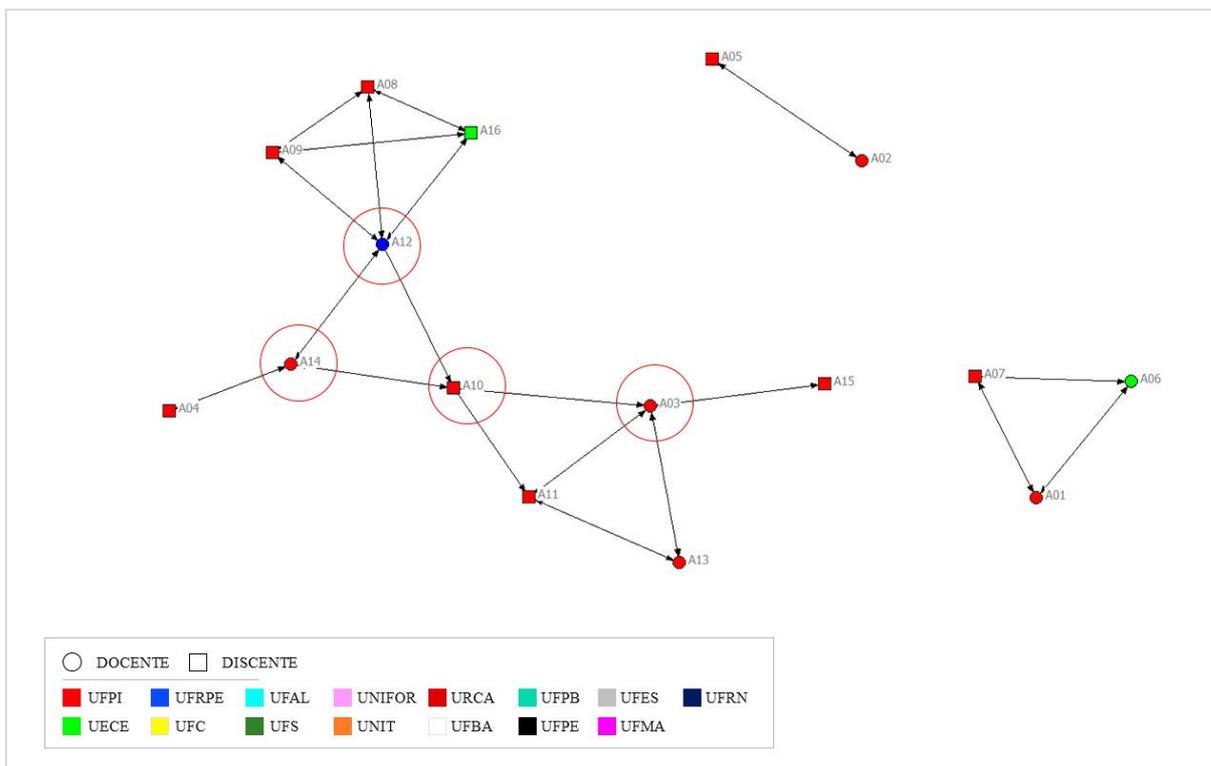
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A configuração do ponto focal UFPI em relação à rede RENORBIO (tabela 4 e figura 11), demonstra que esta instituição apresenta um baixo nível de densidade de 19,11%, que diante do baixo número de nós em comparação com a UFS contradiz a afirmação de Machado (2012) sobre quanto menor a rede social, maior tende a ser sua densidade. A respeito dos demais índices de análises, é importante destacar a atuação do ator A12, docente do ponto focal UFRPE, uma vez que, ele apresenta os maiores graus de centralidade, de intermediação e de proximidades sob os demais atores, o que representa o seu elevado nível de importância (MACHADO, 2012; ZHANG, 2010) para as relações de pesquisa deste ponto focal, apesar dele não ser vinculado a RENORBIO pelo ponto focal UFPI. Além disso, os atores A3, A14 e A10, respectivamente, docentes e discente do ponto focal UFPI, apresentaram expressivos graus de centralidade, proximidade e intermediação, demonstrando a importante contribuição desses atores para as relações de pesquisas neste ponto focal.

A respeito do índice de centralização, foi identificado que apenas 29,111% dos atores estudados representavam um papel central entre as relações de pesquisa neste ponto

focal. Esse fato reforça a forte representatividade de relações de pesquisas isoladas, demonstrado pelo baixo número de atores centrais (MACHADO, 2012), conforme pode ser visto na figura 11.

**Figura 11 – Análise dos nós – UFPI**



Fonte: Dados da Pesquisa.

No que diz respeito a integralização dos atores deste ponto focal com os demais atores da rede, percebe-se um cenário semelhante a UNIT, onde os atores do ponto focal UFPI desenvolvem relações de pesquisas com apenas 2 atores da UECE e 1 ator da UFRPE. Esses dados demonstram a necessidade de crescimento no desenvolvimento de parcerias científicas entre pesquisadores vinculados a este ponto focal e os diversos pesquisadores da rede RENORBIO.

#### 4.2.1.5 UFRN

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte apresentou relações entre 14 atores internos à rede, configurando a formação de 14 nós, considerando a afirmação de Alejandro e Norman (2005) sobre o número de interações entre os atores ser equivalente ao número de nós da rede. Esses nós foram estudados considerando 24 patentes para a análise. Após as análises

das relações entre esses atores, o ponto focal UFRN apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO, expostos na tabela 5.

**Tabela 5 – Índices de análises – ponto focal UFRN**

<b>Densidade</b>	22%
<b>Grau de Centralidade</b>	A13– 61,538 A03 – 7.692 A06 – 7.692 A14 - 7.692
<b>Índice de Centralização (outdegree)</b>	50,888%
<b>Grau de Intermediação</b>	A13 – 32,158
<b>Grau de Proximidade</b>	A13 – 24,528 A14 – 7,143 A08 – 7,143

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A configuração do ponto focal UFRN em relação à rede RENORBIO (Tabela 5) e (Figura 12), demonstra que esta instituição apresenta um baixo nível de densidade de 22%, ou seja, uma baixa representatividade de ligações entre os atores, que segundo Wasseman e Faust (1994) e Alejandro e Norman (2005) quanto mais próximo de 100% maior a presença de relações entre os atores da rede. A respeito dos demais índices de análises, é importante destacar a atuação do ator A13, docente do ponto focal UFRN, dado que ele apresenta os maiores graus de centralidade, de intermediação e de proximidade sob os demais atores, o que representa um elevado nível de importância desse ator para as relações de pesquisa deste ponto focal (MACHADO, 2012; ZHANG, 2010). Vale destacar que o grau de intermediação do referido ator de 32,158% representa uma conexão essencial dele com os demais atores, ou seja, este ator movimentava o fluxo de muitas relações de pesquisa na UFPI, como afirma Zhang (2010) quando destaca a importância deste grau de análise.

Em contrapartida, os atores A03 e A08, discentes do ponto focal; A6 e A14 vinculados como docentes da RENORBIO-UFPI, apresentaram índices de análise com baixo impacto para a manutenção e fortalecimento das relações de pesquisas dessa instituição na rede.



## 4.2.1.6 UFMA

A Universidade Federal do Maranhão exibiu relações entre 15 atores internos à rede, configurando a formação de 15 nós, de acordo com a afirmação de Alejandro e Norman (2005) sobre o número de interações entre os atores ser equivalente ao número de nós da rede. Esses nós foram estudados levando em conta 10 patentes estudadas na análise. Após as análises das relações entre esses atores, o ponto focal UFMA apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO (tabela 6)

**Tabela 6 – Índices de análises – ponto focal UFMA**

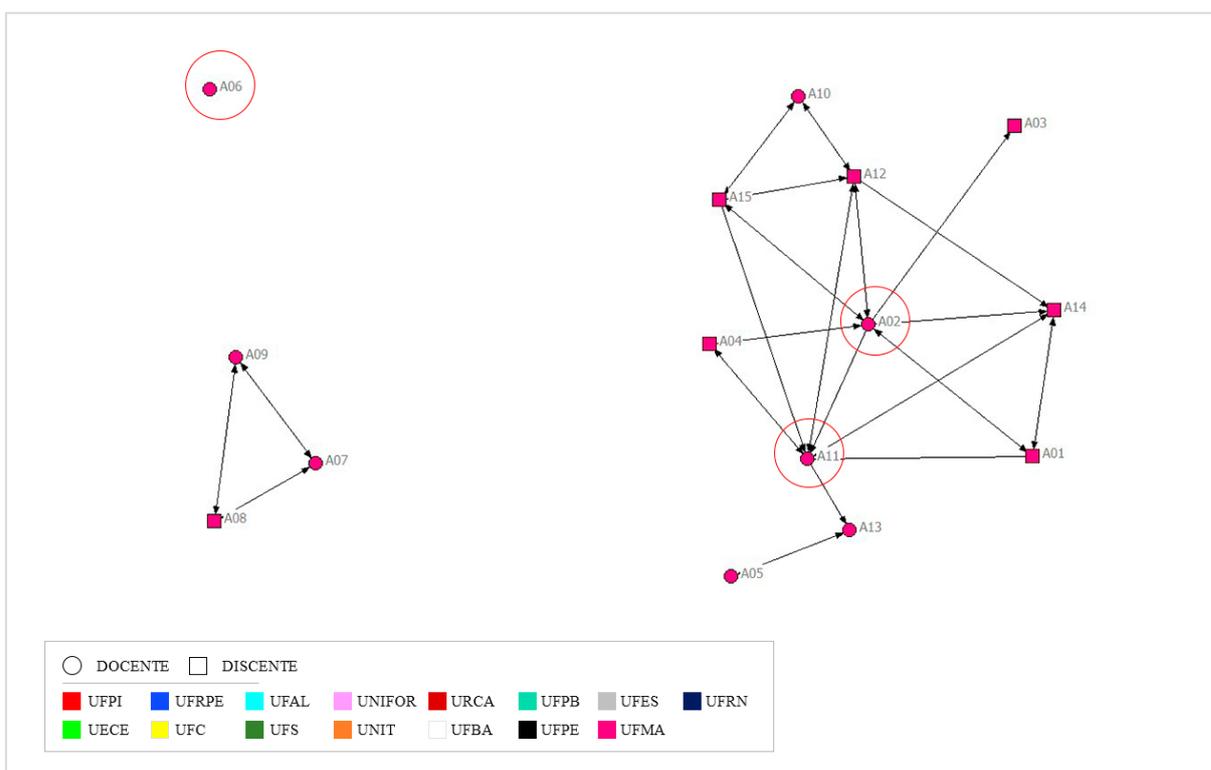
<b>Densidade</b>	17,1%
<b>Grau de Centralidade</b>	A11– 42,857 A06 – 0,000
<b>Índice de Centralização (outdegree)</b>	27,551%
<b>Grau de Intermediação</b>	A11 – 13,736
<b>Grau de Proximidade</b>	A02 – 18,667

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A configuração do ponto focal UFMA, tendo como base a relação entre seus atores (Tabela 6 e Figura 13), demonstra que esta instituição apresenta um baixo nível de densidade de 17,1%, ou seja, uma baixa representatividade de ligações entre os atores, que segundo Wasseman e Faust (1994) e Alejandro e Norman (2005) quanto mais próximo de 100% maior a presença de relações entre os atores da rede. A respeito dos demais índices de análises, é importante destacar a atuação do ator A11, docente do ponto focal UFMA que apresenta os maiores graus de centralidade e de intermediação sob os demais atores, evidenciando a sua importância para um bom fluxo de relações (MACHADO, 2012; ZHANG, 2010), e como consequência impacta de forma positiva na manutenção das relações de pesquisa deste ponto focal. Em contrapartida, o ator A06, docente do ponto focal, não apresentou nenhum grau de centralidade, ou seja, não evidenciou nenhuma conexão entre os demais atores da UFMA, ou seja, não exibiu nenhum vínculo com os nós desta rede (BONACICH, 1987; OTTE E ROUSSEAU, 2002).

Na análise do índice de centralização foi identificado que 27,551% dos atores estudados representavam um papel central entre as relações de pesquisa neste ponto focal, o que indica uma necessidade de expansão na concretização de parcerias científicas que resultem em depósitos de patentes, já que, a UFMA exibiu um baixo número de atores centrais (MACHADO, 2012), conforme pode ser visto na figura 13. Sobre o grau de proximidade o ator A02 se colocou como o mais próximo dos demais atores dessa rede, fato esse que evidencia o seu alto nível de eficiência para manutenção de relações na rede (ZHANG, 2010).

**Figura 13 – Análise dos nós – UFMA**



Fonte: Dados da Pesquisa.

Em relação a integralização dos atores deste ponto focal com os demais atores da rede, percebe-se um cenário de exclusão total de relações científicas que contemplem o depósito de patentes em parceria com os atores vinculados a outros pontos focais da rede RENORBIO. Este fato demonstra a grande necessidade de investimento em relações de pesquisas que promovam a integração dos atores deste ponto focal com os demais atores da RENORBIO, o que pode fortalecer os vínculos de pesquisa na rede e promover o desenvolvimento de mais tecnologias patenteáveis.

## 4.2.1.7 UFC

A Universidade Federal do Ceará apresentou relações entre 21 atores internos à rede, configurando a formação de 21 nós, considerando a afirmação de Alejandro e Norman (2005) sobre o número de interações entre os atores ser equivalente ao número de nós da rede. Esses nós foram estudados por meio 16 patentes que exibiram dados suficientes para análise. Após as análises das relações entre esses atores, o ponto focal UFC apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO (Tabela 7):

**Tabela 7 – Índices de análises – ponto focal UFC**

<b>Densidade</b>	9%
<b>Grau de Centralidade</b>	A19 – 25
<b>Índice de Centralização</b> ( <i>outdegree</i> )	16,750%
<b>Grau de Intermediação</b>	A19 – 2,105
<b>Grau de Proximidade</b>	A19 – 6,250

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A configuração do ponto focal UFC tendo como base a relação entre seus atores (Tabela 7 e Figura 14), demonstra que esta instituição apresenta um baixo nível de densidade de 9%, ou seja, uma baixa representatividade de ligações entre os atores, que segundo Wasseman e Faust (1994) e Alejandro e Norman (2005) quanto mais próximo de 100% maior a presença de relações entre os atores da rede. A respeito dos demais índices de análises, é importante destacar a atuação do ator A19, docente do ponto focal UFC, por apresentar os maiores graus de centralidade, de intermediação e de proximidade sob os demais atores, o que representa o seu elevado nível de importância para as relações de pesquisa deste ponto focal (MACHADO, 2012; ZHANG, 2010).

Em contrapartida, os atores A02, A08, A09, A11 e A20, vinculados como docentes da RENORBIO-UFC, não apresentaram índices de análise referentes aos graus de centralidade, de intermediação e de proximidade. Essa ausência demonstra o isolamento desses atores em suas relações de pesquisa, não exibindo nenhum vínculo de relação com os demais atores da



(2005). Esses nós foram estudados utilizando-se 55 patentes que exibiram dados suficientes para análise. Vale ressaltar que o número superior de patentes ao número de atores deve-se a não identificação de dados suficientes para análise de muitos atores vinculados a esse ponto focal. Após as análises das relações entre esses atores, o ponto focal UFPB apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO (Tabela 8).

**Tabela 8 – Índices de análises – ponto focal UFPB**

<b>Densidade</b>	11,5%
<b>Grau de Centralidade</b>	A04 – 40
<b>Índice de Centralização (outdegree)</b>	32,889%
<b>Grau de Intermediação</b>	A04 – 33,831
<b>Grau de Proximidade</b>	A04 – 50,847

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

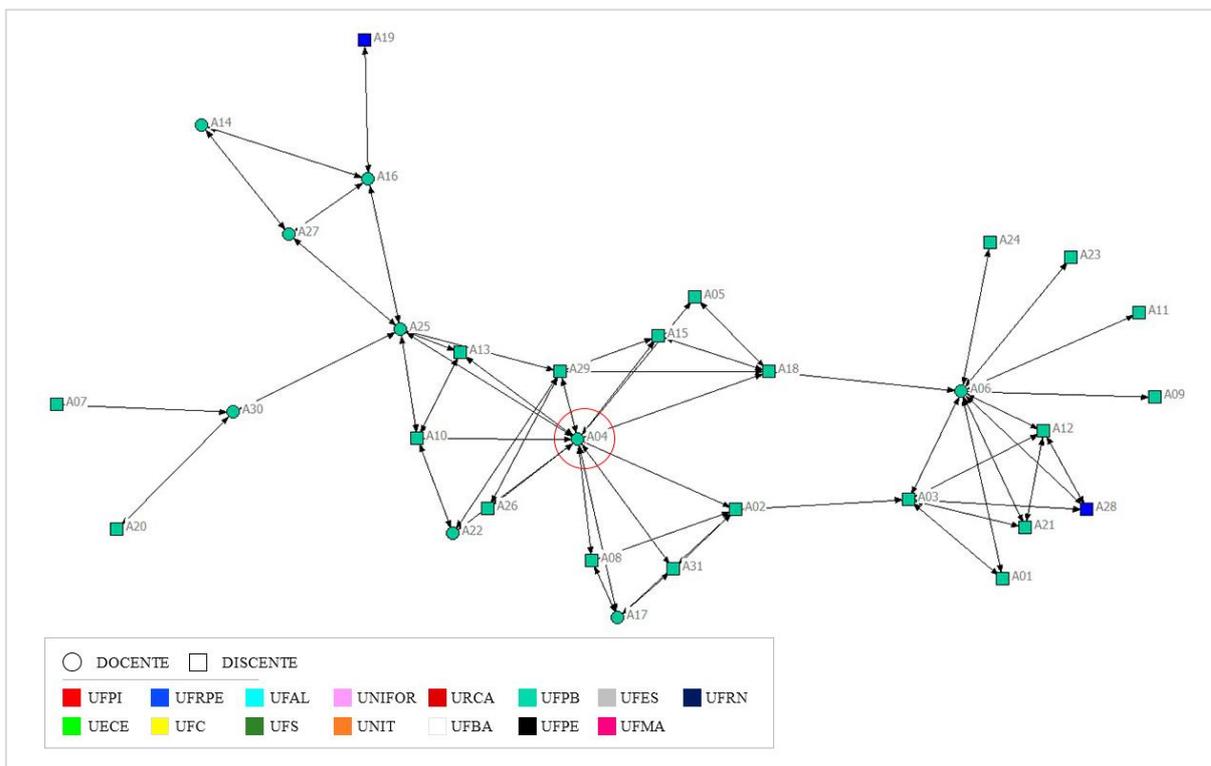
Conforme mostra a tabela 8 e a figura 15, a configuração do ponto focal UFPB, tendo como base a relação entre seus atores, demonstra que esta instituição apresenta um baixo nível de densidade de 11,5%, quase semelhante ao ponto focal UFS, ou seja, uma baixa representatividade de ligações entre os atores, que segundo Wasseman e Faust (1994) e Alejandro e Norman (2005) quanto mais próximo de 100% maior a presença de relações entre os atores da rede. A respeito dos demais índices de análises, é importante destacar a atuação do ator A04, docente do ponto focal UFPB, por apresentar os maiores graus de centralidade, de intermediação e de proximidade sob os demais atores, o que representa o seu elevado nível de importância para as relações de pesquisa deste ponto focal (MACHADO, 2012; ZHANG, 2010).

É válido ressaltar que nenhum ator vinculado a esse ponto focal da rede e presente nessa análise desenvolveu pesquisas científicas de forma isolada, fato este, evidenciado pelos fluxos de ligações entre nós dessa rede (figura 10). Sendo assim, suas produções técnicas de patentes foram desenvolvidas em parceria com atores internos e externos a RENORBIO - UFPB.

A respeito do índice de centralização, foi identificado que 32,889% dos atores estudados representavam um papel central entre as relações de pesquisa neste ponto focal, o

que indica um bom desenvolvimento de relações de pesquisas em parcerias, evidenciado pelo considerável número de atores centrais (MACHADO, 2012), conforme pode ser visto na figura 15.

**Figura 15 – Análise dos nós – UFPB**



Fonte: Dados da Pesquisa.

Diante das relações estudadas foi possível visualizar a baixa existência de integralização dos atores deste ponto focal com os demais pontos focais da rede, visto que, identificou-se o desenvolvimento de pesquisas que resultaram em patentes depositadas em parceria com apenas dois outros atores vinculados ao ponto focal da UFRPE.

#### 4.2.1.9 UFAL

A Universidade Federal de Alagoas apresentou relações entre 38 atores internos à rede, fruto do desenvolvimento de pesquisas em parcerias que resultaram no depósito total de 32 patentes consideradas para essa análise. A partir disso, vale destacar que foram identificados 99 inventores externos à rede que atuavam em parceria no desenvolvimento de pesquisas e depósito de patentes, porém estes não foram considerados para a análise, por não apresentarem vínculos com a RENORBIO.

Sendo assim, o ponto focal UFAL apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO, expostos na tabela 9.

**Tabela 9 – Índices de análises – ponto focal UFAL**

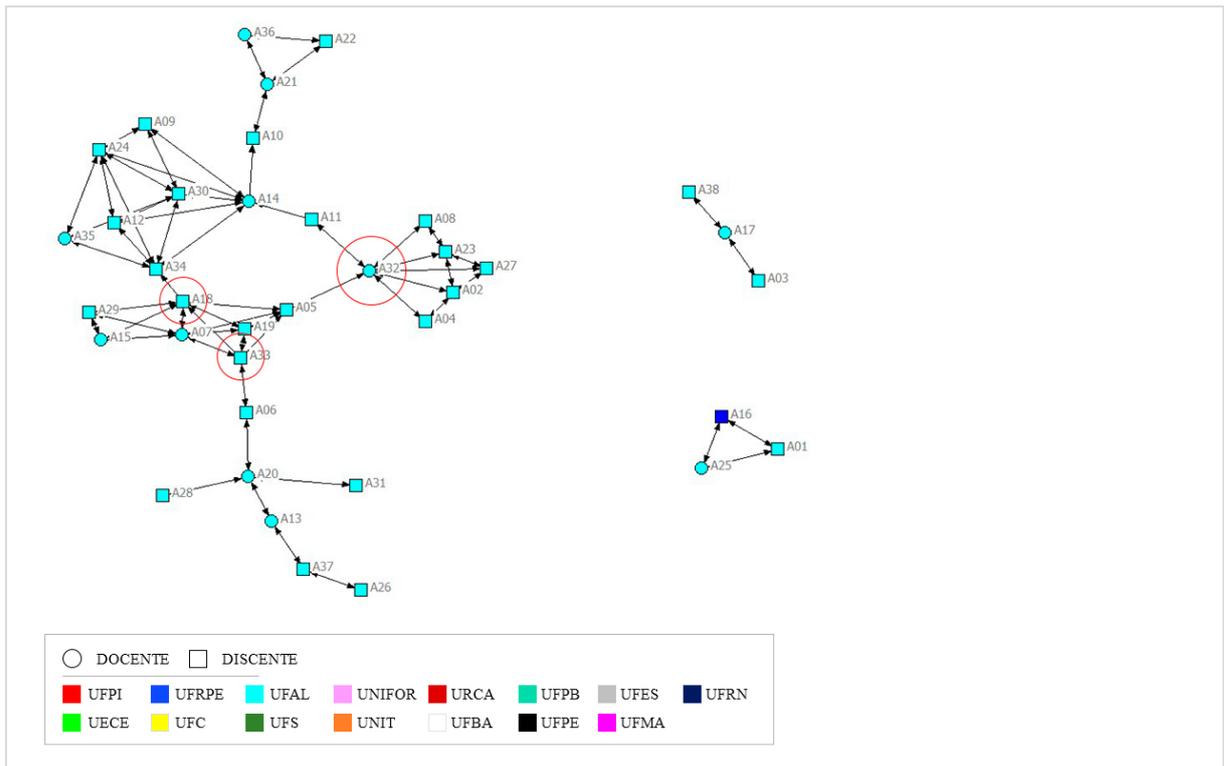
<b>Densidade</b>	84%
<b>Grau de Centralidade</b>	A32 – 19,919
<b>Índice de Centralização (<i>outdegree</i>)</b>	8,035%
<b>Grau de Intermediação</b>	A33 – 15,766%
<b>Grau de Proximidade</b>	A18 – 11,526

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A composição interna da RENORBIO, ponto focal UFAL (Tabela 9 e figura 16), demonstra que esta instituição apresenta um nível de densidade de 84%, ou seja, uma forte representatividade de interações tendo em vista a presença de relações entre os atores, já que segundo Zhang (2010) este índice de análise evidencia o nível de interação entre os atores da rede. Sobre o grau de centralidade, percebe-se que o ator A32, docente do ponto focal UFAL, apresenta o maior grau de centralidade sob os demais atores, evidenciando um elevado nível de importância dele para as relações de pesquisa do ponto focal, considerando a quantidade de vínculos visualizadas em um nó (BONACICH, 1987; OTTE E ROUSSEAU, 2002).

A respeito do grau de intermediação o ator A33 evidencia sua grande relevância nas relações entre os atores da rede, representando uma alta eficiência (ZHANG, 2010) para as relações para o desenvolvimento de patentes neste ponto focal. No que diz respeito o grau de proximidade, o ator A18, discente do ponto focal UFAL, se coloca como o mais próximo nas relações entre os demais atores, evidenciando sua alta eficiência e importância para a manutenção de interações na rede, como afirma Zhang (2010).

**Figura 16 – Análise dos nós – UFAL**



Fonte: Dados da Pesquisa.

No que diz respeito a integralização dos atores deste ponto focal com os demais atores da rede, percebe-se um cenário semelhante a UFRN, onde os atores do ponto focal UFAL desenvolvem relações de pesquisas com apenas 1 ator da UFRPE. Esse fato demonstra a necessidade de crescimento no desenvolvimento de parcerias científicas entre pesquisadores vinculados a este ponto focal e os diversos pesquisadores da rede RENORBIO.

#### 4.2.1.10 UFS

A Universidade Federal de Sergipe apresentou relações entre 60 atores internos à rede, ou seja, o desenvolvimento de 60 nós de interações, frutos do desenvolvimento de pesquisas em parcerias que resultaram no depósito total de 35 patentes consideradas para essa análise. Após as análises das relações entre esses atores, o ponto focal UFS apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO, expostos na tabela 10 a seguir:

**Tabela 10 – Índices de análises – ponto focal UFS**

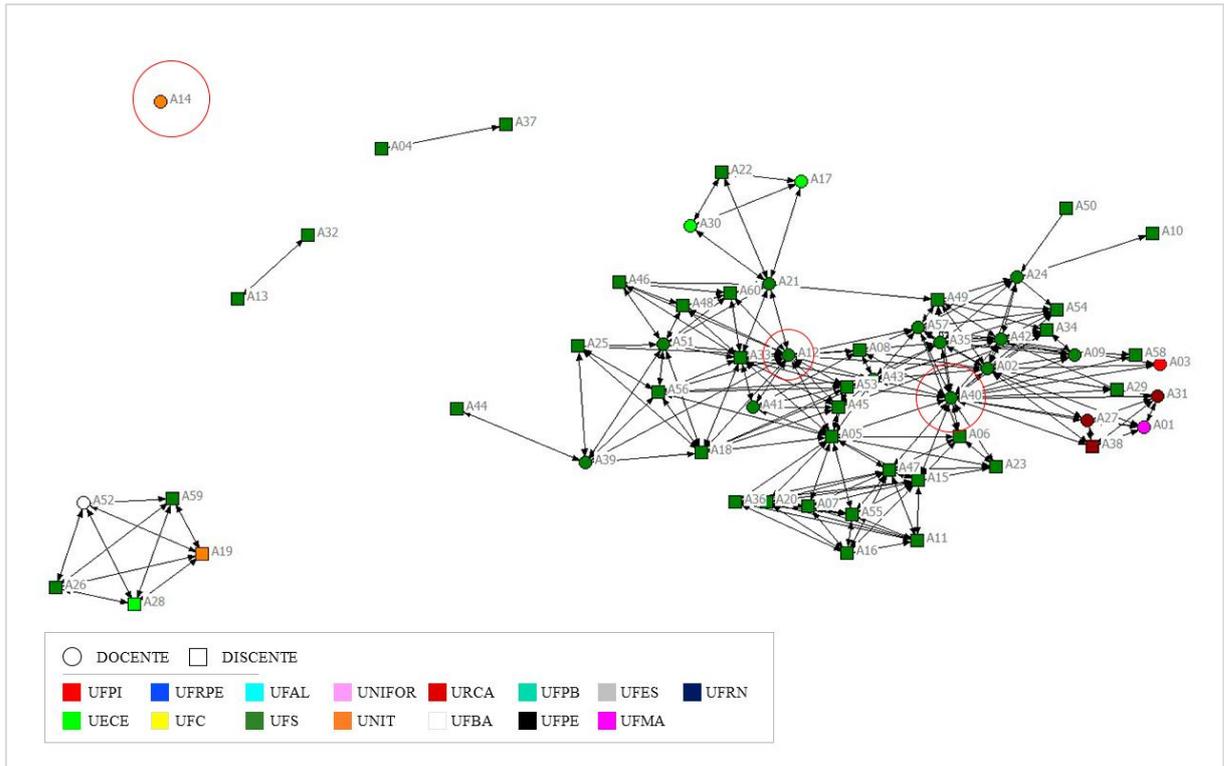
<b>Densidade</b>	11,4%
<b>Grau de Centralidade</b>	A40 – 38.983 A14 – 00.000
<b>Índice de Centralização</b>	28,009%
<b>Grau de Intermediação</b>	A12 – 16.913 A40 – 15.903
<b>Grau de Proximidade</b>	A12 – 7.973 A40 – 7.877

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A configuração do ponto focal UFS em relação à rede RENORBIO (tabela 10) (figura 17), demonstra que esta instituição apresenta um nível de densidade de 11,4%, ou seja, uma baixa representatividade tendo em vista o nível de conexão dos atores de forma geral, como afirmam Otte e Rousseau (2002). Sobre o grau de centralidade, percebe-se que o ator A40, docente do ponto focal UFS, apresenta o maior grau de centralidade sob os demais atores, o que representa um elevado nível de importância deste para as relações de pesquisa do referido ponto focal, corroborando com a afirmação de Machado (2012) que aponta a relevância desses atores para a manutenção das relações na rede. Além de representar o maior grau de intermediação e de proximidade, demonstrando o seu elevado nível de eficiência (ZHANG, 2010) para as relações deste ponto focal com a rede.

A respeito do índice de centralização, foi identificado que apenas 28,009% dos atores estudados representavam um papel central entre as relações de pesquisa neste ponto focal, considerando a posição central deles ligados ao demais nós da rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005). Além disso, os atores A12 e A40, docentes do ponto focal UFS, apresentaram os maiores graus de centralidade, intermediação e proximidade, demonstrando uma elevada eficiência e independência nas relações deste ponto focal, ou seja, esses atores atuam de forma essencial no desenvolvimento de parcerias científicas neste ponto focal, como exposto na figura 17.

**Figura 17 – Análise dos nós – UFS**



Fonte: Dados da Pesquisa.

É importante observar um crescimento na integralização dos atores deste ponto focal com os demais pontos focais da rede, quando comparado com o ponto focal UNIT, visto que, foi possível identificar a presença de relações com atores vinculados aos pontos focais UFBA, UNIT, UFC, UFPI, UECE e as instituições associadas UNIFOR e URCA, que atuam como colaboradoras do ponto focal UECE. Diante do exposto, percebe-se uma importante representatividade da rede como um todo nas relações de pesquisa e produções técnicas deste ponto focal. No entanto, deve-se destacar, ainda, a presença de 10 nós com vínculos isolados, portanto, apresentando relações isoladas no ponto focal em estudo. A maioria dos fluxos oriundos de vínculos entre os atores estudados na UFS apresentam caráter bidirecionais, o que demonstra um elevado grau de reciprocidade nas relações entre os atores, segundo Alejandro e Norman (2005).

#### 4.2.1.11 UFRPE

A Universidade Federal Rural de Pernambuco apresentou relações entre 77 atores internos à rede, ou seja, o desenvolvimento de 77 nós de interações, frutos do desenvolvimento de pesquisas em parcerias que resultaram no depósito total de 56 patentes consideradas para

essa análise. Após as análises das relações entre esses atores, o ponto focal UFRPE apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO, expostos na tabela 11 abaixo:

**Tabela 11 – Índices de análises – ponto focal UFRPE**

<b>Densidade</b>	6,1%
<b>Grau de Centralidade</b>	A31 – 27,632
<b>Índice de Centralização</b>	21,797%
<b>Grau de Intermediação</b>	A31 – 10,623
<b>Grau de Proximidade</b>	A31 – 2,674 A64 – 2,674

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A configuração do ponto focal UFRPE em relação à rede RENORBIO (Tabela 11 e Figura 18), demonstra que esta instituição apresenta um nível de densidade de apenas 6,1%, ou seja, um baixo nível de conexão dos atores de forma geral, como afirmam Otte e Rousseau (2002). Esse fato corrobora com a assertiva de Machado (2012), quando o mesmo relaciona o tamanho da rede ao nível de densidade afirmando que quanto maior a rede, menor a sua densidade. Sobre o grau de centralidade, percebe-se que o ator A31, docente do ponto focal UFRPE, apresenta o maior grau de centralidade sob os demais atores, demonstrando sua importância para as relações de pesquisa deste ponto focal, corroborando com a afirmação de Machado (2012). Além de representar o maior grau de intermediação e de proximidade, demonstrando o seu elevado nível de eficiência para as relações deste ponto focal com a rede, segundo Zhang (2010). Além deste, o ator A64 exibiu grau de proximidade semelhante, ou seja, se mostrou eficiente nas interações com os demais atores da rede analisada.

Na análise do índice de centralização foi identificado que apenas 21,797% dos atores estudados representavam um papel central entre as relações de pesquisa neste ponto focal, considerando a posição central desses atores ligados ao demais nós da rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005).



análise. Esses dados iniciais já demonstram que este ponto focal tem a maior representatividade de atores na rede RENORBIO. Após as análises das relações entre esses atores, o ponto focal UECE apresentou os seguintes atributos em relação a rede RENORBIO, expostos na tabela 12.

**Tabela 12 – Índices de análises – ponto focal UECE**

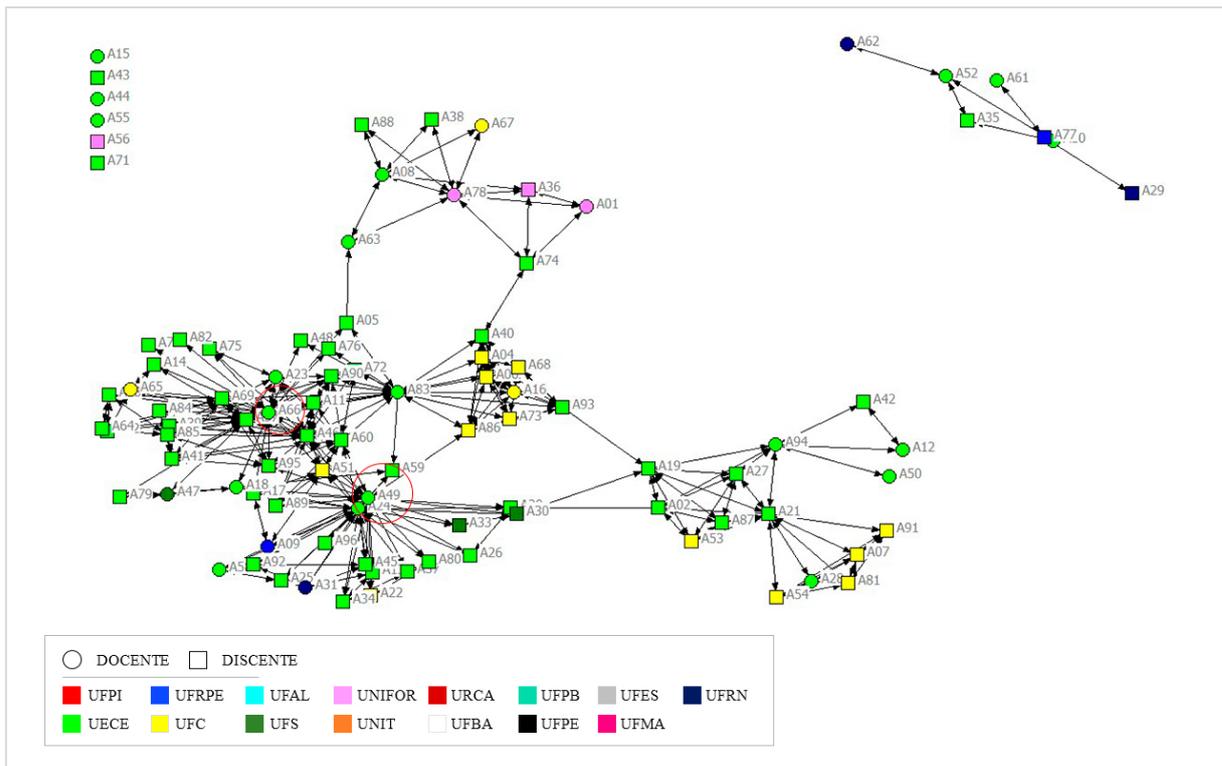
<b>Densidade</b>	5,7%
<b>Grau de Centralidade</b>	A66 – 28,421
<b>Índice de Centralização</b>	24,044%
<b>Grau de Intermediação</b>	A49 – 21,702
<b>Grau de Proximidade</b>	A49 – 6,653

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do UCINET

A configuração do ponto focal UECE, visto na tabela 12 e figura 12, demonstra que esta instituição apresenta um menor nível de densidade entre todos os pontos focais analisados, evidenciado pela percentagem de 5,7%, fato este, que pode ser explicado pela sua extensa composição de atores (MACHADO, 2012). Sobre o grau de centralidade, percebe-se que o ator A66, docente do ponto focal UECE, apresenta o maior grau de centralidade sob os demais atores, o que representa um elevado nível de importância do mesmo para as relações de pesquisa deste ponto focal, corroborando com a afirmação de Machado (2012).

A respeito dos graus de intermediação e de proximidade, o ator A49 destaca-se na posição de maior intermediador e mais próximo dos demais atores dessa rede, demonstrando o seu elevado nível de eficiência (ZHANG, 2010) para as relações de interação deste ponto focal, como exposto na figura 12. A respeito do índice de centralização, foi identificado que apenas 24,044% dos atores estudados representavam um papel central entre as relações de pesquisa neste ponto focal, considerando a posição central dos mesmos ligados ao demais nós da rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005).

**Figura 19 – Análise dos nós – UECE**



Fonte: Dados da Pesquisa.

A respeito da integralização dos atores vinculados ao ponto focal UECE com os demais atores da rede RENORBIO, foi possível identificar a presença de relações com atores vinculados aos pontos focais UFC, UFS, UFRPE, UFRN e a instituição UNIFOR, associada ao ponto focal UECE, ou seja, uma importante representatividade da rede como um todo nas relações de pesquisa e produções técnicas deste ponto focal, configurando uma vasta integração desses atores na rede RENORBIO.

Ademais, é válido ressaltar que essa instituição exibiu ligação de seus atores com quase todos os pontos focais da rede, como comprovam as análises de cada ponto focal. Isso evidencia o alto nível de interação desses atores com a rede RENORBIO, em geral, por meio do desenvolvimento de pesquisas que resultam em transferências de tecnologias.

#### 4.2.2 Análise geral das relações entre os atores da rede RENORBIO

A análise geral das relações entre os atores vinculados a rede RENORBIO consistiu no estudo das interações entre os 358 atores analisados, anteriormente, de forma isolada em cada ponto focal. Nessa fase da análise foi possível traçar o perfil geral da rede, com base no estudo das interações entre os pesquisadores por meio do desenvolvimento de pesquisas que

resultaram em depósitos de patentes, ou seja, em possíveis transferências de tecnologias em forma de contratos formais. O propósito em comum desses atores relaciona-se com o objetivo da rede em “... integrar esforços de formação de recursos humanos ao desenvolvimento científico e tecnológico...” (BRASIL, 2004, p. 16).

Neste ensejo, essa análise busca abordar os vários atributos que caracterizam a rede RENORBIO, por meio da interação de seus atores, que de acordo com Alcará et. al. (2006) a atuação dos atores que possuem propósito específico em uma rede promove o dinamismo e aumenta o potencial dos impactos dessa rede. Desse modo, pôde-se caracterizar a RENORBIO dentro dos três aspectos citados por Gloor (2006): 1) rede colaborativa de inovação, visto que, essa rede exibiu dados concretos que comprovaram a sua busca contínua por inovações, pela identificação de um elevado número de patentes depositadas; 2) rede colaborativa de aprendizagem, quando se considera que a RENORBIO apresentou um alto índice de produções científicas publicadas desde a sua criação; e 3) rede colaborativa de interesse, por ser composta por discentes e docentes em constante busca por produção de conhecimento e inovações.

Além do exposto, a RENORBIO caracteriza-se como uma rede biformal por ser composta por atores heterogêneos distribuídos em nove estados do Ceará e o Espírito Santo, desenvolvendo pesquisas em quatro áreas divergentes (Biotecnologia em Saúde, Biotecnologia em Recursos Naturais, Biotecnologia em Agropecuária e Biotecnologia Industrial) e com formações de conhecimento básicos diversos, corroborando, assim, com o conceito de redes biformais (WASSERMAN; FAUST, 1994).

De acordo com Aguiar (2007) e Abdel-Ghany (2008), para a concretização de uma análise precisa das relações sociais de uma rede é necessário o uso de análises matemáticas e visuais. Corroborando com esta afirmação, neste estudo, foram realizadas as análises de conexões e ligações entre os atores da rede RENORBIO, por meio de suas produções tecnológicas (patentes). A partir do exposto, pôde-se caracterizar os índices de densidade, grau de centralidade, índice de centralização, grau de intermediação e grau de proximidade da rede, classificados por Alejandro e Norman (2005) como os principais índices de caracterização de uma rede social. Desse modo, esta análise traz atributos particulares da rede RENORBIO, em geral, agregando as interações de todos os pontos focais, por meio das relações de pesquisas desenvolvidas por seus atores.

A RENORBIO apresentou relações gerais entre 359 atores internos à rede, ou seja, a formação de 359 nós de interações, frutos do desenvolvimento de pesquisas em parcerias que resultaram no depósito total de 358 patentes consideradas para essa análise. Após as análises

das relações entre esses atores, a rede exibiu os seguintes atributos gerais, de acordo com a tabela 13.

**Tabela 13 – Índices de análises – RENORBIO**

<b>Densidade</b>	1,2%
<b>Grau de Centralidade</b>	A60 – 7.542 A24 – 6.983 A46 – 6.983
<b>Índice de Centralização</b>	6.890%
<b>Grau de Intermediação</b>	A167 – 8.919
<b>Grau de Proximidade</b>	0.564

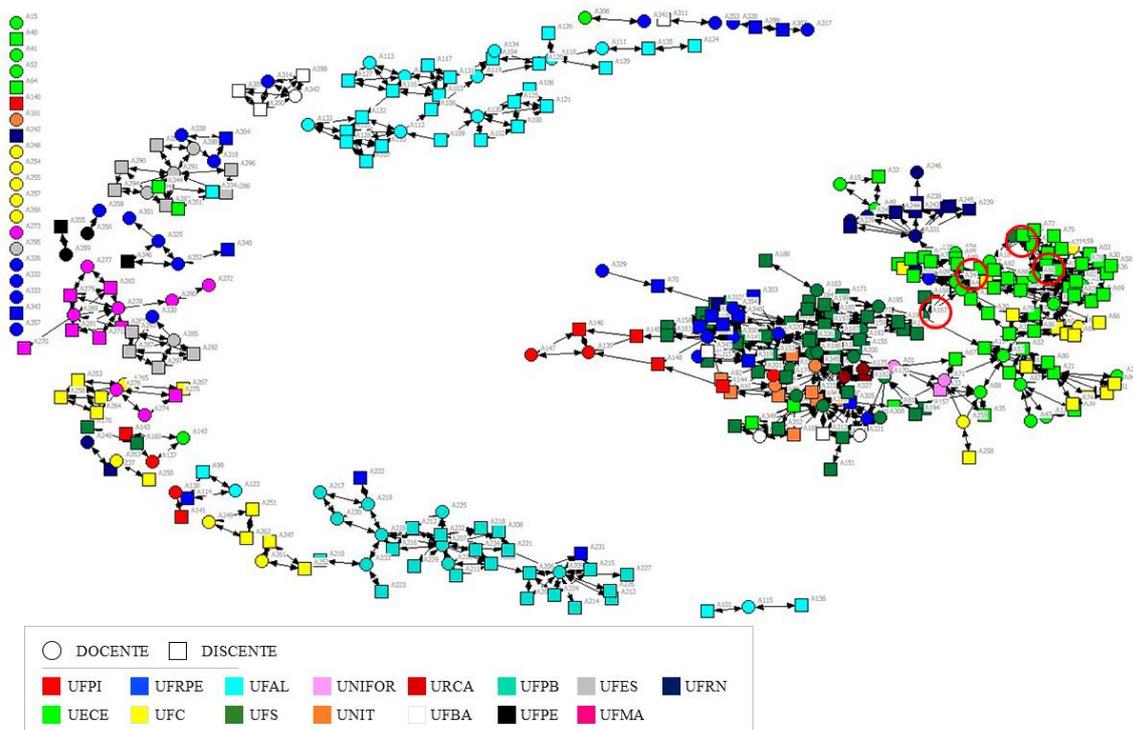
Fonte: Elaborado pela autora.

A configuração das relações entre os atores vinculados a rede RENORBIO, em geral, demonstra que ela apresenta um nível de densidade de 1,2%, ou seja, uma baixa densidade tendo em vista o nível de conexão dos atores de forma geral ((Tabela 13 e Figura 13), como afirmam Otte e Rousseau (2002). Além disso, vale destacar que a baixa densidade identificada corrobora com a afirmação de Machado (2012) sobre quanto maior a rede menor a densidade das ligações entres seus atores. A respeito do grau de centralidade, percebe-se que o ator A60, docente do ponto focal UECE, apresenta o maior grau de centralidade sob os demais atores, seguidos pelos atores A24 e A46, também, docentes deste ponto focal o que representa a extrema importância (MACHADO, 2012) do ponto focal UECE para as relações de pesquisa da rede RENORBIO, em geral. O ator A167, discente do ponto focal UFS, exibiu o maior grau de intermediação, demonstrando o seu elevado nível de eficiência (ZHANG, 2010) para a manutenção e propagação de relações entre os atores da rede.

A respeito do índice de centralização, foi identificado que apenas 6.890% dos atores estudados representavam um papel central entre as relações de pesquisa na RENORBIO, considerando a posição central dos mesmos ligados ao demais nós da rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005). Esse baixo índice pode estar associado ao vasto número de atores analisados e aos inúmeros fluxos formados entre esses atores, o que indica que a RENORBIO funciona como uma rede de livre escala (scale-free networks), por apresentar caráter heterogêneo em suas ligações (BARABÁSI, 2003).

Além disso, diversos atores de diferentes pontos focais da Rede apresentaram o maior grau de proximidade identificado por 0.564. Os pontos focais representados por esses atores são: UECE, UFS e UFRPE, demonstrando uma elevada eficiência e independência nas relações entre atores da Rede, ou seja, estes atuam de forma essencial no desenvolvimento de parcerias científicas, evidenciando a grande relevância dos pontos focais citados para a manutenção e projeção de mais pesquisas científicas e produções tecnológicas. As ilustrações dos dados mencionados estão na figura 13.

**Figura 20 – Análise dos nós – RENORBIO**



Fonte: Dados da Pesquisa.

A respeito da integralização dos atores vinculados à RENORBIO, de forma geral, é possível visualizar a formação de diversas conexões por esses atores. Através desses fluxos, deve-se dar ênfase a atuação dos pesquisadores vinculados aos pontos focais UECE, UFS, UFRPE, UFC e além da instituição UNIFOR, associada ao ponto focal UECE; que se colocaram como intermediadores e centralizadores de muitas conexões. Esses dados refletem uma representatividade desses pontos focais nas relações de pesquisa e produções técnicas, em geral, configurando uma integração relativa desses atores na RENORBIO.

Ademais, é válido ressaltar que a RENORBIO exibiu ligações interativas entre os atores vinculados aos diferentes pontos focais da Rede, como comprovam essa análise geral

(Figura 13). Isto evidencia uma relativa interação entre os atores da RENORBIO, em geral, por meio do desenvolvimento de pesquisas que resultam em inovações e transferências de tecnologias, corroborando com o conceito de redes de inovação, defendido por Tsai (2001).

Desse modo, a RENORBIO apresenta uma caracterização forte e heterogênea, quando estudada pela ótica das redes sociais. As TTs oriundas do desenvolvimento de pesquisas entre os atores da rede têm origem em todos os pontos focais, entretando, são mais representativas nos pontos focais da UECE, UFS e UFRPE. Esse fato, expõe várias possibilidades de novos estudos que tenham como foco a caracterização das TTs produzidas por meio desses pontos focais, na intenção de identificar quais tipos de tecnologias são mais desenvolvidas, como se encontra a situação de seus depósitos no INPI, como licenciadas, concedidas ou arquivadas; além de identificar como ocorre o processo de negociação destas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho visou, de forma geral, analisar as interações dos atores da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO a partir do estudo de seu perfil de Transferência de Tecnologias com base na abordagem da Análise de Redes Sociais.

Com relação ao primeiro objetivo específico – Traçar o perfil de Transferências de Tecnologias da Rede, com base em seus índices de publicações de artigos e de geração de patentes. – os dados coletados e analisados demonstraram que a RENORBIO apresenta como predominância a tipologia de TT representada pelos contratos informais, advindos, especialmente, da publicação de artigos, em periódicos científicos, produzidos pelos atores de cada ponto focal da rede, que totalizaram o número de 8.471 artigos publicados.

Vale ressaltar que as publicações analisadas revelaram um potencial científico para transferências de conhecimento qualificadas, dado que, exibiram elevados índices em periódicos de alto impacto. Além disso, a rede evidenciou uma potencialidade para o depósito de patentes que podem representar a tipologia de contratos formais de TT, caso sejam concedidas. O índice de TT relacionadas ao depósito de patentes pela rede alcançou 9,8% do total de artigos publicados em periódicos. Apesar desse índice positivo, é necessário inferir a necessidade de explorar a produção de tecnologias patenteáveis de modo a colocá-las no mercado e, a partir daí, explorar de maneira mais eficiente o potencial empreendedor da RENORBIO. Essa inferência pode ser feita com base no baixo número de *spin-offs*, originadas pela Rede, que somaram dez desde sua criação até o ano de 2018.

Diante do exposto, ao considerar que os contratos formais de TT exibem um maior potencial tecnológico de inovação e podem ter impacto econômico para a Rede, entende-se a relevância dessa tipologia. Porém, sabe-se, também, que as patentes depositadas no INPI seguem uma legislação brasileira padrão para atingir o mercado comercial. Muitas vezes, o fator “tempo” pode influenciar de forma negativa nos índices de patentes, visto que, o extenso período exigido para a concessão de uma tecnologia, em torno de dez anos, inibe maiores investimentos nesse tipo TT. Esses fatores fortalecem os índices de contratos informais como tipologia de TT predominante na Rede.

Quanto ao segundo objetivo específico - Identificar os atores, grupos e instituições que se destacam na rede a partir da produção de conhecimentos, tecnologias e suas transferências. – conclui-se que a produção de tecnologias, oriundas das patentes registradas pelo programa, apresentam de forma majoritária a presença de atores vinculados à Rede como

docentes. Esse fato indica uma necessidade de maior participação dos discentes em pesquisas que tenham um bom potencial tecnológico.

Sobre os grupos temáticos de destaque na RENORBIO, percebeu-se a majoritariamente de tecnologias desenvolvidas, respectivamente, nas áreas de concentração Biotecnologia em Saúde e Biotecnologia em Recursos Naturais. Essas áreas correspondem a 66,60% das patentes analisadas nesse estudo. A respeito das instituições que se destacam na produção de artigos e patentes, a UECE e UFRPE exibiram, de forma simultânea, números mais expressivos em ambas tipologias de TT, quando comparadas com os demais pontos focais. Devendo-se destacar a ação pioneira da UECE para a criação da RENORBIO, fator este que pode influenciar em seus elevados números de artigos publicados e patentes depositadas.

Em relação ao terceiro objetivo específico - Mapear as interações entre os atores da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO atuantes no processo de Transferência de Tecnologias, com base na abordagem da Análise de Redes Sociais – percebeu-se, por meio das análises das interações entre os atores da RENORBIO que os doze pontos focais estudados exibem divergentes perfis de interações entre seus atores, onde os pontos focais UFRPE, UFS e UECE, quando analisados de forma isolada, apresentaram os maiores índices de integração com outros pontos focais da Rede, por meio do desenvolvimento de pesquisas em parcerias que resultaram em depósitos de patentes.

Por outro lado, os pontos focais UFMA, UFC e UFES, diante da análise isolada de cada, não exibiram depósitos de patentes em seus NITs institucionais que exibissem a presença de pesquisadores (docentes e/ou discentes) vinculados a outros pontos focais da Rede, atuando como inventores parceiros dessas tecnologias. Vale ressaltar que essa fase do estudo consistiu em analisar as patentes depositadas por cada ponto focal em seus determinados NITs institucionais, ou seja, o cenário de integração dos atores da Rede pode apresentar alterações na fase de análise geral, quando considera-se as patentes depositadas em todos os NITs de instituições associadas à RENORBIO.

Além da etapa de análise referente as relações entre atores de cada ponto focal da Rede, realizou-se um estudo geral sobre as interações entre os atores vinculados à RENORBIO. Nessa fase da pesquisa, foi possível visualizar a formação de alguns blocos de destaque para a manutenção de relações de pesquisa na Rede, evidenciados pelos pontos focais UECE, UFS, UFRPE e UFC exibiram maior nível de integração de seus atores com os demais pontos focais da Rede. É importante destacar a mudança de cenário da UFC, quando analisada em conjunto com os demais pontos focais. Isso deve-se a hipótese das patentes depositadas por outros pontos focais da RENORBIO, em seus NITs institucionais, conterem atores associados a RENORBIO

– UFC, porém as tecnologias registradas pelo NIT da UFC não exibirem a participação de pesquisadores vinculados aos demais pontos focais da Rede.

A respeito da densidade geral da Rede, os dados evidenciaram uma baixa densidade de ligações entre os atores vinculados a RENORBIO, que de acordo com a literatura embasada, justifica-se por se tratar de uma ampla rede com diversas ligações entre seus atores. Sobre o grau de centralidade da Rede, verificou-se que os três atores com maiores graus de centralidade estavam vinculados ao ponto focal UECE, o que reforça a eficiência dessa instituição nas interações resultantes de pesquisas científicas desenvolvidas em parceria com pesquisadores da RENORBIO. Sabe-se, também, que a UFS se destaca no grau de intermediação das relações nessa Rede. Esse fator lhe coloca como um ponto focal importante para a manutenção das relações de pesquisas que resultem em produções de tecnologias pela RENORBIO.

Além dessas características, a RENORBIO apresentou um perfil de rede de livre escala, evidenciado pelo amplo e divergente fluxo de ligações entre seus atores, comprovado pelo baixo índice de centralização identificado. Sobre o grau de proximidade, os pontos focais UECE, UFS e UFRPE exibiram os atores mais próximos dos demais atores da Rede, considerando suas ligações oriundas de pesquisas científicas com produtos tecnológicos.

Vale ressaltar, no entanto, que apesar da boa integração entre esses atores, representados por pesquisadores vinculados aos pontos focais citados acima, foi possível identificar que as conexões de pesquisa são concentradas em alguns grupos de pesquisadores, ou seja, a maioria dos atores têm baixo engajamento no desenvolvimento de pesquisas em parcerias.

Por fim, entende-se que a Rede estudada apresenta um amplo perfil de características que a definem como: rede colaborativa de inovação, rede colaborativa de aprendizagem e rede colaborativa de interesse. Essas definições são resultantes de seus elevados números de produções acadêmicas e tecnológicas, além de sua extensa configuração de atores interagindo com o mesmo propósito científico e tecnológico. Essas caracterizações exibem uma rede heterogênea e com potencial inovador a ser explorado.

As limitações da pesquisa referem-se à necessidade de ampliação das análises para as demais tecnologias identificadas, visto que, só foi possível analisar, no contexto geral, 521 patentes. Para o estudo sobre as interações entre os atores da rede, com base na abordagem de Redes Sociais, só foram consideradas 358 patentes, por disponibilizarem dados suficientes para esse tipo de análise.

Por outro lado, essa pesquisa revela uma importante lacuna passível de ser explorada em estudos posteriores que tenham como foco uma análise tecnológica detalhada

sobre as Transferências de Tecnologias oriundas de patentes depositadas pela RENORBIO. Essa análise poderá expor o real impacto inovador da Rede para a produção de novas tecnologias comerciáveis, através do estudo de licenciamentos e concessões das patentes já identificadas nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-GHANY, M. M. M. Social network analysis of the diffusion of innovations. **Ekonomika ir vadyba**, v. 2, n. 11, p. 270-272, 2008.
- ABDI. “**Estudo prospectivo, visão de future e agenda INI – Biotecnologia: 2008-2025**”. Brasília: ABDICGEE, 2010.
- AGUIAR, S. Redes sociais na internet: desafios à pesquisa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 30., 2007, Santos, SP. **Anais...** Santos, SP: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2007. p. 1-15.
- ALCARA, A. R. *et al.* As redes sociais como instrumento estratégico para a inteligência competitiva. **Transinformação**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 143-153, 2006.
- ALEJANDRO, V. A. O.; NORMAN, A. G. **Manual introdutório à análise de redes sociais**. Estado de México: UNIV, 2005.
- ALMEIDA-FILHO, N. Sobre Redes. In: TEIXEIRA, F. (Org.). **Gestão de Redes de Cooperação Interempresariais: em busca de novos espaços de aprendizado e inovação**. Salvador: Casa da Qualidade, 2005.p. 5-9.
- ALVES, J. **O Processo de desenvolvimento e mudança de redes interorganizacionais**. 2016. 239 f. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMENTOS INOVADORES, Brasília, 2019. Disponível em: <<http://anprotec.org.br/site/>>. Acesso em: 23 jun. 2019.
- ARAUJO, L.; GEOFF, E. Networks in Socioeconomic Systems: A Critical Review. In: IACOBUCCI, D. **Networks in Marketing**. Thousand Oaks: Sage, 1996.
- ARNKIL, R. *et al.* **Exploring Quadruple Helix: Outlining user – Oriented Innovation Models**. Finland: University of Tampere, Tampere, 2010.
- ASHEIM, B.T.; COENEN, L. Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. **Research policy**, v. 34, n. 8, p. 1173-1190, 2005.
- ASTLEY, W. G. Toward an appreciation of collective strategy. **Academy of management review**, v. 9, n. 3, p. 526-535, 1984.
- ASTLEY, W. G. FOMBRUN, C. J. Collective strategy: Social ecology of organizational environments. **Academy of management review**, v. 8, n. 4, p. 576-587, 1983.
- AZAGRA-CARO, J. M. *et al.* Dynamic interactions between university-industry knowledge transfer channels: A case study of the most highly cited academic patent. **Research Policy**, v. 46, n. 2, p. 463-474, 2017.

AZEVEDO, N. *et al.* Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica: A Via Brasileira da Biotecnologia. Dados **Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 1, p. 139-176, 2002.

AZOULAY, P.; DING, W.; STUART, T. The determinants of faculty patenting behavior: Demographics or opportunities?. **Journal of economic behavior & organization**, v. 63, n. 4, p. 599-623, 2007.

\_\_\_\_\_. The impact of academic patenting on the rate, quality and direction of (public) research output. **The Journal of Industrial Economics**, v. 57, n. 4, p. 637-676, 2009.

\_\_\_\_\_. The determinants of faculty patenting behavior: Demographics or opportunities?. **Journal of economic behavior & organization**, v. 63, n. 4, p. 599-623, 2007.

BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. R. Relações interorganizacionais e complementaridade de conhecimentos: proposição de um esquema conceitual. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 8, n. 4, p. 153-177, 2007.

BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. R.; REYES JUNIOR, E. O campo de estudo sobre redes de cooperação interorganizacional no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, n. 3, p. 458-477, 2010.

BARABÁSI, A. L. Emergence of scaling in complex networks. In: Bornholdt, S.; Schuster, H. G. (Ed.). **Handbook of graphs and networks: from the genome to the internet**. Weinheim: John Wiley & Sons, 2006.

BEKKERS, R.; FREITAS, I. M. B. Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter?. **Research policy**, v. 37, n. 10, p. 1837-1853, 2008.

BENNETT, J. W. Mycotechnology: the role of fungi in biotechnology. **Journal of Biotechnology**, v. 66, n. 2, p. 101-107, 1998.

BONACICH, P. Power and centrality: a Family of measures. **American Journal of Sociology**, v. 92, n. 5, p. 1170-1182, 1987.

BOTT, E. **Family and social network**. London: Tavistock Publications, 1957.

BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research policy**, v. 29, n. 4-5, p. 627-655, 2000.

BOZEMAN, B., CORLEY, E. Scientists's collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital. **Research Policy**, v. 33, n. 4, p. 599-616, 2004.

BOZEMAN, B., DIETZ, J.S., GAUGHAN, M. Scientific and technical human capital: an alternative model for research evaluation. **International Journal of Technology Management**, v. 22, n. 7/8, p. 716-740, 2001.

BRADLEY, S. R. *et al.* Models and methods of university technology transfer. **Foundations and Trends® in Entrepreneurship**, v. 9, n. 6, p. 571-650, 2013.

BRAGA JR, E.; PIO, M.; ANTUNES, A. O processo de transferência de tecnologia na indústria têxtil. **Journal of technology management & innovation**, v. 4, n. 1, p. 125-133, 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional. **Plano de Ação 2007-2010**. Brasília: MCTI, 2007.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **PORTARIA Nº 1.078, DE 27 DE FEVEREIRO DE 2018**. DF, n. 44, Seção 1, pág. 14.

\_\_\_\_\_. **PORTARIA Nº 3, DE 14 DE ABRIL DE 2005**. DF, n. 71, Seção 2, pág. 5.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Tesouro Eletrônico. **Biotecnologia**. 2016a. Disponível em: <<http://bvsmms2.saude.gov.br/cgi-bin/multites/mtwdk.exe?k=default&l=60&w=2259&n=1&s=5&t=2>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plano Nacional de Pós-Graduação-PNPG 2005-2010**. Brasília: Capes, 2004.

\_\_\_\_\_. **Plataforma Sucupira**, 2019. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/linhaPesquisa/listaLinhaPesquisa.jsf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

BRASS, D. J. *et al.* Taking stock of networks and organizations: A multilevel perspective. **Academy of management journal**, v. 47, n. 6, p. 795-817, 2004.

BRAY, M. J., LEE, J. N. University revenues from technology transfer: Licensing fees vs. equity positions. **Journal of Business venturing**, v. 15, n. 5-6, p. 385-392, 2000.

BRESCHI, S., LISSONI, F., MONTOBBIO, F. University patenting and scientific productivity: a quantitative study of Italian academic inventors. **European Management Review**, v. 5, n. 2, p. 91-109, 2008.

BRESCHI, S. *et al.* **University patenting and scientific productivity**: A quantitative study of Italian academic inventors. Oxford: Università commerciale Luigi Bocconi, 2006.

BURT, R. S. **Structural holes**: The Social Structure of Competition. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 2009.

\_\_\_\_\_. A note on social capital and network content. **Social networks**, v. 19, n. 4, p. 355-373, 1997.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. **International journal of technology management**, v. 46, n. 3-4, p. 201-234, 2009.

CARAYANNIS, E. G.; RAKHMATULLIN, R. The quadruple/quintuple innovation helixes and smart specialisation strategies for sustainable and inclusive growth in Europe and beyond. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 5, n. 2, p. 212-239, 2014.

CARAYANNIS, E. G.; BARTH, R.D.; CAMPBELL, D. F. J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of innovation and entrepreneurship**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2012.

CARLILE, P. R. Transferring, translating, and transforming: An integrative framework for managing knowledge across boundaries. **Organization science**, v. 15, n. 5, p. 555-568, 2004.

CARVALHO, I. V.; CUNHA, N. C. V. Proposta de um modelo de transferência de tecnologia para as universidades públicas brasileiras. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTÃO DE TECNOLOGIA, 15., 2013, Porto. **Anais ...** Porto: ALTEC, 2013.

Disponível em: <[http://www.altec2013.org/programme\\_pdf/384.pdf](http://www.altec2013.org/programme_pdf/384.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2019.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CENTRO BRASILEIRO DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO. Associação Brasileira de Biotecnologia. **Brazil Biotech Map 2011**. São Paulo: BBMap, 2011

CHEN, I. X.; YANG, C. Z. Visualization of social networks. In: FURTH, B. **Handbook of social network: Technologies and applications**. New York: Springer, 2010.

CHESBROUGH, H. Bringing open innovation to services. **MIT Sloan Management Review**, v. 52, n. 2, p. 85, 2011.

\_\_\_\_\_. Why companies should have open business models. **MIT Sloan Management Review**, v. 48, n. 2, p. 22, 2007.

CLOSS, L. Q.; FERREIRA, G. C. A transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto brasileiro: uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 2, p. 419-432, 2012.

COOK, K. S.; EMERSON, R. Power, Equity and Commitment in Exchange Networks. **American Sociological Review**, v. 43 n. 5 p. 721-739, 1978.

\_\_\_\_\_. Exchange Networks and the Analysis of Complex Organizations. **Research in the Sociology of Organizations**, v. 3, n. 4, p. 1-30, 1984.

CÓSER, I. *et al.* Determinantes das patentes em ciências da vida e da saúde nas universidades federais de Minas Gerais, Brasil: uma análise de dados em painel para o período 1995-2016. **Cad. Saúde Pública**, v. 34, p. e00097517, 2018.

COSTA, B. **Da bancada ao bureau: análise do desenvolvimento da biotecnologia no Nordeste brasileiro sob o enfoque do sistema regional de inovação**. 2012. 234f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Rede Nordeste de Biotecnologia, Natal, RN, 2012.

COSTA, L. *et al.* **Redes: uma introdução às dinâmicas da conectividade e da auto-organização**. Brasília, DF: WWF-Brasil, 2003.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2007.

CROSSLEY, N.; PRELL, C.; SCOTT, J. Social network analysis: introduction to special edition. **Methodological Innovations**, v. 4, p. 1-7, 2009.

CUNHA, N. C. V.; FRACASSO, E. M. University-enterprise interaction in biotechnology in the south of Brazil. **Journal of Knowledge Management**, v. 3, n. 1 p. 66-74, 1999.

CZARNITZKI, D., GLÄNZEL, W., HUSSINGER, K. Heterogeneity of patenting activity and its implications for scientific research. **Research Policy**, v. 38, n. 1, p. 26–34, 2009.

\_\_\_\_\_. Patent and publication activities of German professors: an empirical assessment of their co-activity. **Research Evaluation**, v. 16, n. 4, p. 311-319, 2007.

DEBACKERE, K., VEUGELERS, R. The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. **Res. Policy**, v. 34, n. 3, p. 321-342, 2005.

DIAS, A. A.; PORTO, G. S. Gestão de transferência de tecnologia na Inova Unicamp. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 263-284, 2013.

DIETZ, J.S., BOZEMAN, B. Academic careers, patents, and productivity: industry experience as scientific and technical human capital. **Research policy**, v. 34, n. 3, p. 349-367, 2005.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

ECCLES, R. G. The quasi firm in the construction industry. **Journal of Economic Behavior and Organizations**, v. 2, n. 4, p. 335-357, 1981.

EDVARDSSON, B.; TRONVOLL, B.; GRUBER, T. Expanding understanding of service exchange and value co-creation: a social construction approach. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 39, n. 2, p. 327-339, 2011.

EISENHARDT, K. M.; MARTIN, J. A. Dynamic capabilities: what are they?. **Strategic Management Journal**, v. 21, n. 10-11, p. 1105-1121, 2000.

ETZKOWITZ, H. The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages. **Research Policy**, v. 27, n. 8, p. 823-833, 1998.

ETZKOWITZ, H.; 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, HENRY; ZHOU, CHUNYAN. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos avançados**, v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017.

FABRIZIO, K.R., DI MININ, A. Commercializing the laboratory: faculty patenting and the open science environment. **Research Policy**, v. 37, n. 5, p. 914-931, 2008.

FERNANDES, C. R., MACHADO, A. G. C. Technology Transfer Capability: development dynamics in higher education institutions. **Brazilian Business Review**, v. 16, n. 1, p. 1-15, 2019.

FORD, D. *et al.* **Managing Business Relationships**. 3. ed. Chicester, UK: Wiley, 2011.

FORSREN, M.; JAN J. **Managing Networks in International Business**. Amsterdam: Gordon and Breach Science Publishers, 1992.

FRACASSO, E. M.; SANTOS, M. E. R. Modelos de transferência de tecnologia da universidade para a empresa. **Perspectiva Econômica**, v. 27, n. 78, p. 57-66, 1992.

FREEMAN, L. C. **The development of social network analysis: a study in the sociology of Science**. Vancouver: Empirical Press, 2004.

FREITAS, J.E.B. et al. Análise bibliométrica da produção científica brasileira e do nordeste em Biotecnologia. *Em Questão*, v. 23, n. 3, p. 228-249, 2017.

\_\_\_\_\_. Análise sobre a produção acadêmica do tema de redes no Brasil. **Revista de Administração IMED**, Passo Fundo, v. 7, n. 1, p. 250-269, 2017.

FRIEDMAN, J.; SILBERMAN, J. University technology transfer: do incentives, management, and location matter?. **Journal of Technology Transfer**, v. 28, n. 1, p. 17-30, 2003.

FUNK, R. J. Making the most of where you are: Geography, networks, and innovation in organizations. **Academy of Management Journal**, v. 57, n. 1, p. 193-222, 2014.

GEBAUER, H. Exploring the contribution of management innovation to the evolution of dynamics capabilities. **Industrial Marketing Management**, v. 40, n. 8, p. 1238-1250, 2011.

GLOOR, P. A. **Swarm creativity: competitive advantage through collaborative innovation networks**. New York: Oxford University Press, 2006.

GODIN, B., GINGRAS, Y. The impact of collaborative research on academic science. **Science and Public Policy**, v. 27, n. 1, p. 65-73, 2000.

GODOI, C.K.; BANDEIRA-DE-MELO, R.; SILVA, A.B. **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

GRANDORI, A.; SODA, G. A relational approach to organization design. **Industry and Innovation**, v. 13, n. 2, p. 151-172, 2006.

\_\_\_\_\_. Inter-Firm Networks: Antecedents, Mechanisms and Forms. **Organization Studies**, 16 (2): 183–214, 1995.

GRANOVETTER, M. Ação econômica e estrutura social: o problema da imersão. **RAE-eletrônica**, v. 6, n. 1, p. 0-0, 2007.

\_\_\_\_\_. Toward a sociological theory of income differences. In: FURAKER, B. **Sociological Perspectives on Labor Markets**. New York: Academic Press, 1981.

GRIMALDI, R. *et al.* 30 years after Bayh-Dole: reassessing academic entrepreneurship. **Res.Policy**, v. 40, n. 8, p. 1045-1057, 2011.

- GRIMPE, C., HUSSINGER, K. Formal and informal technology transfer from academia to industry: complementarity effects and innovation performance. **Industry and innovation**, v. 20, n. 8, p. 683-700, 2013.
- HÅKANSSON, H.; FORD, D. How Should Companies Interact in Business Networks?. **Journal of Business Research**, v. 55, n. 2, p. 133-139, 2002.
- HAKANSSON, H.; IVAN S. No Business Is an Island: The network concept of business strategy. **Scandinavian Journal of Management**, v. 22, n. 3, p. 256-270, 2006.
- HALINEN, A.; TORNROOS, A.; SRIDHAR, M. Using case methods in the study of contemporary business networks. **Journal of Business Research**, v. 58, n. 9, p. 1285-1297, 2005.
- HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. **Introduction to social network methods**. Riverside, CA: University of California, 2005.
- HEL FAT, C. E. *et al.* **Dynamic capabilities: understanding strategic change in organizations**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd., 2007.
- HENDERSON, R., JAFFE, A., TRAJTENBERG, M. Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965–1988. **Review of Economics and statistics**, v. 80, n. 1, p. 119-127, 1998.
- HEYTER, C. S.; RASMUSSEN, E.; ROOKSBY, J. H. Beyond formal university technology transfer: innovative pathways for knowledge Exchange, **The Journal of Technology Transfer**, v. 45, p. 1-8, 2020.
- HILÁRIO, C. M.; GRÁCIO, M. C. C. A contribuição de Robert Merton e Thomas Kuhn para a visão auto-organizada da colaboração científica: um estudo metateórico. **Informação & Informação**, v. 23, n. 3, p. 17-37, 2018.
- HOYE, K.; PRIES, F. ‘Repeat commercializers’, the ‘habitual entrepreneurs’ of university industry technology transfer. **Technovation**, v. 29, n. 10, p. 682-689, 2009.
- HSU, D. W.L. *et al.* Toward successful commercialization of university technology: Performance drivers of university technology transfer in Taiwan. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 92, p. 25-39, 2015.
- HUNG, S.; TANG, R. Factors affecting the choice of technology acquisition mode: na empirical analysis of the electronics firms of Japan, Korea and Taiwan. **Technovation**, v. 28, n. 9, p. 551-563, 2008.
- HWANG, C. Discovering proximal social intelligence for quality decision support. In: WU, H.-J.; HO, T.-H.; TING, I.-H. **Minig and analyzing social networks**. Berlin: Springer-Verlag, 2010.
- IVANOVA, I. Quadruple helix systems and symmetry: a step towards helix innovation system Classification. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 5, n. 2, p. 357-369, 2014.

JAGODA, K.; MAHESHWARI, B.; LONSETH, R. Key issues in managing technology transfer projects: experiences from Canadian SME. **Management Decision**, v. 48, n. 3, p. 366-382, 2010.

KALAR, B.; ANTONCIC, B. The entrepreneurial university, academic activities and technology and knowledge transfer in four European countries. **Technovation**, v. 36, p. 1-11, 2015.

KNOCKAERT, M. *et al.* A perspective on the economic valorization of gene manipulated biotechnology: Past and future. **Biotechnology Reports**, v. 6, p. 56-60, 2015.

KRABEL, S., MUELLER, P. What drives scientist to start their own company? An empirical investigation of Max Planck Society scientists. **Res. Policy**, v. 38, n. 6, p. 947-956, 2009.

LACH, S.; M. SCHANKERMAN. 'Royalty sharing and technology licensing in universities,' **Journal of the European Economic Association**, v. 2, n. 2-3, p. 252-264, 2004.

LAHORGUE, M. **Pólos, parques e incubadoras: instrumentos de desenvolvimento do século XXI**. Brasília: Anprotec, 2004.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LANDRY, R., AMARA, N., OUIMET, M. Determinants of knowledge transfer: evidence from Canadian university researchers in natural sciences and engineering. **Journal of Technology Transfer**, v. 32, n. 6, p. 561-592, 2007.

LANDRY, R., AMARA, N., RHERRAD, I. Why are some university researchers more likely to create spin-offs than others? Evidence from Canadian universities. **Research Policy**, v. 35, n. 10, p. 1599-1615, 2006.

LANDRY, R. *et al.* Evidence on how academics manage their portfolio of knowledge transfer activities. **Research policy**, v. 39, n. 10, p. 1387-1403, 2010.

LATOUR, B. **A esperança de pandora: ensaio sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

LINK, A. N.; SIEGEL, D. S.; BOZEMAN, B. An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. **Industrial and Corporate Change**, v. 16, n. 4, p. 641-655, 2007.

LOPES, J. **Fazer do trabalho científico em Ciências Sociais Aplicadas**. Recife: UFPE, 2006.

LOTUFO, R. A. A institucionalização de Núcleos de Inovação Tecnológica e a experiência da Inova Unicamp. In: SANTOS, M. E. R. **Transferência de tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica**. Campinas-SP: Komedi, 2009.

MACGREGOR, S.P.; MARQUES-GOU, P.; SIMON-VILLAR, A. Gauging readiness for the quadruple helix: a study of 16 european organisations. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 1, n. 3, p. 173-190, 2010.

- MACHADO, D. Q. **Esforços de Inovação em redes sociais: uma análise na Rede Nordeste de Biotecnologia**. 2012. 154 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2012.
- MASTERALEXIS, L.; BARR, C.; HUMS, M. **Principles and practice of sport management**. 3<sup>rd</sup> ed. Sudbury, MA: Jones & Bartlett Publishers, 2009.
- MATHEUS, R. F.; SILVA, A. B. O. Análise de redes sociais como método para a ciência da informação. **Revista de Ciencia da Informação**, v.7, n. 2, p. 1-29, 2006.
- MCADAM, R., MILLER, K., MCADAM, M., AND TEAGUE, S. The development of university technology transfer stakeholder relationships at a regional level: lessons for the future. **Technovation**, v. 32, n. 1, p. 57-67, 2012.
- MEDEIROS, M. L. S.; RONDON, J. N. Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO): um panorama atual do programa. **Interações**, Campo Grande, v. 19, n. 1, p. 103-117, 2018.
- MERRIAM, S. B. **Qualitative research and case study applications in education**. San Francisco: ossey-Bass Publishers, 2002.
- MEYER, M. Are patenting scientists the better scholars? An exploratory comparison of inventor-authors with their non-inventing peers in nano-science and technology. **Research Policy**, v. 35, n. 10, p. 1646-1662, 2006.
- MILGROM, P.; ROBERTS, J. Complementarities and fit strategy, structure, and organizational change in manufacturing. **Journal of Accounting & Economics**, v. 19, n. 2-3, p. 179-208, 1995.
- MILLER, K.; MCADAM, M.; MCADAM, R. The university business model: evolution and emergence from a stakeholder Perspective. **R&D Management**, v. 44, n. 1, p. 265-287, 2014.
- MORAES, M. A Ciência como Rede de Atores: Ressonâncias Filosóficas. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 11, n. 2, p. 321-333, 2004.
- MORLACCHI, P, MARTIN, B. R. Emerging challenges for science, technology and innovation policy research:a reflexive over view. **Res. Policy**, v. 38, n. 1, p. 571-582, 2009.
- MOWERY, D, SAMPAT, B. Universities in National Innovation Systems. In: FARGERBERG, J. *et al.* **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2005.
- NEWMAN, M. E. J. From the Cover: the structure of scientific collaboration networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 98, n. 2, p. 404-409, 2001.
- \_\_\_\_\_. NEWMAN, N. E; J.The structure and function of complex networks. **SIAM Review**, v. 45, n. 1, p. 167-256, 2003.
- NOHRIA, N., & ECCLES, R. **Networks and organizations: Structure, form, and action**. Boston: Harvard Business School Press, 1992.

NOVELI, M.; SEGATTO, A. P. Processo de cooperação universidade-empresa para a inovação tecnológica em um parque tecnológico: evidências empíricas e proposição de um modelo conceitual. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 9, n. 1, p.81-105, 2012.

O'SHEA, R.P., *et al.* Entrepreneurial orientation, technology transfer, and spinoff performance of U.S. universities. **Research Policy**, v. 34, n. 7, p. 994-1009, 2005.

OCDE. **Manual de Oslo**: Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. 3. ed. Rio de Janeiro: FINEP, 2006.

OLIVER, A.; EBERS, M. Networking network studies: an analysis of conceptual configurations in the study of inter-organizational relationships. **Organization Studies**, v. 19, n. 4, p. 549-583, 1998.

ORSI, F, CORIAT, B. The new role and status of Intellectual Property Rights in contemporary capitalism, **Competition & Change**, v. 10, n. 2, 162-179, 2006.

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.

PACEY, A. **The Culture of Technology**. Cambridge, MA: MIT Press. 1983.

PARANHOS, J.; CATALDO, B.; PINTO, A. C. A. Criação, institucionalização e funcionamento dos núcleos de inovação tecnológica no Brasil: características e desafios. **REAd. Rev. eletrôn. adm.**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 253-280, 2018.

PARENTE, A. **Tramas da rede**: novas dimensões filosóficas, estéticas e políticas da comunicação. Porto Alegre: Sulina, 2004.

PARKER, D. P.; ZILBERMAN, D. University Technology Transfers: Impacts on Local and U.S. **Economies Contemporary Policy Issues**, v. 11, p. 87-99, 1993.

PARREIRAS, F. S. *et al.* REDECI: colaboração e produção científica em ciências da informação no Brasil. **Pesquisa Brasileira em Ciências da Informação e Biblioteconomia**, v. 2, n. 1, p. 1-16, 2007.

PERKMANN, M.; WALSH, K. University-industry relationships and open innovation: towards a research agenda. **International Journal of Management Reviews**, v. 9, n. 4, p. 259-280, 2007.

PERUCCI, R.; POTTER, H. R. **Networks of power**. Berlin: Gruyter, 1989.

PODOLNY, J. M.; PAGE, K. L. Network Forms of Organization. **Annual Review of Sociology**, v. 24, n. 1, p. 57-76, 1998.

PÓVOA, L. M. C.; RAPINI, M. S. Technology transfer from universities and public research institutes to firms in Brazil: what is transferred and how the transfer is carried out. **Science and Public Policy**, v. 37, n. 2, p. 147-159, 2010.

- POWELL, W. W.; KUPT, K. W.; SMITH-DOERR, L. Interorganizational Collaboration and Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. **Administrative Science Quarterly**, v. 41, n. 1, p. 116-145, 1996.
- QUINTELLA, C. M. *et al.* Política de Estado de Inovação Tecnológica: a Renorbio na biotecnologia do nordeste do Brasil. In: RUSSO, S. L.; SILVA, G.F. **Capacite: exemplos de inovação tecnológica**. São Cristóvão, SE: UFS, 2013.
- RASMUSSEN, E. Government instruments to support the commercialization of university research: lessons from Canada. **Technovation**, v. 28, n. 8, p. 506-517, 2008.
- RASMUSSEN, E.; MOEN, O.; GULBRANDSEN, M. Initiatives to promote commercialization of university knowledge. **Technovation**, v. 26, n. 4, p. 518-533, 2006.
- RATAJCZAK-MROZEK, M. The Essence of the Network Approach. In: RATAJCZAK-MROZEK, M. **Network Embeddedness**. Macmillan: Network Embeddedness Cham, 2017.
- RAUEN, C. V. O novo marco legal da inovação no brasil: o que muda na relação ic-empresa?. **Radar**, n. 43. p.21-35. 2016.
- ROGERS, D. M. A. The Challenge of Fifth Generation R&D. **Research-Technology Management**, v. 39, n. 4, p. 33-41, 1996.
- ROGERS, E. M.; TAKEGAMI, S.; YIN, J. Lessons learned about technology transfer. **Technovation**, v. 21, n. 4, p. 253-261, 2001.
- ROGERS, E. M.; YIN, J.; HOFFMANN, J. Assessing the effectiveness of technology transfer offices at US research universities. **The Journal of the Association of University Technology Managers**, v. 12, n. 1, p. 47-80, 2000.
- ROGERS, E. M. Diffusion of Innovations. 4. ed. New York: The Free Press, 1995
- ROTHWELL, R. Towards the fifth-generation innovation process. **International marketing review**, v. 11, n. 1, p. 7-31, 1994.
- SABATO, J. A.; BOTANA, N. La ciência y la tecnología en el desarrollo futuro de America Latina. In: SABATO, J. A. **El pensamiento latino-americano em la problemática ciência-tecnologia-desarrollo**. Buenos Aires: Editorial Paidos, 1975.
- SANTORO, M.D.; BIERLY, P.E. Facilitators of knowledge transfer in university– industry collaborations: a knowledge-based perspective. **IEEE Trans. Eng. Manage**, v. 53, n. 4, p. 495-507, 2006.
- SANTOS, M. Boas práticas de gestão em núcleos de inovação tecnológica (NIT). In: Santos, M; TOLEDO, P.; LOTUFO, R. **Transferência de tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de núcleos de inovação tecnológica**. Campinas: Komedi, 2009.
- SCHUURMAN, D. *et al.* **Innovation from User Experience in Living Labs: Revisiting the 'Innovation Factory' -Concept with a Panel-Based and User-Centered Approach**. Manchester: Ghent University, 2012.

SHANE, S. **Academic Entrepreneurship: University Spinoffs and Wealth Creation**. UK: Edward Elgar Publishing, 2004.

SIEGEL, D. S. *et al.* 'Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies' **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 21, n. 1-2, p. 115-142, 2004.

SIEGEL, D. S.; VEUGELERS, R.; WRIGHT, M. Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: performance and policy implications. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 23, n. 4, p. 640-660, 2007.

SIEGEL, D.S., WALDMAN, D., LINK, A. Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of technology transfer offices: an exploratory study. **Research Policy**, v. 32, n. 1, p. 27-48, 2003.

SLANINOVÁ, K. *et al.* Analysis of social networks extracted from log files. In: FURHT, B. **Handbook of social network: Technologies and applications**. New York: Springer, 2010.

SMILOR, R.; GILL JR., M. **The New Business Incubator: Linking Talent, Technology, Capital, and Know-how**. Lexington: Lexington Books, 1986.

SORENSEN, J. A. T.; CHAMBERS, D. A. Evaluating academic technology transfer performance by how well access to knowledge is facilitated – defining an access metric. **The Journal of Technology Transfer**, v. 33, n. 5, p. 534-547, 2008.

STEPHAN, P.E. *et al.* Who's patenting in the university? Evidence from the survey of doctorate recipients. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 16, n. 2, p. 71-99, 2007.

STEVENS, A. *et al.* AUTM US licensing survey: FY 2004. **Association of University Technology Managers**, v.23, n.1, 2005.

TEECE, D. J. Economies of scope and the scope of enterprise. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 1, n. 3, p. 223-247, 1980.

THOMPSON, G. F. **Between hierarchies and markets: the logics and limits of network forms of organization**. Oxford: Oxford University Press, 2003.

THURSBY, J. G.; KEMP, S. Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. **Research Policy**, v. 31, n. 1, p. 109-124, 2002.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Managing innovation: Integrating technological, market, and organizational change**. Chichester, England: John Wiley & Sons, 2009.

TODEVA, E. **Business networks: strategy and structure**. New York: Taylor & Francis, 2006.

TORKOMIAN, A. L. V. Panorama dos Núcleos de Inovação Tecnológica no Brasil. In: SANTOS, M. E. R. **Transferência de tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica**. Campinas-SP: Komedi, 2009.

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.

TURATI, C. **Economia ed organizzazione delle joint-ventures**. Milan: EGEA, 1990.

UPSTILL, G.; SYMINGTON, D. Technology transfer and the creation of companies: the SCRO experience. **R&D Management**, v. 20, n. 2, p. 185-200, 2003.

VAN LOOY, B.; CALLAERT, J.; DEBACKERE, K. Publication and patent behaviour of academic researchers: conflicting, reinforcing or merely co-existing?. **Research Policy**, v. 35, n. 4, p. 596-608, 2006.

VAN LOOY, B. *et al.* Combining entrepreneurial and scientific performance in academic: towards a compounded and reciprocal Matthew effect? **Research Policy**, v. 33, n. 3, p. 425-441, 2004.

WAGNER, C. S.; LEYDESDORFF, L. Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. **Research Policy**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 1608-1618, 2005.

WALSH, V. Creating markets for biotechnology. **Intern J Sociol Agricult Food**, v. 10, n. 2, p. 33-45, 2002.

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

WHITT, A. Can capitalists organize themselves? In: DOMHOFF, G. W. **Power structure research**. Beverly Hills, CA: Sage, 1980.

WILDEN, R. *et al.* Dynamic capabilities and performance: strategy, structure and environment. **Long Range Planning**, v. 46, n. 1, p. 72-96, 2013.

ZHANG, M. Social network analysis: history, concepts, and research. In FURTH, B. **Handbook of social network: Technologies and applications**. New York: Springer, 2010.

ZOLLO, M.; WINTER, S. Deliberate learning and the evolution of dynamics capabilities. **Organization Science**, v. 13, n. 1, p. 339-351, 2002.

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