



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E
CONTROLADORIA
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO E CONTROLADORIA

FRANCISCO WELLINGTON RIBEIRO

ANÁLISE DE REDES NO ÂMBITO DE PROGRAMA DE FOMENTO À INOVAÇÃO
NO CEARÁ

FORTALEZA

2019

FRANCISCO WELLINGTON RIBEIRO

ANÁLISE DE REDES NO ÂMBITO DE PROGRAMA DE FOMENTO À INOVAÇÃO NO
CEARÁ

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração e Controladoria. Área de concentração: Gestão Organizacional.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lázaro da Silva Filho

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- R369a Ribeiro, Francisco Wellington.
Análise de redes no âmbito de programa de fomento à inovação no Ceará / Francisco Wellington Ribeiro.
– 2019.
89 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. José Carlos Lázaro da Silva Filho .
1. Análise de redes sociais. 2. Redes de inovação. 3. Projetos de inovação. I. Título.

CDD 658

FRANCISCO WELLINGTON RIBEIRO

ANÁLISE DE REDES NO ÂMBITO DE PROGRAMA DE FOMENTO À INOVAÇÃO NO
CEARÁ

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração e Controladoria. Área de concentração: Gestão Organizacional.

Aprovado em: 28 / 08 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Carlos Lázaro da Silva Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Diego de Queiroz Machado
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

À Lourdes, minha mãe, com amor e respeito.
À Daniele, esposa, Alice e Carol, filhas, com
amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À UFC, de modo especial à FEAAC e ao PPAC, pela oferta do curso e oportunidade de aprendizado.

Ao Prof. José Carlos Lázaro, pela orientação e relação amistosa durante todo o curso do mestrado, bem como pela parceria em pesquisa junto ao InoS.

Aos professores Diego Machado e Samuel Câmara, pelas críticas e sugestões quando da defesa de projeto, qualificação e defesa de dissertação.

À Funcap, em especial à equipe da área de inovação, pela possibilidade de acesso a dados e informações que compõem a pesquisa.

RESUMO

A inovação consiste num processo dinâmico e complexo, envolvendo, cada vez mais, diversos atores em interação, pois torna-se mais difícil para o ator isolado reunir as capacidades requeridas para o empreendimento inovativo. Assim, faz parte da agenda política de inovação, tendo as agências de fomento relevante papel, dois mecanismos: o estímulo a constituição de redes e a subvenção econômica de projetos. Dito isso, define-se a questão de pesquisa como: Quais as características de estrutura de rede e de posicionamento de atores institucionais estabelecidas em projetos de inovação, no âmbito do Programa Inovafit da Funcap? O objetivo geral consiste em analisar as estruturas e interações de rede de atores institucionais no Inovafit entre 2015 e 2018. Os objetivos específicos são: i) descrever a configuração de atores institucionais e as características das empresas proponentes e dos projetos de inovação nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel); ii) analisar comparativamente as métricas de estrutura de rede e os grafos de rede na RPSub e RPSel; e, iii) compreender a dinâmica de evolução da rede de inovação ao longo do período considerado. Para atingir tais objetivos parte-se de uma perspectiva positivista quantitativa, onde dados secundário das relações entre atores parceiros nos projetos são analisados sobre a égide de conceitos de análise de rede. Para isso, utiliza-se o *software Gephi* para aferir métricas definidas na análise estrutural e esboçar grafos de redes, a partir de duas matrizes de interação que resultam nas RPSub e RPSel. Os resultados apontam para diferentes níveis de participação de classes de atores em ambas redes ao longo do período, para a existência de áreas mais persistente e competitivas e para grande diferença entre as empresas proponentes em termos de faturamento, com uma distinção menor quanto ao valor dos projetos. Quanto as métricas de rede, percebe-se crescimento da densidade (0,027 a 0,112) e do grau médio (5,9 a 6,6) ao longo do período e nas RPSel quando comparada à RPSub, reduzidas distâncias médias mais curtas (pouco superior a duas intermediações) e elevado coeficiente de agrupamento (cerca de 80%). A análise dos grafos evidencia grande centralidade das IES, seguidas, especialmente, por institutos de pesquisa. Por fim, a evolução da RPSel, durante os quatro anos, sugere a constituição de uma grande comunidade mais concisa de atores compartilhando características, com as IES se posicionando como atores chave, além de indicar uma estrutura livre de escala. Os achados da pesquisa apontam para diversidade de empresas proponentes, aumento da conectividade nas redes ao longo do tempo e movimento direcionado à estrutura de redes livre de escala.

Palavras-chave: Análise de redes sociais. Redes de inovação. Projetos de inovação.

ABSTRACT

Innovation consists of a dynamic and complex process, involving, more and more, several actors in interaction, because it becomes more difficult for the isolated actor to gather the capacities required for innovation. Thus, it is part of the political innovation agenda, with the funding agencies having a relevant role, two mechanisms: the support of the constitution of networks and the economic subsidy of projects. That said, the research question is defined as: What are the characteristics of the network structure and positioning of institutional actors established in innovation projects, within the scope of Funcap's Inovafit Program? The general objective is to analyze the network structures and interactions of institutional actors at Inovafit between 2015 and 2018. The specific objectives are: i) to describe the configuration of institutional actors and the characteristics of the proposing companies and the innovation projects in the project networks submitted (RPSub) and selected (RPSel); ii) comparatively analyze the network structure metrics and network graphs in RPSub and RPSel; and, iii) understand the dynamics of the innovation network's evolution over the period considered. To achieve these objectives, we start from a quantitative positivist perspective, where secondary data from the relationships between partner actors in the projects are analyzed from the perspective of the network analysis concepts. For this, the Gephi software is used to measure metrics defined in the structural analysis and to draw the network graphs, from two interaction matrices that result in RPSub and RPSel. The results point to different levels of participation of categories of actors in both networks over the period, to the existence of more persistent and competitive areas and to a great difference between the proposing companies in terms of revenue, with a smaller difference as to the value of projects. As for the network metrics, there is an increase in density (0.027 to 0.112) and in the average grade (5.9 to 6.6) over the period and in RPSel when compared to RPSub, reduced shorter average distances (slightly higher two intermediaries) and a high coefficient of clustering (around 80%). The analysis of the graphs highlights the great centrality of the HEI, followed, especially, by research institutes. Finally, the evolution of RPSel, during the four years, suggests the constitution of a large community, with actors sharing more characteristics in common, with HEI positioning themselves as key actors, in addition to indicating a structure scale-free. The research findings point to a diversity of proposing companies, an increase in network connectivity over time and a movement towards the structure of scale-free networks.

Keywords: Social network analysis. Innovation network. Innovation project.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Descrição sucinta dos procedimentos metodológicos de cada objetivo específico	16
Quadro 2 – Descrição de métricas de análise de redes sociais	23
Quadro 3 – Variáveis estruturais e de composição na análise de redes	39
Quadro 4 – Dados gerais de quantitativo das categorias de atores participantes nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) nos editais Inovafit 2015 a 2018.....	42
Figura 1 – Distribuição de atores por categoria nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) nos editais Inovafit 2015 a 2018.....	43
Figura 2 – Distribuição das áreas de inovação nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) nos editais Inovafit 2015 a 2018.....	45
Figura 3 – Distribuição crescente dos faturamentos e valores dos projetos nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) nos editais Inovafit 2015 a 2018.....	47
Figura 4 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 1 - 2015, segundo categoria de atores e centralidade de grau	55
Figura 5 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 2 - 2016, segundo categoria de atores e centralidade de grau	56
Figura 6 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 1 - 2017, segundo categoria de atores e centralidade de grau	58
Figura 7 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 2 - 2018, segundo categoria de atores e centralidade de grau	59
Figura 8 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 1 - 2015, segundo classes de modularidade e centralidades de intermediação e de proximidade	64
Figura 9 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 2 - 2016, segundo classes de modularidade e centralidades de intermediação e de proximidade	65

Figura 10 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 1 - 2017, segundo classes de modularidade e centralidades de intermediação e de proximidade	67
Figura 11 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 2 - 2018, segundo classes de modularidade e centralidades de intermediação e de proximidade	68
Figura 12 – Rede de projetos selecionados no Inovafit 2015 e rede cumulativa no 2015-2016, segundo classes de modularidade e centralidade de grau.....	73
Figura 13 – Redes cumulativas de projetos selecionados no Inovafit 2015-2017, em cima, e 2015-2018, em baixo, segundo classes de modularidade e centralidade de grau	75

LISTA TABELAS

Tabela 1 – Medidas descritivas do faturamento das empresas proponentes nas redes de projetos submetidos (PSub) e selecionados (PSel) no Inovafit 2015 a 2018	48
Tabela 2 – Medidas descritivas do valor do projeto das empresas proponentes nas redes de projetos submetidos (PSub) e selecionados (PSel) no Inovafit 2015 a 2018....	49
Tabela 3 – Métricas de estrutura de rede extraídas das redes de projetos submetidos (PSub) e selecionados (PSel) no Inovafit 2015 a 2018.....	50
Tabela 4 – Dez maiores métricas de centralidades de grau de atores das redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) no Inovafit 2015 a 2018.....	54
Tabela 5 – Dez maiores métricas de centralidades de intermediação de atores das redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) no Inovafit 2015 a 2018 ...	62
Tabela 6 – Dez maiores centralidades de proximidade de atores das redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) no Inovafit 2015 a 2018.....	63
Tabela 7 – Métricas de estrutura de rede extraídas das redes cumulativas de projetos selecionados (PSel) no Inovafit 2015 a 2018	71
Tabela 8 – Dez maiores centralidades de grau de atores das redes de cumulativas de projetos selecionados no Inovafit 2015-2018	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	15
1.2	Resumo metodológico	16
1.3	Justificativa	17
1.4	Estrutura do trabalho	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	Redes sociais	19
2.2	Redes de inovação	24
2.3	Agências de fomento e a formação de redes	31
2.4	Estudos de análise de redes no campo da inovação	34
3.	METODOLOGIA	36
3.1	Objeto de estudo	36
3.2	Descrição da pesquisa	37
3.3	Coleta de dados	37
3.4	Análise de dados	38
3.4.1	<i>Análise descritiva</i>	38
3.4.2	<i>Análise de redes</i>	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1	Análise descritiva das redes de projetos submetidos e selecionados	41
4.1.1	<i>Distribuição das categorias de atores</i>	41
4.1.2	<i>Distribuição de áreas dos projetos de inovação</i>	44
4.1.3	<i>Distribuição do porte das empresas e do valor dos projetos</i>	46
4.2	Análise de redes de projetos submetidos e selecionados	49
4.2.1	<i>Métricas de estrutura de redes</i>	49
4.2.2	<i>Grafos de categorias de atores e de centralidade de grau</i>	53
4.2.3	<i>Grafos de intermediação e proximidade e de classes de modularidade</i>	61
4.3	Análise da evolução da rede cumulativa	71
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
	REFERÊNCIAS	80
	APÊNDICE	87

1 INTRODUÇÃO

A inovação é tomada como processo dinâmico e interativo entre diversos atores, podendo, muitas vezes, figurar na forma de rede de inovação, a qual é percebida como arranjo que agiliza e amplifica o desenvolvimento inovativo (ETZKOWITZ, 2002; FACCIN; BALESTRIN; BORTOLASO, 2016; FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2018; TIGRE, 2006). A complexidade desse processo repousa na sequência não linear com que ele ocorre, envolvendo aspectos endógenos às organizações, bem como fatores exógenos, geralmente com coexistência de impulsos tecnológicos – *technology push* – e de influxos de demanda – *market pull* (KIM; LEE, 2009; ROTHWELL, 1994).

Essa complexidade também pode ser observada quanto à perspectiva do impacto de novidade, pois, como enunciam Garcia e Calantone (2002), a inovação pode ser percebida em nível macro, causando mudanças no modelo de estrutura tecnológica e de mercado, e em nível micro, em que apenas a organização é afetada, em seus recursos e estratégias.

Quanto ao investimento em inovação, as organizações, geralmente, investem menos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) – *exploration* – comparativamente aos investimentos em ativos intangíveis de inovação – *exploitation* –, tendo em vista os grandes níveis de recursos requeridos e de incertezas de retorno dos processos de P&D (KIM, 2015; SANTOS; CALÍOPE; SILVA FILHO, 2016; SANTOS *et al.*, 2016). O elevado risco associado ao investimento em P&D, inclusive, faz com que os governos assumam o papel principal na oferta de recursos (KIM; LEE, 2009).

De qualquer forma, o processo de inovação, regido sob forças endógenas e exógenas, com impactos amplos ou localizados, equalizando *exploration* e *exploitation*, exerce influência sobre as mudanças na economia, moldando seus mecanismos e estruturas, proporcionando desenvolvimento econômico (SCHUMPETER, 1997; SENER; HACIOGLU; AKDEMIR, 2017).

Nessa perspectiva, as dinâmicas relacionais entre diversos atores – pares organizacionais, fornecedores, clientes, instituições de pesquisa e órgãos de apoio – consistem em elementos externos à organização que implicam no processo de inovação (ROTHWELL, 1994). Ainda de acordo com o autor, a abordagem da inovação nas organizações tem apontado mudança no processo inovativo do ambiente interno à empresa, como ação essencialmente isolada, atomista, para além de suas fronteiras, como ação externa e interativa em redes de cooperação. Mesmo porque, como já é amplamente aceito, isoladamente as empresas encontrarão maiores dificuldades para alcançar resultados satisfatórios de desempenho

inovativo do que quando envolvidas em ambiente cooperativo de inovação (BALESTRIN; VERSCHOORE, 2010; DEBRESSON; AMESSE, 1991; ROTHWELL, 1994).

Nesse sentido a constituição de redes de inovação, articulando diversos atores, como empresas e universidades e institutos de pesquisa, aparece como importante contributo para o desenvolvimento de processos inovativos. E como atores estimulantes desse processo, as agências de fomento consistem em instituições que têm papel fundamental quanto à política de incentivo à inovação via redes de interações entre empresas e universidade (BARBOZA; FONSECA; RAMALHEIRO, 2017; LOURENÇÃO; MOURA, 2016).

Tais agências têm uma tradição no estímulo ao desenvolvimento científico e tecnológico por meio de concessão de bolsas de pesquisa universidades, tendo assumido também, num período mais recente, uma política de desenvolvimento da inovação por meio de fomento financeiro e incentivo à interação entre empresas e Instituições Científicas e Tecnológicas¹ (ICT).

A reforma da política de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) brasileira, ocorrida no final dos anos 1990 e início dos anos 2000, é caracterizada pela criação de mecanismos de financiamento de políticas específicas, buscando maior interação entre as atividades científicas e a realidade da economia do país (OLIVEIRA, J. J., 2015). É nesse ensejo que se inicia a formulação de diversos programas de subvenção econômica pró-inovação dirigidos a empresas inovadoras.

No contexto brasileiro, cada uma das unidades federativas tem sua agência de fomento à CT&I. No estado do Ceará essa função é desempenhada pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap), a qual sistematicamente apoia projetos de inovação a partir de parcerias entre atores em rede. Ações específicas, como o Programa de Inovação Tecnológica (Inovafit) da Funcap, expressam, como quesito nos critérios de seleção de propostas para financiamento por subvenção econômica, a interação da empresa inovadora proponente com atores que compõem as ICT. Desse modo, torna-se explícita uma estratégia de incentivo à formação ou ampliação de redes de colaboração inovativa, notadamente entre empresas e universidades e institutos de pesquisa.

A implementação do Inovafit inicia-se no ano de 2015, tendo como objetivo fomentar projetos de inovação propostos por empresas em parceria com pesquisadores das ICT, sendo que essa parceria é requerida nos critérios de seleção das propostas. O programa é dividido em duas fases (Fase 1 visa desenvolver um Produto Mínimo Viável (PMV) e Fase 2

¹ Representadas, especialmente, por universidades e institutos de pesquisa.

visa executar o projeto de inovação, partindo de um PMV). O programa está em seu terceiro ciclo (Fase 1-Fase 2), sendo objetivo desta pesquisa os dois primeiros ciclos compreendidos entre 2015 e 2018.

Assim sendo, dada a notoriedade da influência positiva de redes de cooperação em inovação (ANGELINI *et al.*, 2017; DEBRESSON; AMESSE, 1991; FACCIN; BALESTRIN; BORTOLASO, 2016; FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2018; 2017; ROTHWELL, 1994) e a importância de seu estímulo via política pública governamental de fomento (EDLER; FAGERBERG, 2017; KIM; LEE, 2009; BARBOZA; FONSECA; RAMALHEIRO, 2017), em especial na modalidade de subvenção econômica, principalmente em regiões não desenvolvidas, aponta-se como relevante caracterizar as interações em uma rede pró-inovação, no âmbito da submissão de projetos em programa institucional de uma agência de fomento à CT&I.

Dito isso, por conseguinte, define-se como problema de pesquisa a seguinte questão: Quais as características de estrutura de rede e de posicionamento de atores institucionais estabelecidas em projetos de inovação, no âmbito do Programa Inovafit da Funcap? Com a observação e estudo dessas características é possível compreender a formação relacional nas redes de interação e entender a posição e o comportamento dos atores participantes, notadamente, as empresas proponentes, as Instituições de Ensino Superior (IES) e os institutos de pesquisa. Tendo como critério de interação os vínculos institucionais dos membros que compõem as equipes dos projetos de inovação.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar a estrutura e interações das redes de atores institucionais em projetos de inovação no âmbito do Programa Inovafit da Funcap, entre os anos de 2015 e 2018.

Os objetivos específicos são:

- a) descrever a configuração de atores institucionais e as características das empresas proponentes e dos projetos de inovação nas redes de projetos submetidos e selecionados;
- b) analisar comparativamente as métricas de estrutura de rede e os grafos das redes de projetos submetidos e selecionados;
- c) compreender a dinâmica de evolução da rede de inovação ao longo do período considerado.

1.2 Resumo metodológico

O Quadro 1, a seguir, descreve sucintamente os procedimentos metodológicos, e o que se espera obter, com o desenvolvimento de cada um dos três objetivos específicos propostos na pesquisa.

Quadro 1 – Descrição sucinta dos procedimentos metodológicos de cada objetivo específico

Objetivo específico	Procedimento metodológico
Descrever a configuração de atores institucionais e as características das empresas proponentes e dos projetos de inovação nas redes de projetos submetidos e selecionados.	Para cada edital do Inovafit (2015-2018), e considerando as duas redes (submetidos e selecionados), são configuradas as categorias de atores institucionais e áreas dos projetos e são caracterizados os faturamentos das empresas proponentes e os valores do projeto, com o intuito de descrever um panorama característico das redes ao longo do período.
Analisar comparativamente as métricas de estrutura de rede e os grafos das redes de projetos submetidos e selecionados.	Para cada edital do Inovafit (2015-2018), e considerando as duas redes (submetidos e selecionados), são realizadas comparações de métricas de rede e de grafos, esperando compreender possíveis diferenças de posição dos atores em cada rede e ao longo do período apreciado.
Compreender a dinâmica de evolução da rede de inovação ao longo do período considerado.	Para a rede de projetos selecionados é realizada a agregação cumulativa, ano a ano, ao longo período 2015-2018, de modo a se observar algum padrão de crescimento da rede no âmbito do Inovafit.

Fonte: elaborada pelo autor.

Para atingir os objetivos estabelecidos o trabalho parte de uma perspectiva positivista quantitativa, onde dados secundários sobre as relações entre atores de uma rede são analisados sobre a égide de conceitos de estrutura de rede.

Para isso, utiliza-se *software* de análise de redes sociais – *Gephi* – para aferir métricas definidas na análise estrutural e esboçar a configuração de redes em grafos. São consideradas duas diferentes matrizes referentes à submissão de projetos de inovação ao Programa Inovafit: matriz de projetos submetidos (todas as propostas com alguma relação institucional estabelecida), da qual se deriva a rede de projetos submetidos (RPSub); e, matriz

de projetos selecionados (propostas selecionadas para fomento), derivando na rede de projetos selecionados (RPSel).

A análise desenvolvida na pesquisa adota, ainda, uma perspectiva temporal da rede de projetos selecionados, entendendo-se esta rede como àquela que possibilita a consolidação das conexões entre empresas e ICT, via fomento e execução dos projetos propostos. Nesta parte, analisa-se métricas e configurações de rede a partir da evolução cumulativa das RPSel ao longo de 2015 a 2018.

1.3 Justificativa

As agências de fomento desenvolvem políticas essenciais para o incentivo à inovação (BARBOZA; FONSECA; RAMALHEIRO, 2017; HOLANDA; MOURA; MAHL, 2015; KENSKI; MARCONDES, 2017, LOURENÇÃO; GOMES, 2016). Embora o seu papel explícito no marco legal pertinente ao tema e a evidência empírica de efetiva política de inovação, esses atores e seus dados tem sido pouco estudados academicamente. Existe uma política de subvenção econômica de projetos de inovação que instituem como um objetivo meio o estabelecimento de relações de colaboração entre empresas e universidades e institutos de pesquisa na consecução do projeto. Ou seja, além de objetivar o aumento dos processos de inovação pelas empresas, incentiva-se a constituição de rede colaborativa em inovação envolvendo, notadamente, atores que compõem as ICT.

Como expressam Edler e Fagerberg (2017), consiste em movimento alavancado, nas últimas décadas, a formação e o incentivo público em redes de inovação. Numa economia cada vez mais baseada no conhecimento, o atomismo empresarial nesse processo desafiador não se apresenta como promissor, sendo imprescindível a colaboração com outras instituições, como universidades e institutos de pesquisa.

Pragmaticamente, a identificação de redes e a análise estrutural destas pode ajudar a nortear políticas de fomento, identificando lacunas e pontos fortes. Como sugere Oliveira, J. J. (2015), a distribuição de recursos orçamentários em políticas públicas pode assumir diferentes formas e geralmente está inserido num ambiente conflituoso. Desse modo, a busca por uma compreensão quanto à configuração de estrutura de rede em momentos temporais pode oferecer *insights* ao resultado da política de incentivo à inovação via redes. Da mesma forma, sendo o governo um ator chave no fomento à inovação (EDLER; FAGERBERG, 2017; KIM; LEE, 2009), pode-se obter também melhor interpretação da relação estrutural com a seleção dos projetos de inovação.

Devido sua estrutura estável, algumas agências de fomento à CT&I, caso da Funcap, têm pouca capacidade interna dedicada à análise de seus dados, da mesma forma que, não são exaustivos os estudos acadêmicos que versam sobre a política de fomento à inovação dessas agências no Brasil, como Holanda, Moura e Mahl (2015), Kenski e Marcondes (2017) e Lourenção e Gomes (2016), Maçaneiro e Cherobim (2011). Havendo, ainda, maior dedicação em pesquisa a outros contextos de redes de inovação (COSTA; RUFFONI; PUFFAL, 2011; CUNHA *et al.*, 2016; BONFIM; GONÇALVES; SEGATTO, 2018; FACCIN; BALESTRIN; BORTOLASO, 2016; FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2017; MACHADO; IPIRANHA, 2013; MAHMOUDZADEH; ALBORZI, 2017), que não o ambiente de projetos no cerne de programas de inovação das agências de fomento à CT&I.

Assim sendo, vislumbra-se como importante a pesquisa e pretende-se contribuir com a lacuna existente em análise de redes estabelecidas entre empresas e universidades e institutos de pesquisa, especialmente, no cerne de programas de fomento à inovação.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho de pesquisa consta, além desta seção introdutória, de uma seção de revisão de literatura, onde são abordados autores que trabalham os temas redes sociais e redes de inovação, bem como são apresentadas discussões sobre agências de fomento à inovação e descrição de estudos no campo de redes de inovação. Uma terceira seção apresenta os procedimentos metodológicos concebidos. Em seguida, são apresentados os resultados e discussões dos achados da pesquisa. Por fim são registradas as referências bibliográficas utilizadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo empreende-se uma discussão que envolve redes sociais e seus elementos e implicações para melhorar o ambiente social, além de uma discussão mais específica sobre redes de inovação, buscando evidenciar formatos, incentivos e benefícios de sua constituição para a sociedade. Em seguida, desenvolve-se uma seção atinente às agências de fomento e seu estímulo a projetos de inovação e formação de redes de inovação, finalizando com uma síntese de alguns estudos de redes no campo da inovação, desenvolvidos no Brasil e no mundo.

2.1 Redes sociais

Os estudos no campo de redes sociais verificam, nas décadas de 1970 e 1980, avanço significativo em termos de aumento de publicações, sendo que nos anos 1990 ocorre forte influência de trabalhos na área de análise de redes sociais, encontrando grande ascensão a partir da primeira década deste século (HÂNCEAN, 2013).

A discussão sobre redes sociais tem início ainda na década de 1950² (MITCHELL, 1974; WASSERMAN; FAUST, 1994), mas ganha importante destaque no ano de 1973 com a obra seminal de Mark Granovetter, *The strength of weak ties*, encontrando outro grande impulso em 1988 com outro trabalho seminal, desta vez de James Coleman, *Social capital in the creation of human capital*. Já em 1994, a perspectiva metodológica de análise estatística de redes sociais ganha força com a obra de Stanley Wasserman e Katherine Faust, *Social network analysis: methods and applications*.

No campo de redes sociais, as pesquisas crescem cada vez mais e em diversas áreas do conhecimento, desde ciências da saúde e da natureza, ciências exatas e engenharias até as ciências humanas e sociais (HÂNCEAN, 2013; SCOTT, 2011), atraindo bastante interesse, nas ciências sociais, os métodos de análise de redes sociais (WASSERMAN; FAUST, 1994). Em diversas áreas tem-se encontrado grande influência da pesquisa aplicada no campo de redes (BARABÁSI, 2009; WATTS; STROGATZ, 1998).

As redes consistem basicamente num conjunto de atores (vértices ou nós) e seus laços (arestas ou ligações), sendo que a análise desses sistemas é referenciada em conexões que

² Publicações pioneiras: J. A. Barnes, *Class and committees in a Norwegian island parish*, em 1954, introduzindo o conceito de redes sociais; e, E. Bott, *Family and social network*, em 1957 (MITCHELL, 1974; WASSERMAN; FAUST, 1994).

envolvem atributos, como conhecimento, informação e recursos variados (CASTELLS, 2005; LIU, 2011; WASSERMAN; FAUST, 1994). Tais conexões podem ser expressas tanto por relações virtuais como presenciais entre diversos atores, que podem ser pessoas ou organizações, assim como podem ser unidirecionais ou bidirecionais (SCOTT, 2017).

A análise de redes sociais, ainda, é comumente dividida em duas abordagens distintas, mas complementares: redes inteiras (sociocêntricas) e redes pessoais (egocêntricas) (HÂNCEAN; MOLINA; LUBBERS, 2016). As redes sociais padrão são consideradas, por Wasserman e Faust (1994), como redes inteiras, podendo ser estudadas com enfoque nas propriedades de rede (nível de rede), nas posições estruturais dos atores (nível individual) e, sendo possível ainda, análise de diferentes elementos de rede, como díades, tríades, clusters e componentes (nível meso) (HÂNCEAN; MOLINA; LUBBERS, 2016). Ainda conforme Hâncean, Molina e Lubbers (2016), as redes egocêntricas exibem conjunto de relações desvinculadas em torno de um ator focal ou mesmo conjuntos de interações que cercam cada uma das amostras de atores focais.

Como apontado por Watts e Strogatz (1998), a descrição dessas redes não é tarefa óbvia, haja vista terem representações que se inserem num intervalo compreendido entre a absoluta regularidade e a completa aleatoriedade. As representações variam de redes excessivamente dispersas, que reduzem as possibilidades e a velocidade de trocas, a redes densamente agrupadas, implicam em maior redundância (ZHENG; ZHAO, 2013). Nesse sentido, como enuncia Burt (2000, 1992), redes com desempenho superior (capital social) manifestam características tanto de buraco estrutural, onde um ator aparece como intermediário de redes difusas amplificando conexões não redundantes, como de redes coesas, ou seja, densamente conectada.

Associar as formas relacionais entre atores com a ideia de capital social data do início do século XX, conforme Putnam (2006), indicando que, isoladamente o indivíduo torna-se vulnerável, ao passo que, como parte de uma relação com outros, há um encontro com oportunidades de melhoria para ele e o grupo (rede) como um todo. De acordo com Burt (1992) e Coleman (1988), tal desempenho superior em rede, ou seja, a característica presente de capital social, constitui uma propriedade coletiva, inerente às relações entre atores, e não a um ator individual.

Como estrutura social, a constituição das redes sociais é fruto de um processo evolutivo, no qual se espera que o último período de seus estágios de desenvolvimento demonstre maior complexidade (CASTELLS, 2005), expressando diferenças condicionadas

pelo ambiente social (COLEMAN, 1988) e guardando estreita relação entre estrutura da rede e sua evolução (BARABÁSI; ALBERT, 1999).

Nessa perspectiva, as relações sociais, construídas continuamente, afetam as conformações comportamental e institucional da sociedade, sendo essas imersas na estrutura social (GRANOVETTER, 1985). Essa construção cultural de estrutura social influencia o estabelecimento de relações em níveis diferenciados. Para Coleman (1988) algumas estruturas sociais apresentam atores mais isolados numa autossuficiência, enquanto outras demonstram maior dependência entre atores, com construção de laços relacionais significativos.

Sobre tais vínculos, Granovetter (1983, 1973) considera que os laços relacionais, potenciais ou efetivos, consistem em círculos decisivos para o alcance de determinados fins. O autor admite, ainda, que os laços podem diferenciar-se por menores ou maiores regularidade e intensidade com que ocorrem, sendo definidos, respectivamente, em fracos – relações com o meio externo ao círculo imediatamente próximo ao ator – ou fortes – relações dentro na esfera íntima do ator.

Numa relação social é possível identificar um rompimento de núcleo devido à constituição de pontes de conexão, menos regulares e intensas, com vários atores da rede (laços fracos), ou, interações mais densas devido à existência de identidade comum e de percepções de confiança (laços fortes) (GRANOVETTER, 1983, 1973). Sendo que, ainda de acordo com Granovetter (1973), a força de um laço expressa a combinação de tempo, intimidade (confiança mútua), intensidade emocional e reciprocidade, altamente intracorrelacionados, mesmo que guardando suas independências. Já Coleman (1988) admite que são os laços estreitos responsáveis pela confiança, segurança necessária à facilitação do estabelecimento de transações na sociedade.

Já a força dos laços fracos de um ator (GRANOVETTER, 1983, 1973) é expressa por fluxo de novos atributos que é aumentado devido à conexão que se estabelece com um círculo ampliado, diferente daquele representado pelo seu núcleo de vizinhança. Diferentemente do esperado no meio intimista, nas relações com o mundo amplo, por meio de laços fracos, há maiores chances de participação na extensa rede de difusão de atributos significativos e não redundantes (GRANOVETTER, 2005, 1983, 1973), ou seja, a existência de buracos estruturais, tornando difusa a rede, oferece mais oportunidades via o aumento de volume e de diversidade relacional, elevando assim a qualidade dos benefícios alcançados (BURT, 1992).

Alta densidade de relações na rede pode ter implicações positivas no nível de fluxo de atributos, havendo maior tendência de internalização das normas (ou ideias compartilhadas),

por conseguinte condicionando melhor os atores (GRANOVETTER, 2005), assim como, facilitando maiores sanções que reduzem os riscos quanto à confiança entre atores (COLEMAN, 1988).

Na teia de relações, Castells (2005) considera que a organização social assume um formato de sociedade em rede, condicionada pelo paradigma das tecnologias da informação e comunicação e das relações globais de estruturas econômicas, políticas e culturais, alterando sua própria dinâmica de convivência. Nesse contexto, quando os atores sociais figuram como nós de uma rede de relações, em vez de aparecerem isolados, ampliam-se a intensidade e a frequência das interações possíveis.

Como sugere Burt (1992), as relações sociais, definidas como capital social, figuram como um dos elementos essenciais para a competitividade, junto com os capitais financeiro e humano. Porém, enquanto esses dois tipos de capital são propriedades individuais, aquele pertence ao relacionamento estabelecido entre atores, funcionando como catalisador (BURT, 1992).

As redes sociais consistem em tipo de estrutura social capaz de propiciar um desempenho melhor, a partir dos vários mecanismos de configuração como centralidade de atores e densidade e tamanho da rede. Nessa perspectiva, a análise de redes sociais é apresentada como fundamento teórico-metodológico para a compreensão estrutural de redes, a partir de métricas e grafos.

Na análise de redes sociais, dado os níveis relacionais e os fatores de implicação, Wasserman e Faust (1994) apontam que o ambiente social pode ser descrito por padrões nas relações entre atores, sendo que os padrões regulares das relações consistem na estrutura e as variáveis estruturais são medidas quantitativas dessa estrutura. Assim, as medidas da análise de rede são compostas por ao menos uma variável estrutural, a qual possibilita a aferição, por exemplo, da densidade da rede, que consiste nas ligações existentes entre seus atores, dentre todas as conexões possíveis.

O Quadro 2 descreve algumas das principais, frequentemente mais utilizadas, medidas de análise de redes sociais. Tais indicadores podem ser calculados para o conjunto de atores que compõe uma rede social específica. A densidade de rede indica o quão intensa são as conexões estabelecidas entre os atores (FREEMAN, 1977; SCOTT, 2017). É possível que a densidade guarde relação inversa com buracos estruturais na rede, ou seja, quanto menos densa uma rede relacional mais chance de aparecer buracos em sua estrutura.

Quadro 2 – Descrição de métricas de análise de redes sociais

Métricas	Descrição	Literatura
Densidade	Razão entre os números de relações existentes e de relações possíveis	Freeman (1977), Wasserman e Faust (1994)
Centralização	Condição central de um ator devido sua elevada conexão na rede	Wasserman e Faust (1994)
Centralidade de grau	Número de atores com os quais um ator estabelece relação direta	Freeman (1979, 1977), Wasserman e Faust (1994)
Centralidade de intermediação	Capacidade de um ator em intermediar as relações entre pares de atores	Freeman (1979) e Wasserman e Faust (1994)
Centralidade de proximidade	Capacidade de um ator alcançar todos os demais atores da rede	Freeman (1979) e Wasserman e Faust (1994)
Centralidade de poder	Influência de um ator sobre as relações de outros atores na rede	Bonacich (1987), Wasserman e Faust (1994)
Tamanho efetivo da rede	Número de ligações de um ator menos o número médio de ligações dos demais atores conectados àquele ator	Burt (1992)
Eficiência de rede	Razão entre o tamanho efetivo e o tamanho real da rede	Burt (1992)
Restrição de rede	Descreve a restrição do ator em função das ligações estabelecidas entre suas conexões	Burt (1992)
Hierarquia	Mede a dependência da restrição encontrada por um ator	Burt (1992)

Fonte: elaborada pelo autor.

Conforme Brand e Verschoore (2014), as medidas de centralidade, exceto centralidade de poder, são as mais utilizadas em análises de redes. As três medidas de centralidade de Freeman – grau (*degree*), intermediação (*betweenness*) e proximidade (*closeness*) – correspondem à posição do ator na rede em relação ao demais (FREEMAN, 1979). A centralidade de poder de Bonacich para um ator específico diferencia-se da centralidade de grau de Freeman na medida que considera a quantidade de ligações apresentadas pelos atores conectados a esse ator (BONACICH, 1987), portanto, não sendo suficiente apenas a quantidade de conexões do ator, mas o poder de influenciar relações dos demais atores da rede. Desse modo, a obtenção de muitas relações é suficiente para um ator apresentar alta centralidade (FREEMAN, 1979), mas ter conexão com atores que detêm poucas relações fornece poder a um ator (BONACICH, 1987). Assim, centralidade de grau e poder podem não ser confluentes, sendo importante a análise de ambas medidas.

Em complemento à análise de rede na perspectiva da centralidade, considera-se quatro medidas associadas aos buracos estruturais (*structural holes*) de Burt (1992): i) tamanho

efetivo, ignorando os contatos redundantes da rede; ii) eficiência, orientando para a maximização da quantidade de contatos não redundantes na rede, de modo a otimizar os buracos estruturais por conexão; iii) restrição, resumindo o quanto as ligações de um ator egocêntrico são importantes para as ligações desses conectados ao ego entre si, para Hanneman e Riddle (2005), esse indicador representa o inverso do capital social; por fim, iv) hierarquia, descrevendo a natureza da restrição do ator.

Scott (2017) admite a análise de redes como um conjunto de instrumentos metodológicos capaz de descrever e explorar padrões de regularidades revelados em relações sociais, sugerindo, então, que a preocupação está na visualização estrutural da rede e, mais ainda, em suas propriedades estruturais e seus efeitos sobre a ação social.

Num padrão de anexo preferencial, por exemplo, à medida que uma rede se expande continuamente com a inclusão de novos atores, existe maior probabilidade desses se conectarem a atores que já têm um grande número de relações, ou seja, atores altamente conectados (*hubs*), esse seria o modelo de redes livres de escala (*scale-free*) (BARABÁSI, 2003; BARABÁSI; ALBERT, 1999). Conforme esses autores, as redes reais seguem um modelo de concentração, onde muitos atores têm poucas ligações e somente alguns têm relativamente muitas conexões.

Wasserman e Faust (1994) explicitam quatro proposições teóricas para definir a análise de redes sociais: i) os atores e suas ações são dotados de interdependência, não independentes; ii) as interações entre os atores canalizam recursos, tangíveis ou não; iii) a estrutura de rede é capaz de restringir ou facilitar a ação; iv) os padrões de relações definem estruturas econômicas, políticas e sociais.

Essas proposições procuram descrever amplamente o desenho possível de redes sociais, focando nos elementos basilares (ator e conexão), os quais formam estruturas de rede. Esses aspectos de redes sociais mais amplos guardam, no campo da inovação, sentidos de semelhança, como, os benefícios oriundos do acesso a recursos de modo mais facilitado ou a elevação de desempenho frente a atores não envolvido em redes de inovação. Como bem coloca DeBresson e Amesse (1991), a abordagem de redes propicia relevantes contribuições para os estudos de inovação.

2.2 Redes de inovação

No início do século XX, em 1911, o economista Joseph Schumpeter enunciava que a inovação consiste em novas combinações de recursos que culminam num fenômeno fundamental de desenvolvimento da economia, tendo como resultado um novo produto,

processo, mercado, fonte de insumos ou mesmo uma nova estrutura de mercado (SCHUMPETER, 1997). A inovação pode ser definida como uma ação efetiva de implementação, agregando valor, de novas ideias, considerando um determinado contexto (AUDY, 2017).

A inovação é resultante muitas vezes de incêndios criativos, sendo a criatividade o motor primeiro do ímpeto empreendedor, da força que faz com que a produtividade não definha, sendo, portanto, imperativa a sequência lógica e empírica: invenção-inovação-desenvolvimento (SENER; HACIOGLU; AKDEMIR, 2017). O agente empreendedor schumpeteriano é dotado desse espírito criativo, inventivo e dele surge a inovação, tornando possível a espiral no processo de atendimento às ilimitadas necessidades ou demandas humanas.

No Manual de Oslo a inovação é compreendida como a implantação no mercado de produtos ou processos tecnologicamente novos ou com melhorias substanciais, sendo fruto de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais (OCDE, 1997). Nessas perspectivas, fica explícito que a inovação se concretiza no mercado (AUDY, 2017; SCHUMPETER, 1997).

A importância da inovação pode ser resumida em Freeman (1994), ao considerar que existe unanimidade entre os economistas, de Smith à Marshall e Solow, de Marx à Schumpeter e Keynes, de que crescimento da produtividade da economia está intimamente relacionada à introdução e difusão de inovação tecnológica e organizacional. Nessa busca por melhor desempenho inovativo uma estratégia se destaca, qual seja, rede de inovação (FREEMAN; SOETE, 2008).

Conforme enuncia Etzkowitz (2002), dentre as várias estratégias empreendidas no mundo visando o desenvolvimento, como o investimento em capital de risco nos Estados Unidos ou a solidez da educação básica na Coreia do Sul, os arranjos em redes estão em destaque, como a pesquisa em rede desenvolvida na Europa e as incubadoras em redes de inovação constituídas no Brasil.

E são as estruturações de redes de inovação que têm aumentado nas últimas décadas e tem sido cada vez mais de interesse dos formuladores de políticas pró-inovação (EDLER; FAGERBERG, 2017), tendo em vista os obstáculos à inovação enfrentados pelas organizações, quanto aos elevados custos e riscos e às faltas de qualificação e de financiamento (OLIVEIRA, C. E., 2015; SILVA FILHO; BRAGA; REBOUÇAS, 2017).

Uma rede de inovação tem como principal vantagem econômica o favorecimento de economias externas (externalidades) positivas, via elevação das economias de escala e de

escopo, expansão de mercados, aceleração dos processos inovativos e maior acesso a tecnologias substanciais (TIGRE, 2006).

Os efeitos positivos gerados por essas redes têm a capacidade de se perpetuar mesmo após a execução de projetos de inovação em parceria, com coevolução de capacidades mutuamente (FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2018). Como explanam Faccin, Balestrin e Bortolaso (2016), a cooperação em projetos de P&D permite às empresas participantes a ampliação de acesso a recursos, tendo como um dos principais benefícios a redução de riscos e custos e o amadurecimento das equipes envolvidas.

As redes geralmente propiciam bons resultados aos seus membros, gerando um jogo de soma positivo, mesmo que alguns atores apresentem perdas em algum momento, mas no geral os membros frequentemente experimentam melhorias de desempenho (DEBRESSON; AMESSE, 1991). A ideia de rede de inovação está intrinsecamente relacionada com a natureza coletiva do processo de inovação nas sociedades contemporâneas (ALLEN, 1983; NELSON; WINTER, 1982).

Essa natureza coletiva facilita o processo de inovação que requer cada vez mais capacidade de lidar com o aumento da complexidade do conhecimento, das tecnologias, sendo, portanto, imprescindível articulação e cooperação entre atores, tendo em vista que as fronteiras da organização ou os indivíduos de modo isolado dificilmente são dotados das exigências do processo de desenvolvimento inovativo (TIGRE, 2006).

Essa interação é importante pois as empresas enfrentam obstáculos para crescer, e mesmo para sobreviver, no frenético ambiente de competição econômica, com demasiado avanço dos conhecimentos e expansão dos mercados, sendo condicionadas pelo ambiente externo e pelo contexto histórico e institucional, os quais enquadram as possibilidades de inovação (FREEMAN, 1995; FREEMAN; SOETE, 2008; NELSON; NELSON, 2002). O processo de inovação aparece como uma ação que possibilita a obtenção de vantagens competitivas por empresas, setores, regiões e países (EDQUIST, 2001; FREEMAN, 2002; 1991; SCHUMPETER, 1997).

Portanto, restando às empresas o desafio da inovação, enquanto atores protagonistas na oferta de bens e serviços à sociedade, Freeman e Soete (2008) apontam, como opção estratégica, a formação de relações pró-inovação como possibilidade das empresas manterem-se vivas e ativas no mercado, do contrário, não empreender em inovação resultaria em seu fim.

Ainda dentre os atores que formam as redes, Porter (1998) atribui grande responsabilidade aos governos, compreendendo que lhes cabe o fomento educacional e de infraestrutura, além da criação de políticas que promovam a concorrência, levando a economia

ao seu melhor, via aumento da produtividade e da inovação. Agregado a isso, os governos devem promover a constituição de elementos que impactem positivamente as empresas e a formação e manutenção de *clusters* industriais (PORTER, 1998), posto que estes estimulam a criação de economias externas, elevando os níveis de emprego, inovação e novos empreendimentos (DELGADO; PORTER; STERN, 2014).

Como casos empíricos da influência desses *clusters* para o desenvolvimento da inovação, Diegues e Roselino (2008) apresentam, no campo das tecnologias da informação e comunicação, o Vale do Silício, na Califórnia (Estados Unidos), Dublin (Irlanda) e Bangalore (Índia). Já Audy (2017), destaca o modelo baseado na figura da universidade, via constituição de parques tecnológicos, sendo que os maiores existentes no mundo estão localizados na China, Índia e Coreia do Sul, com forte apoio dos governos nacionais.

Com efeito, a política de *clusters* pró-inovação resulta em estratégia de desenvolvimento (AUDRETSCH; LEHMANN; MENTER, 2016; EDLER; FAGERBERG, 2017; MAHMOUDZADEH; ALBORZI, 2017). Mesmo que, quanto seus resultados sejam passíveis de contestação, contribui ao menos para gerar conhecimento tácito, criando um potencial de oportunidade empreendedora e inovadora (AUDRETSCH; LEHMANN; MENTER, 2016).

Edquist (2001), ressalta que o Estado é fundamental nas ações pró-inovação e que o processo de aprendizado implica na inovação das empresas a partir de relações de cooperação entre elas. O processo inovativo pode ser amplificado pelo compartilhamento de conhecimento e aprendizagem entre vários atores sociais (empresas e instituições) com propósito de união complementar para criar uma novidade ou melhorar algo já existente (LUNDVALL, 1992). Nesse processo, fatores de influência estão associados ao desenvolvimento de redes e de mecanismos de colaboração, unificando a prática de gestão de processos de inovação nas empresas com os aspectos científicos e tecnológicos do processo de P&D (GAZDA; QUANDT, 2010).

Os modelos analíticos que tratam de redes de inovação procedem em diferentes perspectivas de tratamento e é frequente a busca por eleger um ou outro ator numa posição de maior destaque. Essas estratégias analíticas podem ser enquadradas em três distintos modelos: sistemas de inovação, hélice tríplice e triângulo de Sábato.

Na concepção de sistemas de inovação³ é evidenciada a função de liderança das empresas, numa relação pródiga com universidades, institutos de pesquisa e agentes governamentais (FREEMAN, 2002; LUNDVALL *et al.*, 2002), ou dos arcabouços institucionais (NELSON; NELSON, 2002). Outro modelo descrito na literatura, a hélice tríplice, retrata a relação universidade-indústria-governo com atribuição de destaque para a primeira, a qual é dotada de potencial função-chave numa economia baseada no conhecimento (ETZKOWITZ, 2002; ETZKOWITZ; LEYDESDORFF, 2000; ETZKOWITZ; ZHOU, 2017). Já o triângulo de Sábato vislumbra no governo um papel de relevo na coordenação e orientação dos demais atores para o desenvolvimento do processo de inovação (SÁBATO; BOTANA, 2011).

De acordo com Etzkowitz (2002) um novo equilíbrio entre a integração estrutural e a diferenciação funcional é exigido envolvendo esses três importantes segmentos que contribuem com a inovação, onde a universidade, a indústria e o governo são relativamente autônomos, mas se sobrepõem, em alguma medida, quando cada um assume o papel do outro. Para o autor, a universidade assume o papel da indústria, ajudando na criação de novas empresas em incubadoras; o governo assume o papel da indústria no fornecimento de capital de risco, fomentando a iniciação de novas empresas; a indústria assume o papel de universidade na capacitação, treinamento e pesquisa, muitas vezes no mesmo nível de qualidade das universidades.

Desse modo, conforme Etzkowitz (2002), são organizadas redes trilaterais e organizações híbridas onde os representantes das três esferas interagem, especialmente em nível regional, para promover novas iniciativas. Como fatores promotores de desenvolvimento em vários países, Fagerberg e Srholec (2008) evidenciam a construção de sistemas de inovação e a qualidade de governança como determinantes.

Como fatores que estimulam a constituição de redes, Tigre (2006) destaca: i) fusão tecnológica, caracterizada pela incorporação de conhecimento tecnológico com origem em variadas áreas; ii) globalização dos mercados, dada pela liberalização de mercados, o que intensifica a competição e estimula a cooperação, no sentido de *coopetition* de Brandenburg e Nalebuff (1995); iii) existência das tecnologias da informação e comunicação, amplificando as formas de trocas de informação para melhorar a coordenação produtiva e a cooperação

³ Sistemas de inovação podem figurar nas seguintes dimensões: nacional, regional, setorial ou de uma orientação tecnológica específica (NELSON; NELSON, 2002), ou mesmo, continental, nacional e subnacional (FREEMAN, 2002).

tecnológica; e, iv) especialização flexível, atendendo a necessidade de adequação das organizações às mudanças nos mercados e nas tecnologias.

Na literatura sobre inovação, conforme DeBresson e Amesse (1991), as incertezas tecnológicas e de mercado, as exigências de desenvolvimento tecnológico complementar – quesito que ultrapassa as competências de um ator isolado – e os benefícios com os resultados ampliados pela cooperação correspondem a três causas imperativas da formação de redes de inovação.

As redes de organizações inovadoras apresentam-se, ainda, com diferentes configurações, podendo ser compostas por redes de fornecedores, redes interorganizacionais regionais, alianças tecnológicas internacionais, redes profissionais interorganizacionais para desenvolver e promover novas tecnologias (DEBRESSON; AMESSE, 1991); além de, por exemplo, *joint ventures*, acordos ou associações para pesquisa e desenvolvimento, contratos de transferência tecnológica ou de licenciamento, programas governamentais de pesquisa, coprodução e redes informais de pesquisa (FREEMAN, 1991).

As redes também podem ser descritas como hierárquicas – sendo lideradas por algum tipo de ator, como produtores, compradores, fornecedores – e não hierárquicas – com forma horizontal de articulação e cooperação em associações ou projetos específicos (TIGRE, 2006). Na constituição de ações de cooperação, as interações no processo de inovação envolvem contato da organização inovadora com outros atores importantes, como universidades, institutos de pesquisa, governos, competidores, fornecedores, consumidores (OCDE, 1997).

Nessa perspectiva é que se percebe a necessidade de se compreender o nível de interação entre atores em redes de inovação, com especial atenção para as relações entre empresas e ICT, no âmbito de uma política de fomento à inovação tecnológica. Como evidenciado em vários estudos (PEREIRA *et al.*, 2018; FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2018; 2017; LOURENÇÃO; MOURA, 2016; COSTA; RUFFONI; PUFFAL, 2011), consiste em boa estratégia em projetos de inovação o estabelecimento de parcerias entre empresas e universidades.

Existe uma ampla literatura sobre a necessidade de política de fomento às empresas para se incentivar processos de inovação (ANGELINI *et al.*, 2017; EDLER; FAGERBERG, 2017). Isso devido, sobretudo, às imperfeições de mercado, como a baixa apropriabilidade dos resultados da inovação e as distorções de financiamento sob informação assimétrica (ANGELINI *et al.*, 2017), ou seja, aos obstáculos manifestos em elevados custos e riscos e em

escassas ofertas de recursos (OLIVEIRA, C. E., 2015; SILVA FILHO; BRAGA; REBOUÇAS, 2017).

A importância da rede de inovação é explícita por Angelini *et al.* (2017) como um dos elementos definidores do desempenho positivo da política de subvenção, que além dos efeitos de transbordamento devido à estrutura de rede, é influenciada pelo comportamento do órgão financiador e das empresas em relação à busca de lucro e pela estrutura de mercado em que as empresas estão inseridas.

Entretanto, a política de estímulo à rede de inovação é controversa, dependendo sobremaneira da forma estrutural em que a rede aparece. Angelini *et al.* (2017), por exemplo, encontra resultados que apontam para a pouca eficácia da política em redes livres de escala com a existência de *hubs*, ocorrendo efeitos positivos em redes menos centralizadas. Enquanto que Audretsch, Lehmann e Menter (2016) verificam que a política pública gera efeitos positivos, porém, não mais que os efeitos gerados pelas universidades intensivas em pesquisa e pelo ambiente inovador. Já Mahmoudzadeh e Alborzi (2017) apontam que política com significativo foco em financiamento leva a formação de redes livres de escala, enquanto a política de constituição de maior cooperação direciona à formação de pequeno mundo (*small world*).

Mesmo com todo o volume de recursos públicos investidos em promoção à inovação, Audretsch, Lehmann e Menter (2016) perguntam o porquê de não se reproduzirem outros Vale do Silício ou Rota 128 pelo mundo. Os autores denunciam ainda que apenas 25% das invenções transformam-se em patentes com conhecimento codificado, ficando o restante na forma de conhecimento tácito, adormecido e não comercializado.

Como atentam Mahmoudzadeh e Alborzi (2017), redes excessivamente dispersas podem causar troca de informações irrelevantes, além de afetar a velocidade da difusão de conhecimento, enquanto que redes de elevada densidade implica em fluxo de conhecimento redundante, de modo que os formuladores de política devem considerar esses aspectos estruturais das redes.

Blom e Hildrum (2014) consideram que muitas empresas adotando estratégias de inovação *exploration* facilitam a evolução de rede altamente densa, com construção de bases de conhecimento complexas e de alta similitude; enquanto que, muitas empresas adotando estratégias de inovação *exploitation*, facilita a emergência de redes menos densas, com bases de conhecimento menos complexas e de maior diversidade.

Com efeito, a estrutura de rede fornece elementos que contribuem para melhor interpretação das relações estabelecidas entre atores, oferecendo informações úteis para pesquisa, política, bem como, para os próprios participantes.

2.3 Agências de fomento e a formação de redes

Já no início deste século foi estabelecido um marco na legislação atinente à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no Brasil, através da Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. O enfoque da referida legislação é o estímulo ao desenvolvimento da CT&I no âmbito do sistema produtivo nacional. Recentemente, em 2016, uma nova redação foi dada a esse marco legal por meio da Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, conhecida como a Lei da Inovação.

Dentre os princípios do novo marco legal destacam-se: i) a promoção de ações de cooperação e interação entre diversos atores e segmentos, como as relações entre entes públicos, entre os segmentos público e privado e entre empresas; ii) o estímulo às atividades de inovação em universidades e instituições de pesquisa e em empresas; e, iii) o incentivo à criação de ambientes inovativos e de transferências de tecnologia (BRASIL, 2016).

Esses princípios guardam relação estreita com o ambiente de redes de inovação entre as empresas e as universidades e institutos de pesquisa, os quais são objetivos auxiliares de muitos editais pró-inovação publicados por agências de fomentos de todo o país, como ocorre, por exemplo, na Funcap. Conforme Barboza, Fonseca e Ramalheiro (2017), Lourenção e Moura (2016) e Maçaneiro e Cherobim (2011), tais agências são importantes para a constituição dessas redes de inovação, via aproximação entre os ambientes acadêmico e do mercado.

Dentre a diversa gama de instrumento de política de inovação disponíveis e implementados no mundo, a política de apoio à colaboração, à rede de inovação tem presença marcada (EDLER; FAGERBERG, 2017). Os autores citam o caso da Europa, onde muitas agências europeias de inovação têm no topo de suas agendas o apoio ao empreendedorismo e às várias formas de cooperação e redes de inovação.

Esses incentivos, particularmente a parceria de pesquisadores de ICT e empresas, são capazes de expandir as capacidades tecnológicas das empresas, possibilitando a obtenção de ativos críticos e propriedade intelectual (KENSKI; MARCONDES, 2017). Entretanto, apesar do incentivo notório das agências de fomento no Brasil, conforme Pereira *et al.* (2018), ainda é evidente seu desempenho crítico em estimular iniciativas de P&D que resultem em consistente inovação. A existência de controvérsias em um tema complexo com este é natural e expressa as diversidades de contextos e ambientes em que as ações são empreendidas pelos variados atores.

Quanto ao mecanismo de estímulo à inovação em empresas, a modalidade de financiamento por subvenção econômica tem papel de destaque, como descrito em alguns casos no Brasil (HOLANDA; MOURA; MAHL, 2015; KENSKI; MARCONDES, 2017, LOURENÇÃO; GOMES, 2016).

O financiamento à inovação, pelas agências de fomento, por meio desse mecanismo, traz alguns benefícios, como foco em empresas por limite de faturamento, baixa contrapartida e impulso à proximidade com universidades e institutos de pesquisa (MAÇANEIRO; CHEROBIM, 2011). Além de possibilitar menores custos e esforços na aquisição e desenvolvimento de recursos e maior capacidade para integrá-los, bem como a obtenção de maiores resultados e apropriação destes mais rapidamente (KENSKI; MARCONDES, 2017); e proporcionar o desenvolvimento de novos projetos de pesquisa, o aumento de competitividade e atuação em novos mercados e o fortalecimento de marca (HOLANDA; MOURA; MAHL, 2015).

Mas também são vários os óbices apontados pelas empresas participantes dessa política, como dependência em relação à formulação de projeto de inovação e falta de comunicação (*feedback*) da agência de fomento em relação à avaliação da proposta submetida (MAÇANEIRO; CHEROBIM, 2011). Além de atrasos nos repasses de recursos e nos cronogramas, excessiva burocracia e exigência de contrapartidas (HOLANDA; MOURA; MAHL, 2015); e as deficiências em recursos humanos e infraestrutura, como a baixa capacidade interna de execução e problemas estruturais (HOLANDA; MOURA; MAHL, 2015; MAÇANEIRO; CHEROBIM, 2011).

Se não bastasse essas questões relacionadas à governança da implementação da política e à capacidade das empresas proponentes de projetos de inovação, existem questões internas às agências de fomento atinentes aos interesses quanto à orientação de políticas públicas. Como ressalta Oliveira, J. J. (2015), na perspectiva dessas próprias agências é possível identificar uma fonte de conflito político interno, valendo destacar que duas das suas principais atividades, o incentivo à pesquisa científica e tecnológica em IES – com outorga de bolsas de iniciação científica e de pós-graduação, por exemplo – e o estímulo à inovação em empresas – com outorga de bolsa de transferência tecnológica, por exemplo – podem ainda ser concorrentes.

Mas todas essas questões podem ser relacionadas à incipiência de todo esse processo, seja por parte das agências em formular e/ou implementar uma política de fomentar à inovação, ou do lado das empresas, em desenvolver capacidades de elaboração e/ou execução

de projetos, ou ainda, por parte das ICT em conseguirem estabelecer de modo mais eficaz as parcerias com empresas.

Um emblema dessa incipiência é o fato das agências de fomento estaduais serem recentes no Brasil, apenas três foram criadas antes do período de redemocratização, ainda nas décadas de 1960 e 1980⁴, sendo que o CNPq foi criado em 1951. No estado do Ceará, data de 1990 a criação da Funcap, a qual se constitui como a agência de fomento estadual para o desenvolvimento da CT&I.

Particularmente, quanto ao incentivo à inovação no âmbito do setor produtivo, a Funcap tem um grande programa institucional – Inovafit – e já atuou e atua, respectivamente, em outros programas como PAPPE (Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas), em parceria com a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos), e Centelha, juntamente com parceiros como Finep e CNPq.

No caso do Inovafit é explícito o objetivo de estimular parceria, cooperação entre as empresas proponentes dos projetos de inovação e universidades ou institutos de pesquisa⁵. Sendo essa uma função tão importante quanto o financiamento por si só, e como explanam Mahmoudzadeh e Alborzi (2017), o estímulo à cooperação em rede pode gerar efeitos positivos superiores ao incentivo estritamente financeiro na rede. Então, fica clara a estratégia intencional de estímulo à formação de redes de inovação, numa tentativa de aproximação de empresas e ICT. Sendo essa uma das características dos editais do Inovafit – encorajar o estabelecimento de parcerias entre as empresas proponente com IES ou institutos de pesquisa – isso tende a estruturar, desenhar cada proposta na forma de rede.

Com efeito, elabora-se o seguinte pressuposto: os editais da Funcap para inovação e suas constantes reedições ajudam a estruturar redes de inovação entre as empresas e as IES e institutos de pesquisa.

Esse pressuposto tem fundamento teórico em trabalhos como Barboza, Fonseca e Ramalheiro (2017), Edler e Fagerberg (2017) e Maçaneiro e Cherobim (2011) que evidenciam a importância do fomento público à inovação como mecanismo de incentivo à constituição de redes de cooperação em processos de inovação envolvendo empresas e ICT.

⁴ FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, em 1960; FAPERGS – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, em 1964; FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, em 1985. Excetuando essas três, a metade das agências estaduais foram criadas entre 1990 e 2002, enquanto que a outra metade, entre 2003 e 2012 (OLIVEIRA, J. J., 2015).

⁵ Uma das solicitações dos editais é que, para submissão das propostas, todos os pesquisadores envolvidos, inclusive o coordenador técnico do projeto, tenham currículo cadastrado e atualizado na Plataforma Lattes do CNPq.

2.4 Estudos de análise de redes no campo da inovação

Nos últimos anos vários estudos foram desenvolvidos abordando a temática de análise de redes no campo da inovação, envolvendo desde a constituição de redes entre empresas, ICT e governo até os efeitos de políticas de incentivo de redes de inovação.

Costa, Ruffoni e Puffal (2011) estudaram a interação universidade-empresa no Rio Grande do Sul sob a ótica da proximidade geográfica, partindo de consulta ao Diretório dos Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e de *survey* com empresas parceiras dos grupos de pesquisa. Os resultados dessa pesquisa apontam para a grande importância da proximidade geográfica no estabelecimento de interações, no entanto, são verificadas relações de empresas com universidades e institutos de pesquisa de outros estados da federação, evidenciando um carácter transfronteiriço da cooperação em rede de inovação.

Franco, Câmara e Parente (2017) analisaram as redes formadas entre subsidiárias de multinacionais, estabelecidas nos estados do Rio de Janeiro e do Ceará, na área de energia elétrica, e organizações parceiras em projetos de P&D. Os achados deste trabalho indicam baixa conectividade entre os atores e a maioria das parceiras envolverem empresa e instituições de pesquisa; além de indicar que a proximidade geográfica tem forte implicação no estabelecimento de relações entre as subsidiárias e as organizações executoras de pesquisa e que as subsidiárias, apesar de pertencerem ao mesmo grupo econômico, possuem vínculos fracos em projetos de inovação.

Machado e Ipiranga (2013) analisaram relatórios de patentes no âmbito da Rede Nordeste de Biotecnologia (Renorbio), que visa fomentar o desenvolvimento de pesquisa e de produtos no setor. Os autores, utilizando como parâmetros de rede as parcerias entre instituições de ensino, laboratórios de pesquisa e empresas, analisaram a coprodução de patentes, sendo evidenciada fraca densidade de rede, mostrando a necessidade de estratégias de maior integração dado a existência de muitos atores isolados.

Mahmoudzadeh e Alborzi (2017) modelaram cenários de efeitos de políticas de incentivos no campo da Rede de Inovação em Nanotecnologia do Irã. Os autores encontraram resultados de simulação que indicam que um cenário de incentivo em rede de cooperação leva a desempenho mais eficiente comparativamente a um cenário que enfatiza apenas o incremento de recursos financeiros na rede. Nesse último, a estrutura de rede movimentava-se para a

acentuação de rede livre de escala, enquanto que naquele, a estrutura tendia à rede de pequeno mundo.

Já Pereira *et al.* (2018) estudaram a estrutura da rede de inovação em biotecnologia, a partir do depósito de patentes considerando o Brasil como país prioritário. Os resultados apontam a relevância das universidades públicas na centralidade da rede, tendo destaque tanto no depósito de patentes como na colaboração com as empresas inovadoras, além de apontarem para o papel crítico das agências de fomento no incentivo à PD&I.

Em Faccin, Balestrin e Bortolaso (2016) ocorre a descrição e análise da rede de colaboração em P&D na indústria brasileira de semicondutores. Os resultados apontam concorrentes e clientes como os principais atores no projeto colaborativo e várias formas de colaboração entre fornecedores e governo, além da expansão da rede e participação de atores das interfaces da cadeia de valor e do ambiente institucional. Entre os benefícios apontados estão a redução de riscos e custos, ganhos na velocidade de entregas de produtos e amadurecimento das equipes do projeto.

Cunha *et al.* (2016) estudam a estrutura de ligações entre hospitais participantes de rede de inovação e aprendizagem na área de gestão hospitalar promovida pelo governo brasileiro. Os achados desse estudo indicam fraca interação entre as organizações e falta de coesão na rede, sendo recomendado pelos autores políticas de promoção de fluxo de dados e informações e abertura de componentes da rede.

Com base nos vários estudos observa-se que as diversas redes, em diferentes contextos ambientais, podem desempenhar um papel relevante na ampliação da inovação numa região ou país. Sendo, os tipos de estrutura de rede e as ações políticas fortes contributos para o desenvolvimento relacional entre atores variados no campo da PD&I.

3. METODOLOGIA

3.1 Objeto de estudo

O Programa de Inovação Tecnológica (Inovafit) da Funcap, consiste no objeto de estudo deste trabalho, especificamente os projetos de inovação submetidos aos seus editais de chamada pública. Consiste em um dos programas pró-inovação executados pela Funcap, a qual é vinculada à Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior (Secitece) do Governo do Estado do Ceará. O primeiro edital do programa data de 2015, sendo que as chamadas públicas vêm ocorrendo periodicamente todos os anos.

O Inovafit destina-se a apoiar, via fomento (na modalidade subvenção econômica), a execução de projetos de inovação para o desenvolvimento de novos produtos, processos e/ou serviços, totalmente novos ou significativamente melhorados para o mercado local, nacional ou internacional (FUNCAP, 2018). O programa ainda incentiva a participação de pesquisadores na composição das equipes, tendo como requisito, inclusivo, o cadastrado atualizado de currículo na Plataforma Lattes.

O público alvo consiste em empresas sediadas no estado do Ceará com propostas de projeto inseridas em diversas áreas prioritárias para o estado, como água, energia, segurança pública, saúde/biotecnológicos/fármacos, educação, tecnologia da informação e comunicação, agronegócio/indústria alimentar, eletrometal-mecânico/materiais, nanotecnologia, indústria da construção civil e pesada, economia criativa, inovação social.

O Inovafit é desenvolvido em duas fases distintas e independentes:

- a) Fase 1, com duração de até seis meses, para pesquisa sobre viabilidade técnica e desenvolvimento de um PMV;
- b) Fase 2, com duração de até 24 meses, com o objetivo de desenvolver o projeto de inovação propriamente dito, partindo da apresentação de um PMV e tendo que apresentar um plano de negócio de comercialização do novo produto, processo ou serviço. As empresas participantes da Fase 2 podem ou não terem sido beneficiadas da Fase 1.

Na Fase 1 o volume de recursos disponível, em cada edital, é de R\$ 3.000.000, para contratação de projetos com valor de até R\$ 100.000. Já na Fase 2, são disponibilizados R\$ 10.000.000 para contratação de projetos com valor de até R\$ 400.000. Em ambas fases é exigida contrapartida das empresas de, no mínimo, 10% do valor do projeto. Em ambas fases, também,

o faturamento máximo das empresas proponentes, nos últimos dozes meses à submissão da proposta ao edital, deve ser inferior a R\$ 10.500.000.

3.2 Descrição da pesquisa

A pesquisa é de natureza quantitativa, utilizando-se, quanto aos meios, de abordagem exploratória-descritiva e, quanto aos fins, de estratégia operacional baseada em pesquisa documental (GIL, 2010). A unidade de análise consiste num agregado (COLLIS; HUSSEY, 2005), formado por grupo de instituições de vínculo dos membros participantes nos projetos de inovação.

Ainda com base no quadro síntese desenvolvido em Scott (2017), a presente pesquisa pode ser definida como:

- a) tipo de análise: análise de redes;
- b) tipo de dados: relacional;
- c) fonte de evidências: texto;
- d) estilo de pesquisa: documental.

3.3 Coleta de dados

Os dados são coletados a partir de pesquisa documental junto à Funcap, realizada nos meses de junho a agosto de 2018 e em fevereiro de 2019. São apreciados os projetos de inovação submetidos aos editais Inovafit Fase 1 e Fase 2, lançados entre 2015 e 2018. Os dados e/ou informações definidos como de interesse para o desenvolvimento da pesquisa são pontuados a seguir:

- a) empresas proponentes de projetos de inovação, divididas em uma matriz de projetos submetidos e uma matriz apenas com os projetos selecionados;
- b) conjunto de atores parceiros nos projetos das empresas proponentes, divididos em IES, instituto de pesquisa e outras organizações⁶;
- c) áreas temáticas em que os projetos de inovação são inseridos, com base na definição de áreas dos editais do Inovafit;

⁶ São consideradas outras organizações: empresas não proponentes, mas que tem relação com inovação, sendo muitas dessas empresas proponentes em outros editais do Inovafit; e, instituições que apoiam a inovação, mas não figuram como IES ou institutos de pesquisa.

- d) faturamento das empresas proponentes;
- e) valor dos projetos de inovação propostos.

Para a análise de rede propriamente dita os dados dos pontos (a) e (b) são os que interessa, enquanto que o ponto de (c) a (e) são úteis para caracterizar as empresas proponentes e seus projetos de inovação.

As relações entre atores (institucionais) são obtidas através dos próprios projetos de inovação submetidos, bem como a partir de consulta dos vínculos dos membros da equipe na Plataforma Lattes do CNPq, neste caso atentando para a coincidência entre os períodos de vínculo institucional e o ano de submissão da proposta. Busca-se, com isso, obter a estrutura de rede e métricas dos atores participantes.

Com os dados coletados são construídas duas diferentes matrizes de projetos de inovação submetidos ao Programa Inovafit: matriz de projetos submetidos (todos os proponentes com alguma relação de parceria institucional estabelecida) e matriz de selecionados (projetos selecionados para subvenção).

Ressalta-se, ainda, que a confidencialidade de dados foi mantida, não sendo identificado nenhum dado específico das empresas proponentes e de seus projetos de inovação. Tendo em vista a divulgação em domínio público (site da Funcap) dos trâmites das fases seletivas de cada edital, a única informação nominal mantida foi nome das empresas (podendo ou não se referir ao nome fantasia).

3.4 Análise de dados

3.4.1 Análise descritiva

As análises descritivas consistem em elaboração de gráficos e quadros que evidenciam a configuração e distribuição dos atores institucionais, áreas de inovação e níveis de faturamento e valor dos projetos. É realizada uma divisão dos dados em termos de redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel).

De modo a observar como se configura as participações no Inovafit, os atores são divididos em categorias institucionais – empresa selecionada, empresa não selecionada, IES, instituto de pesquisa e outras organizações – e os projetos são divididos em área de inovação são. É realizada, também, uma distribuição ordenada dos montantes de faturamento das empresas proponentes e dos valores do projeto propostos no Inovafit.

3.4.2 Análise de redes

A análise de redes empreendida neste estudo parte da premissa que os vínculos institucionais encontrados nos projetos de inovação e nos currículos Lattes dos membros das equipes são efetivos ou factíveis. Suposições semelhantes a essa são frequentemente utilizada em estudos de redes, como em Franco, Câmara e Parente (2017).

Definem-se como unidades de análise um indivíduo e uma relação, como descrito em Collis e Hussey (2005), sendo considerado nesta pesquisa, respectivamente, na forma de atores (empresas, IES, institutos de pesquisa e outras organizações) e suas conexões. As conexões são estabelecidas tomando como referência cada projeto de inovação considerado.

As conexões entre atores podem ser bidirecionadas e unidirecionadas, representando o fluxo de influência ou recursos, bem como terem ou não pesos, indicando a força da interação (SCOTT, 2011). Na análise empreendida neste trabalho as relações são consideradas bidirecionadas (grafo não dirigido) e sem peso, assim como realizada em outros estudos (MAHMOUDZADEH; ALBORZI, 2017). Essa escolha deve-se à premissa de que há troca entre atores (conhecimento não é direcionado em sentido único) e à dificuldade de se ponderar a participação de diversos tipos de membros das equipes dos projetos (profissionais, gestores, técnicos, professores, pesquisadores, mestrandos, doutorandos etc.).

Utiliza-se ainda da descrição de Wasserman e Faust (1994), consideram-se as variáveis estrutural e de composição para os atores, ou seja, as instituições envolvidas, como descrito no Quadro 3.

Quadro 3 – Variáveis estruturais e de composição na análise de redes

Modo	Variável estrutural	Variável de composição
Instituição	Parceria em projeto de inovação	Categoria do ator institucional (empresa, IES, instituto de pesquisa e outras organizações)

Fonte: elaborada pelo autor.

Modo consiste num conjunto distinto de atores no qual é possível medir pelo menos uma variável estrutural – expressa por ligações específicas entre atores que podem ser mensuradas – e variáveis de composição – que correspondem a atributos, categorias dos atores que podem ser medidos ou observados (WASSERMAN; FAUST, 1994).

A análise das redes sociais consiste num método de descrição da estrutura das relações em determinado grupo (WASSERMAN; FAUST, 1994). Da matriz relacional obtêm-se as medidas de avaliação das propriedades da rede, as quais são classificadas em medidas

relativas às propriedades dos atores e em medidas atribuídas à rede geral (MAHMOUDZADEH; ALBORZI, 2017). O primeiro conjunto de medidas mostra a importância relativa e a eficácia de um ator na rede (que também são chamadas de medidas de centralidade), enquanto o segundo conjunto de medidas refere-se às propriedades da rede e mostra o estado total da rede e sua estrutura (MAHMOUDZADEH; ALBORZI, 2017; MULLER; PERES, 2017).

As matrizes relacionais são montadas em planilhas *Excel* e analisadas com uso do *software* de análise de redes sociais *Gephi* (versão 0.9.2), onde são verificadas estruturas e configurações relacionais entre os atores (empresas e IES, institutos de pesquisa e outras organizações). Além do cálculo de métricas de análise de rede, o *software* é utilizado para construção de grafos. Um grafo consiste num conjunto de nós e um conjunto de ligações conectando pares de nós (FREEMAN, 1979).

A rede de conexão obtida na pesquisa é definida como rede inteira (WASSERMAN; FAUST, 1994), por exibir configurações relacionais dentro de um grupo limitado – projetos propostos no Inovafit. Para analisar esse tipo de rede, de acordo com Hâncean, Molina e Lubbers (2016), pode-se fazer uso de métricas de propriedades de toda a rede (nível da rede), de posições estruturais de cada ator na rede (nível do ator) e de grupos de atores (nível meso).

Desse modo, são calculadas métricas do nível estrutural da rede – densidade, diâmetro e comprimento médio de caminho; da perspectiva de posicionamento dos atores – centralidades de grau, de intermediação e de proximidade de Freeman (1979), sendo essas medidas de localização de atores frequentemente utilizadas em estudos no campo da inovação (MULLER; PERES, 2017); além de métricas associadas ao grupo – componentes conectados, modularidade e coeficiente médio de agrupamento – as quais, conforme Cherven (2015), sintetizam os dois primeiros níveis de medidas ao procurar entender como os atores em grupos trabalham para modelar a estrutura interna da rede.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo realiza-se, primeiramente, análises descritivas do número de participantes por categorias de atores nas diferentes redes (submetidos e selecionados), da distribuição das áreas dos projetos de inovação e dos quantitativos de valores referentes ao faturamento das empresas proponentes e à proposta dos projetos. Na sequência, procede-se em análise de redes sociais, com aferição de medidas de redes e ilustração de grafos de ambas redes, considerando cada um dos quatro editais analisados, além de construção de rede cumulativa, realizando a agregação das redes ao longo do período compreendido no estudo.

4.1 Análise descritiva das redes de projetos submetidos e selecionados

4.1.1 Distribuição das categorias de atores

Os diversos atores apresentam diferentes níveis de participação ao longo do período estudado. O número de empresas proponentes cai entre os editais Fase 1 e entre os Fase 2, separadamente. Em comparação ao demais anos, em 2018 há uma quantidade bem menor de participantes. Tendo em vista que o Inovafit se inicia em 2015, tal desinteresse em submeter projetos logo no segundo ciclo do programa pode ser explicado por eventuais óbices quanto ao *feedback* na fase de avaliação das propostas (MAÇANEIRO; CHEROBIM, 2011) ou ao excesso de burocracia e exigência de contrapartidas (HOLANDA; MOURA; MAHL, 2015).

Em outras experiências no Brasil também são evidenciados momentos de decréscimo e acréscimo na participação de empresas proponentes, como exposto em Lourenção e Gomes (2016), ao estudar o PITE⁷ no estado de São Paulo, e Holanda, Moura e Mahl (2015), em pesquisa sobre o PAPPE⁸ na Bahia.

Cada fase do Inovafit tem sua particularidade, tendo a Fase 1 maior número de proponentes comparativamente à Fase 2, em especial devido esta exigir maior complexidade e desenvolvimento inovativo, exemplificado na necessidade de apresentação de um MPV e no maior valor da proposta (quatro vezes o valor do projeto na Fase 1), com consequente elevação da contrapartida.

⁷ Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica (PITE).

⁸ Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (PAPPE).

O Quadro 4 apresenta quantitativos gerais relacionados aos projetos das empresas proponentes em termos do número de instituições participantes e a distribuição por categoria de atores. A diminuição do número de institutos de pesquisa frente ao aumento de outras organizações fica evidente. As IES têm presença relativamente constante durante os quatro anos, exceto por apresentar uma acentuada elevação na Fase 1 em 2017.

Quadro 4 – Dados gerais de quantitativo das categorias de atores participantes nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) nos editais Inovafit 2015 a 2018

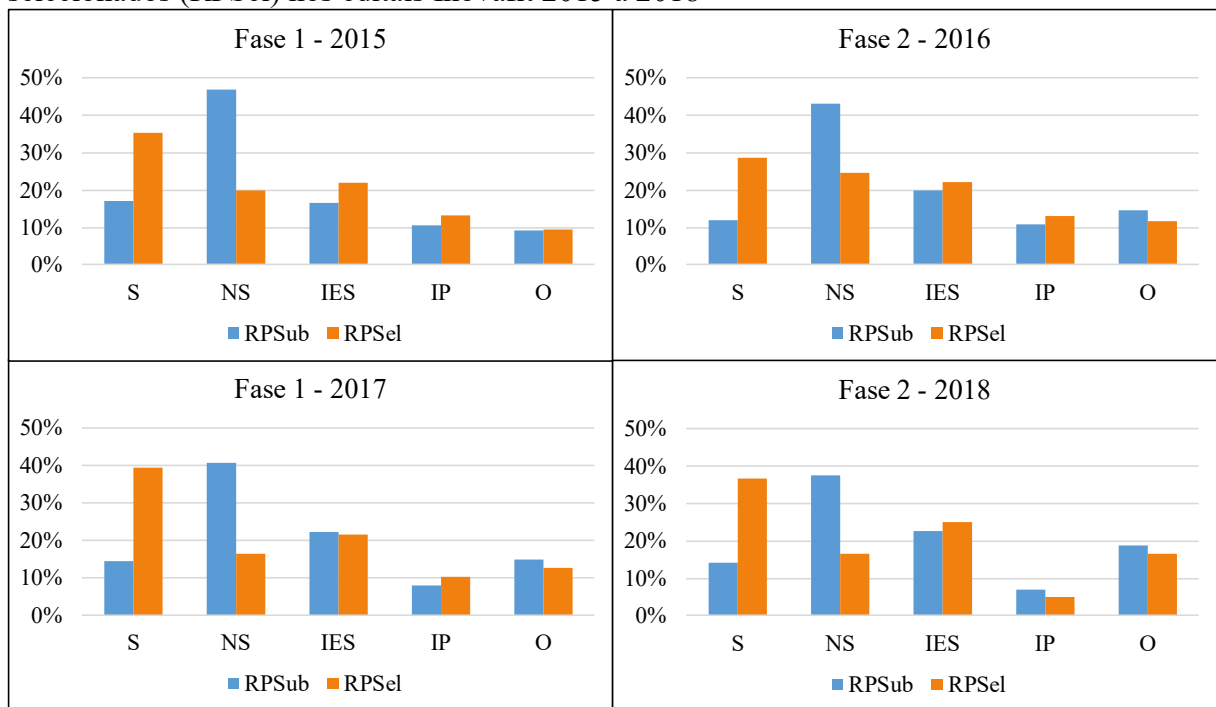
Fase 1 - 2015		Fase 2 - 2016	
RPSub	RPSel	RPSub	RPSel
218 atores	105 atores	185 atores	77 atores
139 empresas	58 empresas	100 empresas	41 empresas
37 empresas selecionadas	37 empresas selecionadas	22 empresas selecionadas	22 empresas selecionadas
102 empresas não selecionadas	21 empresas não selecionadas	78 empresas não selecionadas	19 empresas não selecionadas
36 IES	23 IES	38 IES	17 IES
23 institutos de pesquisa	14 institutos de pesquisa	20 institutos de pesquisa	10 institutos de pesquisa
20 outras organizações	10 outras organizações	27 outras organizações	9 outras organizações
Fase 1 - 2017		Fase 2 - 2018	
RPSub	RPSel	RPSub	RPSel
216 atores	79 atores	155 atores	60 atores
119 empresas	44 empresas	80 empresas	32 empresas
31 empresas selecionadas	31 empresas selecionadas	22 empresas selecionadas	22 empresas selecionadas
88 empresas não selecionadas	13 empresas não selecionadas	58 empresas não selecionadas	10 empresas não selecionadas
48 IES	17 IES	35 IES	15 IES
17 institutos de pesquisa	8 institutos de pesquisa	11 institutos de pesquisa	3 institutos de pesquisa
32 outras organizações	10 outras organizações	29 outras organizações	10 outras organizações

Fonte: elaborada pelo autor. Notas: A quantidade de empresa proponentes indica o número de projetos analisados, considerando aqueles que estabeleceram conexões com IES, institutos de pesquisa e outras organizações. Outras organizações agregam tanto, instituições de apoio à inovação (exceto IES e institutos de pesquisa) como empresas que têm foco em inovação (tendo algumas destas participado como empresa proponente de pelo menos um dos outros três editais do Inovafit considerados). Empresas não selecionadas figurando na RPSel deve-se à existência de vínculos com empresas selecionadas no âmbito do edital correspondente.

A análise em termos relativos comprova o movimento contrário de ampliação da participação de outras organizações e contração dos institutos de pesquisa. A Figura 1 ilustra, com detalhamento por tipo de rede, os percentuais de participação das diferentes instituições nos quatro editais do Inovafit. De 2015 a 2018, ocorrem importantes variações na participação

relativa de várias instituições. Os institutos de pesquisa reduzem bastante sua frequência nos projetos de inovação, de 11% para 7% (RPSub) e de 13% para 5% (RPSel); enquanto outras organizações aumentam continuamente sua participação, de 9% para 19% (RPSub) e de 10% para 17% (RPSel). As IES também ficam ligeiramente mais presentes, elevando sua frequência em parcerias de 17% para 23% (RPSub) e de 22% para 25% (RPSel).

Figura 1 – Distribuição de atores por categoria nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) nos editais Inovafit 2015 a 2018



Fonte: elaborada pelo autor. Nota: S = empresa selecionada; NS = empresa não selecionada; IES = instituição de ensino superior; IP = instituto de pesquisa; O = outras organizações.

Na RPSub as empresas não selecionadas constituem-se, obviamente, nos atores mais frequentes. Mas mesmo na RPSel, observa-se também que ocorre grande participação de empresas não selecionadas, devido ao estabelecimento de um grande número de conexões entre essas e as empresas selecionadas, expressando uma conectividade existente entre atores inovativos que é evidenciada a partir das propostas de projetos submetidos ao Inovafit. Na RPSel, as empresas não selecionadas representavam 20% de todos os atores no edital de 2015 e 17% no ano de 2018. No ano de 2016 as empresas selecionadas representavam 29% dos atores e as não selecionadas, 25% (ultrapassando a participação das demais categorias de atores).

Essas informações, por si só, explicitam a existência de várias relações entre empresas proponentes nos editais do Inovafit. Isso pode sugerir a constituição de laços fortes e fracos (GRANOVETTER, 1983, 1973), no âmbito do Inovafit, entre essas empresas que

estabelecem relação com seus pares concorrentes (laços fortes) e o vínculo ampliado com outros atores com os quais não têm ligação direta (laços fracos). Além do mais, essas empresas desempenham forte intermediação entre outras empresas e IES, institutos de pesquisa e outras organizações.

Para citar números absolutos, no ano de 2015, 17 de 37 empresas selecionadas apresentam conexão com empresas não selecionadas. Em 2016 essa relação é 11 de 22 selecionadas. Em 2017 e 2018 essas relações são, respectivamente, 11 de 31 e 9 de 22. Indicando que, entre 35% e 50% das empresas selecionadas mantém vínculos com as não selecionadas no âmbito do Inovafit.

4.1.2 Distribuição de áreas dos projetos de inovação

Os editais do Inovafit definem algumas áreas/temas prioritários para submissão das propostas de projetos de inovação, visando temas que são considerados importantes para o desenvolvimento do estado do Ceará. Compõem esses temas áreas mais tecnológicas, como tecnologia da informação e comunicação (TIC) e biotecnologia, áreas mais tradicionais, como indústria da construção civil e agronegócio, e áreas como inovação social, economia criativa e educação.

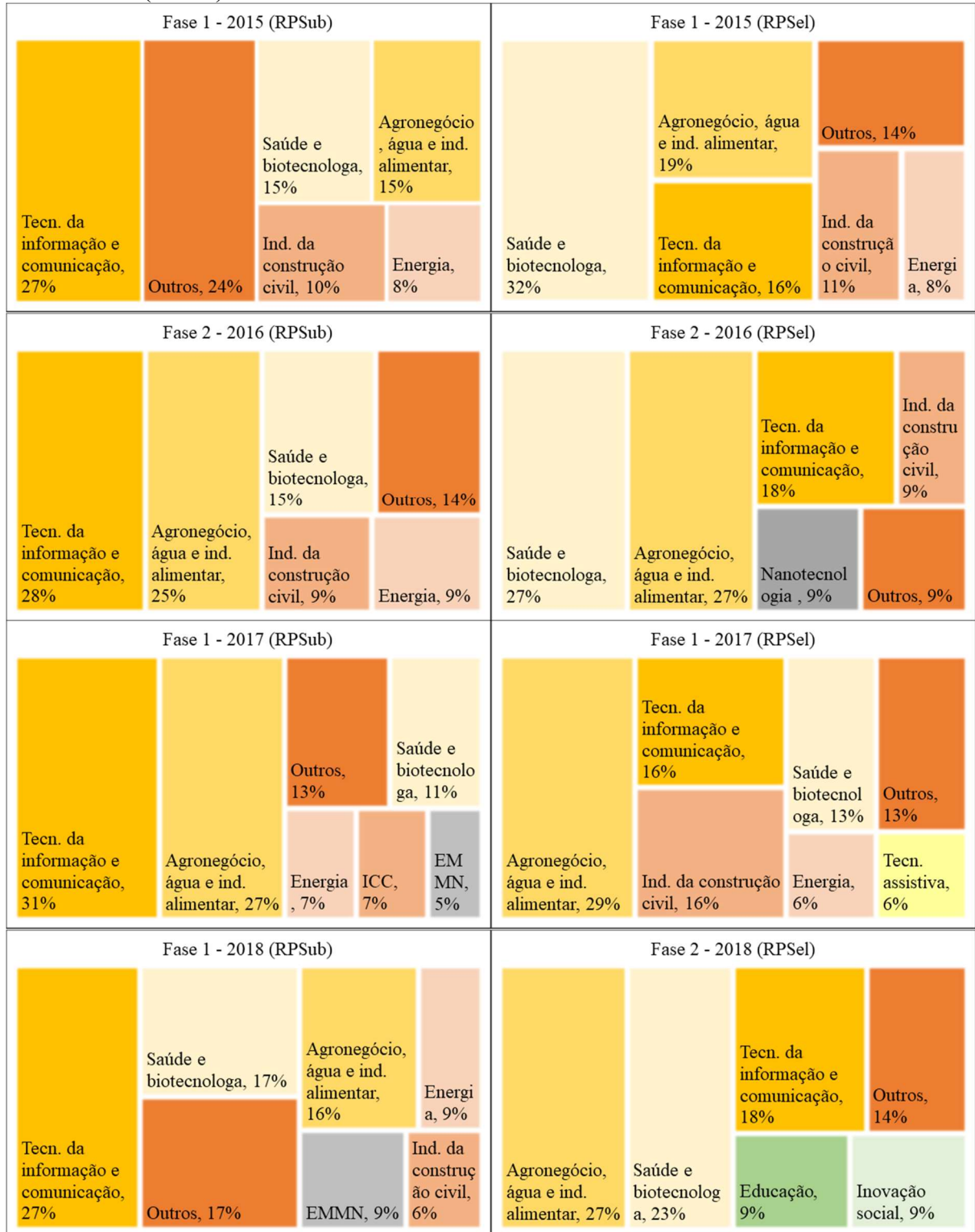
Nas últimas décadas têm havido um grande avanço das TIC no mundo (DIEGUES; ROSELINO, 2008), sendo que esta aparece como a mais frequente nas submissões ao Inovafit, representando mais de 1/4 das propostas, considerando cada um dos quatro anos analisados. Lourenção e Gomes (2016) também evidenciam grande participação de duas áreas (siderurgia e fármacos), representando aproximadamente 25% dos projetos no PITE, assim como, Holanda, Moura e Mahl (2015), observando que 50% das empresas participantes no PAPPE são de TIC. A grande aplicação das TIC amplifica as possibilidades de desenvolvimento de projetos de inovação nessa área. Muitas vezes, o uso das TIC é adjacente em projetos de outras áreas, como energia, construção civil e educação, por exemplo.

Mas outras áreas ganham destaque ao longo dos editais lançados. Em 2018 aparecem projetos de inovação definidos nas áreas de educação e inovação social, os quais somam participação de quase 1/5 das propostas selecionadas (RPSel), sem ao menos figurar entre as seis primeiras áreas em participação na RPSub.

A Figura 2 mostra que na RPSub em 2018, percentuais entre 27% e 31% dos projetos estão definidos como tema prioritário TIC, seguida por duas áreas com bastante

representatividade também – agronegócio, água e indústria alimentar (entre 15% e 27%) e saúde e biotecnologia (entre 11% e 17%).

Figura 2 – Distribuição das áreas de inovação nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) nos editais Inovafit 2015 a 2018



Fonte: elaborada pelo autor. Nota: ICC = indústria da construção civil; EMMN = eletrometal-mecânico, matérias e nanotecnologia.

Já quando se observa a RPSel do mesmo ano, esses três temas persistem como destaque, com agronegócio, água e indústria alimentar ficando entre 19% e 29% de frequência, saúde e biotecnologia variando de 13% a 32% e as TIC sendo tema para 16% a 18% dos projetos. Esse é o padrão de distribuição entre as principais áreas de inovação no Inovafit, com exceção para o ano de 2017, onde a área de saúde e biotecnologia cede espaço para a indústria da construção civil.

Pode-se realizar uma interpretação de que a área de saúde e biotecnologia é a mais competitiva, seguida pelo agronegócio, água e indústria alimentar. Essas duas áreas são as que ganham mais espaço quando se analisa comparativamente ambas redes. No oposto, a TIC apresenta menor competitividade quando se realiza essa análise.

A observação das áreas dos projetos selecionados, dado a participação das áreas na submissão, pode sugerir a existência de alguns grupos no poder (captura do programa), ou seja, a persistência de algumas poucas áreas em serem as maiores contempladas no Inovafit. Cerca de 2/3 dos projetos selecionados no período são em três temas prioritários: saúde e biotecnologia, agronegócio, água e indústria alimentar e TIC.

Caso isso seja plausível, parece existir, por outro lado, um esforço em diversificar as áreas contempladas pelo programa. O que ajuda a corroborar essa proposição é a presença de novas áreas com participação moderada no último ano analisado – educação e inovação social. A possível orientação a determinadas áreas pode inibir que algumas empresas proponentes de setores com maior *gap* tecnológico sejam beneficiadas (LOURENÇÃO; GOMES, 2016). Outros estudos, como em Mazzucato e Semieniuk (2017), verificam que agências governamentais não escolhem uma tecnológica (área) vencedora e, de modo relativamente equilibrado, distribuem recursos entre diferentes tecnologias.

4.1.3 Distribuição do porte das empresas e do valor dos projetos

As empresas que submetem projetos ao Inovafit são bastante diferentes, tanto quanto ao nível de faturamento, como aos valores dos projetos apresentados. Algumas poucas empresas têm faturamento bastante elevado, frente aos montantes mais baixos da maioria. Entre 62% e 73% das empresas que submetem projetos têm faturamento até R\$ 500 mil e apenas entre as selecionadas esse intervalo varia de 59% a 86% (2015, 2017 e 2018 o percentual é superior a 80%).

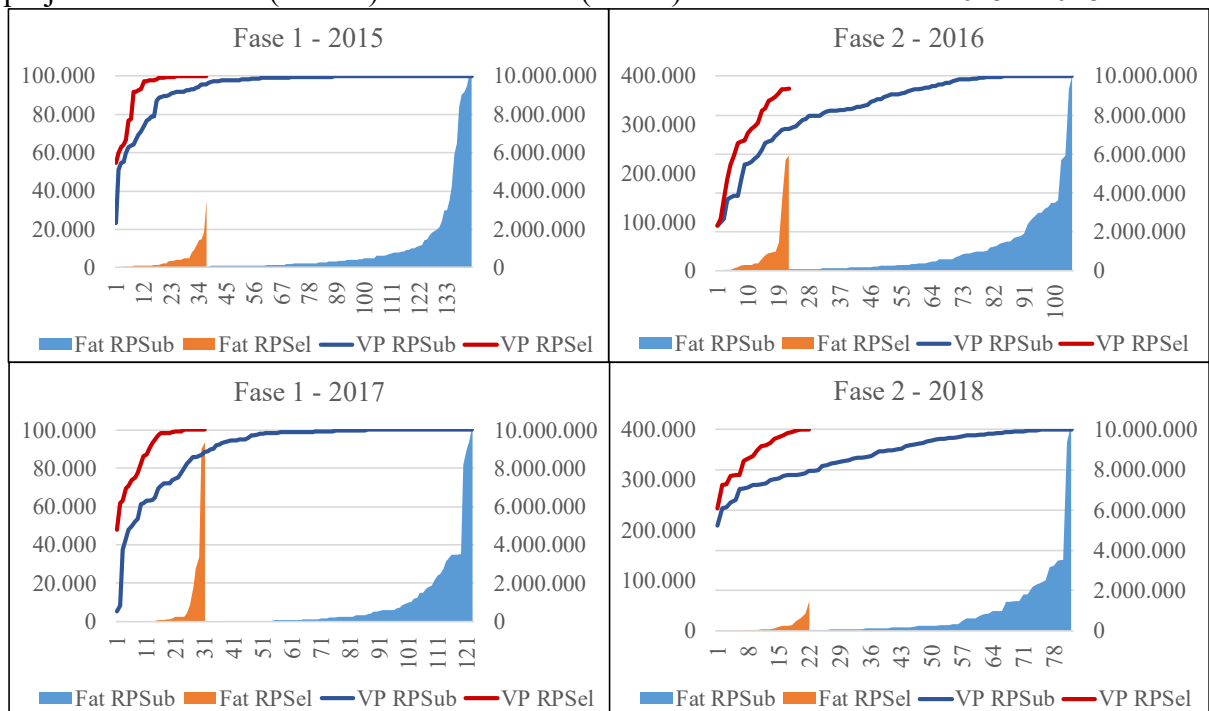
Conseqüentemente, o processo seletivo das propostas de inovação dos últimos editais tem direcionado mais recursos a empresas de menor porte, não que isso seja uma diretriz do Inovafit, pois o limite de faturamento permitido às proponentes deve ser menor que R\$ 10,5 milhões.

Um dos benefícios dessas políticas de incentivo à inovação, empreendidas por agências de fomento, é o estabelecimento de limite de faturamento (MAÇANEIRO; CHEROBIM, 2011), sendo que muitas são *startup* iniciantes ou empresas incubadas recentemente criadas e apresentam zero faturamento (17% das empresas proponentes apresentam faturamento nulo).

É salutar que as questões de mérito de inovação, bem como o delineamento da proposta e a capacidade de execução sejam preponderantes à seleção dos projetos. Mas o maior fluxo de recursos a projetos de empresas menores pode ser relevante, em especial, pelos limites de valores dos projetos (R\$ 100 mil e R\$ 400 mil), pois, para uma grande empresa que fatura cifras próximas a R\$ 10 milhões é possível o encontro de menor obstáculo ao investimento em projeto de inovação nos limites definidos.

A Figura 3 ilustra a distribuição dos faturamentos das empresas proponentes e dos valores dos projetos no âmbito do Inovafit.

Figura 3 – Distribuição crescente dos faturamentos e valores dos projetos nas redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) nos editais Inovafit 2015 a 2018



Fonte: elaborada pelo autor. Nota: valores de Fat = faturamento, à esquerda, e VP = valor do projeto, à direita, de cada gráfico são expressos em reais.

Quanto ao valor dos projetos, ocorrem bastante diferenças em ambas as redes estudadas, sendo que nos editais da Fase 1 existem mais propostas com valores bem próximo ou igual ao limite definido no programa (R\$ 100 mil). Enquanto que, as propostas da Fase 2 apresentam uma variação maior entre os valores dos projetos. Na Fase 1, entre 73% e 85% das empresas submetem projetos com valor a partir de R\$ 90 mil (90% do limite) e entre 65% a 81% das empresas selecionadas apresentam projetos a partir desse valor. Enquanto que, na Fase 2, entre 50% e 54% das empresas proponentes submetem projetos com valor igual ou superior a R\$ 360 mil (90% do limite) e entre 18% e 54% das empresas selecionadas o projeto tem valor nesse patamar.

Na Fase 1, o menor valor da mediana, em ambas redes, é R\$ 98,2 mil, enquanto que na Fase 2, também em ambas redes, o valor da mediana mais baixo é cerca de R\$ 294 mil (nesta fase, nos demais anos a mediana é superior a R\$ 360 mil).

Com o limite máximo do valor do projeto na Fase 2 sendo quatro vezes superior ao da Fase 1, ocorre margem para que o movimento de crescimento das linhas de valores naquela fase seja menos vertiginoso, retardando, assim, o alcance do valor limite do projeto para ambas as redes. Sendo que, em 2016 na RPSel, o valor máximo dos projetos apresentados é de R\$ 375 mil.

A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam um resumo de estatísticas descritivas para, respectivamente, o montante de faturamento das empresas proponentes e o valor dos projetos propostos em ambas redes.

Tabela 1 – Medidas descritivas do faturamento das empresas proponentes nas redes de projetos submetidos (PSub) e selecionados (PSel) no Inovafit 2015 a 2018

Medidas	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CV
Fase 1 - 2015					
RPSub	1.200	10.482.926	1.042.337	257.918	206%
RPSel	40.000	3.500.000	498.502	245.000	138%
Fase 2 - 2016					
RPSub	1.200	10.000.000	1.040.312	323.018	165%
RPSel	10.000	5.894.757	1.111.080	392.064	153%
Fase 1 - 2017					
RPSub	1.075	10.252.000	1.011.355	228.779	196%
RPSel	5.000	9.350.000	1.457.124	233.868	187%
Fase 2 - 2018					
RPSub	2.500	10.252.000	932.720	244.000	191%
RPSel	5.000	1.500.000	282.779	105.323	131%

Fonte: elaborada pelo autor. Nota: CV = coeficiente de variação.

Tabela 2 – Medidas descritivas do valor do projeto das empresas proponentes nas redes de projetos submetidos (PSub) e selecionados (PSel) no Inovafit 2015 a 2018

Medidas	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CV
Fase 1 - 2015					
RPSub	23.100	100.000	94.377	99.496	13%
RPSel	54.790	100.000	92.275	99.000	14%
Fase 2 - 2016					
RPSub	92.242	400.000	336.311	362.444	22%
RPSel	92.242	374.952	280.354	294.220	30%
Fase 1 - 2017					
RPSub	5.440	100.000	89.996	99.000	20%
RPSel	48.100	100.000	89.071	98.200	16%
Fase 2 - 2018					
RPSub	210.118	400.000	349.890	360.074	13%
RPSel	243.414	400.000	353.999	367.656	12%

Fonte: elaborada pelo autor. Nota: CV = coeficiente de variação.

Os elevados coeficientes de variação demonstram a grande variabilidade do faturamento (como já percebido na Figura 3), com índices superiores a 100% e menor variação na RPSel, especialmente em 2015 e 2018. Ainda em 2018 é possível verificar de modo significativo, entre as empresas selecionadas (RPSel), os menores patamares de faturamento e da média e mediana desta variável, indicando menor heterogeneidade entre empresas participantes do Inovafit. Quanto aos valores dos projetos a variação das cifras é inferior, comparada ao faturamento. No ano de 2016 encontra-se maior coeficiente de variação como resultado dos valores mínimos serem demasiadamente baixos (menor que 1/4 do limite máximo do projeto).

4.2 Análise de redes de projetos submetidos e selecionados

4.2.1 Métricas de estrutura de redes

Na apresentação e comparação entre RPSub e RPSel, espera-se que esta rede apresente menor número de atores, devido, como já mencionado, a maior complexidade e desenvolvimento inovativo exigidos. Implicando, assim, em uma rede menor, mas com maior densidade, sendo observada uma relação média entre densidades de, aproximadamente, três vezes superior na RPSel em comparação com RPSub. A densidade de rede é um indicativo do grau de intensidade de ligações entre os atores, e quanto maior mais interconectados são os

atores, podendo variar de 0% a 100% (FREEMAN, 1977; SCOTT, 2017). Uma rede com densidade igual a 100% indica que todos os atores estão conectados uns aos outros.

Ainda pode-se destacar a densidade das RPSel de 2016 e 2018, em torno de 10% e 11%, demonstrando as maiores conectividades entre as diferentes redes e período analisados. Esses valores de densidade podem ser admitidos como medianos, pois é comum em estudos de redes de inovação valores bem inferiores, abaixo de 4% (FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2017) ou, até mesmo, menor que 1% (PEREIRA *et al.*, 2018), bem como valores da ordem de 30% (BONFIM; GONÇALVES; SEGATTO, 2018; MACHADO; IPIRANHA, 2013). As taxas de transferência e de difusão de recursos, como conhecimento, são incrementadas em redes mais densas.

Na análise de rede realizada no *Gephi* pode-se aferir valores de métricas que são descritos na Tabela 3, para as redes de projetos submetidos e selecionados.

Tabela 3 – Métricas de estrutura de rede extraídas das redes de projetos submetidos (PSub) e selecionados (PSel) no Inovafit 2015 a 2018

Métricas	Fase 1 - 2015		Fase 2 - 2016		Fase 1 - 2017		Fase 2 - 2018	
	RPSub	RPSel	RPSub	RPSel	RPSub	RPSel	RPSub	RPSel
Atores	218	105	186	77	216	79	155	60
Ligações	640	359	631	279	627	226	421	199
Densidade	0,027	0,066	0,037	0,095	0,027	0,073	0,035	0,112
Grau médio	5,872	6,838	6,785	7,247	5,806	5,722	5,432	6,633
Componentes	4	1	1	1	3	2	6	1
Modularidade	0,475	0,428	0,488	0,428	0,505	0,451	0,493	0,414
Nº de comunidades	11	8	11	7	11	8	13	5
Diâmetro de rede	6	5	5	4	5	4	5	3
Comprimento médio de caminho	2,505	2,250	2,483	2,141	2,482	2,234	2,351	2,102
Coefficiente médio de agrupamento	0,790	0,768	0,785	0,773	0,839	0,781	0,856	0,805

Fonte: elaborada pelo autor.

A densidade guarda relação estreita com o grau médio (MULLER; PERES, 2017), sendo encontrado uma relação ligeiramente positiva entre ambas métricas na pesquisa. O grau médio é uma estatística que resume os graus de todos os atores da rede (WASSERMAN; FAUST, 1994), expressando a média de ligações por atores da rede. Os valores dessa medida (variando de 5,432 a 7,247) são sempre maiores na RPSel, comparativamente à RPSub, exceto em 2017. Ocorre, também, uma variação crescente, no quadro geral, e considerando cada ciclo,

Fase 1-Fase 2. Pereira *et al.* (2018) encontram grau médio de 1,63 a 3,11 (numa rede com quase mil nós) e Cunha *et al.* (2016) encontram valores de 2,76 a 6,27.

De modo geral as configurações estruturais de ambas redes não indicam elevada densidade e apontam para pequeno grau médio, porém, muitos atores preservam interação com pequenos comprimentos (distâncias) médios de caminho, possibilitando que cada ator acesse outros a partir de algumas poucas intermediações (variando de 2,1 a 2,5). O comprimento médio do caminho é definido como o caminho médio mais curto entre dois atores da rede (ANGELINI *et al.*, 2017). Essas distâncias do caminho médio são iguais às encontradas na pesquisa de Cunha *et al.* (2016).

Além dos reduzidos comprimentos de caminho, as redes têm baixo diâmetro, especialmente a RPSel, com valores entre 5 e 3, o que é esperado por ser menor que a RPSub, que mostra valores entre 6 e 5. Essa medida mostra a menor distância entre os dois atores mais distantes da rede, sendo a representação do tamanho linear da rede, relacionando-se como a quantidade de tempo necessário para que um conhecimento possa atravessar toda a rede. Esses valores podem estar próximos ou bem abaixo dos diâmetros iguais a 6 e 13, encontrados por Pereira *et al.* (2018).

Já quanto às medidas de agrupamento, a modularidade consiste numa estatística que une um conjunto de atores com base em características compartilhadas (CHERVEN, 2015). Está relacionado diretamente com o número de comunidades geradas, sendo tanto maior a quantidade de classes geradas quanto maior for a estatística. É possível observar essa relação positiva entre valor da modularidade e número de comunidades nas medidas calculadas para as redes do Inovafit. A detecção de comunidade significa tornar explícito o aparecimento de grupos de atores densamente conectados, mantendo conexões mais esparsas com atores de outros grupos (NEWMAN, 2006). Os coeficientes de modularidade calculados indicam um número razoável de comunidade, especialmente nas RPSub.

O coeficiente médio de agrupamento é a média dos valores individuais dos atores, sendo importante porque indica proximidade suficiente com o potencial de constituição de relações entre as instituições. Esse coeficiente é descrito como a probabilidade de um par de atores conectados a um terceiro ator também constituírem ligações entre si (BARABÁSI, 2003). Uma maneira de calcular essa medida é dividindo o número de triângulos fechados pelo número de triângulos total da rede, implicando em um resultado do coeficiente no intervalo entre 0 e 1 (CHERVEN, 2015). Os valores calculados indicam que os atores usufruem, em média, de 77% a 86% das conexões disponíveis na vizinhança, sendo que a RPSel sempre apresenta menor coeficiente que a RPSub. Maiores coeficientes médio de agrupamento, em 2018, sugerem que

ocorre fluxo de conhecimento mais redundante na rede em comparação aos demais anos (MULLER; PERES, 2017). Outros estudos, como Bonfim, Gonçalves e Segatto (2018), encontram coeficiente de clusterização nesse mesmo patamar (90%), enquanto Cunha *et al.* (2016) calculam valores entre 9% e 43%.

O coeficiente médio de agrupamento expressa a conexão entre vizinhos de um mesmo ator, e tem na Fase 2 - 2018 os maiores valores. Essa métrica oferece duas perspectivas de análise, conforme Muller e Peres (2017), em que um maior nível de agrupamento permite que um determinado ator tenha maiores chances de trocar conhecimento com os diversos atores do grupo, elevando o fluxo de conhecimento; podendo, ainda, de tornar mais redundante o conhecimento trocado no grupo, devido às várias conexões de vizinhança formadas.

Quanto ao número de componentes são destaque aqueles constituídos nas RPSub. Em 2018 foram compostos seis componentes, sendo que em dois deles empresas não selecionadas estabelecem conexão com IES privadas (como presença não significativa nas redes analisadas) e em três as ligações são com outras organizações (empresas com alguma atuação em inovação, mas não figurando como proponentes no respectivo edital. No ano de 2015, quatro componentes são constituídos, sendo que três envolvem empresas não selecionadas e outras organizações (especificamente empresas com atuação inovativa), sendo que em um componente existe conexão com uma empresa que figura como proponente nos editais dos anos 2016 e 2017, sendo esta não selecionada em ambos editais. Já em 2017, dos três componentes, um deles é formado com uma empresa selecionada, estabelecendo conexão com uma IES e uma empresa não proponente (outra organização). Esta empresa selecionada é a responsável por terem dois componentes na RPSel desse ano.

A existência de poucos componentes indica maior conectividade na rede. Mesmo com um número maior encontrado em 2018, os componentes adjacentes à rede são reduzidos (máximo de quatro atores) frente à rede do grande componente (com 142 atores). E todas as RPSel consistem em apenas um grande componente, exceto em 2017 como supracitado. Pereira *et al.* (2018), Franco, Câmara e Parente (2017) e Cunha *et al.* (2016) encontram elevado número de componentes, respectivamente, centenas, dezenas e pouco mais de dez, como indicativo de baixa conectividade.

As relações entre essas várias métricas podem sugerir diversas estruturas de rede. Maior grau de clusterização, distâncias curtas e reduzido número de componentes são propriedade que podem indicar rede do tipo pequeno mundo (ANGELINI *et al.*, 2017; WATTS; STROGATZ, 1998). Uma rede pode apresentar uma estrutura livre de escala e ser altamente clusterizada, quando pequenos grupos de atores fortemente interligados são conectados a

grupos maiores e menos coesos (BARABÁSI; BONABEAU, 2003). Elevação do coeficiente de clusterização e redução do caminho médio mais curto leva a uma rede de pequeno mundo e o oposto leva a redes livres de escala (MAHMOUDZADEH; ALBORZI, 2017).

Tendo apreciado às várias métrica de estrutura de redes, empreende-se, na sequência, à análise de grafos de rede e métricas de centralidade de grau – nível individual – dos atores institucionais.

4.2.2 Grafos de categorias de atores e de centralidade de grau

Por meio da apresentação de grafos e da aferição de métricas de rede, são observados os níveis de centralidade dos atores institucionais em três dimensões: grau, intermediação e proximidade. Os grafos dessas duas últimas métricas são ilustrados com divisão da rede em classes de modularidade.

Iniciando a análise com a centralidade de grau, ela consiste numa medida de posicionamento de um ator em relação a uma rede, expressando o número de ligações que ele estabelece, indicando, portanto, o nível de visibilidade e contato direto que um ator efetivamente detém na rede (FREEMAN, 1979; WASSERMAN; FAUST, 1994). A existência de muitos atores com alta centralidade indica rede mais conectada (no nível agregado) e atores centrais com maior capacidade de difusão de conhecimento na rede (no nível individual) (MULLER, PERES, 2017), além de expressar maior papel de coordenação do ator na rede (BRAND; VERSCHOORE, 2014).

É possível identificar um padrão de posicionamento de atores institucionais mais centrais quanto ao número de conexões. O padrão consiste nas IES assumindo papel de atores mais interligados, com destaque para as quatro principais IES do estado do Ceará – UFC, IFCE, UECE e UNIFOR. Essas são seguidas sobretudo por institutos de pesquisa, alguns em destaque são SENAI, EMBRAPA, ITIC, CLAEQ e EMBRAPA; por algumas IES secundárias, como UniEstácio, UniFanor, UniNassau; além de outras organizações – SEBRAE.

É interessante constatar que no primeiro ciclo (2015-2016) nenhuma empresa aparece entre os mais conectados, diferentemente do que ocorre no segundo ciclo (2016-2018), em que algumas empresas surgem entre os atores com maior conexão. Isso poderia ser um indicativo da constituição de maior conectividade por parte das empresas proponentes. Mas, na verdade, significa redução das conexões dos atores nas posições superiores, fazendo com que aqueles com menos ligações se insiram entre os dez melhores posicionados (apenas oito conexões são suficientes para figura entre os dez mais conectados).

A Tabela 4 apresenta as métricas de centralidade de grau no Inovafit.

Tabela 4 – Dez maiores métricas de centralidades de grau de atores das redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) no Inovafit 2015 a 2018

Fase 1 - 2015				Fase 2 - 2016			
RPSub		RPSel		RPSub		RPSel	
UFC	130	UFC	76	UFC	116	UFC	62
IFCE	67	IFCE	40	IFCE	61	IFCE	31
UNIFOR	67	UNIFOR	39	UECE	54	UECE	30
UECE	49	UECE	31	UNIFOR	52	UNIFOR	29
SEBRAE	20	SEBRAE	16	CENTEC	19	UniNassau	12
SENAI	20	ITIC	14	UniEstácio	19	UniChristus	11
CENTEC	19	SENAI	14	ITA	16	ITA	11
Uni7	19	UniEstácio	13	UniNassau	16	CTI-RA	11
ITIC	16	CENTEC	13	SENAI	15	UniEstácio	11
INOVAGRI	15	CLAEQ	12	UniFB	14	CLAEQ	10
UniFanor	15	-	-	-	-	-	-
Fase 1 - 2017				Fase 2 - 2018			
RPSub		RPSel		RPSub		RPSel	
UFC	134	UFC	54	UFC	94	IFCE	40
UNIFOR	61	IFCE	31	IFCE	64	UFC	37
IFCE	60	UNIFOR	30	UNIFOR	42	UNIFOR	27
UECE	38	UECE	17	UECE	21	UECE	17
UniEstácio	24	EMBRAPA	11	Uni7	15	EMBRAPA	12
ITIC	23	SEBRAE	11	EMBRAPA	14	SEBRAE	11
Uni7	20	ITIC	10	CLAEQ	13	CEPEP	9
SEBRAE	18	SENAI	8	SEBRAE	11	Fortgen (S)	9
EMBRAPA	18	Fortgen (S)	8	SENAI	11	CLAEQ	8
SENAI	17	Rioelba (S)	8	UNILAB	10	USP	8
-	-	ClinicaOlhos (S)	8	UniEstácio	10	UniEstácio	8
-	-	Vent7 (O)	8	-	-	Roelba (S)	8
-	-	-	-	-	-	Piscis (S)	8

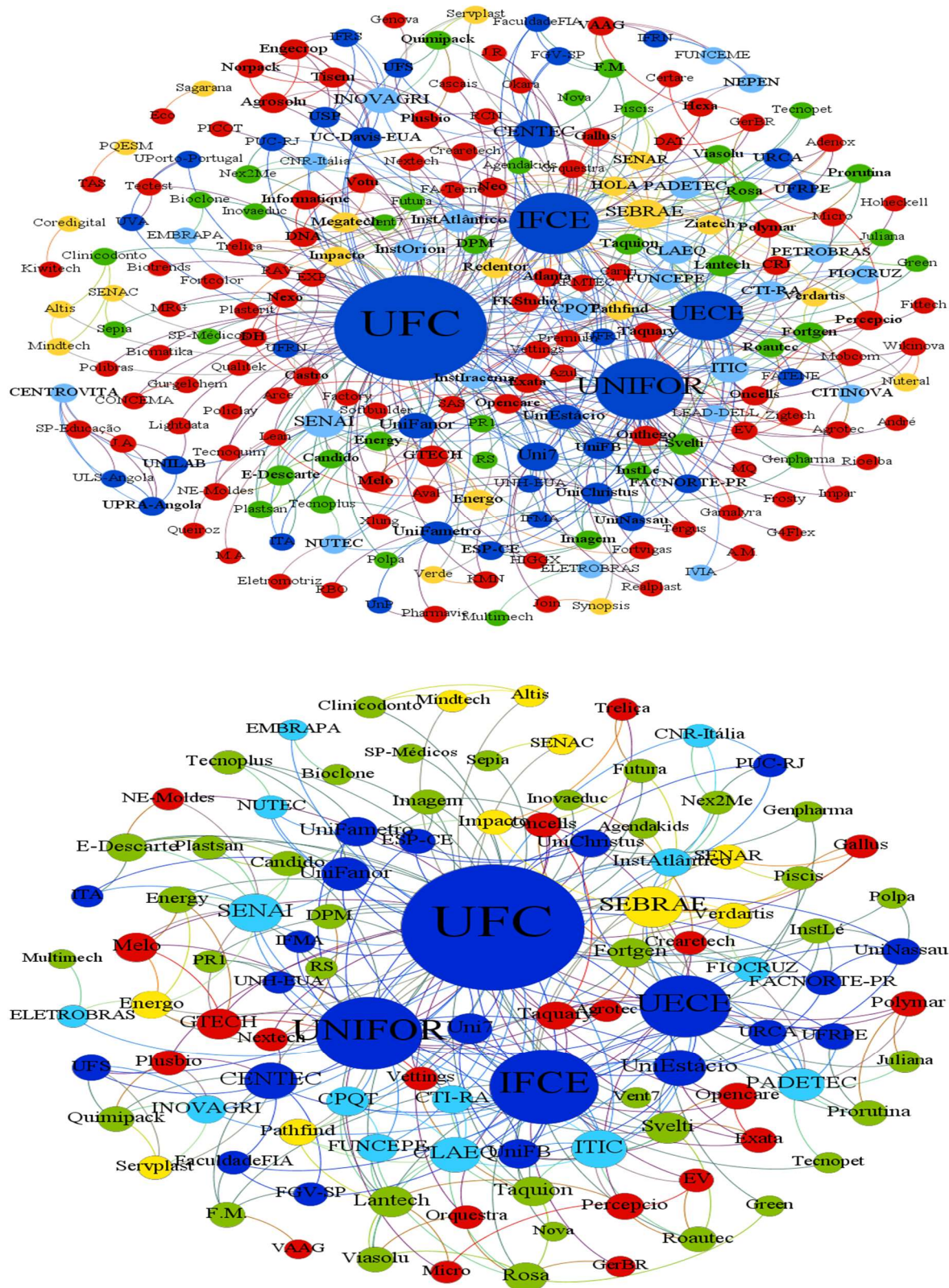
Fonte: elaborado pelo autor. Notas: (S) = empresa selecionada, (O) = empresa figurando como outras organizações.

Vale ressaltar o nível de competitividade dos atores quando confrontado sua força entre as redes RPSub e RPSel. Em 2016, por exemplo, o IFCE, apesar da segunda posição na constituição de laços, apresentar menor competitividade em relação a UNIFOR e UECE. Significando que, UNIFOR e UECE, via seus vínculos com empresas proponentes, conseguem melhor desempenho no processo seletivo no Inovafit, ou seja, mantêm maior resistência seletiva, perdendo, relativamente, menos conexões na passagem da RPSub para a RPSel.

Os grafos⁹ das Figuras 4-7 ilustram as métricas de todos atores da rede.

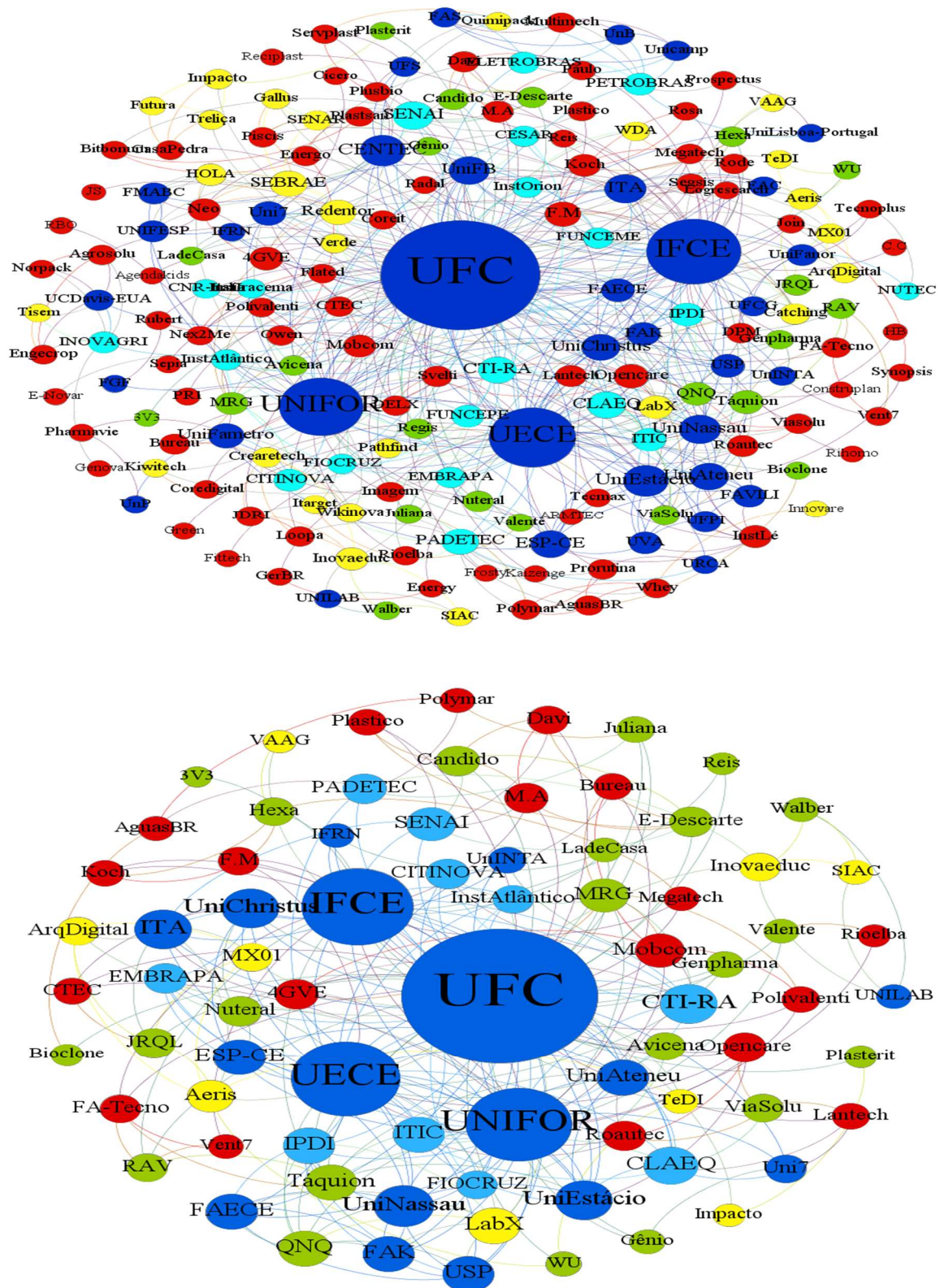
⁹ Foi utilizado o algoritmo *Fruchterman Reingold*, para melhor ilustração dos grafos.

Figura 4 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 1 - 2015, segundo categoria de atores e centralidade de grau



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa categorias de atores institucionais (azul = IES; azul claro = instituto de pesquisa; verde = empresa selecionada; vermelho = empresa não selecionada; amarelo = outras organizações) e tamanho do nó designa centralidade de grau.

Figura 5 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 2 - 2016, segundo categoria de atores e centralidade de grau



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa categorias de atores institucionais (azul = IES; azul claro = instituto de pesquisa; verde = empresa selecionada; vermelho = empresa não selecionada; amarelo = outras organizações) e tamanho do nó designa centralidade de grau.

Pelas conexões, percebe-se o posicionamento firme da UFC no topo de centralidade de grau em todo o período, exceto em 2018, com o IFCE assumindo maior conectividade na RPSel. Contudo, ainda no último ano, na RPSub, a UFC ocupa uma posição muito superior à UNIFOR e à UECE, entretanto, apesar de continuar com conectividade maior na RPSel, essa superioridade é relativamente inferior. Isso indica maior competitividade da UNIFOR e, principalmente, da UECE em ganhar mais influência nessa rede.

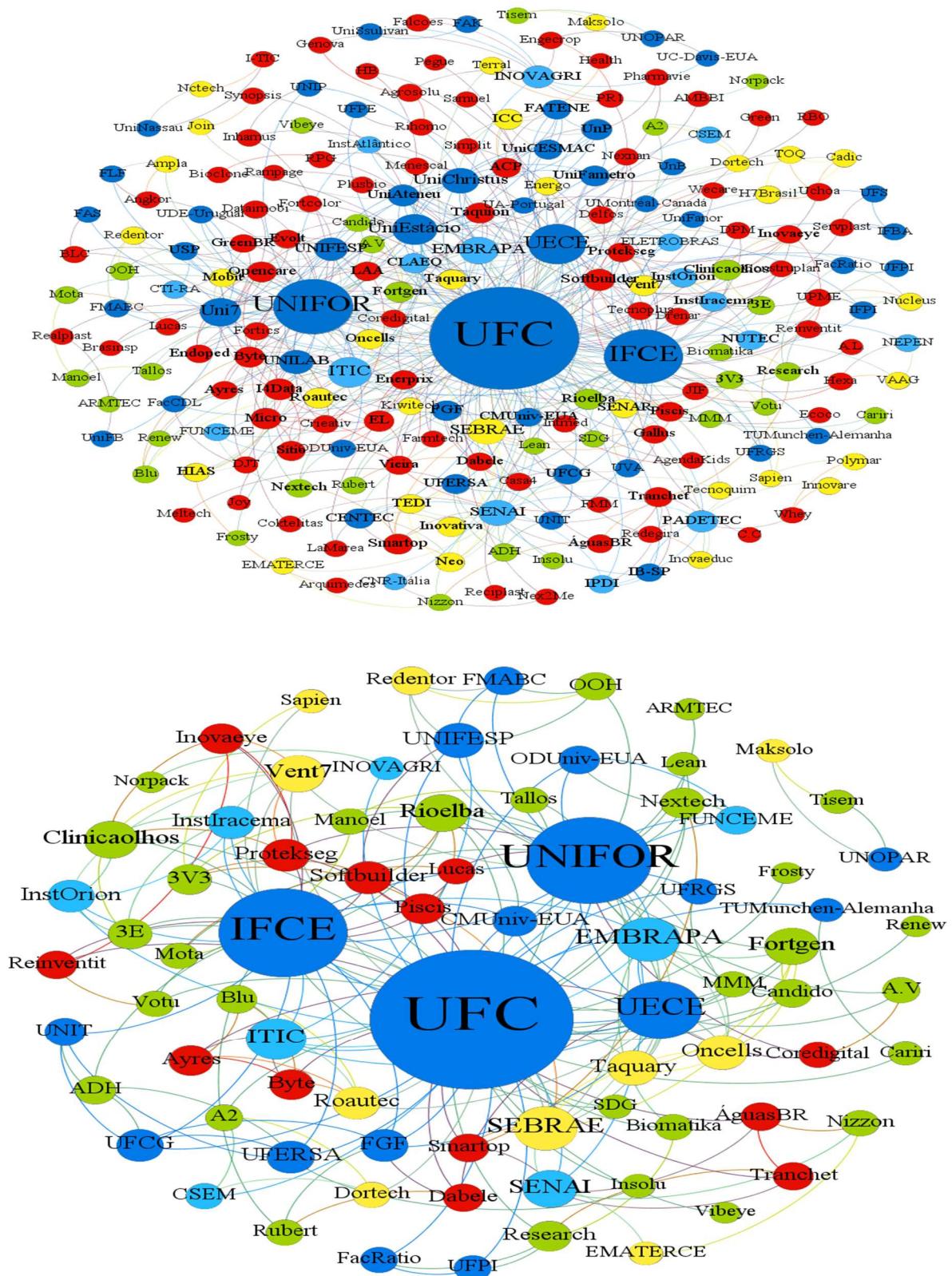
Além da observância das métricas de centralidade, a análise dos grafos evidencia que as quatro principais IES são os atores institucionais de maior proeminência em termos de conectividade nas redes do Inovafit. No entanto, vale apontar atores de outras classes institucionais que apresentam aumento de competitividade quando da passagem da RPSb para a RPSel ao longo do período analisado. Algumas delas são, SENAI, ITIC, CLAEQ e PADETEC em 2015; CTI-RA, CLAEQ, SENAI, ITIC e IPDI em 2016; EMBRAPA, ITIC e SENAI em 2017; e, EMBRAPA, CLAEQ e SENAI em 2018.

Comparando o desempenho entre as redes, dentre os institutos de pesquisa, ITIC, em 2015, CTI-RA, em 2016, EMBRAPA e ITIC, em 2017, e EMBRAPA e CLAEQ, em 2018, são os que mais apresentam competitividade de vínculos (aumento de centralidade na rede RPSel). Denotando, assim, uma resistência ao processo seletivo do programa, ou seja, mantendo, relativamente, mais vínculos com empresas selecionadas. Enquanto que, o SENAI fica com um desempenho tendendo a estável, mas, frequente em todo o período, o que é relevante e ajuda a consolidar esse ator no cenário do Inovafit, e mais ainda, nas parcerias com empresas inovadoras do estado.

Além das IES e institutos de pesquisa, uma instituição que compõem a classe de outras organizações tem bastante destaque no Inovafit. O SEBRAE não aparece na RPSel apenas no ano de 2016, figurando nos demais anos como a mais central entre os atores de sua classe institucional.

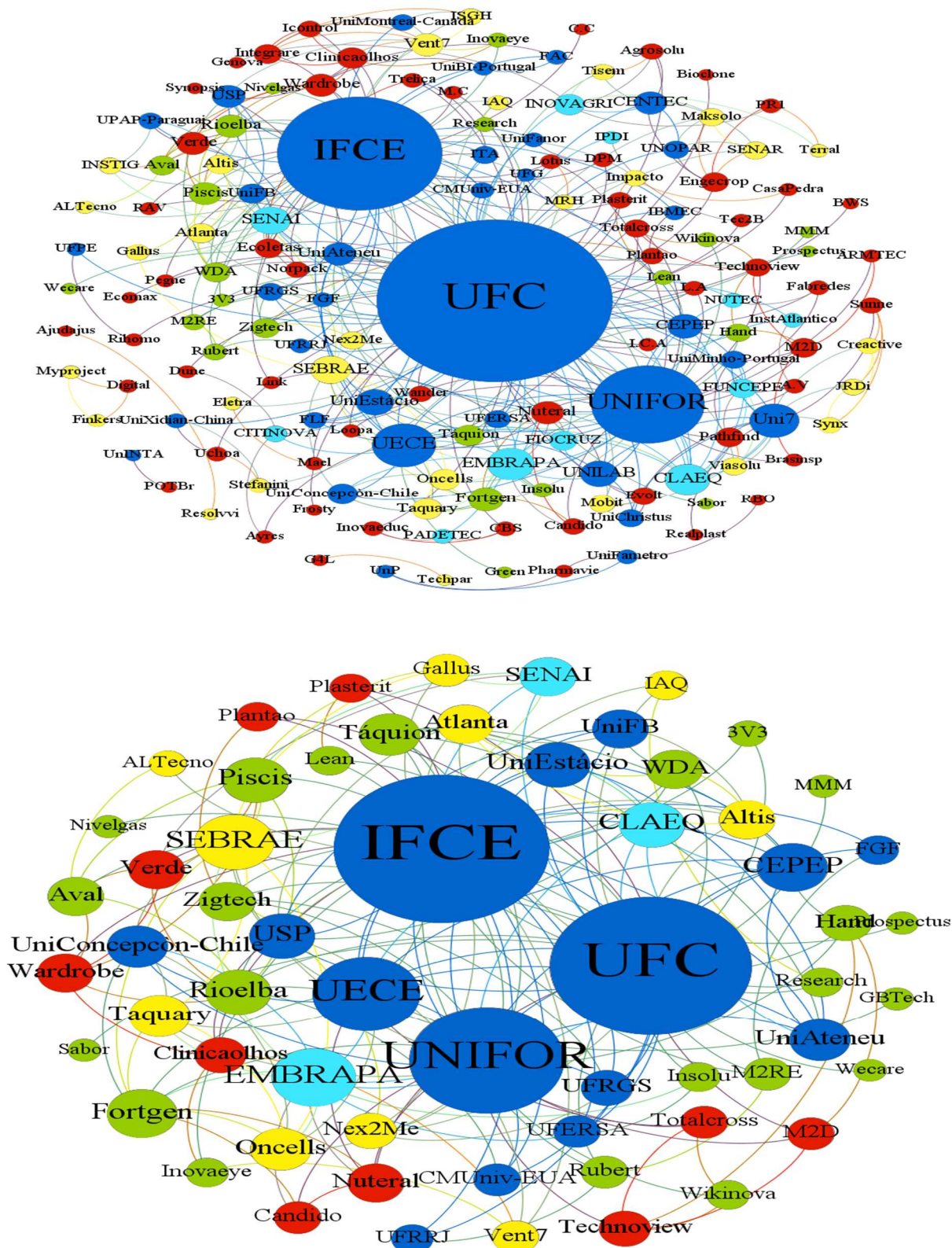
Em um plano mais secundário, de menor influência de interligação, muitas IES figuram em ambas redes, tendo significativa presença IES privadas e algumas localizadas em outros estados da federação ou mesmo no exterior (situação muitas vezes possível devido a condição de membros das equipes dos projetos estarem cursando mestrado, doutorado ou em estágio de pós-doutoramento). Ocorre uma quantidade relativamente marcante dessas IES em todo o período e em ambas redes, tendo, algumas delas destaque – UFERSA, UNIFESP, FMABC, USP, UFRGS, ITA.

Figura 6 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 1 - 2017, segundo categoria de atores e centralidade de grau



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa categorias de atores institucionais (azul = IES; azul claro = instituto de pesquisa; verde = empresa selecionada; vermelho = empresa não selecionada; amarelo = outras organizações) e tamanho do nó designa centralidade de grau.

Figura 7 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 2 - 2018, segundo categoria de atores e centralidade de grau



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa categorias de atores institucionais (azul = IES; azul claro = instituto de pesquisa; verde = empresa selecionada; vermelho = empresa não selecionada; amarelo = outras organizações) e tamanho do nó designa centralidade de grau.

As IES figuram como centrais em ambas redes de projetos do Inovafit, ratificando achados em outros estudos, como Pereira *et al.* (2018), Bonfim, Gonçalves e Segatto (2018) e Machado e Ipiranga (2013). A existência de *hubs* torna as redes mais conectadas (MULLER; PERES, 2017), e sem essa presença marcante das IES no programa, provavelmente várias métricas de redes já analisadas teriam menor desempenho (p.ex. densidade e grau médio menores e comprimento médio do caminho maior).

Dentre os benefícios gerados, a elevada frequência de participação das IES em projetos de inovação de empresas possibilita um processo de formação mais prático e ampliação dos vínculos fora da academia (FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2017), indicando uma maior aderência universidade-mercado, sendo esse um dos objetivos adjacentes do Inovafit.

Observa-se, também, que na RPSel do período é possível verificar que todas as empresas selecionadas mantêm vínculos com IES ou institutos de pesquisa, mesmo que alguma relação desse tipo não esteja explícita no projeto (os vínculos são estabelecidos com base nas informações do projeto e na consulta ao Lattes dos membros das equipes). Nesse sentido, a estratégia do Inovafit de construção de vínculos entre empresas e ICT parece ter algum efeito.

Entre as empresas selecionadas, 47%, em 2015, 68%, em 2016, 65%, em 2017, e 59%, em 2018, apresentam (no projeto ou via algum membro da equipe) vínculo com outras empresas inseridas no Inovafit – empresas selecionadas, não selecionadas e as que compõem a categoria outras organizações. Obviamente que a cooperação que interessa às empresas não se restringe apenas às ICT, não obstante, essas serem as mais frequentes nos projetos de inovação propostos. Todavia, as redes de cooperação entre empresas também exercem importante influência na construção de capacidades inovativas (FRANCO; CÂMARA; PARENTE, 2017; ZHENG; ZHAO, 2013).

A análise dos grafos de centralidade de grau das redes no âmbito do Inovafit sugere a existência de elevada conectividade entre atores com um padrão semelhante à estrutura de redes livres de escala (BARABÁSI, 2003; BARABÁSI; ALBERT, 1999), em que quatro IES apresentam enorme quantidade de conexões e um número grande de diversos atores expressam poucas ligações. A análise da rede cumulativa (ver seção 4.3) corroborar ainda mais essa afirmativa, da mesma forma que, como expresso em Barabási e Albert (1999), Barabási e Bonabeau (2003) e Mahmoudzadeh e Alborzi (2017), a distribuição do grau médio seguindo a lei de potência é um indicativo da existência desse tipo de estrutura de rede (ver Apêndice com os gráficos de distribuição do grau médio).

Após a abordar as categorias de atores e suas centralidades de grau, dedica-se agora às centralidades de intermediação e de proximidade e à modularidade (classes de comunidades).

4.2.3 Grafos de intermediação e proximidade e de classes de modularidade

A capacidade de se apresentar como ponte, elo na conexão entre diferentes pares de atores em uma rede pode ser expressa pela centralidade de intermediação (FREEMAN, 1979; WASSERMAN E FAUST, 1994). Se posicionar como intermediário entre atores significa ter poder, ao ser capaz de propiciar ou impedir contatos, integrando ou isolando atores à rede (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Quanto maior o poder de uma instituição em intermediar conexões entre pares de atores, mais importante é o seu papel na rede e mais controle pode exercer no fluxo de conhecimento entre atores. A presença de um ator nesse processo intermediário é medida como a frequência com que ele aparece nos caminhos mais curtos entre outros atores da rede.

Enquanto que, a centralidade de proximidade é uma distância média de um ator específico em relação aos demais atores da rede (FREEMAN, 1979; HANNEMAN; RIDDLE, 2005; WASSERMAN E FAUST, 1994), portanto, refere-se ao quão próximo um determinado ator está dos demais atores da rede, indicando uma capacidade de alcançar, aproximar-se dos outros. Medidas de grau podem ser criticadas por visualizar apenas as ligações imediatas de um ator, mas as medidas de proximidade atentam para as ligações indiretas, indicando o quão poderoso um ator é, por ser capaz de alcançar outros usando trajetos mais curtos, ou seja, por ter posição favorável (HANNEMAN; RIDDLE, 2005).

Apreciando os dados da pesquisa, na centralidade de intermediação, UFC, IFCE, UNIFOR e UECE têm, em geral, mais capacidades de intermediar conexões no Inovafit. Essas quatro IES têm destaque como ponte no fluxo de conhecimento entre atores em todo o período. Mas, a partir de 2016, alguns atores de outras categorias demonstram aumento nessa capacidade. Especificamente na RPSel desse mesmo ano, a empresa Inovaeduc é a que tem mais poder de intermediação (excetuando UFC, IFCE e UNIFOR), superando, ligeiramente, a UECE, e várias outras IES, e que o PADETEC, dentre muitos institutos de pesquisa. Um detalhe é que essa empresa faz parte da rede com ator da categoria outras organizações, portanto, não figurando com empresa proponente, mas, mesmo assim, desempenha um papel importante na interligação entre atores. Esse fato indica perda relativa de poder pelas ICT, com um novo ator atuando no controle de fluxos de conhecimento na rede.

A UFC tem forte atuação em intermediar nas redes do Inovafit de 2015 a 2017, com valor da métrica superando o segundo ator com maior intermediação na ordem de três a quatro vezes. Mas em 2017 esse poder começa a decair, especialmente na RPSel. Apesar da presença

constante de empresas em ambas fases e redes, figurando na tabela como conjunto com maior intermediação, os valores de seus coeficientes são bastante reduzidos, tornando pouco efetivo algum poder em intermediar fluxos de conhecimento.

Outros atores que aparecem em boa colocação, quanto ao valor da intermediação, são CENTEC, em 2015, PADETEC, em 2016, INOVAGRI e SENAI, em 2017, e Uni7, INOVAGRI, SEBRAE e EMBRAPA, em 2018. Em 2017, por exemplo, o INOVAGRI desenvolver maior intermediação que o SENAI na RPSub, mas na RPSel, o SENAI ultrapassa àquele, apresentando um poder de intermediação ligeiramente maior, inclusive, ao desempenhado pela UECE. Esse desempenho do SENAI é relevante, em especial pela sua área de atuação mais restrita e menor capilaridade no estado, comparativamente à UECE.

As Tabelas 5-6 apresentam as medidas mais elevadas de intermediação e de proximidade nas redes do Inovafit.

Tabela 5 – Dez maiores métricas de centralidades de intermediação de atores das redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) no Inovafit 2015 a 2018

Fase 1 - 2015				Fase 2 - 2016			
RPSub		RPSel		RPSub		RPSel	
UFC	0,565	UFC	0,566	UFC	0,644	UFC	0,641
IFCE	0,188	IFCE	0,186	IFCE	0,163	IFCE	0,145
UNIFOR	0,187	UNIFOR	0,137	UECE	0,141	UNIFOR	0,087
UECE	0,092	UECE	0,101	UNIFOR	0,107	Inovaeduc (O)	0,077
UNILAB	0,044	CENTEC	0,041	PADETEC	0,038	UECE	0,074
Uni7	0,036	SEBRAE	0,029	UniFametro	0,036	PADETEC	0,031
CENTEC	0,032	F.M (S)	0,019	Inovaeduc (O)	0,032	Juliana (S)	0,012
SENAI	0,029	ELETRO-BRAS	0,019	CENTEC	0,031	Bioclone (S)	0,010
UniFametro	0,028	SENAI	0,018	INOVAGRI	0,023	ITA	0,009
INOVAGRI	0,024	PADETEC	0,016	ELETRO-BRAS	0,021	CTI-RA	0,008
Fase 1 - 2017				Fase 2 - 2018			
RPSub		RPSel		RPSub		RPSel	
UFC	0,633	UFC	0,563	UFC	0,537	IFCE	0,400
UNIFOR	0,168	UNIFOR	0,188	IFCE	0,247	UFC	0,351
IFCE	0,150	IFCE	0,162	UNIFOR	0,144	UNIFOR	0,185
UECE	0,078	SENAI	0,044	Uni7	0,059	UECE	0,081
INOVAGRI	0,053	UECE	0,040	UECE	0,044	SEBRAE	0,029
UniEstácio	0,031	ITIC	0,026	INOVAGRI	0,029	EMBRAPA	0,025
PADETEC	0,027	INOVAGRI	0,025	CLAEQ	0,018	Rioelba (S)	0,017
ITIC	0,026	UNIFESP	0,017	SENAI	0,012	USP	0,007
Uni7	0,024	SEBRAE	0,013	UniAteneu	0,012	SENAI	0,006
SENAI	0,023	Rioelba (S)	0,010	EMBRAPA	0,012	Nutral (NS)	0,005

Fonte: elaborado pelo autor. (S) = empresa selecionada, (NS) = empresa não selecionada, (O) = empresa figurando como outras organizações.

Tabela 6 – Dez maiores centralidades de proximidade de atores das redes de projetos submetidos (RPSub) e selecionados (RPSel) no Inovafit 2015 a 2018

Fase 1 - 2015				Fase 2 - 2016			
RPSub		RPSel		RPSub		RPSel	
UFC	0,708	UFC	0,776	UFC	0,725	UFC	0,844
IFCE	0,575	IFCE	0,615	IFCE	0,561	UECE	0,608
UNIFOR	0,570	UNIFOR	0,612	UECE	0,561	IFCE	0,603
UECE	0,528	UECE	0,575	UNIFOR	0,546	UNIFOR	0,594
SEBRAE	0,492	SEBRAE	0,533	CENTEC	0,492	ITA	0,521
ITIC	0,490	ITIC	0,523	UniEstácio	0,492	CTI-RA	0,521
CENTEC	0,488	UniEstácio	0,520	UniFB	0,488	UniChristus	0,521
Uni7	0,487	CLAEQ	0,517	CTI-RA	0,481	UniEstácio	0,521
SENAI	0,486	CENTEC	0,515	UniChristus	0,481	CLAEQ	0,510
UniEstácio	0,486	SENAI	0,512	CLAEQ	0,476	ITIC	0,507
Fase 1 - 2017				Fase 2 - 2018			
RPSub		RPSel		RPSub		RPSel	
UFC	0,731	UFC	0,781	UFC	0,746	IFCE	0,756
UNIFOR	0,559	UNIFOR	0,620	IFCE	0,624	UFC	0,728
IFCE	0,559	IFCE	0,615	UNIFOR	0,569	UNIFOR	0,648
UECE	0,526	UECE	0,551	UECE	0,524	UECE	0,584
UniEstácio	0,511	SEBRAE	0,532	CLAEQ	0,518	CEPEP	0,541
ITIC	0,509	EMBRAPA	0,528	UniEstácio	0,504	UniEstácio	0,536
EMBRAPA	0,499	ITIC	0,524	CEPEP	0,502	CLAEQ	0,536
UniChristus	0,495	Rioelba (S)	0,514	Rioelba (S)	0,495	SEBRAE	0,532
SEBRAE	0,492	Vent7 (O)	0,510	Zigtech (S)	0,492	Rioelba (S)	0,532
Uni7	0,479	Protekseg (NS)	0,503	UFRGS	0,490	Zigtech (S)	0,522

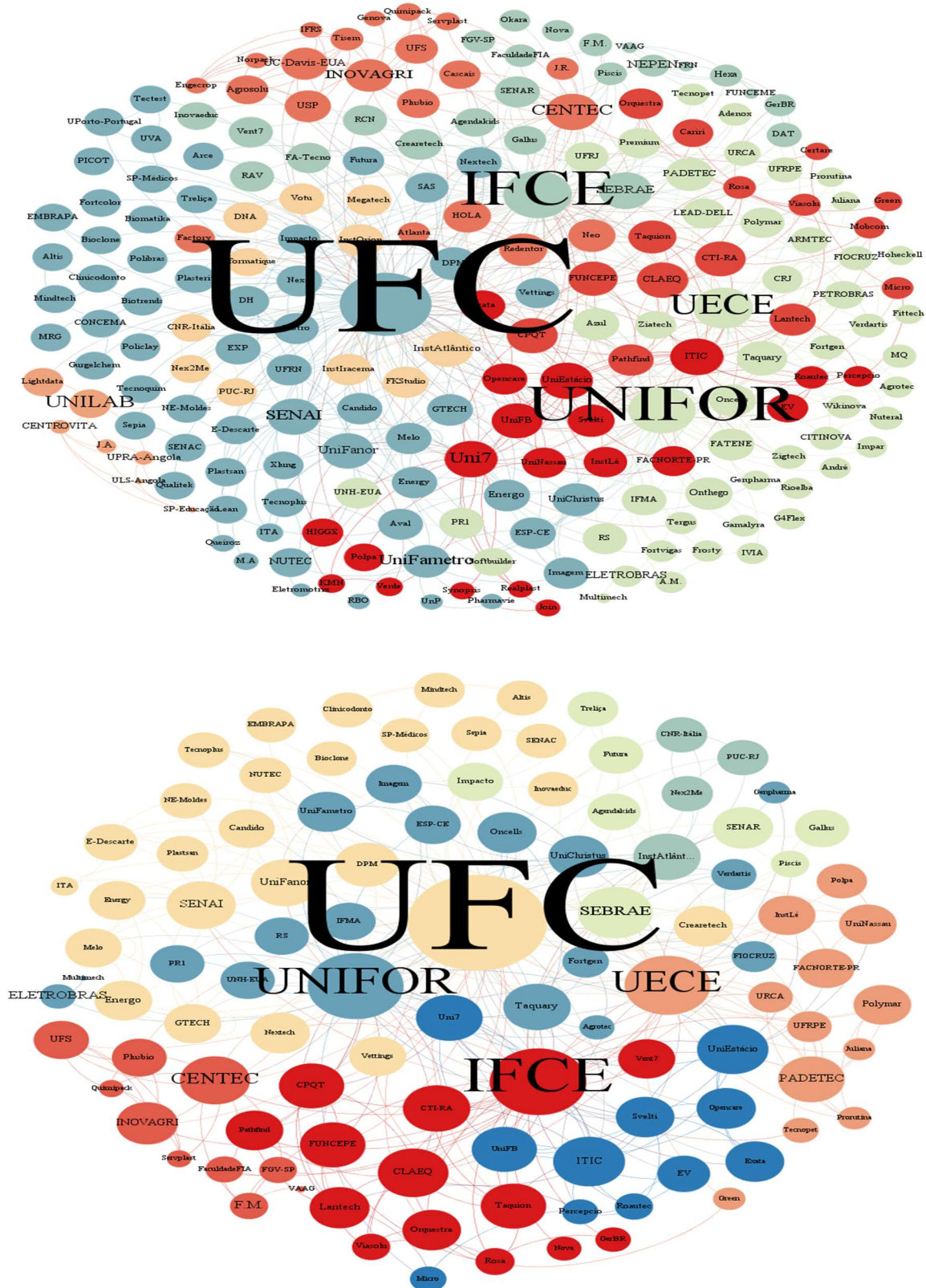
Fonte: elaborado pelo autor. (S) = empresa selecionada, (NS) = empresa não selecionada, (O) = empresa figurando como outras organizações.

Outra particularidade, agora no último ano, é que na RPSub a Uni7 apresentam centralidade de intermediação equivalente à apresentada pela UECE, entretanto, na RPSel essa IES demonstra maior competitividade que aquela.

Considerando a RPSub, nos dois últimos editais (2017-2018) a UFC apresenta um poder de intermediação mais elevado, comparativamente ao que se verifica nos dois primeiros anos do Inovafit (2015-2016). Mas, apesar desse aumento na capacidade de controlar intermediações ao longo do tempo pela a UFC, em 2018 o IFCE aponta com uma centralização ligeiramente superior. IFCE e UNIFOR se reservam na segunda posição em intermediação no período. Ainda em 2018, vale ressaltar a forte presença do SEBRAE e EMBRAPA na intermediação na RPSel.

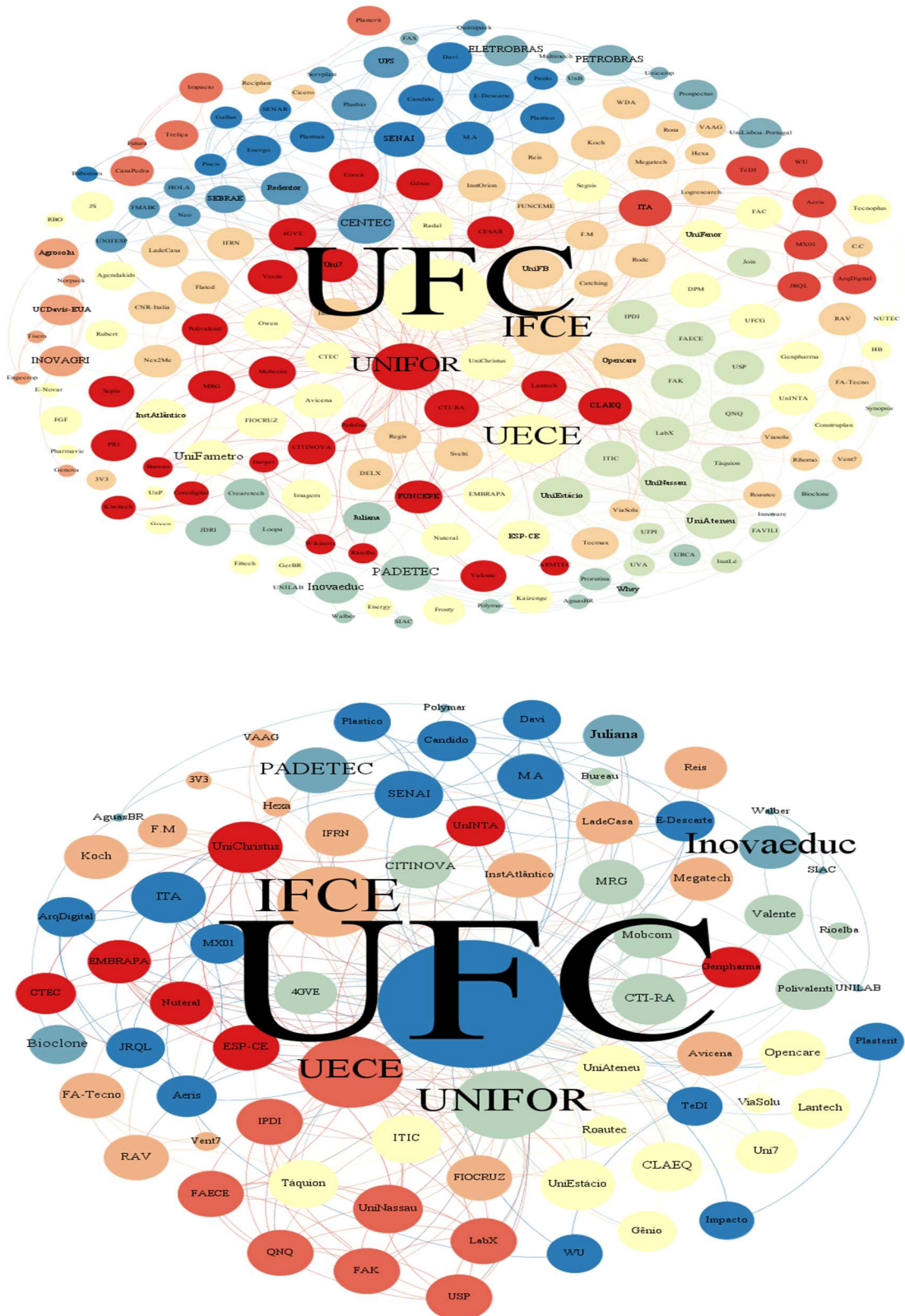
As Figuras 8-11 mostram as redes em função da intermediação e da proximidade (com exclusão de microcomponentes, de modo a filtrar distorções no esboço e análise dos grafos) e das comunidades constituídas no Inovafit.

Figura 8 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 1 - 2015, segundo classes de modularidade e centralidades de intermediação e de proximidade



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa comunidades, tamanho do nó designa centralidade de proximidade e tamanho do rótulo designa centralidade de intermediação.

Figura 9 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 2 - 2016, segundo classes de modularidade e centralidades de intermediação e de proximidade



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa comunidades, tamanho do nó designa centralidade de proximidade e tamanho do rótulo do nó designa centralidade de intermediação.

Em termos de proximidade, os valores das métricas e a observação dos grafos mostram menor amplitude entre os coeficientes dos atores (comparativamente as variações de grau e de intermediação), indicando que não existe um ator com desempenho muito superior ao exercido por um grande conjunto de atores da rede.

Ainda assim, ocorre uma consolidação das principais IES – UFC, IFCE, UNIFOR e UECE – nas melhores posições de alcance. A UFC mantém a primeira posição em quase todo o período, perdendo essa colocação para o IFCE na RPSel em 2018. IES secundárias no estado também se repetem no período, com destaque para UniEstácio, mas também aparecem CENTEC e UniChristus com alguma frequência.

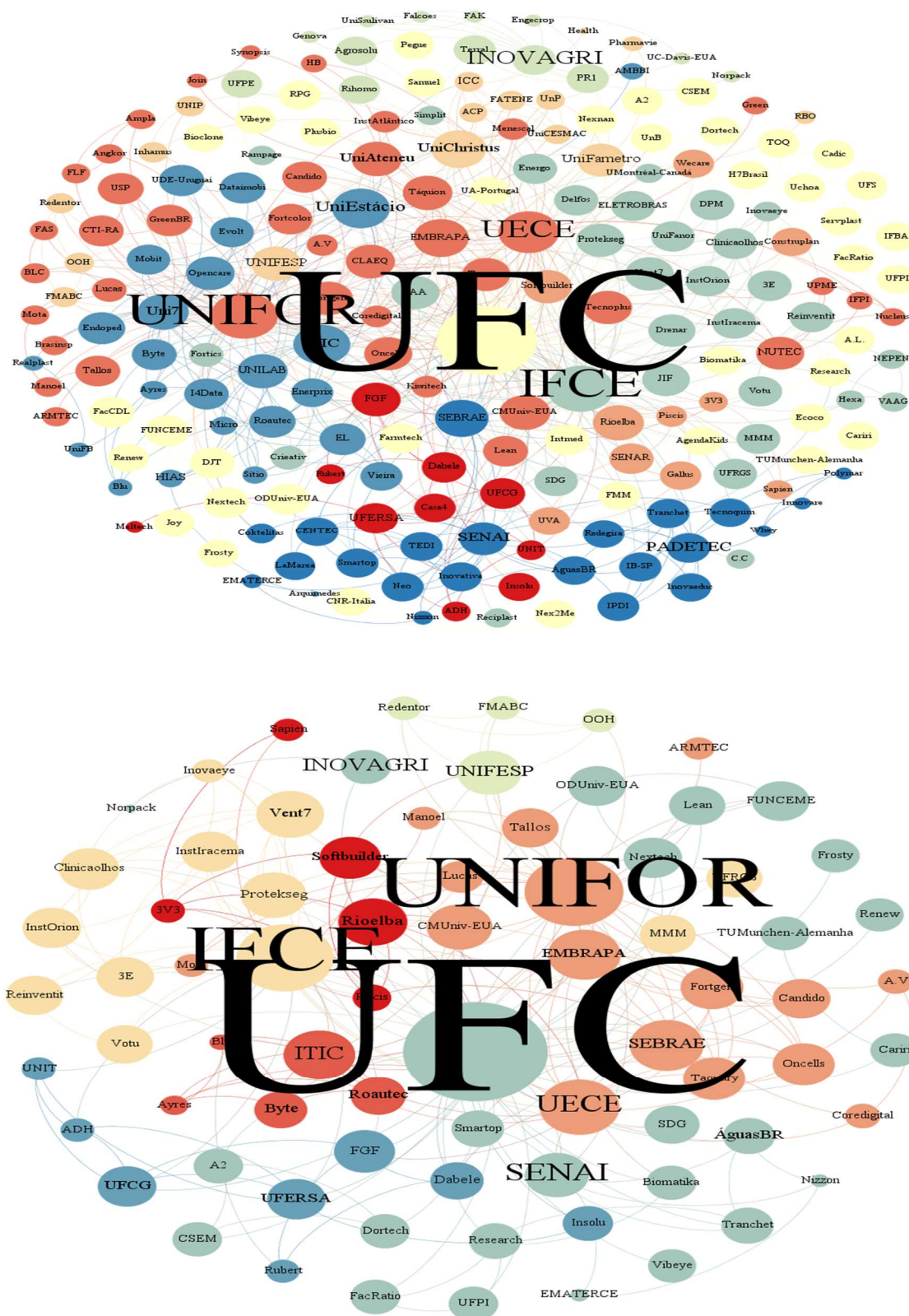
Entre os institutos de pesquisa o ITIC tem presença razoável de 2015 a 2017, o CLAEQ aparece moderadamente em 2015, 2016 e 2018. Na análise dos grafos é visível que EMBRAPA também assume razoável poder de alcance. O SENAI aparece, entre os atores com mais proximidade (Tabela 4), apenas em 2015. Menor centralidade de proximidade dessa instituição nos anos posteriores indica que ela possa ficar mais restrita, mantém relações com pequenos grupos de atores, prejudicando, assim, sua capacidade de alcance de outros atores na rede, comparativamente àqueles outros institutos citados.

É possível evidenciar, ainda, que várias empresas – selecionadas e não selecionadas – detêm poder de alcance na rede equivalente, e até mesmo superior, a muitas IES secundárias (p.ex. UNILAB, UniAteneu, FGF, UniFB, Uni7, UFCG, UFERSA, ITA) e institutos de pesquisa (p.ex. FIOCRUZ, PADETEC, FUNCEME, CITINOVA, NUTEC, IPDI). Entre a categoria outras organizações, o SEBRAE repete o destaque apresentado em termos de grau e intermediação, ganhando competitividade na RPSel nos anos 2015, 2017 e 2018. Quanto maior a medida de proximidade de um ator, maior evidência de forte posicionamento central, por estar em média mais próximo dos demais atores da rede.

É na medida de proximidade que há maior equalização entre os diversos atores da rede Inovafit. Com muitos atores com baixa relevância em conexões e intermediação, apresentando nível de proximidade próximos aos atores mais estratégicos da rede – IES e institutos de pesquisa.

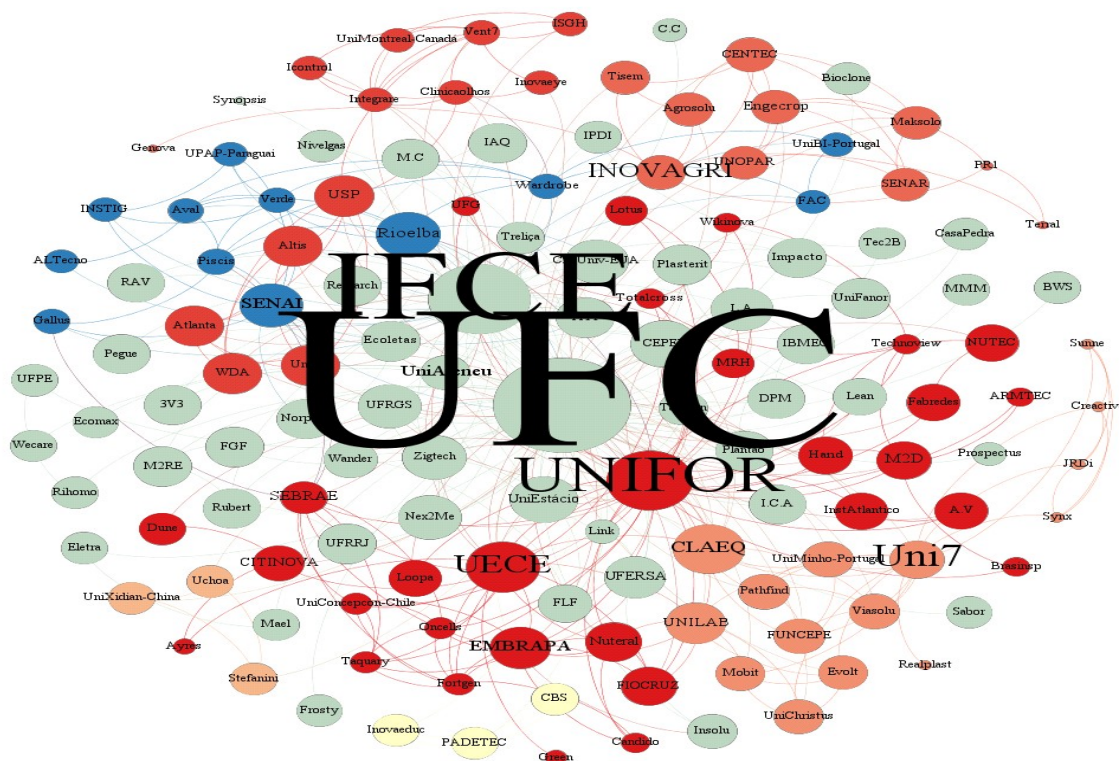
As IES figuram como aquelas que detêm maior poder de intermediação de fluxos de conhecimento entre atores na rede do Inovafit, resultado evidenciado também por Bonfim, Gonçalves e Segatto (2018) e Franco, Câmara e Parente (2017). Esses últimos autores também encontram, em uma empresa, um papel importante em intermediar conexões, da mesma forma que se evidencia a participação de empresa com essa capacidade na RPSel em 2017.

Figura 10 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 1 - 2017, segundo classes de modularidade e centralidades de intermediação e de proximidade



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa comunidades, tamanho do nó designa centralidade de proximidade e tamanho do rótulo do nó designa centralidade de intermediação.

Figura 11 – Redes de projetos submetidos (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, no Inovafit Fase 2 - 2018, segundo classes de modularidade e centralidades de intermediação e de proximidade



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa comunidades, tamanho do nó designa centralidade de proximidade e tamanho do rótulo do nó designa centralidade de intermediação.

Quanto à proximidade, as IES também são destaque nas redes estudadas, similar ao produzido por Bonfim, Gonçalves e Segatto (2018). UFC, IFCE, UNIFOR e UECE, com maior destaque para as três primeiras, se posicionam na rede do Inovafit de maneira mais estratégica. Demonstrando terem maior frequência em ficar no caminho mais curto entre dois quaisquer outros atores da rede (CHERVEN, 2015).

Um ator pode ter baixa conexão na rede, mas ser influente devido sua proximidade com atores bem conectados (CHERVEN, 2015). Os grafos de centralidade de grau e de proximidade, analisados conjuntamente, sugerem grande ocorrência dessa característica, onde muitos atores que são expressos por nós extremamente pequenos nos grafos de grau (Figuras 4-7) aparecem com tamanho de moderado nos grafos de proximidade (Figuras 8-11). Esse fato é explicado por muitos desses atores estabelecerem poucas ligações, mas com atores relativamente muitos conectados no Inovafit, em especial as quatro principais IES do estado. Por isso, é perceptível menor diferença entre tamanhos dos nós nos grafos de proximidade, comparativamente aos grafos de grau.

As IES são as mais pujantes em todos as medidas de centralidade aferidas. A reputação dessa categoria de atores parece gerar um apego preferencial (MAHMOUDZADEH; ALBORZI, 2017) por parte das empresas proponentes no Inovafit, resultando em mais laços (grau), maior controle de fluxos (intermediação) e maior alcance (proximidade) na rede na categoria das IES. Ainda, de acordo com achados desses autores, esse movimento acaba levando à estrutura livre de escala na rede de inovação em nanotecnologia no Irã.

De acordo com Cherven (2015), é possível esta relação, grau superior, maior mediação e elevado alcance, a depender da estrutura da rede e sendo mais provável em redes com alta clusterização. Sendo que, há evidências de que na rede do Inovafit essa relação é positiva, contém elevado coeficiente médio de agrupamento (Tabela 3) e sugere uma estrutura livre de escala, pode-se, então, considerar plausível a possibilidade de que esse tipo de estruturas de rede demostre essa combinação. Barabási e Bonabeau (2003) sugerem que rede com elevada clusterização pode ser indicativo de estrutura sem escala.

Quanto à formação de classes de modularidade ou comunidades, o estudo dessa estrutura na rede contribui para evidenciar grupos de atores, mesmo naquela rede altamente conectada. As classes de modularidade indicam grupos de atores que preservam mais afinidades entre si, sendo consideradas críveis as classes definidas nesta pesquisa¹⁰, mesmo que, como

¹⁰ Com o propósito de gerar um número de comunidades razoável (nem muitas comunidades com poucos atores e nem poucas comunidades com muitos atores), o algoritmo de detecção de comunidades do *Gephi* foi utilizado com

enuncia Newman (2006), exista a possibilidade de não haver uma boa divisão da rede pelos métodos de estrutura de comunidade.

Na RPSub, em 2015, UFC e IFCE formam comunidades diferentes e UNIFOR e UECE agrupam a mesma comunidade. Outros grupos em destaque são formados, por exemplo, um grupo com CENTEC e INOVAGRI, com moderados grau e intermediação. Aparece, ainda, um pequeno grupo liderado pela UNILAB, que tem baixa centralidade e significativa ação de intermediar ligações. Já na RPSel CENTEC e INOVAGRI se mantêm como comunidade e UNIFOR e UECE passam a formar grupos distintos, com a primeira demonstrando mais afinidade com vários institutos de pesquisa – FUNCEPE, CPQT, CTI-RA e CLAEQ.

Já em 2016, UFC e UECE formam um grupo, ficando separados IFCE e UNIFOR na RPSub. Mas na RPSel, as quatro principais IES formam diferentes comunidades, sendo que, cada uma apresentam compartilhamento com institutos de pesquisa e os grupos encabeçados por UFCE e IFCE têm afinidade maior com empresas selecionadas.

Em 2017 UNIFOR e UECE voltam a formar uma comunidade na RPSub, enquanto UFC e IFCE constituem grupos diferentes. Grupamento envolvendo aquelas duas IES juntas continuam na RPSel, a qual incorpora similaridade com SEBRAE e EMBRAPA. Já UFC se agrupa melhor com SENAI, INOVAGRI, FUNCEME. Outros grupos definidos na análise são formados por empresas selecionadas e suas conexões, como ocorre no grupo que contém OOH e UNIFESP, e no grupo do Blu e ITIC.

Nas redes de 2018 parece que UFC e IFCE constituem uma comunidade com bastante afinidade, mantendo-se juntas em ambas redes. O mesmo acontece com UNIFOR e UECE, sendo destaque que no grupo dessas, dois importantes atores – SEBRAE e EMBRAPA – figuram com elevado poder de intermediação (RPSel), fazendo com essa comunidade tenha alta capacidade de constituição de pontes no grupo e na rede como um todo. Outra comunidade presente na RPSel é a formada por SENAI, juntamente com várias empresas, além de um grupo tendo CLAEQ e CEPEP juntos.

As classes modulares (Figuras 8-11) permitem identificar agrupamentos de atores por compartilhamento de características conectivas na rede como um todo (CHERVEN, 2015), sugerindo a composição de comunidade mais fortemente conectadas com um grupo de atores e estabelecendo conexão mais dispersão com atores de outros grupos (NEWMAN, 2006), muitas vezes, evidenciando comunidades mais fortes que as demais por agrupar atores mais centrais.

parâmetro de resolução igual a 1,0. Essa definição foi utilizada em todas as detecções de comunidades empreendidas nesta pesquisa.

4.3 Análise da evolução da rede cumulativa

A rede cumulativa é considerada nesta pesquisa como a sobreposição de diversas camadas de redes. Uma camada de rede é constituída pela rede formada em cada ano considerado no estudo, ou seja, as redes obtidas a partir dos projetos selecionados em cada um dos quatro editais do Inovafit (2015-2018) referem-se às camadas de rede. A sobreposição dessas camadas forma uma rede cumulativa (rede multi-edital). A análise é progressiva, partindo da rede do ano de 2015, monta-se a primeira rede cumulativa agregando 2015 e 2016 e assim por diante, até a rede que agrega os quatro anos 2015 a 2018. Essa perspectiva cumulativa possibilita obter indicativos quanto à dinâmica de evolução da rede de inovação no âmbito do Inovafit.

Essa rede considera apenas os projetos selecionados, por admitir que esses constituem efetivas conexões entre atores institucionais na execução dos projetos no Inovafit, ou seja, a seleção no edital possibilita a consolidação de parceria.

A Tabela 7 apresenta as estatísticas básicas das estruturas de redes cumulativas do Inovafit de 2015 a 2018.

Tabela 7 – Métricas de estrutura de rede extraídas das redes cumulativas de projetos selecionados (PSel) no Inovafit 2015 a 2018

Métricas	2015	2015-2016	2015-2017	2015-2018
Atores	105	148	207	229
Ligações	359	565	748	851
Densidade	0,066	0,052	0,035	0,033
Grau médio	6,838	7,635	7,227	7,432
Componentes	1	1	2	2
Modularidade	0,428	0,423	0,446	0,440
Nº de comunidade	7	4	4	4
Diâmetro da rede	5	5	5	5
Comprimento médio de caminho	2,250	2,209	2,244	2,241
Coefficiente médio de agrupamento	0,768	0,769	0,787	0,781

Fonte: elaborada pelo autor.

A relação ligeiramente positiva entre densidade de rede e grau médio encontrada na análise da RPSub e da RPSel no período de 2015 a 2018 (ver subseção 4.2.1) não é evidenciada na rede cumulativa, sendo perceptível até mesmo uma relação inversa. Uma explicação plausível é que, os novos entrantes se conectando mais aos *hubs* do que aos atores menos

centrais, deixando a rede maior e mais dispersa – menor densidade – e com média de ligações crescente – maior grau médio. Essa verificação consiste num achado interessante quanto à diferenciação de análise das redes - redes independentes e rede cumulativa.

Mas se concentrando nas métricas separadamente, observa-se redução (50%) linear da densidade ao longo do aumento da rede cumulativa. Bonfim, Gonçalves e Segatto (2018) verificam redução de 14% da densidade na evolução de rede de inovação no Paraná. É observado um pequeno acréscimo do número médio de ligações por atores, expresso pelo grau médio (de 6,8 para 7,4). Esse movimento pode sugerir que a rede de inovação do Inovafit fica mais dispersão, difusa ao mesmo tempo em que a média de conexões eleva-se. A elevação do grau médio deve-se sobretudo pela maior atração exercida por alguns atores mais centrais (UFC, UNIFOR, IFCE e UECE) ao longo da ampliação da rede.

Não é identificada variação relevante quanto ao diâmetro e ao comprimento médio do caminho com a agregação das RPSel, sugerindo que a ampliação da rede não oferece modificações na menor distância percorrida por um ator para alcançar outros atores mais distante (diâmetro igual a 5) e nem na mudança no grau de facilidade de acesso via atores intermediários (coeficiente em torno de 2,2).

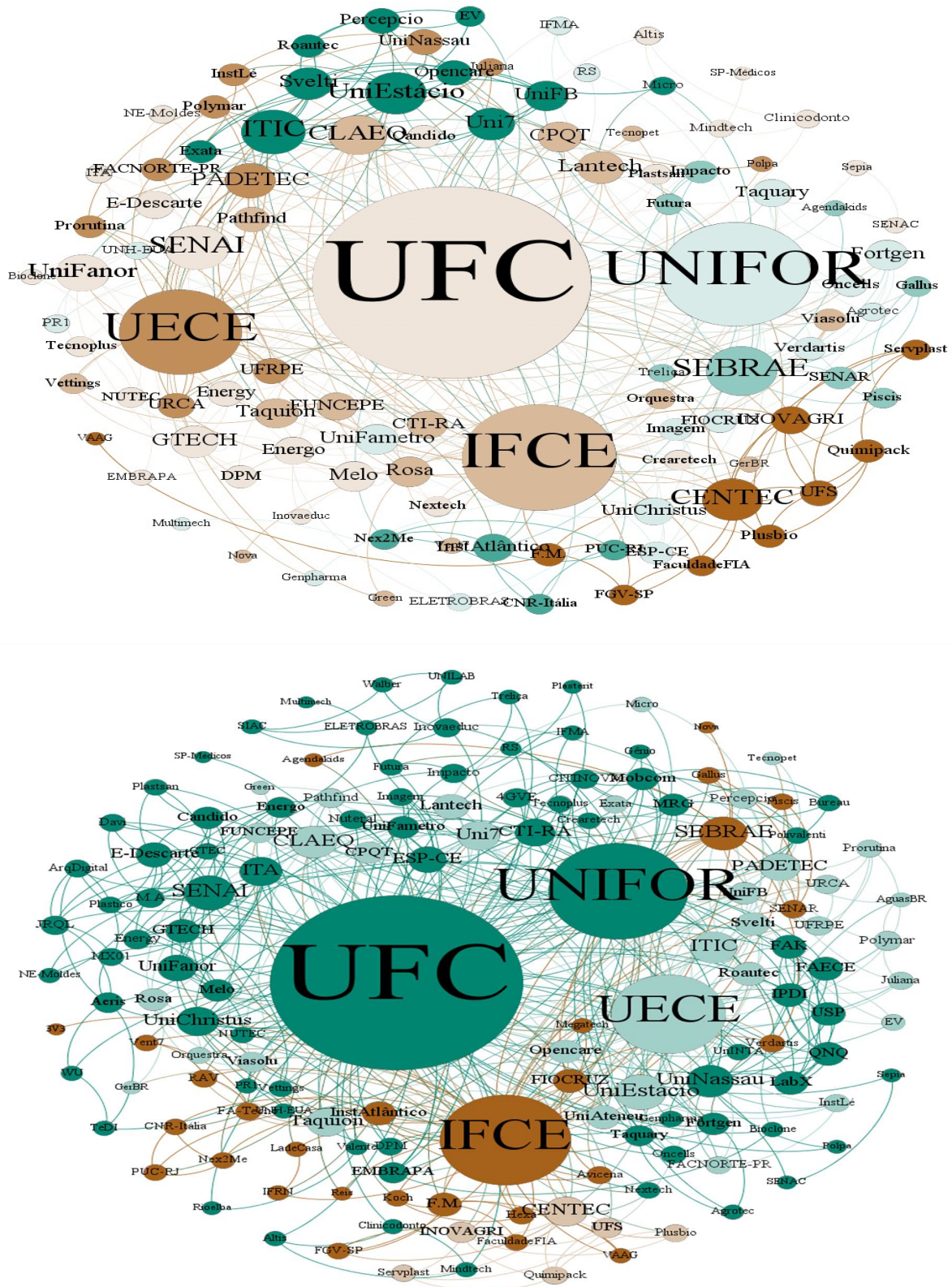
O coeficiente de clusterização praticamente não se altera, apresentando pequena elevação, mostrando que continua elevado o nível médio de beneficiamento dos atores com as relações na vizinhança. Em média, os atores usufruem de 78% das conexões disponíveis na vizinhança. Já o número de comunidades decresce e o de componentes cresce no período, além de uma pequena elevação na modularidade. A quantidade de atores e de ligações cresce mais de 100% da rede 2015 à rede 2015-2018, o que permite avaliar que a alteração desses indicadores foi tênue.

Na rede de 2015, é possível identificar o alto grau de centralidade das principais IES do estado – UFC, IFCE, UNIFOR e UECE. Um grupo diversificado de atores também apresenta alguma relevância de centralidade na rede, como o SEBRAE, SENAI, ITIC e CLAEQ e algumas IES – CENTEC, UniEstácio e UniFanor.

É importante observar a composição de comunidades geradas no *Gephi*. Nesta primeira rede (2015) existe uma comunidade maior tendo a UFC como ator chave, a qual outros atores, como o SENAI e UniFanor se conectam com mais afinidade. IFCE, UNIFOR, UECE, SEBRAE, CENTEC e ITIC também formam comunidades separadamente, nas quais se estabelecem maiores vínculos.

A Figura 12 mostra os grafos obtidos para a rede de 2015 e a rede cumulativa 2015-2016.

Figura 12 – Rede de projetos selecionados no Inovafit 2015 e rede cumulativa no 2015-2016, segundo classes de modularidade e centralidade de grau



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa comunidades e tamanho do nó designa centralidade de grau.

Já na primeira rede cumulativa, agregando os dois primeiros anos, é possível identificar um maior agrupamento. Agora UFC e UNIFOR formam uma comunidade mais densamente conectada, agregando diversos atores, como SENAI, CTI-RA, EMBRAPA, UniNassau, UniFanor, UniChristus, ESP-CE e ITA. Já UECE e IFCE permanecem em grupos separados, com destaque para a comunidade liderada pelo primeiro, por contar com vários institutos de pesquisa – ITIC, PADETEC, CLAEQ, CPQT e FUNCEPE.

Na rede cumulativa 2015-2016 é possível, também, observar que vários atores importantes na rede do Inovafit perdem centralidade – CENTEC, SEBRAE, SENAI, ITIC, CLAEQ. Isso é devido, sobretudo, ao efeito do anexo preferencial descrito por Barabási (2003) e Barabási e Albert (1999), bem como evidenciado por Mahmoudzadeh e Alborzi (2017).

Na rede cumulativa 2015-2017 as quatro IES mais importantes do estado formam um grupo modular único, o que se mantém na rede posterior (2015-2018). Essa imensa comunidade agrega uma diversidade de categorias de atores e, mais que isso, um grupo de atores muito importa na construção dos vínculos institucionais em projetos de inovação no âmbito do Inovafit.

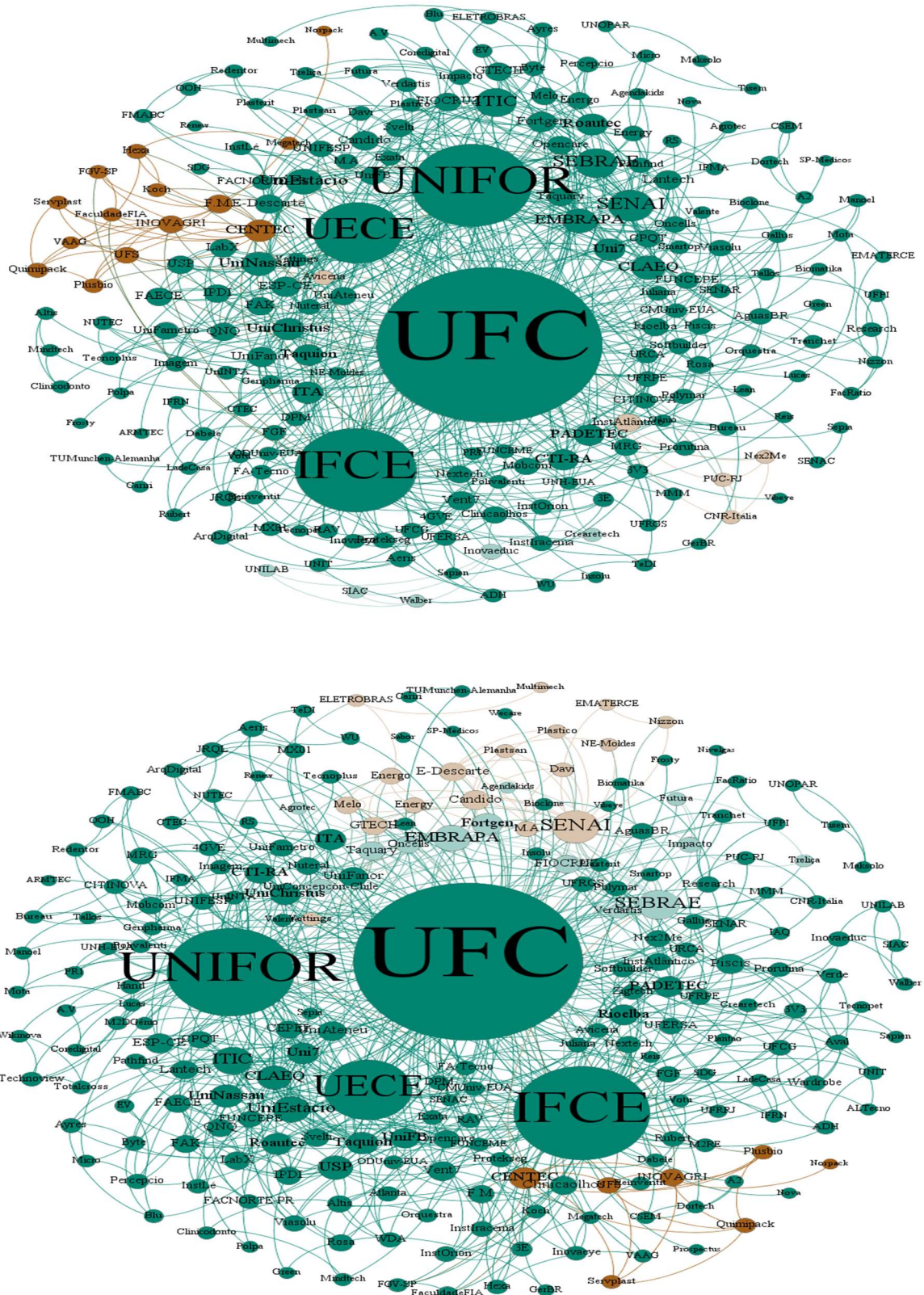
Mas, um grupo separado dessa grande comunidade pode ser destacado, estando composto desde a rede 2015 e por todas as redes cumulativas, qual seja, o encabeçado por CENTEC e INOVAGRI. Esse grupo demonstra forte compartilhamento de características, como indica Cherven (2015), se consolidando na análise como nenhum outro, na forma de um núcleo duro. Isso pode indicar, conforme Muller e Peres (2017), possibilidade de uma maior relação, troca dentro da comunidade, ampliando o fluxo de conhecimento, mas, pode também, tornar o conhecimento trocado mais redundantes, devido às conexões de vizinhança estabelecidas.

Também se observa a UECE perde centralidade em termos relativos na rede a partir de 2015-2017, o que é intensificado na rede cumulativa 2015-2018, com o IFCE ficando mais central nesse intervalo.

A observação dos grafos da rede cumulativa do Inovafit possibilita sugerir que existe uma estrutura de rede livre de escala, na qual dois mecanismos genéricos atuam, segundo Barabási e Albert (1999), a contínua expansão da rede pela entrada de novos atores – sobretudo, novas empresas proponentes – e a preferência dos novos atores entrantes em estabelecer conexão com atores já fortemente conectados (*hubs*) – as quatro principais IES do estado cearense.

A Figura 13 mostra os grafos obtidos para as redes cumulativas 2015-2017 e 2015-2018.

Figura 13 – Redes cumulativas de projetos selecionados no Inovafit 2015-2017, em cima, e 2015-2018, em baixo, segundo classes de modularidade e centralidade de grau



Fonte: elaborada pelo autor. Cor do nó designa comunidades e tamanho do nó designa centralidade de grau.

A Tabela 8, a seguir, mostra os maiores coeficientes de centralidade na rede cumulativa do Inovafit.

Tabela 8 – Dez maiores centralidades de grau de atores das redes de cumulativas de projetos selecionados no Inovafit 2015-2018

Centralidade de grau							
2015		2015-2016		2015-2017		2015-2018	
UFC	76	UFC	115	UFC	156	UFC	171
IFCE	40	UNIFOR	60	IFCE	79	IFCE	97
UNIFOR	39	IFCE	56	UNIFOR	78	UNIFOR	90
UECE	31	UECE	48	UECE	55	UECE	58
SEBRAE	16	UniEstácio	17	SENAI	23	SENAI	26
ITIC	14	SENAI	17	SEBRAE	21	SEBRAE	22
SENAI	14	SEBRAE	16	ITIC	20	ITIC	20
CENTEC	13	ITIC	15	UniEstácio	17	EMBRAPA	18
UniEstácio	13	CLAEQ	15	EMBRAPA	15	UniEstácio	18
CLAEQ	12	UniNassau	15	CLAEQ	15	CLAEQ	16
-	-	-	-	UniNassau	15	USP	16

Fonte: elaborado pelo autor.

As quatro IES elevam a quantidade de suas conexões em, aproximadamente, duas vezes entre a rede formada em 2015 e a rede cumulativa 2015-2018. Esse crescimento não é verificado em nenhum dos outros atores com maior centralidade. É interessante identificar que algumas IES secundárias fazem parte dos dez atores mais conectadas, assim como, há uma maior persistência de institutos de pesquisa em todo o período, apesar de sua diminuição na participação dos editais do programa com o passar do tempo, demonstrando, igualmente, seu contributo para a formação da rede de inovação do Inovafit.

Quanto aos achados da pesquisa, a evidência é forte de que a rede de inovação Inovafit seja livre de escala. Existem um grande número de situações pesquisadas em diferentes campos das ciências que demonstram a existência de redes livres de escala (BARABÁSI; BONABEAU, 2003).

A estrutura de rede deve ser considerada pelos vários entes, tanto por empresas que desenvolvem interações como por órgãos governamentais de incentivo, pois redes muito difusas criam inconvenientes à transferência de conhecimento e sua velocidade, enquanto agrupamento densos tornam a rede mais redundante de conhecimento entre atores (ZHENG; ZHAO, 2013).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa evidencia características e implicações obtidas a partir da análise da rede de inovação formada no âmbito do Programa Inovafit da Funcap, ao longo de quatro edições ocorridas entre 2015 e 2018. Com o uso de técnicas descritivas e de análise de redes sociais é possível verificar a configuração de elementos associados aos projetos de inovação e das relações entre atores institucionais.

Tendo como primeiro objetivo específico descrever a configuração de atores institucionais e as características das empresas proponentes e dos projetos de inovação nas redes de projetos submetidos e selecionados, considera-se seu atendimento em nível satisfatório.

As categorias de atores institucionais são diversas e figuram em diferentes proporções em cada fase do edital do programa e em cada rede específica de cada edital. Em todo o período, observa-se grande participação das IES e de institutos de pesquisa. Ocorre uma redução generalizada (aproximadamente 25%) do número de atores envolvidos ao longo dos anos de desenvolvimento do programa, mas, as IES se mantêm com elevada frequência, enquanto os institutos de pesquisa apresentam maior queda na participação, frente a um aumento do número de outras organizações. Essa evolução da rede sugere um aumento da relevância das universidades como hubs.

As áreas contempladas no edital são centralizadas em saúde e biotecnologia, agronegócio, água e indústria alimentar e TIC (representando cerca de 2/3 dos projetos selecionados), tendo esta última menor participação, apesar de ser a área mais frequência nos projetos de inovação propostos (representando mais de 1/4 das áreas dos projetos). Quanto ao faturamento das empresas, existe uma grande variabilidade, mas os projetos selecionados são sobretudo de empresas com menor faturamento (até R\$ 500 mil). Assim como, nos valores dos projetos, existe uma variação entre as propostas, sendo que parte dos projetos tem valor bem inferior ao limite (R\$ 100 mil para projetos da Fase 1 e R\$ 400 mil para Fase 2) e parte apresenta o projeto no limite máximo definido pelos editais, de acordo com cada fase.

Quanto ao segundo objetivos específico, que consiste em analisar comparativamente as métricas de estrutura de rede e os grafos das redes de projetos submetidos e selecionados, a análise pode ser considerada satisfatória e com descobertas importantes.

As métricas de estrutura de rede e de grupamentos apresentam comportamento diverso, dependendo da comparação entre as Fases 1 e 2 e de cada Fase analisada separadamente. Os destaques podem ser resumidos como, ao passar do tempo de aplicação do programa, existe um aumento (de 6% para 11%, na RPSel) e uma elevação da densidade de

rede (p.ex. de 4%, Fase 1, para 11%, Fase 2, em 2018), aumento do grau médio entre fases (p.ex. de 4,3 para 6,6, em 2018 ou de 3% para 11%, no geral) e aumento do coeficiente médio de agrupamento (de 77% na Fase 2 - 2015 para 80%, na Fase 2 - 2018), e tênue redução do comprimento médio do caminho (2,5-2,1, no geral) e da modularidade (0,48-0,41, no geral). Ocorre, ainda, variados números de comunidades em cada rede (de 5 a 13) e uma redução do diâmetro da rede (de 6 para 3, no geral).

Na análise de métricas e grafos de redes, obtêm-se indicativos de alta centralidade das IES, notadamente as mais importantes do estado do Ceará – UFC, IFCE, UECE e UNIFOR. Essas são mais centrais nas três medidas de centralidade aferidas: grau, intermediação e proximidade. Essa categoria institucional figura como aquela que detêm maior poder de estabelecer conexões, mais controle de intermediação de vínculos e maior poder de alcance na rede de inovação. Essas são seguidas pelos institutos de pesquisa e por IES secundárias do estado.

Quanto ao terceiro objetivo específico, o de compreender a dinâmica de evolução da rede de inovação ao longo do período considerado, com os resultados da pesquisa vislumbra-se esse objetivo como atendido integralmente e com a identificação de *insights* sobre resultado da política de inovação.

Os resultados da análise da rede cumulativa apontam que a rede cresce ao longo dos quatro anos de execução do programa, ficando com densidade de rede inferior (de 7% para 3%) e grau médio superior (de 6,8 para 7,4). Um leve aumento também é verificado no coeficiente médio de agrupamento (de 77% para 78%) e na modularidade (de 0,43 para 0,44), permanecendo estáveis o comprimento médio do caminho (2,2) e o diâmetro da rede cumulativa (igual a 5). Um novo componente é formado, constituindo, a partir da rede 2015-2017 dois componentes. A evolução da rede não contribui para melhorar as métricas da rede, o que pode ser evidenciado pelas pequenas variações ou mesmo estabilização de estatísticas ao longo do período.

Desse modo, decididamente, as redes constituídas no âmbito do Inovafit não são aleatórias e expressam, de modo bem crível, muitas propriedades de redes com estrutura livre de escala (BARABÁSI; ALBERT, 1999; BARABÁSI, 2003). Redes altamente clusterizadas, caso da rede estudada (com índices em torno de 80%), podem apresentar estrutura livre de escala (BARABÁSI; BONABEAU, 2003). O grau médio em todas as redes, independentes e cumulativa, apresentam distribuição seguindo a lei de potência, indicando rede livre de escala (BARABÁSI; ALBERT, 1999; BARABÁSI; BONABEAU, 2003; MAHMOUDZADEH; ALBORZI, 2017).

Com efeito, os vários indicativos sugerem que a rede de inovação delineada a partir do Inovafit tem estrutura livre de escala, o que pode levar à concentração contínua de poder sobre controle de alguns poucos atores que desempenham a função de *hubs*. Além da possibilidade de maior fluxo de conhecimento redundante na rede.

Dito isso, a partir dos achados referentes aos objetivos formulados, considera-se que a questão de pesquisa é atendida ao se caracterizar a estrutura de rede e o posicionamento dos atores institucionais nas redes de projetos analisadas.

Com limitações da pesquisa, apontam-se a falta de análise do direcionamento dos recursos financeiros para empresas, áreas de inovação e mercados alvo, observando também as instituições que mantêm parcerias com essas empresas beneficiadas. Além de que a análise utiliza apenas dados documentais, o que possibilita visualização de redes com grupos prescritos, podendo divergir das redes de grupos emergentes durante a execução dos projetos de inovação.

Como sugestão de avanço no tema abordado pela pesquisa, pode-se citar o estudo dos efeitos gerados pela política de fomento na rede de inovação no âmbito do Inovafit, pois, como indicam Angelini *et al.* (2017), esses resultados são afetados pelo tipo de estruturação da rede, onde se verifica pouca eficácia da política em estruturas livres de escala, com a presença *hubs*, sendo possível a geração de efeitos positivos em redes menos centralizadas. Caso futuras pesquisa apontem ineficácia dessa política, esse seria mais um indicativo que corrobora a estrutura livre de escala.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. C. Collective invention. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 4, p. 1-24, 1983.
- ANGELINI, P.; CERULLI, G.; CECCONI, F.; MICELI, M.-A.; POTÌ, B. R&D subsidization effect and network centralization: evidence from an agent-based micro-policy simulation. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 20, n. 4, 2017.
- AUDRETSCH, D. B.; LEHMANN, E. E.; MENTER, M. Public cluster policy and new venture creation. **Economia e Politica Industriale**, v. 43, n. 4, p. 357-381, 2016.
- AUDY, J. A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 90, p. 75-87, 2017.
- BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. Aprendizagem e inovação no contexto das redes de cooperação entre pequenas e médias empresas. **Organizações & Sociedade**, v. 17, n. 53, p. 311-330, 2010.
- BARABÁSI, A.-L. Emergence of scaling in complex networks. *In*: BORNHOLDT, S.; SCHUSTER, H. G. (Eds.). **Handbook of graphs and networks: from the genome to the internet**. Weinheim: Wiley-VCH, 2003
- _____. Scale-free networks: a decade and beyond. **Science**, v. 325, p. 412-413, 2009.
- BARABÁSI, A.-L.; ALBERT, R. Emergence of scaling in random networks. **Science**, v. 286, p. 509-512, 1999.
- BARABÁSI, A.-L.; BONABEAU, E. Scale-free networks. **Scientific American**, v. 288, n. 5, p. 60-69, 2003.
- BARBOZA, R. A. B.; FONSECA, S. A.; RAMALHEIRO, G. C. F. O papel das políticas públicas para potencializar a inovação em pequenas empresas de base tradicional. **REGE - Revista de Gestão**, v. 24, p. 58-71, 2017.
- BLOM, M.; HILDRUM, J. M. Firm-level business strategies and the evolution of innovation networks in the nordic internet service industry. *In*: GILBERT, N.; AHRWEILER, P.; PYKA, A. (Eds.). **Simulating knowledge dynamics in innovation networks**. Heidelberg: Springer, 2014.
- BONACICH, P. Power and centrality: a family of measures. **American Journal of Sociology**, v. 92, n. 5, p. 1170-1182, 1987.
- BONFIM, L. R. C.; GONÇALVES, S. A.; SEGATTO, A. P. Estrutura e dinâmica em redes interorganizacionais: estudo de caso da rede de inovação da Fiocruz Paraná. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 90-111, 2018.
- BRAND, F. C.; VERSCHOORE, J. R. A Utilização de medidas de análise de redes sociais nas pesquisas em administração. **Revista Economia & Gestão**, v. 14, n. 35, p. 212-237, 2014.

BRANDENBURG, A. M.; NALEBUFF, B. J. The right game: use game theory to shape strategy. **Harvard Business Review**, p. 57-71, 1995.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. **Diário Oficial da União**. Brasília, 12 jan. 2016.

_____. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 02 dez. 2004.

BURT, R. S. The network structure of social capital. **Research in Organizational Behavior**, v. 22, p. 345-423, 2000.

_____. The social structure of competition. *In*: NOHRIA, N.; ECCLES, R. G. (Eds.) **Networks and organizations: structure, form, and action**. Boston: Harvard Business School Press, 1992.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. v. 1. 8. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

CHERVEN, K. **Mastering Gephi network visualization**: produce advanced network graphs in Gephi and gain valuable insights into your network datasets. Birmingham: Packt Publishing, 2015.

COLEMAN, J. S. Social capital in the creation of human capital. **American Journal of Sociology**, v. 94, p. 95-120, 1988.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

COSTA, A. B.; RUFFONI, J.; PUFFAL, D. Proximidade geográfica e interação universidade-empresa no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia**, v. 37, n. especial, p. 213-238, 2011.

CUNHA, F. J. A. P.; RIBEIRO, N. M.; MONTEIRO, R. L. S.; PEREIRA, H. B. B. Social network analysis as a strategy for monitoring the dissemination of information between hospitals. **TransInformação**, v. 28, n. 3, p. 309-322, 2016.

DEBRESSON, C.; AMESSE, F. Networks of innovators: a review and introduction to the issue. **Research Policy**, v. 20, p. 363-379, 1991.

DELGADO, M.; PORTER, M. E.; STERN, S. Clusters, convergence, and economic performance. **Research Policy**, v. 43, n. 10, p. 1785-1799, 2014.

DIEGUES, A. C.; ROSELINO, J. E. Aprendizado tecnológico e dinâmica inovativa em pólos de tecnologia de informação e comunicação: uma análise sobre os casos paradigmáticos do Vale do Silício (EUA), de Dublin (Irlanda) e de Bangalore (Índia). *In*: SILVA FILHO, C. F.; BENEDICTO, G. C. (Org.). **Aprendizagem e gestão do conhecimento**: fundamentos teóricos e experiências práticas. Campinas: Alínea, 2008.

EDLER, J.; FAGERBERG, J. Innovation policy: what, why, and how. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 2-23, 2017.

EDQUIST, C. **The systems of innovation approach and innovation policy**: an account of the state of the art. DRUID Conference, Aalborg University, 2001.

ETZKOWITZ, H. Networks of innovation: science, technology and development in the Triple Helix era. **International Journal of Technology Management and Sustainable Development**, v. 1, n. 1, p. 7-20, 2002.

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, p. 109-123, 2000.

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

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

FRANCO, C.; CÂMARA, S. F.; PARENTE, R. C. Technological coevolution in the electric energy sector. **RAUSP Management Journal**, v. 53, p. 164-177, 2018.

_____. Networks, R&D projects and subsidiary behavior in a host country. **Brazilian Administration Review**, v. 14, n. 1, art. 2, 2017.

FREEMAN, C. Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth. **Research Policy**, v. 31, p. 191-211, 2002.

_____. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, p. 5-24, 1995.

_____. Innovation and growth. *In*: DODGSON, M.; ROTHWELL, R. **The handbook of industrial innovation**. Cheltenham: Edward Elgar, 1994.

_____. Networks of innovators: a synthesis of research issues. **Research Policy**, v. 20, p. 499-514, 1991.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

FREEMAN, L. C. Centrality in social networks: conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, p. 215-239, 1979.

_____. A set of measures of centrality based on betweenness. **Sociometry**, v. 40, n. 1, p. 35-41, 1977.

FUNCAP – FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Edital nº 04/2018 Funcap – Inovafit**. Proposta de chamada – Fase 2. Fortaleza, 2018.

GARCIA, R.; CALANTONE, R. A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 19, p. 110-132, 2002.

GAZDA, E.; QUANDT, C. O. Colaboração interinstitucional em pesquisa no Brasil: tendências em artigos na área de gestão da inovação. **RAE-eletrônica**, v. 9, n. 2, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRANOVETTER, M. The impact of social structure on economic outcomes. **Journal of Economic Perspectives**, v. 19, n. 1, p. 33-50, 2005.

_____. Economic action and social structure: the problem of embeddedness. **American Journal of Sociology**, v. 91, n. 3, p. 481-510, 1985.

_____. The strength of weak ties: a network theory revisited. **Sociological Theory**, v. 1, p. 201-233, 1983.

_____. The strength of weak ties. **American Journal of Sociology**, v. 78, n. 6, p. 1360-1380, 1973.

HÂNCEAN, M.-G. A brief overview of social network analysis and its current state within romanian sociology. **International Review of Social Research**, v. 3, n. 3, p. 5-11, 2013.

HÂNCEAN, M.-G.; MOLINA, J. J.; LUBBERS, M. J. Recent advancements, developments and applications of personal network analysis. **International Review of Social Research**, v. 6, n. 4, p. 137-145, 2016.

HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. **Introduction to social network methods**. Riverside: University of California, 2005.

HOLANDA, F. C. S.; MOURA, T. G. Z.; MAHL, A. A. Fomento às inovações nas micro e pequenas empresas – avaliação das empresas baianas sobre editais de subvenção econômica. **NAVUS - Revista Gestão e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 36-50, 2015.

KENSKI, V. W.; MARCONDES, R. C. FAPESP's Innovative Small Business Program (PIPE) as development inducer of technology-based enterprises. **Gestão & Produção**, v. 24, n. 4, p. 667-679, 2017.

KIM, Y. Environmental, sustainable behaviors and innovation of firms during the financial crisis. **Business Strategy and the Environment**, n. 24, p. 58-72, 2015.

KIM, W.; LEE, J-D. Measuring the role of technology-push and demand-pull in the dynamic development of the semiconductor industry: the case of the global DRAM market. **Journal of Applied Economics**, v. 12, n. 1, p. 83-108, 2009.

KOSLOSKY, M. A. N.; SPERONI, R. M; GAUTHIER, O. Ecosystemas de inovação – uma revisão sistemática da literatura. **Revista Espacios**, v. 36, n. 3, 2015.

LIU, B. **Web data mining**: exploring hyperlinks, contents, and usage data. 2. ed. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2011.

LOURENÇÃO, M. T. A.; GOMES, E. J. O PITE / FAPESP (1996-2013): em busca de padrões de implementação e acesso sob quatro dimensões de análise. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v. 3, n. 3, 2016.

LUNDVALL, B. A.; JOHNSON, B.; ANDERSEN, E. S.; DALUM, B. National systems of production, innovation and competence building. **Research Policy**, v. 31, p. 213-231, 2002.

MAÇANEIRO, M. B.; CHEROBIM, A. P. M. S. Fontes de financiamento à inovação: incentivos e óbices às micro e pequenas empresas – estudo de casos múltiplos no estado do Paraná. **Organizações & Sociedade**, v. 18, n. 56, p. 57-75, 2011.

MACHADO, D. Q.; IPIRANGA, A. S. R. Characteristics and performance of knowledge networks in the biotechnology sector. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 17, n. 3, art. 5, p. 350-367, 2013.

MAHMOUDZADEH, M.; ALBORZI, M. Modeling Iranian innovation network in nanotech for policy: applying an adopted version of SKIN model. **Journal of Science and Technology Policy Management**, v. 8, n. 2, p. 129-145, 2017.

MAZZUCATO, M.; SEMIENIUK, G. Public financing of innovation: new questions. **Oxford Review of Economic Policy**, v 33, n. 1, p. 24-48, 2017.

MITCHELL, J. C. Social networks. **Annual Review Anthropology**, v. 3, p. 279-299, 1974.

MOLINA-MORALES, F. X.; MARTÍNEZ-CHÁFER, L. Cluster firms: you'll never walk alone. **Regional Studies**, v. 50, n. 5, p. 877-893, 2016.

MULLER, E.; PERES, R. The effect of social networks structure on innovation performance: a review and directions for research. **International Journal of Research in Marketing**, 2017.

NELSON, R. R.; NELSON, K. Technology, institutions, and innovation systems. **Research Policy**, v. 31, p. 265-272, 2002.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

NEWMAN, M. E. J. Modularity and community structure in networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 23, p. 8577-8582, 2006.

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Brasília: FINEP, 1997.

OLIVEIRA, C. E. Problemas e obstáculos para a realização de inovação em empresas brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v. 3, n. 1, p. 93-112, 2015.

OLIVEIRA, J. J. Coordenação, competição e estabilidade: lições da reforma da política de ciência, tecnologia e inovação brasileira. **Revista do Serviço Público**, v. 66, n. 1, p. 29-53, 2015.

PEREIRA, C. G.; SILVA, R. R.; LAVOIE, J. R.; PORTO, G. S. Technological cooperation network in biotechnology: analysis of patents with Brazil as the priority country. **Innovation & Management Review**, v. 15, n. 4, p. 416-434, 2018.

PORTER, M. E. Clusters and new economics of competition. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 6, p. 77-90, 1998.

PUTNAM, R. D. **Comunidade e democracia**: a experiência da Itália moderna. 5. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

ROTHWELL, R. Industrial innovation: success, strategy, trends. *In*: DODGSON, M.; ROTHWELL, R. **The handbook of industrial innovation**. Cheltenham: Edward Elgar, 1994.

SÁBATO, J. A.; BOTANA, N. La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *In*: SÁBATO, J. A. (Comp.). **El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia**. Buenos Aires: Ediciones Biblioteca Nacional, 2011.

SANTOS, J. G. C.; CALÍOPE, T. S.; SILVA FILHO, J. C. L. Analisando as diferenças entre investimentos em atividades de inovação conforme variáveis estratégicas contingenciais em empresas de capital. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 16, n. 3, p. 31-57, 2016.

SANTOS, J. G. C.; GÓIS, A. D.; REBOUÇAS, S. M. D. P.; SILVA FILHO, J. C. L. Efeitos da inovação no desempenho de firmas brasileiras: rentabilidade, lucro, geração de valor ou percepção do mercado? **Revista de Administração da UNIMEP**, v. 14, n. 3, 2016.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SENER, S.; HACIOGLU, V.; AKDEMIR, A. Invention and innovation in economic change. **Journal of Economics, Finance and Accounting**, v. 4, n. 2, p. 203-208, 2017.

SILVA FILHO, J. C. L.; BRAGA, C. S. C.; REBOUÇAS, S. M. D. P. Percepção de obstáculos à inovação na indústria brasileira de transformação. **International Journal of Innovation**, v. 5, n. 1, p. 114-131, 2017.

SCOTT, J. **Social network analysis**. 4. ed. London: Sage Publications, 2017.

_____. Social network analysis: developments, advances, and prospects. **Social Network Analysis and Mining**, v. 1, n. 1, p. 21-26, 2011.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TOIGO, T. Innovation and networks in SME's: a bibliometric study. **International Journal of Innovation**, v. 5, n. 1, p. 46-65, 2017.

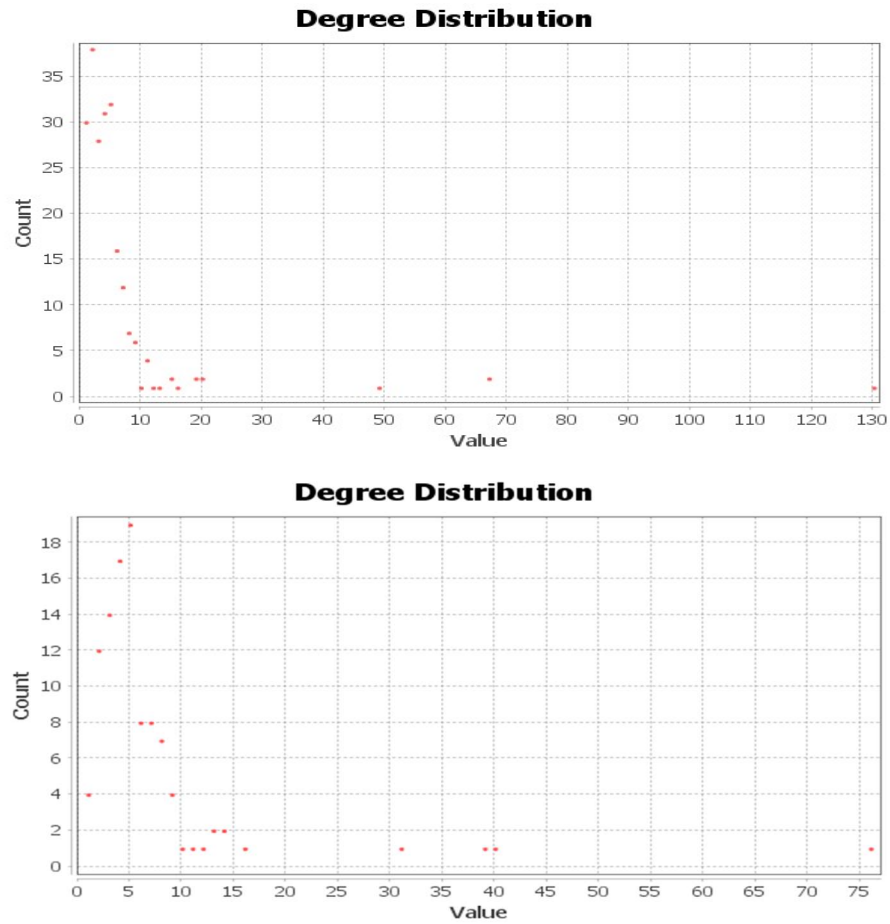
WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social network analysis**: methods and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

WATTS, D. J.; STROGATZ, S. H. Collective dynamics of 'small-world' networks. **Nature**, v. 393, n. 4, p. 440-442, 1998.

ZHENG, X.; ZHAO, Y. The impact of alliance network structure on firm innovation capability an empirical study of ten high-tech industries in China. **Journal of Science and Technology Policy in China**, v. 4, n. 1, p. 4-19, 2013.

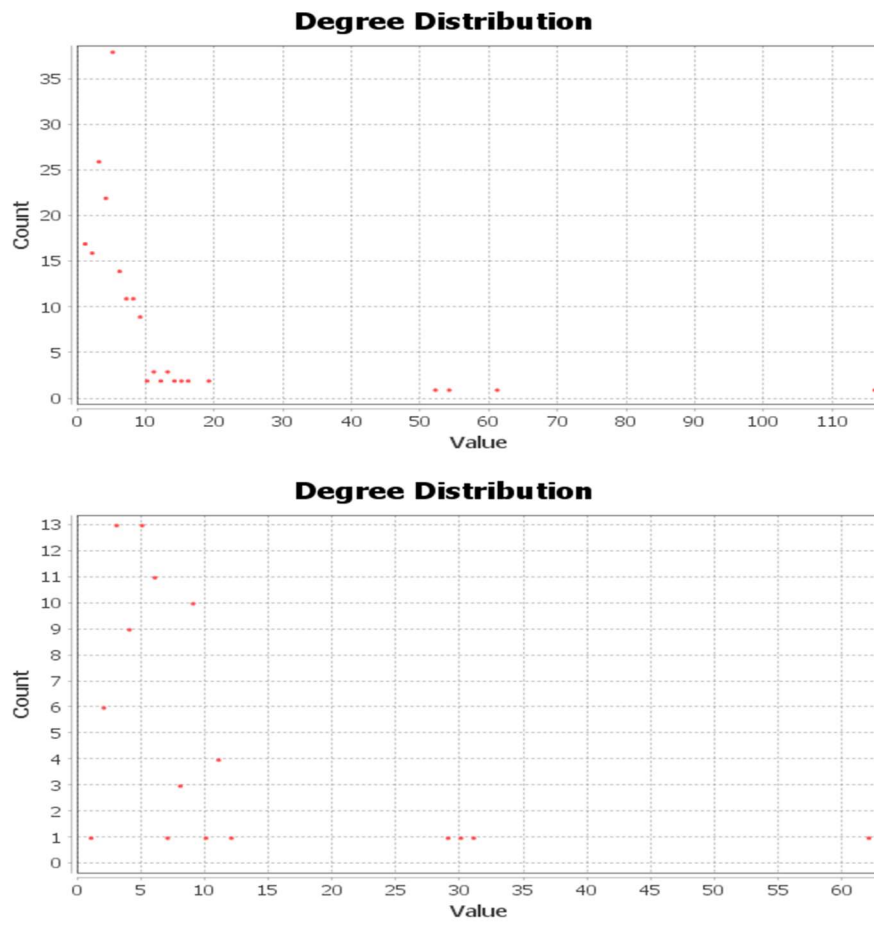
APÊNDICE

Figura 1A – Distribuição do grau médio das redes de projetos submetido (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, da Fase 1 – 2015 do Inovafit



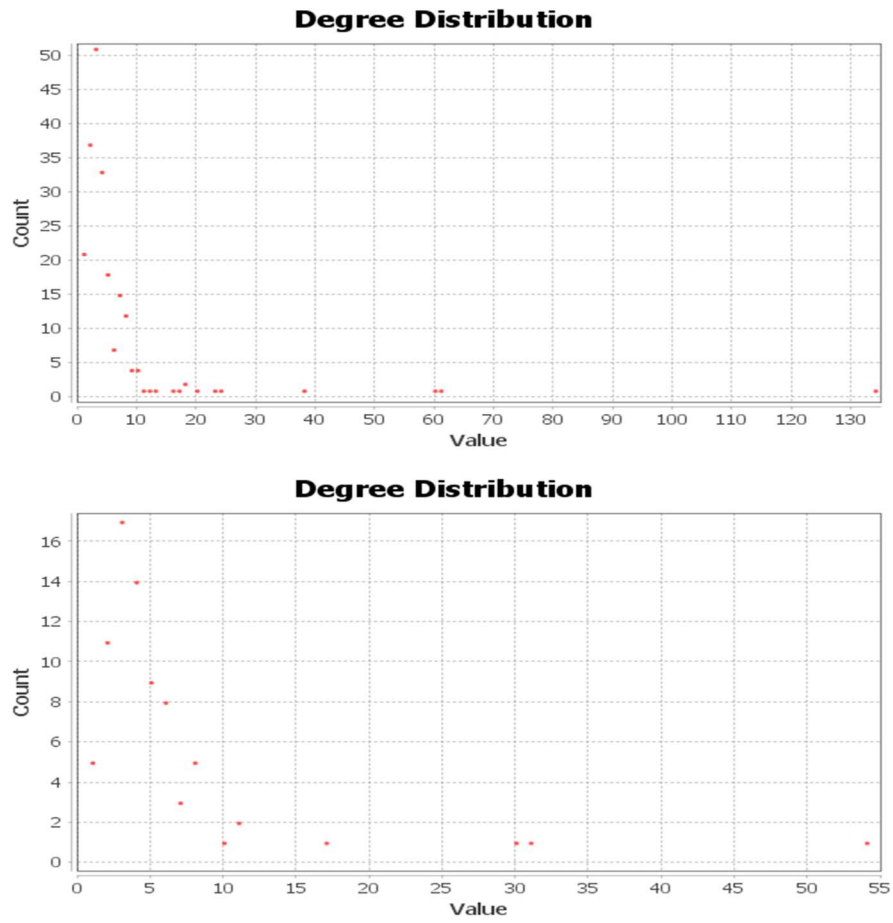
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 2A – Distribuição do grau médio das redes de projetos submetido (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, da Fase 2 – 2016 do Inovafit



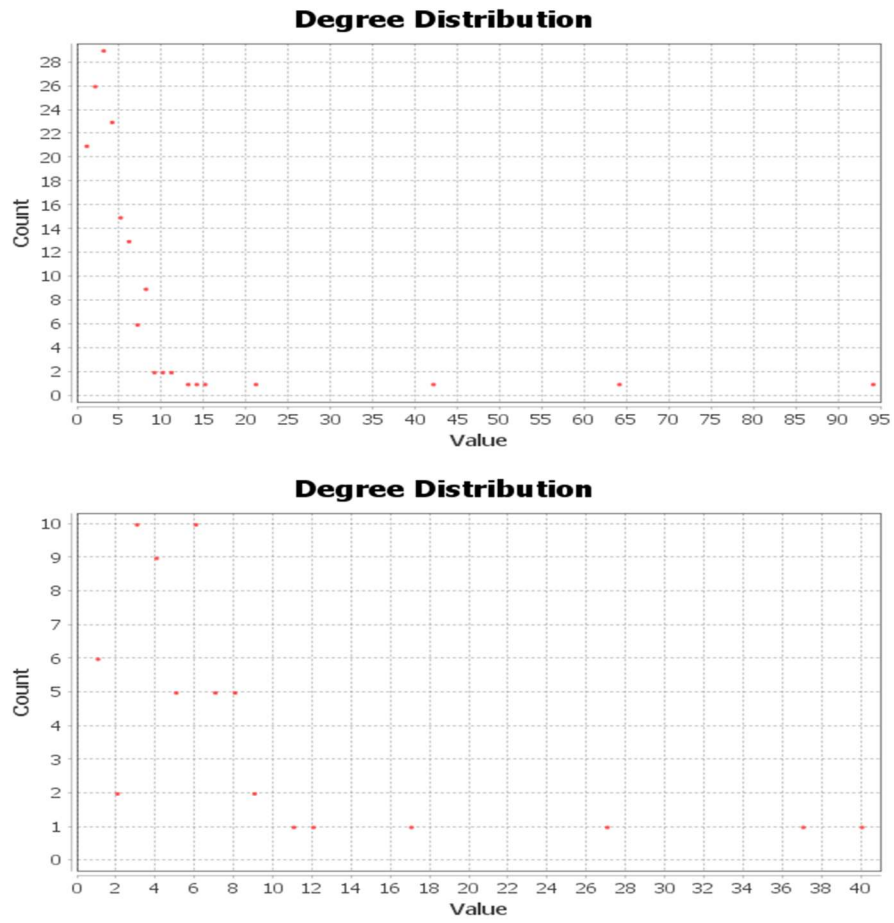
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 3A – Distribuição do grau médio das redes de projetos submetido (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, da Fase 1 – 2017 do Inovafit



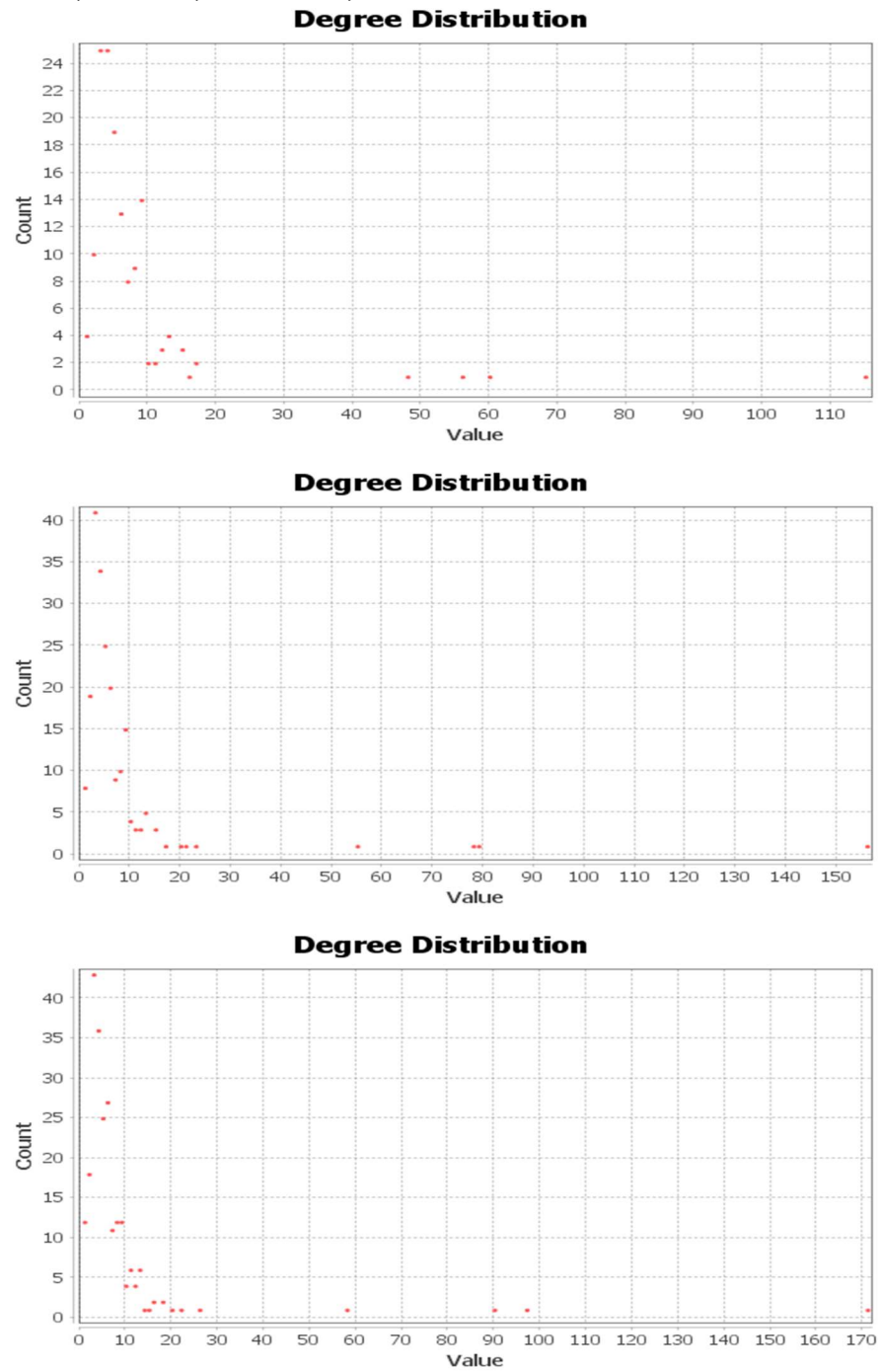
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 4A – Distribuição do grau médio das redes de projetos submetido (RPSub), em cima, e selecionados (RPSel), em baixo, da Fase 2 – 2018 do Inovafit



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 5A – Distribuição do grau médio da rede cumulativa de projetos seleccionados (RPSel) do Inovafit, 2015-2016, em cima, 2015-2017, no meio, 2015-2018, em baixo



Fonte: elaborado pelo autor.