

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO**

Maria Gabriela de Cássia Miranda

REDE DE COLABORAÇÃO ACADÊMICA:
Um estudo de caso das redes intraorganizacionais em projetos de pesquisa,
desenvolvimento e inovação da UFMG

Belo Horizonte
2021

Maria Gabriela de Cássia Miranda

REDE DE COLABORAÇÃO ACADÊMICA:

Um estudo de caso das redes intraorganizacionais em projetos de pesquisa,
desenvolvimento e inovação da UFMG

Tese apresentada ao Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Administração.

Área de Concentração: Gestão Organizacional e Tecnologias Gerenciais

Orientador: Dr. Plínio Rafael Reis Monteiro

Coorientadora: Dr^a. Silvana Alves da Silva

Belo Horizonte
2021

Ficha Catalográfica

M672r
2021

Miranda, Maria Gabriela de Cássia.

Rede de colaboração acadêmica [manuscrito] : um estudo de caso das redes intraorganizacionais em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação da UFMG / Maria Gabriela de Cássia Miranda. – 2021.

214 f.: il. e tábs.

Orientador: Plínio Rafael Reis Monteiro.

Coorientadora: Silvana Alves da Silva.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração.

Inclui bibliografia (f. 177-191) e apêndices.

1. Ensino superior – Efeito de inovações – Teses. 2. Inovações tecnológicas – Teses. 3. Redes de relações sociais – Pesquisadores – Teses. I. Monteiro, Plínio Rafael Reis. II. Silva, Silvana Alves da. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração. IV. Título.

CDD: 658

Elaborado por Leonardo Vasconcelos Renault CRB-6/2211
Biblioteca da FACE/UFMG – LVR/024/2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISAS EM ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

ATA DE DEFESA DE TESE

ATA DA DEFESA DE TESE DE DOUTORADO EM ADMINISTRAÇÃO da Senhora **MARIA GABRIELA DE CÁSSIA MIRANDA**, REGISTRO Nº 261/2021. No dia 27 de janeiro de 2021, às 10:00 horas, reuniu-se remotamente, por videoconferência, a Comissão Examinadora de Tese, indicada pelo Colegiado do Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração do CEPEAD, em 19 de janeiro de 2021, para julgar o trabalho final intitulado "**Rede de colaboração acadêmica: Um estudo de caso das redes intraorganizacionais em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação da UFMG**", requisito para a obtenção do **Grau de Doutora em Administração**, linha de pesquisa: **Gestão Organizacional e Tecnologias Gerenciais**. Abrindo a sessão, o Senhor Presidente da Comissão, Prof. Dr. Plínio Rafael Reis Monteiro, após dar conhecimento aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata, para julgamento e expedição do seguinte resultado final:

APROVAÇÃO

REPROVAÇÃO

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pelo Senhor Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 27 de janeiro de 2021.

Prof. Dr. Plínio Rafael Reis Monteiro
ORIENTADOR - CEPEAD/UFMG

Prof^a. Dr^a. Silvana Alves da Silva
COORIENTADORA - CEFET/MG

Prof. Dr. Jonathan Simões Freitas
CEPEAD/UFMG

Prof. Dr. Daniel Paulino Teixeira Lopes
CEFET/MG

Prof^a. Dr^a. Luciana Paula Reis
UFOP

Profª. Drª. Márcia Siqueira Rapini

CEDEPLAR/UFMG

Prof. Dr. Jefferson Lopes La Falce

FUMEC/MG



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Paulino Teixeira Lopes, Usuário Externo**, em 27/01/2021, às 13:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Paula Reis, Usuário Externo**, em 27/01/2021, às 13:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jonathan Simoes Freitas, Professor do Magistério Superior**, em 27/01/2021, às 13:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Plinio Rafael Reis Monteiro, Professor do Magistério Superior**, em 27/01/2021, às 13:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Silvana Alves da Silva, Usuário Externo**, em 27/01/2021, às 13:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcia Siqueira Rapini, Professora do Magistério Superior**, em 27/01/2021, às 13:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jefferson Lopes la Falce, Usuário Externo**, em 28/01/2021, às 09:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0539280** e o código CRC **73E1D682**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela força e pelo discernimento para alcançar este título.

Agradeço à minha irmã, Daniela Maria Miranda (*in memoriam*), por ter sido meu exemplo de força, persistência e garra, e por me incentivar a levantar todas as vezes que eu caí. Se eu tive forças para superar todas as adversidades deste doutoramento, foi porque ela me ensinou a não desistir diante as dificuldades. Infelizmente, você nos deixou no início deste ano e não pode comemorar o fim desta jornada como comemorou tanto no início – parecia que era a sua vitória. Sei que você, onde estiver, está feliz por essa conquista. Dedico-a inteiramente a você, minha irmã.

Agradeço à minha mãe, Imaculada Miranda, por ter me ensinado que não eu poderia me limitar diante de portas fechadas, por ter me incentivado e me apoiado desde pequena a estudar e lutar por um lugar melhor. Por todas as vezes que você dormiu na fila para que eu estudasse na melhor escola pública da cidade; por todas as vezes que você me deu sermões para que eu entendesse a importância de aproveitar todas as oportunidades que a educação poderia me dar; e por todas as vezes que você foi meu refúgio durante as quedas desta jornada, meu eterno agradecimento e admiração. Se hoje eu cheguei até aqui, foi porque você é uma mulher forte, corajosa e guerreira.

Agradeço ao meu pai, Eustáquio Miranda que, mesmo sem entender minhas ausências, me apoiou com todo afincio para que eu alcançasse este título. Obrigado por ser meu exemplo de honestidade, parcimônia e por me ensinar a seguir em frente sempre.

Agradeço ao meu orientador, Plínio Monteiro, por aceitar me orientar com um projeto já estruturado e de outra linha de pesquisa. Obrigada pelo apoio e pelos direcionamentos neste desafio.

Agradeço a minha coorientadora, Silvana Alves, por me acolher em diversos momentos difíceis – antes como minha amiga, e agora como minha orientadora. Você é um exemplo de mulher guerreira, forte, independente e iluminada. Sou muito grata por ter você em minha vida

e por todo o ensinamento, como pessoa e como profissional. Obrigada por me levantar nos dois momentos mais difíceis que passei neste percurso de doutoramento.

Agradeço aos meus amigos, pelo incentivo e apoio: Camila Bicalho, Juliana Pinto, Rafael Machado, Paulo Henrique Almeida. À minha amiga Evellyn Cavalcante, por todo o apoio e compartilhamento de angústias, ansiedades e alegrias. Obrigada pela sua dedicação, amor, apoio, ajuda e carinho. Você foi muito importante nesta jornada. Agradeço ao meu amigo Michel Alves pelo carinho, atenção, pela presença e por me ouvir, me apoiar e me ajudar em todos momentos.

Agradeço à professora Márcia Rapini pelo apoio e direcionamento da pesquisa em um momento crucial para sua conclusão.

Agradeço, finalmente, aos funcionários do CEPEAD e à agência de fomento CAPES.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

RESUMO

MIRANDA, M.G.D.C. **REDE DE COLABORAÇÃO ACADÊMICA**: Um estudo de caso das redes intraorganizacionais em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação da UFMG. 2020. 216f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

A demanda por conhecimentos que facilitem as atividades cotidianas estimula o desenvolvimento científico e as mudanças sociais. Sabe-se que, em países de economia em desenvolvimento, as Universidades e as Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica (ICTs) têm papel preponderante no fomento de relações colaborativas entre os agentes de inovação e a sociedade, visando detectar as oportunidades de desenvolvimento tecnológico e científico e maior alcance acadêmico e social. Deste modo, este estudo buscou analisar como as configurações das redes de colaboração em pesquisa científica promovidas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) influenciam o desempenho e o alcance de resultados científicos pelos projetos de P,D&I. Os dados foram coletados por meio de um *survey*, com metodologia de redes sociais e escalas *LIKERT*, aplicado a 111 pesquisadores e colaboradores em cinco projetos da instituição. As metodologias utilizadas para análise dos dados foram a de Análise de Redes Sociais (ARS) e de Modelagem de Equações Estruturais (MEE). As análises apontam que a facilidade de acesso, a conectividade da rede e o contato entre os indivíduos envolvidos no projeto aumentam o desempenho do projeto pela percepção dos indivíduos em ganho de benefícios pessoais e profissionais, mas, ao mesmo tempo, reduzem os resultados em publicações científicas. Essas evidências sinalizam a necessidade de construção de estratégias de socialização que sejam direcionadas para a identificação das expertises dos integrantes dos projetos, de modo a reforçar a confiança entre eles e os ganhos individuais, o que permite fortalecer as parcerias em prol de benefícios mútuos.

Palavras-chave: Inovação. Redes de Colaboração. Redes Sociais. Projetos de P,D&I.

ABSTRACT

MIRANDA, M.G.D.C. **ACADEMIC COLLABORATION NETWORK:** A case study of intraorganizational networks in UFMG research, development and innovation projects. 2020. 216f. Thesis (Doctorate) - Faculty of Economic Sciences, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

The demand for knowledge that facilitates daily activities stimulates scientific development and social changes. In developing economies, Universities and Scientific and Technological Research Institutions (ICTs) are predominant in fostering collaborative relationships between innovation agents and society, aiming to detect opportunities for technological and scientific development and greater academic and Social. Thus, this study sought to analyze how the configurations of collaboration networks in scientific research promoted by the Federal University of Minas Gerais (UFMG) influence the performance and the achievement of scientific results by R, D & I projects. The data were collected by survey, social network analysis and LIKERT scales, applied to 113 researchers and collaborators in five projects of the institution. The methodology used for data analysis was Social Network Analysis (ARS) and Structural Equation Modeling (MEE). The analyzes show that the ease of access, the network connectivity and the contact between the individuals involved in the project increase the performance of the project by the perception of individuals in gaining personal and professional benefits, but, at the same time, reduce the results in publications scientific. This evidence points to the need to build socialization strategies that are aimed at identifying the expertise of project members, in order to reinforce trust between them and individual gains, which allows strengthening partnerships for mutual benefits.

Keywords: Innovation. Collaboration Networks. Social Networks. R, D & I Projects.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MODELO DE INOVAÇÃO ABERTA.....	32
FIGURA 2 - MODELO DA PESQUISA	67
FIGURA 3 - GRAFO DIRECIONADO	83
FIGURA 4 - GRAFO NÃO DIRECIONADO	83
FIGURA 5 - REDE EGO	85
FIGURA 6 - REDE COMPLETA	85
FIGURA 7 - GRAFO DA REDE INTERNA DO PROJETO A.....	98
FIGURA 8 - GRAFO DOS RELACIONAMENTOS EXTERNOS AO PROJETO A	99
FIGURA 9 – GRAFO <i>GATEKEEPER</i> DO PROJETO A	100
FIGURA 10 - GRAFO DA REDE INTERNA DO PROJETO B	105
FIGURA 11- GRAFO DOS RELACIONAMENTOS EXTERNOS AO PROJETO B	106
FIGURA 12 - GRAFO <i>GATEKEEPER</i> DO PROJETO B	107
FIGURA 13 - GRAFO DA REDE INTERNA DO PROJETO C	110
FIGURA 14 - GRAFO DOS RELACIONAMENTOS EXTERNOS AO PROJETO C.....	111
FIGURA 15 - GRAFO <i>GATEKEEPER</i> DO PROJETO C.....	112
FIGURA 16 - GRAFO DA REDE INTERNA DO PROJETO D.....	117
FIGURA 17 - GRAFO DOS RELACIONAMENTOS EXTERNOS AO PROJETO D	118
FIGURA 18 - GRAFO <i>GATEKEEPER</i> DO PROJETO D.....	119
FIGURA 19 - GRAFO DA REDE INTERNA DO PROJETO E.....	122
FIGURA 20 - GRAFO DOS RELACIONAMENTOS EXTERNOS AO PROJETO E	123
FIGURA 21- GRAFO <i>GATEKEEPER</i> DO PROJETO E	124
FIGURA 22 - MODELO FINAL DA PESQUISA.	138
FIGURA 23 - MODELO ESTRUTURAL (Nº1).....	142
FIGURA 24 - MODELO ESTRUTURAL (Nº1).....	143
FIGURA 25 - MODELO ESTRUTURAL (Nº2).....	144
FIGURA 26 - MODELO DE ESTRUTURAL.....	151
FIGURA 27 - SÍNTESE DO RESULTADO DO TESTE DE HIPÓTESE.....	156

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - FONTES DOCUMENTAIS DOS PROJETOS.....	73
QUADRO 2 - RESULTADO DOS PROJETOS.....	75
QUADRO 3 - CONSTRUTO E ITENS PARA REDE DE CONHECIMENTO.....	78
QUADRO 4 - CONSTRUTO E ITENS PARA INOVAÇÃO ABERTA.....	79
QUADRO 5 - CONSTRUTO E ITENS DO DESEMPENHO DO PROJETO	80

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MATRIZ SOCIOMÉTRICA	84
TABELA 2 - MATRIZ SOCIOMÉTRICA PONDERADA.....	84
TABELA 3 - DESCRIÇÃO DA AMOSTRA	87
TABELA 4 - ANÁLISE DESCRITIVA DOS RESPONDENTES EM CADA PROJETO.....	89
TABELA 5 - ÍNDICES DE COESÃO DA REDE.....	96
TABELA 6 - ÍNDICES DE CENTRALIDADE DOS MEMBROS DO PROJETO	97
TABELA 7 - ÍNDICES DE COESÃO DA REDE.....	102
TABELA 8 - ÍNDICES DE CENTRALIDADE DOS MEMBROS DO PROJETO.....	103
TABELA 9 - ÍNDICES DE COESÃO DA REDE.....	108
TABELA 10 - ÍNDICES DE CENTRALIDADE DOS MEMBROS DO PROJETO	109
TABELA 11 - ÍNDICES DE COESÃO DA REDE	114
TABELA 12 - ÍNDICES DE CENTRALIDADE DOS INDIVÍDUOS	114
TABELA 13 - ÍNDICES DE COESÃO DA REDE.....	120
TABELA 14 - ÍNDICES DE CENTRALIDADE DOS MEMBROS DO PROJETO.....	121
TABELA 15 - TESTE DE NORMALIDADE KOLMOGOROV-SMIRNOV	130
TABELA 16 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DADOS	131
TABELA 17 - CORRELAÇÃO DOS INDICATIVOS DE REDE DE CONHECIMENTO.....	133
TABELA 18 - CORRELAÇÃO DOS INDICATIVOS DA INOVAÇÃO ABERTA.....	133
TABELA 19 - CORRELAÇÃO DOS INDICATIVOS DO DESEMPENHO DO PROJETO.....	134
TABELA 20 - CORRELAÇÃO DOS INDICATIVOS DAS MEDIDAS DA REDE SOCIAL	134
TABELA 21 - SOLUÇÃO FATORIAL DO CONSTRUTO REDE DE CONHECIMENTO	136
TABELA 22 - SOLUÇÃO FATORIAL DO CONSTRUTO INOVAÇÃO ABERTA	136
TABELA 23 - SOLUÇÃO FATORIAL DO CONSTRUTO DESEMPENHO DO PROJETO.....	137
TABELA 24 - SOLUÇÃO FATORIAL DA REDE SOCIAL	138
TABELA 25 - CONFIABILIDADE SIMPLES E CONFIABILIDADE COMPOSTA DO MODELO DE MENSURAÇÃO	145
TABELA 26 - AVALIAÇÃO DAS CARGAS EXTERNAS.....	147
TABELA 27 - VARIÂNCIA MÉDIA EXTRAÍDA (AVE).....	148
TABELA 28 - VALIDADE DISCRIMINANTE - CRITÉRIO DE FORNELL-LARCKER	149
TABELA 29 - CARGAS CRUZADAS.....	150
TABELA 30 - COEFICIENTE DE CAMINHO.....	152

TABELA 31 - COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R^2	153
TABELA 32 - TAMANHO DO EFEITO F^2	153
TABELA 33 - RELEVÂNCIA PREDITIVA (Q^2).....	154
TABELA 34 - RESULTADO DO TESTES DE HIPÓTESE DO MODELO DA PESQUISA	154

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANPROTEC - Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores

ARS - Análise das Redes Sociais

CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Codemge - Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais

COOLABS – Cooperativa de Laboratórios

CTE/UFMG - Centro de Treinamento Esportivo da UFMG

CTIT - Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica

C&T – Ciência e Tecnologia

DIGICOM – Comunicação Digital de Impacto Social

FAFICH - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas

FIEMG - Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

FUNDEP - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa

ICB - Instituto de Ciências Biológicas

ICT - Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica

ICEX - Instituto de Ciências Exatas e da Terra

IFES – Instituição Federal de Ensino Superior

INCT - Instituto de Ciência e Tecnologia

IoT - Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT)

LCPNano - Laboratório de Caracterização e Processamento de Nanomateriais

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MEE - Modelagem de Equações Estruturais

NIT – Núcleos de Inovação Tecnológica

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONGs - Organizações Não Governamentais

PII - Programa de Incentivo à Inovação

PITCE - Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

P,D&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

SEDE - Secretaria de Desenvolvimento Econômico

SIMI - Sistema Mineiro de Inovação

SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SNCT&I - Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

USP – Universidade de São Paulo

Vuei – Vivência Universitária em Empreendedorismo e Inovação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos.....	24
1.2	Justificativa.....	25
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	29
2.1	Inovação aberta.....	29
2.2	Rede de conhecimento	33
2.3	Colaboração e redes para promover a inovação	36
2.4	O papel da universidade no desenvolvimento da inovação	40
2.5	A pesquisa e o desenvolvimento em inovação aberta.....	47
2.6	Análise das redes de colaboração em pesquisa na universidade.....	54
3	METODOLOGIA.....	70
3.1	Posicionamento epistemológico.....	70
3.2	Coleta de dados e trabalho de campo.....	71
3.2.1	Seleção de casos e estudo preliminar	71
3.2.2	Etapa Quantitativa	76
3.3	Técnicas de análise de dados.....	81
3.3.1	Análise das redes sociais	81
3.3.2	Modelagem de equações estruturais.....	86
4	RESULTADOS	87
4.1	Análise descritiva dos respondentes	87
4.2	Análise descritiva das redes sociais	92
4.2.1	Discussão dos resultados	124
4.3	Análise da Modelagem de Equações Estruturais	128
4.3.1	Análise de <i>outliers</i>	129
4.3.2	Análise de Normalidade	129
4.3.3	Análise de Linearidade.....	132
4.3.4	Análise Fatorial Exploratória	134
4.3.5	Modelagem de Equações Estruturais.....	140
4.3.6	Análise do modelo de mensuração	141
4.3.7	Análise do modelo estrutural.....	151

4.3.8	Coeficiente de caminho	151
4.3.9	Relevância Preditiva (Q^2)	154
4.3.10	Teste de hipóteses	154
4.4	Discussão dos resultados.....	156
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		169
REFERÊNCIAS		175
APÊNDICES		190

1 INTRODUÇÃO

O constante estímulo à conectividade, viabilizado pelas novas tecnologias virtuais, e a exigência de informações rápidas têm modificado os padrões de consumo e os hábitos das pessoas e das organizações. Essas mudanças têm gerado uma maior complexidade no desenvolvimento de produtos e serviços (TAVARES, 2017). Especialmente, pelo uso de tecnologias avançadas que leva à transformação dos valores e das necessidades dos indivíduos, por exemplo, ao possibilitar aos clientes o controle dos recursos disponíveis por sensores que medem o funcionamento das câmeras de vigilância, a capacidade de lixo nas lixeiras, a quantidade de itens na geladeira, o fluxo de água, a automação das lâmpadas, os televisores, os aparelhos de som, dentre outros dispositivos móveis, pelo acesso ao Wi-Fi, como acontece com a Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT). A IoT é um conceito que se refere à interconexão de artefatos à internet e entre si, por meio da rede de computadores, munidos de sensores, circuitos eletrônicos e *softwares* que são capazes de coletar, processar e trocar dados (SINGER, 2015).

Para a inserção dessas tecnologias no mercado, um complexo grau de conhecimento de diversas áreas da ciência, tais como engenharia, matemática, linguística, automação, gestão, história, *design* e artes, tornou-se indispensável para avançar nos resultados empíricos. De acordo com Pellegrin et al. (2007), essa necessidade de conhecimento é também estendida aos setores de tecnologia madura ou de baixo conteúdo tecnológico, como o vitivinícola e o metalúrgico, que têm buscado se aproximar das atividades baseadas na ciência (*science-based*).

A demanda por conhecimentos que facilitem as atividades e as decisões cotidianas emerge na sociedade contemporânea e estimula a ciência de ponta e a formação da estrutura urbana multifacetada (CAMPOS et al., 2015). Neste cenário, as organizações têm se tornado interdependentes, compartilhando recursos físicos e conhecimentos para atenderem às complexidades tecnológicas no processo de criação de produtos inovadores (TAVARES, 2017). Trata-se de um desafio necessário para que as organizações tenham assegurada sua capacidade continuada de inovar pela colaboração (TAVARES, 2017).

A inovação é o processo de criar um produto ou serviço pela concepção e implementação de ideias valiosas, sejam elas novas ou uma imitação de algo que já existe em outro setor produtivo, capturando seus valores (TIDD; BESSANT, 2015). Portanto, a inovação ocorre pela habilidade das organizações e dos indivíduos em estabelecer relações, detectar as

oportunidades e tirar proveito das mesmas, criando um processo baseado no conhecimento (FRANCO; PINHO, 2018; TIDD; BESSANT, 2015).

Esse novo formato de relacionamento entre as organizações constitui os ecossistemas ou habitats de inovação que facilitam a sistematização da troca de recursos físicos e do conhecimento entre os envolvidos. Os ecossistemas de inovação ou habitats fortalecem as competências e as especialidades das organizações complementares e inter-relacionadas de alta tecnologia com atividades de prospecção de mercado, projeto conceitual, desenvolvimento de parcerias, pesquisa e desenvolvimento (P&D) aplicados, projetos de serviços, produtos, produção, protótipos e testes-piloto (PELLEGRIN et al., 2007; SPOLIDORO, 2011). Portanto, nesses ambientes, o processo de inovação ocorre pela troca de recursos tangíveis e não tangíveis entre os agentes que estabelecem relacionamentos para esse fim. Assim, destacam-se como importantes agentes nesses habitats as universidades, os centros de pesquisa e desenvolvimento, agências governamentais e agentes sociais.

Diante das mudanças do contexto econômico e social, o conceito de inovação, anteriormente entendido como um processo interno, desenvolvido apenas pelos especialistas do departamento de P&D, passa a ser compreendido como um processo aberto, denominado inovação aberta. Chesbrough (2006, p.1) define inovação aberta como “o uso de entradas e saídas intencionais de conhecimento para acelerar a inovação interna e expandir os mercados para uso externo da inovação, respectivamente”. A definição de inovação aberta associa o aspecto da inovação ao desenvolvimento e à comercialização de produtos, processos ou serviços novos ou melhorados (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017; ÖBERG; ALEXANDER, 2018). O aspecto de abertura é representado pelos fluxos de conhecimento que ocorrem por entre os limites permeáveis da organização, de acordo com o modelo de negócio das empresas (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017).

As organizações adotam a inovação aberta como uma das estratégias para promover colaboração pelas redes de inovação (ØSTERGAARD, 2009; CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017). As redes de inovação são conexões entre os agentes de inovação (empresas, governo, universidades, centros de pesquisa e desenvolvimento, agentes da sociedade, entre outros) que têm o objetivo de promover o intercâmbio de ideias, de recursos e de monitorar o ambiente competitivo local e regional (CAPONE; LAZZERETTI, 2017; CENTURIÓN et al., 2015; DAGNINO et al., 2015; TAVARES, 2017). Assim, as redes de inovação apoiam o aprendizado interorganizacional, permitem a exploração de complementaridades para o desenvolvimento de tecnologias que envolvem conhecimento de

diversas áreas e constituem um ambiente que possibilita a descoberta de sinergias pela união de diferentes competências (KÜPPERS; PYKA, 2002; PELLEGRIN et al., 2007). Para tanto, o processo de inovação aberta é fundamentado em fluxos de conhecimentos conduzidos pelas fronteiras organizacionais, servindo-se de mecanismos pecuniários e não pecuniários, de acordo com o modelo de negócio da organização (CHESBROUGH; BOGERS, 2013).

As redes de inovação são estruturadas de acordo com os tipos de relacionamentos, as relações formais facilitam o desenvolvimento da colaboração pelos contratos de parcerias e as relações informais promovem o fluxo do conhecimento pela interação interpessoal, que aumenta a confiança e o entendimento de significados entre os indivíduos para trocas de conhecimentos (GUAN; LIU, 2016; LIU; KELLER; SHIH, 2011). Desse modo, os tipos de relações no ambiente de inovação se estruturam não apenas a partir de objetivos voltados para o compartilhamento de recursos físicos que mitigam os custos de uso desses, mas, sobretudo, com o propósito de promover o fluxo de conhecimento complementar.

A estrutura formada pela rede de inovação é um fator que apoia a definição da estratégia de negócio e facilita a transferência e a aquisição de diferentes conhecimentos para o processo de inovação (BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2016). Pode-se tomar o exemplo da indústria de biotecnologia, em que as empresas dependem fortemente da rede de cientistas acadêmicos para a troca e a criação de conhecimentos (DEMIRKAN; DEMIRKAN, 2012). A colaboração acadêmica entre cientistas universitários impulsiona a criação de conhecimento, enquanto a colaboração com parceiros da indústria, pelo acesso às demandas do mercado, estimula a aplicação do conhecimento na área de biotecnologia (LAVIE; DRORI, 2012) e nas demais áreas da ciência.

Ainda neste contexto, observa-se que os indivíduos podem se organizar em redes de inovação em pesquisa para colaborarem no desenvolvimento das pesquisas científicas e em redes para obter conhecimentos com alto grau de especialização, os quais facilitam a criação do conhecimento científico e formam os grupos de especialistas em determinado assunto. Guan e Liu (2016) afirmam que as redes de conhecimento e as redes de inovação em pesquisa são dissociadas e possuem diferentes graus de integração. A rede de conhecimento reflete os indivíduos e suas expertises, enquanto a rede de inovação em pesquisa é formada para o desenvolvimento tecnológico e, eventualmente, por contratos formais (PHELPS; HEIDL; WADHWA, 2012; YAYAVARAM; AHUJA, 2008). Ambas as redes são relevantes para o processo de inovação e contribuem para o aumento dos resultados obtidos no desenvolvimento de tecnologias complexas (PHELPS; HEIDL; WADHWA, 2012). Logo, a rede de

conhecimento e a rede de inovação em pesquisa se acoplam pela necessidade de criar e disseminar conhecimentos novos para criação de inovações.

O processo de transferência de conhecimento científico e tecnológico da universidade para a indústria é considerado uma estratégia importante, por impulsionar os processos de inovação (BERBEGAL-MIRABENT; SÁNCHEZ GARCÍA; RIBEIRO-SORIANO, 2015), por direcionar a pesquisa para resultados com significativa relevância social e por orientar os trabalhos para áreas com maior necessidade de novas tecnologias e produtos (PERKMANN; SCHILDT, 2015). Chaves et al. (2016) destacam que a colaboração entre as universidades, os institutos de pesquisa e as empresas é uma ação importante para promover a inovação, desde o século XIX. Assim, a ligação entre a universidade e a indústria foi institucionalizada pela contribuição direta do conhecimento científico para o desenvolvimento econômico e social, por meio da colaboração no processo de inovação (CASTRO; SILVA; CHAVES, 2011).

A colaboração em pesquisas é motivada pela crescente especialização da ciência, pela complexidade dos problemas e pelos custos crescentes dos equipamentos científicos (KERAMINIYAGE; AMARATUNGA; HAIGH, 2009). Adicionalmente, na pesquisa acadêmica, incluem-se como motivos para fomentar a colaboração: a busca por maior acesso aos financiamentos públicos, bem como, as aspirações por maior prestígio e visibilidade resultantes do processo de colaboração com pesquisadores renomados e a possibilidade de alcançar maior produtividade (LEE; BOZEMAN, 2005). A colaboração em pesquisa científica constrói parcerias com esforço coordenado, gerando produtos científicos de maior qualidade e visibilidade acadêmica (BALANCIERI et al., 2005). Ela, ainda, pode conceber maior capacitação de capital humano em ciência e tecnologia, fortalecendo os campos científicos pelas competências dos indivíduos em conhecimento acadêmico, técnico e social (LEE; BOZEMAN, 2005).

Do desenvolvimento de pesquisa conjunta emerge a necessidade de uma visão compartilhada de significados, metas, objetivos, proximidade cultural, confiança e comprometimento dos envolvidos (JEONG; CHOI; KIM, 2011). Para garantir que a prática da parceria ocorra de forma satisfatória, os indivíduos devem apresentar capacidades complementares para cobrir diferentes lacunas tecnológicas, sendo que cada parceiro deve ter responsabilidades claras e elevado compromisso com o projeto (KERAMINIYAGE; AMARATUNGA; HAIGH, 2009). Esses requisitos buscam mitigar os custos oriundos da pesquisa realizada de forma conjunta, visto que, apesar dos benefícios da colaboração, os ônus de uma pesquisa não concluída podem prejudicar a produtividade dos pesquisadores. Os altos

custos e as incertezas são elementos que podem impedir ou limitar o processo de colaboração entre os pesquisadores, por gerar desgastes relacionados à não conclusão da pesquisa e o consequente impacto na produtividade do pesquisador (LEE; BOZEMAN, 2005).

O desempenho da parceria construídas para o desenvolvimento de pesquisas conjunta pode ser medido, por exemplo, pela geração de ganhos de ganhos proporcionais aos investimentos e aos riscos suportados por cada colaborador e, por fim, a possibilidade de colaboração futura entre os parceiros atuais ou com novos parceiros. Os resultados científicos produzidos estão relacionados às patentes e às produções acadêmicas dos projetos (teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e publicações científicas), esses serão utilizados nesta pesquisa para medir o potencial das parcerias científicas. Para as empresas, os resultados estão voltados para o desenvolvimento de produtos, processos e serviços com tecnologia de ponta, de baixo custo e com elevado potencial de comercialização. Portanto, as implicações dos elevados custos fazem com que os indivíduos busquem ações para tentar atenuar os riscos, próprios do processo de inovação. É importante ressaltar que o construto “resultados científicos e não científicos” foi utilizado nesta pesquisa, para medir o potencial das parcerias científicas.

Para desenvolver a colaboração em pesquisa, os agentes de inovação se estruturam em redes de inovação de forma a aumentar os benefícios dos pesquisadores, por meio do estímulo das agências de fomento, das políticas públicas e pela demanda emergente da indústria. Esse último fator merece atenção quanto ao ambiente econômico em que a indústria está instalada, porque os ecossistemas de inovação em economias desenvolvidas são voltados para o progresso tecnológico e para o crescimento do potencial econômico (SCHILLER; LEE, 2015). Por outro lado, em economias em desenvolvimento, a demanda da indústria é esporádica e voltada à dinâmica do mercado, limitando-se às trocas e às experiências de colaboração entre os agentes do habitat de inovação (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017). Segundo Bernardes e Albuquerque (2003), a base dos sistemas nacionais de inovação estruturalmente imaturos é fraca e tem direta ligação com o baixo nível do desenvolvimento de pesquisa e com o desenvolvimento realizado pelas empresas.

Nos países em desenvolvimento, as universidades são caracterizadas como um dos principais agentes para o desenvolvimento de conhecimento científico e tecnológico (ENGEL, 2015). A academia gera novos conhecimentos, necessários ao desenvolvimento industrial, para os setores de alta tecnologia por esses terem uma ligação próxima com a base de conhecimento científico (ARAÚJO et al., 2015). Além disso, as universidades, nesses contextos, concentram parte considerável do capital humano científico e em alguns ecossistemas podem padecer da

fraca interação com a indústria (FISCHER et al., 2018). Por fim, os agentes do ecossistema de inovação de países em desenvolvimento deparam-se com políticas públicas incipientes de incentivo ao processo de interação para o desenvolvimento de projetos de P,D&I colaborativo (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017; ENGEL, 2015).

Nos ecossistemas de inovação em economias em desenvolvimento, as redes de inovação em pesquisa tendem a viabilizar o desenvolvimento da ciência e tecnologia nacional e internacional, da economia local e regional, do capital humano em ciência e tecnologia e fomentar ações que promovam as políticas públicas de promoção da inovação. Para tanto, a academia assume o papel de um agente do desenvolvimento, dando suporte à difusão do progresso técnico e à construção de capacidades produtivas e inovativas a nível regional e nacional e internacional (ARAÚJO; BRITTO, 2016).

As metodologias utilizadas para compreender a estrutura das redes de inovação que desenvolvem o processo de colaboração científica consideram três principais unidades de análise: as perspectivas das universidades; as perspectivas das empresas e, por fim, as perspectivas dos pesquisadores (BERBEGAL-MIRABENT; SÁNCHEZ GARCÍA; RIBEIRO-SORIANO, 2015). Alguns estudos abrangem os fatores que motivam a colaboração e as dinâmicas que estão por trás dessas estruturas, utilizando as metodologias entrevistas e observações (ABBASI; HOSSAIN; LEYDESDORFF, 2012). Outros estudos buscam mapear e medir atividades de colaboração pelo método de análise bibliométrica de coautoria de artigos científicos publicados em periódicos internacionais e indexados em bases de dados especializadas (ABRAMO; D'ANGELO; DI COSTA, 2009) e também, são utilizadas análise de redes sociais ou ciência de rede (ABBASI; HOSSAIN; LEYDESDORFF, 2012). Para o presente estudo, foram selecionados alguns projetos de pesquisa na universidade, esses projetos formam a unidade de análise, eles são analisados a estrutura das redes de inovação formada pelos pesquisadores e o papel desses atores dentro da rede, pela abordagem quantitativa da análise de redes sociais a partir da Teoria de Redes Sociais (*Social Network Theory*) e da Modelagem de Equações Estruturais (*Structural Equation Modelling* – SEM).

Cabe ressaltar que a natureza precisa e a magnitude da colaboração não podem ser facilmente determinadas pelos métodos usuais de observação – entrevistas ou questionários –, devido à complexidade da interação dos colaboradores (KATZ; MARTIN, 1997). Alguns aspectos são mais tangíveis e, por isso, quantificáveis em um trabalho colaborativo, no entanto, uma sugestão realizada por um cientista durante uma conversa informal pode ser mais valiosa no desenvolvimento do projeto de pesquisa do que semanas intensivas de trabalho conjunto em

um laboratório, e essas colaborações não são quantificadas (KATZ; MARTIN, 1997). Por fim, as abordagens metodológicas diferentes buscam desvendar os aspectos invisíveis da interação social dos pesquisadores, a fim de conceber conhecimentos relevantes para a promoção de melhores resultados para ciência, inovação, economia e sociedade.

As redes de inovação em pesquisa científica são fortemente agrupadas e apresentam singularidades no processo de formação dos contatos para diminuir os riscos e os custos do processo (NEWMAN, 2001). A análise da estrutura dessas redes, tais como aspectos da coesão entre os atores, é um indicativo do acesso ao fluxo do conhecimento gerado, da abertura para novas interações, da disposição do conhecimento entre os atores da rede e da identificação de nós gargalos, detentores de conhecimento, ou de nós isolados (BORGATTI; CROSS, 2003). A densidade da rede favorece a comunicação entre os indivíduos e auxilia o gerenciamento, por ampliar valores e visões entre os indivíduos (LEE; BOZEMAN, 2005); por outro lado, ela pode limitar a produtividade dos atores pela falta de novidade no fluxo de recursos físicos e do conhecimento e por todos atores da rede terem acesso ao mesmo conhecimento e à mesma percepção dos problemas e, por isso, terem seus *insights* limitados para construção de uma solução inovadora (GILSING; NOOTEBOOM, 2005). É relevante considerar também a distância, esses serão utilizados nesta pesquisa para medir o potencial das parcerias científicas entre os indivíduos na rede por ela poder de algum modo determinar o acesso aos demais atores da rede para obter recursos profissionais e até mesmo pessoais (HIGGINS; RIBEIRO, 2018).

O papel assumido pelos atores no fluxo de conhecimento está relacionado com sua posição na rede, exercendo influência notável no alcance dos objetivos. Os indivíduos adquirem e criam conhecimento pela interação com os outros atores da rede, em um processo de compartilhamento de informações e na execução de atividades em conjunto, em especial no contato presencial (BORGATTI; CROSS, 2003; DODGSON, 1993). Sua posição na rede, portanto, é um elemento relevante para a dinâmica do fluxo do conhecimento e de informações. Para tanto, os pesquisadores podem assumir o papel de disseminadores do conhecimento, tendo maior interação entre si e com os outros atores na rede e, assim, maior acesso ao conhecimento e aos parceiros. A identificação desse papel na rede de inovação ocorre pela medida de Centralidade Grau. Também os indivíduos podem assumir o papel de intermediadores nas relações e promover o encontro de outros atores para aumentar a rede de inovação, maximizando os resultados (BALESTRIN; VERSCHOORE; REYES JUNIOR, 2010). Outra função importante na rede é o papel de privilégio que um ator pode assumir pelos relacionamentos estabelecidos com outros de maior privilégio, visto que o *status* de um ator

está vinculado aos indivíduos aos quais ele está conectado, o que consiste a Centralidade de Autovetor (BONACICH; LLOYD, 2001). Essa centralidade está ligada à relação que os indivíduos estabelecem na rede com outros que têm maior *status* (HIGGINS; RIBEIRO, 2018). Em outras palavras, o prestígio dos atores é um indicador que pode aumentar suas parcerias e, conseqüentemente, sua produtividade. Assim, uma posição de prestígio pode potencializar relações na rede, dado que o reconhecimento no meio científico depende de relações com parceiros (EVANS; LAMBIOTTE; PANZARASA, 2010). E, por fim, pode-se destacar a medida de Centralidade Proximidade, que apresenta a influência que um ator tem em relação aos demais pela adjacência para receber e repassar informações.

No que tange ao processo de colaboração em pesquisa, observa-se que, no Brasil, as empresas e as universidades estabelecem vínculos fracos e as políticas públicas de Ciência e Tecnologia (C&T) não conseguem suprir as relações de parceria com incentivos para o fortalecimento dessas interações (SIDONE; HADDAD; MENA-CHALCO, 2016). As relações entre os agentes da inovação - empresas, governo, universidades, centros de pesquisa e desenvolvimento, agentes da sociedade, entre outros - e as universidades possuem ligação direta com o alcance dos projetos de empreendimentos intensivos em conhecimento (FISCHER et al., 2018). Conjuntamente, observa-se que, de um lado, as empresas consideram ter interações, em sua maioria, esporádicas com as universidades, diminuindo a qualidade da troca de conhecimento entre o ambiente acadêmico e de pesquisa e o empresarial; enquanto as universidades possuem um comportamento moroso e burocrático considerado limitante pelas empresas para a troca de conhecimento, via patente ou por colaboração (FISCHER et al., 2018). Por outro lado, na perspectiva da academia, os pesquisadores apontam dificuldades transacionais quanto aos processos de formalização e legitimação da interação, ao custeio de pesquisa, aos direitos de propriedade ou à distância entre as partes envolvidas nas parcerias, diminuindo a interação entre esses atores (ARAUJO et al., 2015).

Nas parcerias entre as universidades públicas e as empresas, para o desenvolvimento de projetos de P,D&I, são encontrados entraves relacionados à troca de conhecimento técnico-científico e tecnológico (DE CASTRO; TEIXEIRA; DE LIMA, 2016; RAMOS; FERREIRA, 2017). Essas especificidades neste tipo de parceria são explicadas, em parte, pela incipiência do processo de inovação brasileiro (FONSECA, 2018) e também pelas limitações relacionadas ao aparato legal que legisla sobre a temática da inovação, particularmente quando se propõe desenvolvê-la em uma parceria público-privada. É importante considerar, ainda, que as universidades públicas, por força da Lei da Inovação nº 10.973/2004, ao criarem os Núcleos de

Inovação Tecnológica (NITs), sistematizaram, como suas principais atividades, a gestão da proteção intelectual do conhecimento produzido internamente (MARQUES et al., 2016) em detrimento da gestão de parcerias para o desenvolvimento conjunto de conhecimentos baseados na ciência e na tecnologia, nos moldes do conceito de inovação aberta.

Devido às idiossincrasias próprias das universidades públicas e à fragilidade e às incongruências do aparato legal que rege a questão em pauta, essas instituições desenvolveram um nível mais elevado de interação com outras instituições públicas (irmãs), em detrimento das interações com a iniciativa privada (MARQUES et al., 2016). No entanto, houve a regulamentação do Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016), pelo Decreto nº 9.283/2018, que altera os artigos 24, § 3º e o 32, § 7º, da Lei nº 8.666/1993, o artigo 1º, da Lei nº 8.010/1990, o artigo 2º, caput, inciso I, alínea "g", da Lei nº 8.032/1990 e o Decreto nº 6.759/2009. Assim, foram estabelecidas medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente empresarial, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo regional, nacional e internacional. Além disso, novas iniciativas para a promoção da interação entre os diferentes atores do ecossistema de inovação – públicos e privados – estão sendo desenvolvidas.

O Novo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação e o Decreto que o regulamenta propõem, particularmente, mudanças no processo de colaboração universidade-empresa. Tais mudanças possibilitarão às organizações privadas a retenção da propriedade intelectual, advinda dos resultados das pesquisas desenvolvidas em parceria com a instituição pública, e aos professores-pesquisadores – que têm regime de dedicação exclusiva à instituição federal à qual estão vinculados –, desenvolverem pesquisas, remuneradas ou não, em empresas privadas, o que estimula a interação entre o setor público e o setor privado na promoção da inovação aberta.

As empresas, o governo (nos níveis federal, estadual e municipal), os agentes sociais e as universidades têm desenvolvido iniciativas como simpósios, congressos e conferências, para estimular a interação dos atores no ecossistema de inovação brasileiro. Particularmente, as universidades públicas apresentam potencial em inovação por desenvolver a maior parte das pesquisas científicas básicas e aplicadas. De acordo com Etzkowitz (2013a), as universidades são reconhecidas como fonte de tecnologias e conhecimentos e criam novas capacidades para a transferência formal de tecnologias, com forte dependência de conexões informais com a sociedade e as empresas. Araújo e Britto (2016) reforçam que as universidades brasileiras são

responsáveis pela geração de novos conhecimentos que fomentam o processo de inovação nacional.

Albuquerque (1999) já tinha alertado que, em economias em desenvolvimento, as universidades e as Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica (ICTs) apresentariam uma função peculiar de identificar oportunidades tecnológicas, conectando o ecossistema nacional aos fluxos científicos e tecnológicos internacionais. Apesar de seu potencial tecnológico e científico, os grupos de pesquisa nas universidades e nas ICTs brasileiras continuam encontrando dificuldades, como limites institucionais (regulamentações públicas e leis), comunicação deficitária com as empresas, adversidades na realização de acordos contratuais (DE CASTRO; TEIXEIRA; DE LIMA, 2016; RAPINI et al., 2009), inexistência de flexibilidade e limitada atuação dos escritórios de transferência de tecnologia das universidades (ARAÚJO et al., 2015).

No Brasil, o capital humano capacitado para atividades de ciência e tecnologia está concentrado nas universidades, entretanto, o conhecimento ainda flui, preponderantemente, por meio dos alunos de pós-graduação, de publicações e de conferências (FONSECA, 2018). Sendo que as iniciativas de cooperação em os demais agentes externos aos ambiente científico podem ficar limitadas por causa dos trâmites burocráticos próprios das instituições públicas (FISCHER et al., 2018). De fato, as universidades públicas são potenciais canais de transferência do conhecimento e de tecnologia para os demais agentes de inovação. Mas, para alcançar esse potencial, precisam desenvolver mecanismos para aprimorar as redes de inovação com os atores externos ao seu ambiente.

No ecossistema nacional de inovação, o Estado Minas Gerais vem se destacando por ser o segundo maior celeiro de *startups* do país e por contar com iniciativas públicas municipais, estaduais e federais que promovem a interação entre os diversos atores (SIMI, 2018). O estado abriga cerca de 1.400 atores do ecossistema de inovação, como *startups*, empresas de base tecnológica, aceleradoras, fundos de investimento, Instituições de Ensino Superior (IES), ICTs incubadoras e NITs (LIGA VENTURES; SIMI, 2020). Com um total de 938 *startups*, distribuídas entre a Região Metropolitana de Belo Horizonte, com 597 *startups* alocadas em 16 cidades, o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, com 114 *startups* em 8 cidades, e o Sul/Sudoeste de Minas, com 92 *startups* em 17 cidades (LIGA VENTURES; SIMI, 2020).

Nesse contexto, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) assume o papel de destaque como a terceira universidade no Índice de Universidades Empreendedoras brasileiras e, por estar próxima às importantes iniciativas de inovação, torna-se fomentadora de

conhecimento científico e de mão de obra qualificada na Região Metropolitana de Belo Horizonte (BRASIL JÚNIOR, 2019). Além disso, a UFMG está entre as três instituições brasileiras que mais depositam pedidos de patentes: acumulou 1.051 depósitos de pedido de patente, 106 contratos de licenciamento e 113 acordos de parceria, que geraram R\$ 6,3 milhões em comercialização da propriedade intelectual (UFMG, 2020a). Nesse sentido, as iniciativas de estruturação e manutenção de uma rede de inovação em pesquisa auxiliam a promoção da inovação nessa região. Assim, em caráter exploratório, esse estudo busca compreender como as configurações das redes formadas pelos projetos de P,D&I, voltados para a inovação, estão relacionadas aos resultados produzidos – produções científicas, oriundas dos projetos (teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e publicações científicas), e não científicas, tais como produtos, serviços e royalties – no âmbito da universidade. Conforme anteriormente informado, os resultados - científicos e não científicos - , um construto que forma o modelo analisado no presente trabalho.

Portanto, o presente estudo analisou, sob a ótica da Teoria das Redes Sociais, a estrutura das redes, evidenciando as ligações dos atores dos projetos de P,D&I na universidade estudada e a forma com que os atores se relacionam com os demais departamentos, com as empresas e com a sociedade no desenvolvimento de projetos no âmbito da UFMG. Compreender a estrutura e as características dos relacionamentos nas redes de inovação em pesquisa científica, formadas pelos departamentos das universidades no desenvolvimento dos projetos de P,D&I, no contexto brasileiro, contribui para o desenvolvimento das universidades como intermediadoras da pesquisa científica e tecnológica. Deste modo, esta pesquisa busca responder a seguinte pergunta: *Como se relacionam as características estruturais e as medidas de coesão e de centralidade das redes de inovação em pesquisa, em projetos de P,D &I, com os resultados científicos e tecnológicos produzidos por projetos desenvolvidos no âmbito da UFMG?*

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar, pelas medidas de coesão e de centralidade, como as configurações das redes de colaboração em pesquisa científica promovidas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) influenciam o alcance de resultados científicos pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D& I). Como objetivos específicos, tem-se:

- 1) Mapear a rede inovação em pesquisa de projetos de P,D&I da UFMG;
- 2) Mapear os resultados de projetos de P,D&I da UFMG;
- 3) Caracterizar os departamentos e outros parceiros envolvidos nos projetos de P,D&I da UFMG estudados;
- 4) Propor e testar um modelo quantitativo com as Configurações das Redes com e os Resultados do projeto que incorpore a relação da Rede de Conhecimento e da Inovação Aberta na instituição.

1.2 Justificativa

Esta pesquisa pretende contribuir para a literatura de redes de colaboração científica no contexto de inovação aberta ao identificar características de formação e colaboração entre os atores das redes de projetos de P,D&I em uma universidade pública brasileira. Durante o desenvolvimento das pesquisas científicas, realizadas no âmbito das universidades, estudantes, pesquisadores e coordenadores se relacionam com outros projetos, laboratórios, departamentos, grupos de pesquisa formando redes de tamanho médio ou pequeno. Existem, ainda, redes mais estruturadas, com vínculos institucionais com universidades de diferentes países, que permitem maior troca de conhecimento e de recursos (FRANCO; PINHO, 2018). Assim, os grupos de pesquisa formados dentro das universidades buscam promover a interação entre os pesquisadores das diversas áreas do conhecimento para fomentar a colaboração e o desenvolvimento de conhecimentos a partir das pesquisas e publicações (GUAN; LIU, 2016; FRANCO; PINHO, 2018).

As redes de inovação criadas entre os grupos de pesquisa e as empresas formam o fluxo de conhecimento, alimentado pelos relatórios, publicações, treinamentos e projetos de pesquisa desenvolvidos em conjunto (CASTRO; SILVA; CHAVES, 2011). Desta maneira, o estudo sobre a estrutura interna de colaboração construída entre os pesquisadores nas universidades, no desenvolvimento dos projetos de P,D&I, evidencia como as universidades, enquanto agentes relevantes do ecossistema de inovação, se estruturam para formar as redes de inovação em pesquisa e para auxiliar o desenvolvimento tecnológico regional e nacional. As configurações das redes de inovação em pesquisa, no ambiente das universidades, possibilitam compreender os relacionamentos e o fortalecimento do desenvolvimento de ações conjuntas entre os agentes para gerar e fortalecer novas redes de inovação em pesquisa no ecossistema de inovação local,

regional e nacional. Isso é importante porque, nas universidades públicas brasileiras, ocorre a maior parte das pesquisas para o desenvolvimento científico e tecnológico nacional e, nelas, há os cursos de pós-graduação, que incentivam mais a produção de dissertações e teses do que o depósito de patentes (AMARAL, 2015).

Segundo Katz e Martin (1997), existem lacunas importantes sobre a colaboração em pesquisa a serem investigadas, tais como: i) falta de definição do conceito de colaboração e a amplitude do seu significado; ii) compreensão insuficiente sobre a adequação de mensurar a colaboração por meio de coautoria; iii) ausência de distinção e categorização dos diferentes níveis de colaboração, por exemplo, interindividual a interdepartamental e interinstitucional a colaboração internacional; e, por fim, iv) compreensão insuficiente sobre os custos adicionais da colaboração. Segundo esses autores, existem muitos estudos em abordagens qualitativas e quantitativas, mas é necessário compreender a estruturação da colaboração para avançar em estratégias que garantam a continuidade e benefícios percebidos pelos pesquisadores envolvidos nas estruturas de colaboração. No presente estudo, buscou-se compreender o nível de colaboração entre os pesquisadores, revelando a estrutura interindividual e as conexões entre os departamentos e a comunidade nos projetos estudados, por meio da metodologia de Análise das Redes Sociais (SNA).

Este estudo buscou contribuir também para a construção de conhecimento sobre o gerenciamento de projetos de P,D&I em instituições públicas brasileiras, pois esses projetos carecem de estratégias e gerenciamento específicos por apresentarem peculiaridades quanto ao tipo de fomento que em sua maioria provém dos governos federal, estadual e municipal às características dos seus resultados científicos e tecnológicos. Ressalta-se que o governo federal, ao longo do tempo, tem instituído diversas ações para alavancar a ciência, tecnologia e inovação no desenvolvimento econômico e social do Brasil (FONSECA, 2018), tais como: diretrizes dos Planos Nacionais de Educação e Pós-Graduação; Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004); Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005); Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016); Fundos Setoriais de Ciência, Tecnologia e Inovação, coordenados pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Contudo, Paranhos, Hasenclever e Perin (2018) evidenciaram que as iniciativas ainda têm sido pouco efetivas na promoção da aproximação entre as universidades e os demais agentes do ecossistema de inovação. Segundo esses autores, as empresas, em especial, não estão investindo em inovação para expandir seus mercados, mas, sim, investindo no mercado interno, com foco na redução de custos de produção e terceirizando a pesquisa e o desenvolvimento para as universidades. Esses achados reforçam que, no período

de 2004 a 2018, as parcerias no *habitat* de inovação brasileiro mantiveram o mesmo padrão de interação, apesar das diversas legislações. Isso é atribuído as políticas de incentivo à inovação terem sido baseadas em contextos de economias diferentes da brasileira, que possui particularidades regionais não contempladas pelos aparatos legais (PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018). Segundo Araújo e Britto (2016), as conexões das dimensões científicas e tecnológicas no contexto brasileiro são apenas parciais, o que é atribuído ao desenvolvimento do país e ao estágio de construção do sistema nacional de inovação.

De acordo com Araújo e Britto (2016), Fischer et al. (2018), Paranhos, Hasenclever e Perin (2018), as políticas de incentivo à cooperação entre as empresas e as universidades ainda são incipientes, e as evidências apontam para a importância de se fortalecer o ambiente científico, criando grupos com práticas de colaboração, de forma a facilitar a congruência entre os interesses públicos e privados. As limitações encontradas na legislação do país, bem como os estudos que buscam entender as particularidades das demandas de cada agente promotor da rede – governo, empresas e universidade –, destacam os desafios para a realização da transferência de tecnologia e para a promoção da cooperação no Brasil (CASTRO; SILVA; CHAVES, 2011; FISCHER et al., 2018; PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018). Assim, ao se evidenciar, pela Análise das Redes Sociais (ARS) – em inglês, *Social Network Analysis* (SNA) –, a complexidade dos relacionamentos em âmbito científico, contribui-se para o desenvolvimento de atividades, de estratégias de colaboração no contexto brasileiro (ENGEL, 2015; MOTE et al., 2007).

O estado de Minas Gerais tem desenvolvido diversas iniciativas do programa +Oportunidades, de apoio e incentivo, pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SEDE), como: Minas Digital e *Startups and Entrepreneurship Ecosystem Development* (SEED), lançados em 2015; Inova Pro e Inova Minas, implementados em 2017; Meu Primeiro Negócio e Rede UAITEC Lab, criados em 2018; Hub MG; Vueli – Vivência Universitária em Empreendedorismo e Inovação; Minas Livre para Inovar; Juventude Empreendedora, iniciado em 2020; Sistema Mineiro de Inovação (SIMI); Programa *Startup* Universitário, da SEED; Programa de Incentivo à Inovação (PII); editais da Fundação de Amparo à Pesquisa, do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), com o Programa de Apoio a Empresa em Parques Tecnológicos (PROPTEC) e o Pró-Inovação. A prefeitura municipal de Belo Horizonte, região que concentra maior número de *startups* do estado, promoveu o prêmio INOVAR e a semana Belo Horizonte Cidade Inteligente, em 2018. As iniciativas promovidas pelos atores empresariais também merecem destaque: FIEMG Lab Novos Negócios, Go Minas, Inova Tec, San Pedro Valley, BH

Tech, Órbi Conecta Coworking e BiotechTown. Essas iniciativas de promoção do processo de inovação estão situadas na região metropolitana de Belo Horizonte, onde está a UFMG, o que reforça a importância das redes de colaboração para o desenvolvimento do ecossistema mineiro de inovação. Essas iniciativas corroboram, ainda, a relevância de compreender como as redes de inovação entre os pesquisadores se estruturam para possibilitar suas criações, sua continuidade e, conseqüentemente, a interação dos acadêmicos com os demais agentes do *habitat* mineiro de inovação.

No âmbito da Universidade Federal de Minas Gerais, pode-se destacar iniciativas como a Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica (CTIT); o Outlab, promovido pela Fundep; o Fundep Lab – intraempreendedorismo; o Lemonade; e iniciativas de capacitação ao empreendedorismo, como o FaceLab. Além disso destacam-se os programas em nível de graduação com disciplinas voltadas para empreendedorismo e de pós-graduação *stricto sensu* em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual. A UFMG está em terceiro lugar no ranking nacional de 2020 de produção e gestão da propriedade intelectual, (UFMG, 2020b). Das tecnologias produzidas na UFMG que são protegidas por patentes – do total, 6% das tecnologias não são inovadoras e 94% são consideradas inovações radicais ou incrementais. Um total de 860 grupos de pesquisa cadastrados na base de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, aproximadamente, 600 laboratórios de pesquisa fomentam o programa Cooperativa de Laboratórios – COOLABS, iniciado em 2020, o qual tem o objetivo de fortalecer o acesso dos diversos setores da economia à estrutura de conhecimento científico gerada pela UFMG (COOLAB, 2020). Contudo, Morris, Rhett e Penido (2014) apontam que as universidades têm competências sobre determinados assuntos de P,D&I e recebe incentivos públicos como políticas e fomento, mas possui uma grande limitação estrutural para estabelecer parcerias externas – com empresas, em especial. Nesse sentido, o presente estudo foi relevante, pois evidenciou as peculiaridades das redes de colaboração dos pesquisadores no âmbito da UFMG.

Portanto, ao revelar, neste estudo, a complexidade das relações e habilidades científicas da rede de inovação em pesquisa de projetos da UFMG, espera-se auxiliar os núcleos de inovação tecnológica das universidades públicas e as organizações a compreenderem a complexidade do processo de desenvolvimento de parcerias criadas com o intuito de realizar contratos para a transferência do conhecimento científico e tecnológico às empresas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica está estruturada em cinco subseções. A primeira discute a dinâmica da Inovação. Na segunda subseção, são evidenciadas a Rede de Inovação em pesquisa para promover a inovação. A terceira subseção apresenta as Redes de Inovação. A quarta apresenta o papel da universidade no sistema de inovação nacional. Em seguida, na quinta subseção, são apresentados os aspectos dos projetos de pesquisa de desenvolvimento no processo aberto de inovação. Finalmente, na sexta subseção, é apresentada a análise das redes sociais e sua relevância para o processo de pesquisa em inovação nas universidades.

2.1 Inovação aberta

Da multinacionalização das indústrias emergiu uma nova forma de produção para atender os diferentes perfis mercadológicos, que apresentam especificidades socioeconômicas, culturais, ambientais e organizacionais. As indústrias investiram em novas tecnologias para ter maior acesso aos recursos de informação e conhecimento, para ampliar seus mercados e para aumentar a competitividade. Tal fato consolidou mudanças nos produtos e serviços ofertados pelas empresas e uma nova organização dos processos internos e das relações externas com clientes, fornecedores, grupos sociais, governo e *stakeholders* (OECD, 2005).

As organizações buscam atender às novas demandas mediante um mecanismo de competitividade sustentado pela criação de novas tecnologias (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017) que alteram o processo de produção, por meio da inovação em produtos e serviços, e nas relações sociais, pelo atendimento dos diversos nichos de mercado – seja pela estratégia de angariar novos perfis de clientes ou pela modificação da forma de atender os atuais clientes (TIDD; BESSANT, 2015).

A vantagem competitiva organizacional adquirida pela capacidade da organização de se mobilizar para obter e criar novos conhecimentos e avanços tecnológicos, para desenvolver inovações e ofertá-las de forma atrativa aos consumidores (BENEVIDES; OLIVEIRA; MENDES, 2016; CNI, 2016), muitas vezes, é proveniente da estratégia de formação de parcerias para responder rapidamente às contingências do mercado (ALVES; TIERGARTEN, 2008; BENEVIDES; OLIVEIRA; MENDES, 2016). A cooperação entre os diversos atores do mercado econômico tem impulsionado o processo de inovação pela troca de recursos pecuniários e não pecuniários. Diversos serviços e produtos foram desenvolvidos para atender

necessidades identificadas pelos clientes. Por exemplo, os serviços bancários virtuais, com baixas taxas de manutenção, o e-commerce, que amplia o alcance dos varejistas como a Amazon, e-Bay, serviços de logística que integram armazéns, dispositivos inteligentes que automatizam casas e carros autômatos. Ressalta-se, ainda, a inovação em serviços públicos, que, mesmo que não gere lucros, afeta a qualidade de vida dos cidadãos pela eficiência. A título de exemplo, tem-se os novos serviços digitais e a melhoria da qualidade dos existentes. Tais mudanças também possibilitam uma melhor gestão econômica no setor público (TIDD; BESSANT, 2015).

A inovação é um processo de criação ou adoção de ideias úteis e de suas implementações, sejam elas novas ou uma imitação de algo que já existe em outro local, capturando seus valores (MACHADO; DA COSTA BARZOTTO, 2012; TIDD; BESSANT, 2015). O processo de inovação passou por mudanças com a nova organização socioeconômica, sobretudo com a abertura dos mercados econômicos (FONSECA, 2018).

O processo de produção interna e restrita às fronteiras da organização prevaleceu até o final do século XX. Chesbrough et al., (2003) ressaltam o caso das organizações nos Estados Unidos, quando identificaram que a mobilidade dos trabalhadores influenciava a criação de conhecimento interno e externo. É importante ressaltar que os trabalhadores, apesar de construírem suas carreiras em uma única empresa, passaram a almejar melhores oportunidades de salários e benefícios e possibilidades de maior identificação com a cultura organizacional, de crescimento e de valorização profissional. A alta rotatividade dos empregados fez com que as organizações percebessem que não conseguiriam reter o conhecimento tácito de seus trabalhadores. As empresas perceberam que a contratação de novos trabalhadores auxiliava o fortalecimento do conhecimento construído internamente (ØSTERGAARD, 2009). Cria-se um fluxo de informação entre as empresas, o qual gera novas oportunidades para pesquisa, desenvolvimento e inovação, compelindo-as a adotarem um processo aberto de inovação, no qual se busca estabelecer colaboração entre elas para troca de conhecimento (CHESBROUGH et al., 2003; ØSTERGAARD, 2009).

De fato, a inovação é concebida pela habilidade de estabelecer parcerias, de detectar oportunidades e de gerar ganhos pelos processos do conhecimento (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008). A inovação fechada passou do conceito de inovação dentro das fronteiras organizacionais para a troca entre fronteiras, que é a inovação aberta. O conceito de inovação aberta, a princípio, considerou a equidade de valor da troca de conhecimento no ambiente interno com a troca que ocorre entre o ambiente interno e o externo (CHESBROUGH et al.,

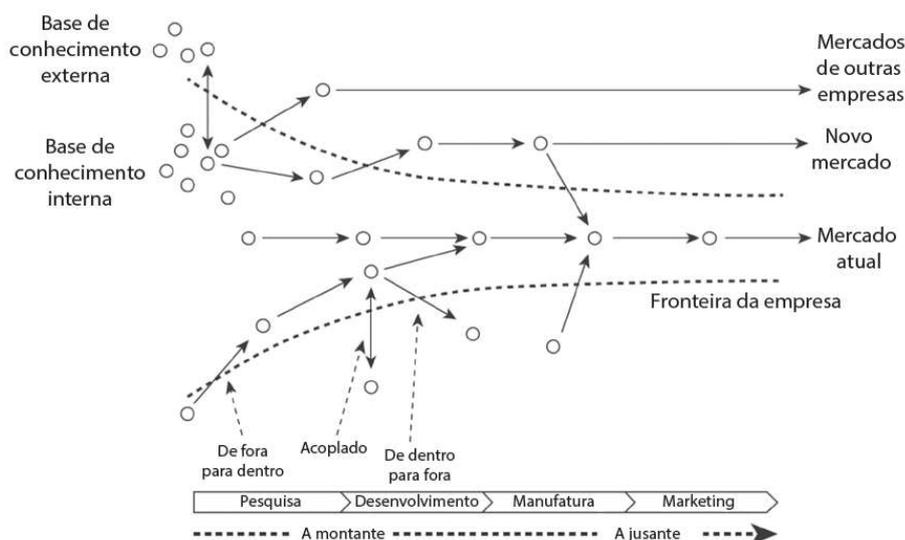
2003; HAYTER, 2013). Com o desenvolvimento de estudos empíricos sobre o processo de inovação aberta, descobriu-se que fontes de recursos externos também eram usadas em alguns processos internos (LAURSEN; SALTER, 2006). Após esses estudos, Chesbrough (2006) revisou o conceito de inovação aberta, ampliando-o para um processo que utiliza o fluxo de conhecimentos internos e externos intencionalmente a fim de acelerar a inovação interna e explorar os mercados externos para uso da inovação.

O processo da inovação aberta identifica ou aprimora ideias por meio de colaboração entre as empresas, seus fornecedores e parceiros. Nas universidades, pelas pesquisas ou pelo aprendizado dos alunos e, ainda, pelos *spillovers*¹ involuntários que transitam entre as diversas empresas inovadoras (CHESBROUGH; BRUNSWICKER, 2014; CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017; SIMARD; WEST, 2006). A inovação aberta ocorre com a abertura dos processos que necessitam estabelecer um fluxo de conhecimento para gerar a inovação para a concepção da produção e venda de produtos, processos e serviços novos ou melhorados (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017).

A Figura 1 apresenta o modelo de interação dos agentes no processo de inovação aberta que pode ocorrer dentro e em torno das fronteiras da organização, o que possibilita três tipos de inovação aberta: inovação de fora para dentro, inovação de dentro para fora e inovação acoplada. Na Figura 1, os círculos representam o conhecimento; as setas contínuas representam o fluxo do conhecimento e indicam sua direção; a linha pontilhada representa a fronteira da empresa; as setas pontilhadas indicam o tipo de inovação que está ocorrendo, de acordo com o fluxo de conhecimento que é trocado pela fronteira da empresa; e, no rodapé, tem-se a indicação dos processos organizacionais que ocorrem paralelamente ao fluxo do conhecimento da inovação.

¹ O termo *spillovers* foi utilizado no lugar da tradução em português (extravasamento) por ser um termo usualmente utilizado e conhecido (VILELA JÚNIOR, 2015). Os *spillovers* são externalidades que fluem para a difusão do conhecimento entre produtores adjacentes e/ou utilizadores de inovação, fazendo com que o conhecimento seja acessado por outros e que se construa um conhecimento coletivo (FISCHER, 2006; VILELA JÚNIOR, 2015).

Figura 1 - Modelo de inovação aberta.



Fonte: Chesbrough, Vanhaverbeke e West (2017).

Para tanto, a inovação de fora para dentro ocorre pela abertura de um processo próprio para aquisição de contribuições externas, que podem vir de fornecedores, consumidores, especialistas e empresas parceiras. A inovação de dentro para fora acontece quando a organização permite que as ideias e ativos não utilizados ou subutilizados sejam disponibilizados para uso por agentes externos à organização. Por fim, na inovação acoplada são estabelecidas parcerias intencionais para troca mútua de conhecimento com vistas a realização de atividades de invenção e comercialização (CHESBROUGH; BOGERS, 2013; CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017).

O fluxo do conhecimento com diferentes agentes de inovação – clientes diretos e indiretos, fornecedores, Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica (ICTs) e parceiros de rede – requer, das organizações, um conjunto de estratégias formais e informais para capturar os conhecimentos tácitos e explícitos inerentes à relação, de forma a aumentar o nível de conhecimento favorável à inovação (BRUNSWICKER; VANHAVERBEKE, 2015).

No processo de inovação aberta, ocorre a troca de dois tipos de conhecimento: o explícito e o tácito. O conhecimento explícito é o conhecimento formal e de fácil transferência (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). Adquirido principalmente nas relações formais de colaboração e nas parcerias entre empresas, ele pode apresentar-se em forma de patentes, contratos de colaboração, documentações de invenções, protótipos, dentre outros (SIMARD; WEST, 2006). O conhecimento tácito é inerente ao indivíduo – está relacionado ao *know-how*

e às experiências adquiridas ao realizar suas atividades (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). Ele possui um valor elevado no processo de inovação aberta, pois sua gestão e captura dependem da disponibilidade do indivíduo de compartilhá-lo com os demais. A aquisição do conhecimento tácito pode ser precedida de um acordo de cooperação formal. Neste acordo, o objetivo principal da organização é obter os recursos formais. No entanto, pela proximidade entre os indivíduos na execução das atividades, pode ocorrer o compartilhamento do conhecimento tácito (SIMARD; WEST, 2006).

A diversidade de conhecimentos no processo de inovação aberta é criada pela interação, porque ela proporciona o aprendizado contínuo pela troca constante de experiências, informações, documentos, regulamentos, pesquisas e pela comercialização (ØSTERGAARD, 2009). A heterogeneidade de atores envolvidos na troca de conhecimento proporciona maior aprendizado, diversidade de recursos e o incremento do portfólio de produtos e serviços em menor tempo. Em termos organizacionais, a cooperação entre os atores pode assumir diversas formas: empresas-empresas, empresas-universidades, empresa-universidade e outra organização (institutos de pesquisa, órgãos de fomento, Organizações Não Governamentais – ONGs). As universidades são atores importantes na criação, no desenvolvimento e na disseminação de conhecimento complexo, útil ao processo de inovação.

Nesse contexto, a universidade assume o papel de formação de especialistas, de desenvolvimento de pesquisas básicas e aplicadas e de execução de atividades de extensão. Ou seja, a academia configura-se como fonte de novos conhecimentos para as empresas e para a sociedade (ARAUJO et al., 2015). Assim, a complexidade de formação e a fragmentação do conhecimento que flui nestas relações de colaboração faz com que os atores envolvidos se organizem em uma estrutura de rede, na qual cada node é uma entidade e o fluxo de conhecimento é difundido pelas ligações entre eles (PELLEGRIN et al., 2007).

2.2 Rede de conhecimento

A criação do conhecimento desempenha um papel importante nas organizações, especialmente nas de alta tecnologia, que dependem da inovação para manter a competitividade sustentável (VON KROGH; ICHIJO; NONAKA, 2011). O atual ambiente de negócios faz com que o conhecimento organizacional esteja estruturalmente mais complexo do que aquele de algumas décadas atrás (CHANG et al., 2012; EVANS, M; WENSLEY, 2015). Isso se deve, em

grande parte, às tendências relacionadas à taxa de crescimento do conhecimento e ao elevado grau de fragmentação do conhecimento e sua globalização crescente (BETTENCOURT, 2014).

A criação do conhecimento nas organizações representa um processo em que o conhecimento dos indivíduos é amplificado e internalizado como parte fundamental do conhecimento da organização (CORREA; ZIVIANI, 2015; SACOMANO NETO; CORRÊA; TRUZZI, 2015). Esse conhecimento organizacional compreende a experiência física, a tentativa, os erros e o aprendizado construído com os seus membros (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). Em razão disso, Nonaka e Takeuchi (1997) caracterizam a criação do conhecimento, no contexto organizacional, como um processo dinâmico que envolve interações entre os vários níveis organizacionais, direcionando os indivíduos para que ampliem, disseminem e compartilhem seus conhecimentos. Assim, destaca-se que o conhecimento se desenvolve à medida que parceiros em uma aliança constroem experiência trabalhando juntos e acumulando informação, linguagem e *know-how*. Isso lhes permite comunicar-se de modo eficiente e factual, o que reduz os erros, melhora a qualidade e aumenta a velocidade de resposta às demandas (CHANG et al., 2012; DYER; SINGH, 1998; LEMOS; JOIA, 2012).

O conhecimento tácito e explícito são unidades estruturais básicas que se complementam, pois interagem continuamente durante as atividades criativas do indivíduo. Dessa maneira, todo conhecimento é tácito ou antecedido por ele (NONAKA; TAKEUCHI, 1997; VON KROGH; ICHIJO; NONAKA, 2011). Conseqüentemente, “o conhecimento da experiência tende a ser tácito, metafísico e subjetivo, enquanto o conhecimento da racionalidade tende a ser explícito, físico e objetivo” (NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.66).

O conhecimento explícito é formal e sistemático, o que lhe permite ser facilmente comunicado e compartilhado por meio da especificação de produtos, fórmulas científicas ou programas de computador (JOHNSON, 2011; NONAKA; TAKEUCHI, 1997). No ambiente organizacional, o conhecimento explícito é do tipo narrativo, no qual os indivíduos contam, ouvem e recontam histórias referentes ao setor, aos concorrentes e à empresa e conferem substância e vida ao conhecimento técnico (VON KROGH; ICHIJO; NONAKA, 2011). Ele pode ser facilmente codificado. Isto é, o conhecimento explícito é transformado para um formato escrito ou visual, o que pode aumentar sua qualidade e a velocidade em sua criação e distribuição. Mas, para tanto, deve haver um sistema de símbolos compartilhados cujos significados sejam comuns a todos os membros (JOHNSON, 2011). Como resultado, após serem codificados, os ativos do conhecimento explícitos podem ser reutilizados para resolver

problemas semelhantes ou conectar pessoas com conhecimentos valiosos e reutilizáveis (SMITH, 2001).

A inovação é uma atividade coletiva e social (GUAN; LIU, 2016) com apoio no conhecimento das pessoas e da organização (CHANG et al., 2012). Os conhecimentos técnicos, administrativos, científicos e especializados nas diferentes expertises das pesquisas estão distribuídos entre os diferentes indivíduos e áreas e formam a base de conhecimento organizacional (GUAN; LIU, 2016; YAYAVARAM; AHUJA, 2008). Quando eles são devidamente combinados, produzem respostas superiores relacionadas à produtividade da inovação (YAYAVARAM; AHUJA, 2008).

No processo de pesquisa, o conhecimento requer um equilíbrio entre profundidade e amplitude para o desenvolvimento de uma invenção de sucesso (YAYAVARAM; AHUJA, 2008). As parcerias tendem a suprir os déficits que dificultam a solução de problemas e a criação de novos conhecimentos – em especial o conhecimento complexo, próprio do processo de inovação. As parcerias fomentam uma estratégia de vantagem competitiva (HAYTER, 2013).

As redes de conhecimento são formadas por atores que interagem para desenvolver, em conjunto e em coprodução, uma resposta a um problema (SCHMID; KNIERIM; KNUTH, 2016). O convívio entre os membros da rede de conhecimento gera um ambiente comum entre os indivíduos e permite criar sinergia, reciprocidade durante o processo de criação e compartilhamento do conhecimento para inovação, propiciando uma maior troca de informações comerciais e tecnológicas (OECD, 2005; SIMARD; WEST, 2006).

Conceitualmente, a rede de conhecimento pode ser definida como um conjunto de nós que representam os elementos do conhecimento e os laços entre eles formam a relação combinatória entre os diversos conhecimentos da rede (YAYAVARAM; AHUJA, 2008; ZHANG; LUO, 2020). Em outras palavras, a rede de conhecimento é um conjunto de indivíduos que possuem saberes e expertises heterogêneos que se interligam pelas relações sociais, que facilitam ou restringem a aquisição, a transferência e a criação do conhecimento de acordo com as características interpessoais (PHELPS; HEIDL; WADHWA, 2012).

A percepção que os indivíduos possuem das relações na rede de conhecimento pode indicar o grau de engajamento desses no processo de criação do conhecimento. Tal fato influencia diretamente a possibilidade de cumprir os acordos de colaboração, bem como de aumentar a percepção de benefícios da parceria (GUAN; LIU, 2016). O equilíbrio e a continuidade da relação entre os atores na rede de conhecimento são elementos capazes de transformar o capital intelectual em valor e em aplicação, em prol da inovação (ERPEN et al.,

2015; PELLEGRIN et al., 2007). É importante ressaltar que o equilíbrio e a continuidade das relações são amparados pelo processo de comunicação, pelo desenvolvimento e difusão das tecnologias e pelo compartilhamento do conhecimento entre os indivíduos (GUAN; LIU, 2016). Assim, as redes de conhecimento estabelecem ligações entre os atores para criação do conhecimento complexo no ambiente de inovação, que, por sua vez, formam as redes de colaboração em pesquisa para gerar um processo sustentável de inovações em ambientes de grandes incertezas.

2.3 Colaboração e redes para promover a inovação

A colaboração entre os diversos atores no sistema de inovação tem se destacado como um meio capaz de tornar as empresas competitivas, ao criar um diferencial que contribui para perenidade e para o crescimento das organizações (RODRIGUES, 2014). Um sistema nacional de inovação é uma construção institucional que estimula o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas (ALBUQUERQUE et al., 2005). As estratégias de estruturação de redes conferem soluções rápidas e precisas para desenvolver ou absorver novas tecnologias e comercializar novos produtos. Além disso, proporcionam complementariedade de conhecimento, elevando os indicadores de inovação quando comparados aos resultados de ações isoladas (BRUNSWICKER; VANHAVERBEKE, 2015; CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017).

Nos ambientes de inovação, a rede de inovação em pesquisa ou rede de inovação são vínculos estabelecidos propositalmente entre atores para criar, utilizar e transferir conhecimento, informação e tecnologias entre eles (SCHUURMAN; DE MAREZ; BALLON, 2016). As conexões geram vínculos diversificados, equalizando a prospecção de novas oportunidades, o desenvolvimento de novos produtos e a aprendizagem organizacional através das alianças, com a exploração de capitalização de recursos tangíveis e intangíveis. Essas redes de inovação ampliam a capacidade e a qualidade da produção e dos processos e apresentam índices de patenteamento superiores (SIMARD; WEST, 2006), por consolidar o fluxo do conhecimento (ØSTERGAARD, 2009; BATTISTELLA; DE TONI; PILLON, 2016; CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017).

Para cada uma das atividades desenvolvidas na rede de inovação, esperam-se diferentes benefícios a partir das relações estabelecidas, tais como: a criação de conhecimento em forma de ideias, práticas, trabalhos de pesquisa, técnicas de invenção ou produtos; a transferência de

conhecimento pelo esforço do emissor para compartilhar e do receptor para adquirir e aprender; e, por fim, a adoção do conhecimento, quando há a decisão e a capacidade de usar ou implementar elementos do conhecimento em produtos ou práticas (PHELPS; HEIDL; WADHWA, 2012). Por exemplo, no ano de 2007, 34 empresas, líderes em telefonia, tecnologia e *wireless*, dentre elas, Google Inc., T-Mobile, HTC, Qualcomm e Motorola, formaram uma rede de colaboração para o desenvolvimento do sistema operacional Android – a Open Handset Alliance. Essa rede teve como objetivo promover a inovação em dispositivos móveis e oferecer melhores experiências em aplicativos, de forma a apoiar as atividades cotidianas dos usuários e, ainda, oferecer um novo nível de abertura aos desenvolvedores, viabilizando o trabalho colaborativo entre eles (OPEN HANDSET ALLIANCE, 2007). A Apple também aplica os princípios da inovação aberta para o desenvolvimento de seus aplicativos. Apesar de ter seu departamento de P&D totalmente fechado, a Apple permite que os desenvolvedores de aplicativos possam criar seus produtos trabalhando no ambiente iOS (antigo iPhone OS). No entanto, ela utiliza regulamentos e controles de acesso aos projetos internos. Assim, os desenvolvedores podem distribuir aos usuários seus aplicativos pelos canais da Apple, com pouco ou nenhum acesso aos produtos e às tecnologias do departamento de P&D interno da empresa.

Com o mesmo objetivo de elevar a flexibilidade, as oportunidades estratégicas conferem maior velocidade de inovação e as empresas buscam maior habilidade de adaptação às contingências do mercado (LEHMANN; MENTER, 2017). A Samsung utiliza o conhecimento de diversos atores para complementar seu desenvolvimento interno. Ela busca formar sua rede colaborativa de inovação aberta sobre quatro pilares principais. Primeiro, apoiando as *startups* no desenvolvimento de novos recursos ou na integração desses recursos aos produtos existentes. Segundo, adquirindo *startups* para inovações estratégicas de interesse da Samsung. Terceiro, investindo em *startups* em estágio inicial. Quarto, proporcionando um ambiente inovador e propício à criação de ideias, por meio de aceleradoras de base tecnológica. No Brasil, a Samsung, em parceria com a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec) e o Centro de Economia Criativa em Daegu (CCEI), da Coreia do Sul, realiza anualmente um programa de estímulo à criatividade denominado *Creative Startups*. Utilizando os recursos da Lei de Informática (Lei n. 8.248, de 23 de outubro de 1991), esse programa investe em empreendimentos inovadores com foco em áreas de diversos interesses, tais como saúde digital, Internet das Coisas (IoT), realidade virtual e realidade aumentada (VR - *Virtual Reality* e AR - *Augmented Reality*, em inglês) (FUMSOFT, 2018).

No setor automobilístico brasileiro, os índices de inovação na produção de novos componentes aumentaram a partir da interação circunstancial com clientes e fornecedores e da grande proximidade com a universidade para o desenvolvimento de novas tecnologias (BUENO; BALESTRIN, 2012). O setor petrolífero brasileiro também se beneficia das redes de colaboração estabelecidas com a universidade. Os resultados desta colaboração são tecnologias de ponta, insumos para pesquisas científicas e conhecimentos complexos, promovendo a inovação regional e nacional (POLETTTO; ARAÚJO; MATA, 2011).

Ansari e Krop (2012) evidenciaram que inovações disruptivas sofrem influência direta da interação da organização com os relacionamentos interpessoais e setoriais. A intensidade de contato entre os atores da rede também provoca diferenças na performance da inovação, por determinar o fluxo de recursos e conhecimento (TOMLINSON, 2010). As conexões organizacionais concedem, aos atores, acesso a diversos *know-how*, o que possibilita o aprimoramento de suas especialidades e apoia a consolidação da rede e melhores resultados (CHELLAPPA; SARAF, 2010). Do mesmo modo, as relações interpessoais não profissionais e profissionais, internas ou externas, no ambiente de inovação, podem alterar a dinâmica da difusão e da criação de inovação (CECI; IUBATTI, 2012). Outra característica importante, para a troca de recursos tangíveis e intangíveis, é a heterogeneidade das características organizacionais que compõem a rede de inovação. A diversidade de competências e de contatos entre os atores eleva o grau de inovação das parcerias (BORINI; FLORIANI; FLEURY, 2012). Segundo Oke, Idiagbon-Oke e Walumbwa (2008), o contato entre os atores em atividades comuns possui uma relação positiva com os resultados obtidos e com o tempo gasto nos projetos para o desenvolvimento de novos produtos.

De acordo com Benevides, Oliveira e Mendes (2016) e Freitas (2017), no Brasil, os esforços para a concretização da interdependência do conhecimento nas redes de inovação são evidenciados em estágio inicial. Essa característica de incipiência na criação de estratégia de elaboração das redes de inovação revela uma necessidade latente de compreensão de como se formam os relacionamentos entre as instituições, tanto privadas quanto públicas. As conexões dos atores viabilizam a concretização de projetos de inovação aberta, de forma a ampliá-los em termos qualitativos e quantitativos. Nesse sentido, as organizações buscam adotar a inovação aberta para se beneficiarem da estrutura da rede de inovação, compartilhando custos e riscos, melhorando seus processos e alcançando maior acesso às informações (SILVA; ZILBER, 2013). Os atores do ecossistema brasileiro de inovação se estruturam em redes, mas não buscam a complementaridade pela colaboração entre as empresas (SILVA et al., 2016). As empresas se

organizam em redes de inovação para compartilharem os recursos e alcancarem melhores resultados, principalmente diminuindo os custos (SILVA et al., 2016), uma perspectiva primária do processo de colaboração em rede.

As pesquisas nacionais em inovação aberta abordam as características desse tipo de processo de inovação, buscando entender a adoção e os benefícios dessa prática (FREITAS, 2017). Elas revelam que as empresas brasileiras fortalecem seu potencial competitivo pela troca de conhecimentos, experiências e oportunidades com o ambiente externo (ANDRADE, 2015). Além disso, elas melhoram seus resultados de inovação com a participação de clientes que valorizam as empresas que fazem o processo de troca de conhecimento e informação para fabricar produtos inovadores (SILVA; SILVA, 2015). Desidério e Popadiuk (2015) identificaram que a adoção da inovação aberta trouxe melhores oportunidades de criação e comercialização de inovação para as pequenas empresas brasileiras. Complementarmente, Marques et al. (2016) perceberam que a interação entre as universidades e os demais agentes do ecossistema de inovação estimula o desenvolvimento e a transferência de tecnologias. De fato, as universidades são agentes de fomento do conhecimento complexo, que é primordial para o desenvolvimento dos projetos de pesquisa voltados para a inovação tecnológica (FISCHER et al., 2018). As universidades possuem um papel hegemônico na criação de conhecimento e na formação de recursos humanos capazes de integrar a economia do conhecimento (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017; ENGEL, 2015; FISCHER et al., 2018; FISCHER, 2006; FISCHETTI, 2016).

Albuquerque (1999) já alertava que, em economias em desenvolvimento, as universidades e as ICTs apresentariam uma função peculiar de identificar oportunidades tecnológicas, conectando o ecossistema nacional aos fluxos científicos e tecnológicos internacionais. No Brasil, o conhecimento científico é produzido, em sua maior parte, nas universidades e instituições de pesquisa públicas, o que qualifica esses agentes como hegemônicos na construção de parcerias para pesquisa, desenvolvimento e inovação (DE CASTRO; TEIXEIRA; DE LIMA, 2016; FONSECA, 2018; RAMOS; FERREIRA, 2017). Apesar desta interdependência das relações para incentivar a inovação no país, os grupos de pesquisa nas universidades e demais ICTs brasileiras continuam encontrando dificuldades, como limites institucionais (regulamentações públicas e legislações), comunicação falha com as empresas e adversidades na realização de acordos contratuais (RAPINI et al., 2009; DE CASTRO; TEIXEIRA; DE LIMA, 2016).

Em suma, pode-se apontar que as universidades públicas são os principais canais de transferência de conhecimento e de tecnologia para os demais agentes de inovação. No entanto, há uma carência nos mecanismos que viabilizam a formação das redes de colaboração com os atores externos ao seu ambiente. “O papel da pesquisa acadêmica no processo inovativo é dinâmico, sendo mais ou menos intenso em determinadas etapas, além de distinto e específico nos setores da economia” (SILVA; RAPINI, 2017, p. 272). As dificuldades, portanto, estão associadas à obscuridade da compreensão das relações de colaboração, nos aspectos formais e informais. É necessário, por essa razão, conhecer as redes internas de colaboração científica para o desenvolvimento dos projetos de P,D&I, uma vez que os grupos de pesquisa apontam que a colaboração via projetos aumenta a produtividade científica (TEIXEIRA; TUPY; AMARAL, 2016). Além disso, é necessário buscar compreender como a formação das parcerias entre os pesquisadores nos projetos e suas características se relacionam com as publicações científicas, com os produtos e com a continuidade das parcerias. Assim, mediante o conhecimento das especificidades das relações dos pesquisadores, torna-se possível estabelecer estratégias de relacionamentos e legislações que consolidem as iniciativas das redes de colaboração científica nos grupos de pesquisa, nos laboratórios das universidades, entre esses atores e com os demais agentes do ecossistema de inovação.

2.4 O papel da universidade no desenvolvimento da inovação

As universidades, instituições de pesquisa e o conjunto da estrutura educacional são os principais atores que articulam pesquisa, desenvolvimento e inovação em um sistema de inovação, juntamente com os atores do setor industrial, empresarial, governo e instituições financeiras (ALBUQUERQUE et al., 2005). As ICTs possuem habilidades para desenvolver pesquisas de alta complexidade e para estabelecer parcerias na execução de pesquisas para a indústria ou em conjunto com o departamento de pesquisa e desenvolvimento dela.

Segundo Albuquerque et al. (2005), a articulação dos atores no ecossistema de inovação se difere pelo nível de maturidade do sistema de inovação, sendo ele classificado em quatro grupos: (i) países avançados, com um sistema de inovação maduro, de forma que a conexão entre os atores resulta no progresso tecnológico como fonte de desenvolvimento econômico, tendo os Estados Unidos como exemplo; (ii) sistema de inovação em crescimento e amadurecimento, que contribui com condições para o alcance de um desenvolvimento econômico sustentável, tendo como exemplos a Coreia do Sul e Taiwan; (iii) países que

possuem um sistema de inovação com elementos de infraestrutura científica representativa e alguma capacidade tecnológica no setor produtivo, sendo formado por países heterogêneos como Brasil, México, África do Sul e Malásia; e, por fim, (iv) países pobres, nos quais os sistemas de inovação são rudimentares ou inexistentes.

Nos países com sistemas de inovação desenvolvidos, as empresas buscam formar parcerias com as universidades para estreitar os laços institucionais com os pesquisadores universitários, tendo acesso à rede aberta de conhecimento pela produção conjunta e formando pesquisadores com experiência de trabalho na indústria e na pesquisa. Em outras palavras, os pesquisadores possuem formação profissional que atende o setor industrial e o setor acadêmico (LAM, 2007). A relação próxima e as ações conjuntas no processo de colaboração entre a indústria e a universidade geram maior qualidade da invenção e facilidade na comercialização (WALSH; LEE; NAGAOKA, 2016). Bernardes e Albuquerque (2003) analisaram a relação de patentes e artigos científicos em 120 países, evidenciando que a ciência tem um papel importante no desenvolvimento de tecnologias nas fases iniciais, em países desenvolvidos. Foi observado, portanto, que a produção científica origina uma relação interativa entre ciência e tecnologia. Assim, o desenvolvimento da pesquisa científica cria conhecimentos divulgados por publicações e, em um determinado momento, essa pesquisa pode se transformar em uma tecnologia patenteável que fomenta o desenvolvimento econômico em países desenvolvidos.

Em contraste, em sistemas de inovação de países em desenvolvimento, a universidade pode assumir o papel de ator principal do sistema de inovação, ao exercer a função de atrair os investidores externos para o setor de alta tecnologia e gerar um efeito sistêmico no ambiente econômico regional pela produção do conhecimento complexo, que favorece o desenvolvimento de invenções (BENNEWORTH, 2007). Neste contexto, o engajamento e os modos de colaboração se relacionam com a capacidade tecnológica e científica das empresas e dos acadêmicos, respectivamente (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017). A limitação das atividades de pesquisa interativa e conjunta leva as empresas a usarem os recursos de P,D&I das universidades como substitutos ou a utilizar as parcerias de P,D&I com outras empresas (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017). Segundo Fischer et al. (2018), países em desenvolvimento encontram desafios para fortalecer o empreendedorismo voltado para a inovação, uma vez que o capital humano é limitado e encontra-se, em sua maioria, nas universidades. Soma-se, ainda, a relação frágil entre os agentes do sistema de inovação, o que reforça a necessidade de desenvolver a capacidade empreendedora das universidades. No

contexto brasileiro, devido à alta dependência da tecnologia internacional, cria-se uma barreira para o desenvolvimento de tecnologias e inovações próprias.

A capitalização do conhecimento alterou a forma como cientistas avaliam os resultados de suas pesquisas, porque o conhecimento técnico e científico gerado possui potencial comercial e intelectual pela transferência de tecnologia. Essa percepção motiva a universidade a assumir uma nova identidade – a universidade com perfil empreendedor (ETZKOWITZ, 2013b). A universidade empreendedora extrapola a missão tradicional da universidade de ensino, pesquisa e extensão, agregando a função de desenvolvimento social e econômico pela transferência e comercialização do conhecimento por meio de patentes, licenças, direito de propriedades e iniciativas para inovação empresarial (FISCHER et al., 2020). A primeira missão acadêmica (o ensino) inspira a segunda missão (a pesquisa), que, consequentemente, estimula a terceira missão (a extensão), responsável pela contribuição para o desenvolvimento econômico e social (ETZKOWITZ, 2013b). As mudanças geradas pela terceira missão impulsionam a universidade a assumir um papel de liderança organizacional e tecnológica de formas diferentes. Ou seja, a universidade se adapta às características dos países e das tradições acadêmicas para cumprir a terceira missão (ETZKOWITZ, 2013b; FISCHER et al., 2020). Bastos e Britto (2017) pontuam que as universidades atuam nos sistemas de inovação de acordo com as suas especificidades institucionais, como, por exemplo, em suas áreas de pesquisa científica, em publicações de alto impacto, em ênfase curricular e nas trajetórias dos Sistemas Nacionais de Inovação pelas interações de *spin-offs* e *spillovers*.

O conhecimento polivalente, criado pelos pesquisadores acadêmicos a partir de sua participação na constituição de empresas e na concepção direta das pesquisas e desenvolvimentos, bem como no processo de tomada de decisão para alinhamentos mais estreitos entre prioridades científicas e as necessidades sociais, amplia a divulgação dos resultados de pesquisas para a sociedade e parceiros acadêmicos e aumenta a confiança e a transparência (COPE et al., 2018; ETZKOWITZ, 2013b; FISCHER et al., 2020). Ainda, a universidade empreendedora deve buscar aprimorar a capacidade de estabelecer parcerias com atores heterogêneos – como empresas locais e estrangeiras, *startups*, pequenas e médias empresas, empresas já estabelecidas no mercado e outros agentes econômicos (FISCHER et al., 2020) como, por exemplo, entidades sem fins lucrativos.

Neste contexto, os resultados da interação universidade-empresa podem ser influenciados pelo conhecimento prévio existente, pela propensão à interação dos atores, pelas características do desenvolvimento dos novos produtos, pelas políticas públicas e pelo papel do

setor público (RAPINI et al., 2009). A parceria entre a Pontifícia Universidade Católica do Paraná e a Eletrolux do Brasil, por exemplo, resultou em uma nova tecnologia e em estratégias de manutenção e venda para a empresa. A universidade obteve recursos para a realização de pesquisas e publicações científicas e para a capacitação tecnológica com novos recursos laboratoriais, por fim, novos produtos, voltados para as necessidades do mercado brasileiro, foram lançados (SEGATTO-MENDES; MENDES, 2006). Esse cenário se repete na Universidade Federal de Santa Maria. Segundo Bernier, Hafsi e Deschamps (2015), as empresas apontam como relevante o auxílio para o desenvolvimento de novos produtos ou processos, assim como as universidades destacam a importância do subsídio na formação de profissionais e nos direcionamentos das pesquisas para aplicações práticas, a partir do aumento do contato com a comunidade. Como ator central no ambiente de inovação, as universidades têm a necessidade de estabelecer constantes interações com os agentes externos para a realização de parcerias. Nessas interações, são necessárias adaptações aos perfis dos diferentes parceiros. No processo de inovação, as universidades não são autossuficientes (FISCHER et al., 2018), uma vez que a dinâmica entre os atores no sistema nacional de inovação suscita uma infraestrutura de ciência e tecnologia com variados modelos organizacionais, que incluem incubadoras de empresas, parques tecnológicos, consórcios de P,D&I, centros de transferência de tecnologia, centros de pesquisa cooperativa, *spin-offs* de empresas de base tecnológica e múltiplas formas de alianças entre as indústrias, governo e universidade (BASTOS; BRITTO, 2017).

Os contratemplos enfrentados pelas universidades no ambiente de inovação são de longa data (FISCHER et al., 2018). Por um lado, as pesquisas nas empresas envolvem uma troca direcionada de conhecimento, o que pode causar atrasos nas publicações dos resultados científicos (PARTHA; DAVID, 1994). Por outro lado, a universidade trabalha sobre a perspectiva da ciência aberta, com a divulgação e publicação do conhecimento (PARTHA; DAVID, 1994). Os obstáculos da distância cultural entre os acadêmicos e as indústrias estão além dos aspectos técnicos, pois a distância está também na compreensão dos aspectos do empreendedorismo e da comercialização (FISCHER et al., 2018; PADILLA-MELÉNDEZ; DEL AGUILA-OBRA; LOCKETT, 2013). Soma-se a isso a dificuldade de estabelecer e manter os contatos entre os atores, já que eles usam diferentes canais para troca de informação e conhecimento – por exemplo, conferências, seminários, congressos, reuniões, cursos (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017). Por fim, pode-se observar a falta de orientação para pesquisa e desenvolvimento por parte das empresas (FISCHER et al., 2018) e as políticas públicas incipientes (ENGEL, 2015; SARVO; FRANCO, 2017).

O Brasil está na 13^a posição na produção científica global, com um total de 250.000 artigos na base de dados *Web of Science*, no período de 2011 a 2016, de acordo com a *Clarivate Analytics* (BRAGA, 2019). Braga (2019) observa, ainda, que 95% das publicações são concebidas nas universidades públicas, federais e estaduais – na lista divulgada, das vinte universidades que mais publicam, não foi incluída nenhuma universidade privada. Neste sentido, Paranhos, Hasenclever e Perin (2018) afirmam que o sistema científico e tecnológico do Brasil está concentrado na esfera pública, o qual atua sob a autogestão dos pesquisadores, que o transformam em um processo moroso, ideológico, cerceado nos limites da administração pública e com pouca flexibilidade para mudanças em sua estrutura. Isso faz com que o sistema não se adapte completamente aos aparatos da hélice tripla e do sistema de inovação abordados na teoria (PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018). No contexto brasileiro, Suzigan e Albuquerque (2008) destacam que as ICTs ainda não conseguem mobilizar pesquisadores, cientistas e engenheiros, como ocorre nos países desenvolvidos. Conjuntamente, há um restrito envolvimento da indústria no processo de inovação, fazendo com que o ciclo de troca de conhecimento científico e tecnológico seja restrito. Essas características implicam um processo de interações pontuais, que é importante e traz ganhos de competitividade internacional, mas que não está presente em todas as atividades econômicas nacionais (BASTOS; BRITTO, 2017).

Os governos federal, estadual e municipal têm desenvolvido iniciativas para promover um sistema de inovação forte, por meio de um arcabouço legal que incentiva e apoia a interação entre os diversos atores. O suporte legal oferece isenções fiscais para atividades de P&D, concentradas, principalmente, na indústria de tecnologia da informação e comunicação (Lei nº 8.248/1991 e Lei nº 10.176/2001). Tem-se, ainda, as isenções de impostos às universidades (Leis 8.010/1990 e 8.032/1990).

Em dezembro de 2004, foi aprovada a Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004), que instituiu “medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País”. A Lei da Inovação criou os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) e recomendou que as universidades públicas dessem preferência à interação com outras instituições públicas, em detrimento de interações com a iniciativa privada (MARQUES et al., 2016). Essa Lei tem estimulado parcerias estratégicas entre as universidades, os institutos de tecnologia e o setor privado, assim como tem motivado os institutos de ciências e tecnologia a participarem do processo de inovação e estimulado a inovação nas empresas (PANISSON; WILLERDING; LAPOLLI, 2018).

A Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) altera algumas prescrições do Código Tributário Nacional, simplificando os procedimentos para a solicitação de isenção fiscal pelas empresas, de forma a incentivar o setor privado. Em ações mais recentes, foi instituída a Emenda Constitucional nº 85, de 2015, que busca apoiar as mudanças conjunturais e econômicas advindas da maior participação da ciência e da tecnologia na economia e na vida social em geral e fornece um conjunto de suportes constitucionais para o marco regulatório, instituído em 2016 (SOARES; PRETE, 2018). A Emenda Constitucional nº 85, de 2015, apresenta quatro pontos principais: i) expandir, integrar, modernizar e consolidar o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCT&I), juntamente com os governos estaduais, para ampliar a base científica e tecnológica nacional; ii) acelerar o desenvolvimento de um ambiente favorável à inovação nas empresas, fortalecendo a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE); iii) fortalecer as atividades de pesquisa e inovação em áreas estratégicas para a soberania do País, especialmente áreas como energia, engenharia aeroespacial, segurança pública, defesa nacional e Amazônia; e, por fim, iv) incentivar a popularização e o ensino de ciências, a universalização do acesso aos bens gerados pela ciência e a difusão de tecnologias para a melhoria das condições de vida da população (SOARES; PRETE, 2018).

Em 2016, foi regulamentado o Novo Marco Regulatório de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016), concernente aos incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. A Lei nº 13.243/2016, entre outras alterações, modificou a redação do art. 19, § 2º- A, da Lei nº 10.973/2004 (Lei de Inovação), reunindo diversos instrumentos de estímulo à inovação empresarial que já existiam no ordenamento jurídico brasileiro e listando outros novos. A nova lei apresenta a formalização das Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica (ICTs) e de entidades privadas (sem fins lucrativos); a ampliação do papel dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), incluindo a possibilidade de fundações de apoio serem NITs de ICTs; a diminuição de alguns dos entraves para a importação de insumos para pesquisa e desenvolvimento (P&D); a formalização das bolsas de estímulo à atividade inovativa; e, ainda, a mitigação significativa de pontos críticos que geravam insegurança jurídica. A nova lei, portanto, dá maior clareza a sua aplicação e operacionalização, bem como fortalece ferramentas de estímulo à participação de ICTs em atividades de inovação, associadas ao segmento produtivo (RAUEN, 2016).

O Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016) alterou um total de nove leis. A principal mudança ocorreu no processo de colaboração entre a universidade e a empresa. Ela possibilitou, às organizações privadas, adquirir propriedade intelectual sobre os

resultados das pesquisas desenvolvidas em parceria com as universidades, e, aos professores, dedicação exclusiva para desenvolver pesquisa, remunerada ou não, em empresas privadas. Dessa forma, tal mudança estimulou a interação dos setores público e privado pela viabilidade do processo de inovação aberta.

No entanto, a interação entre os atores no ambiente de inovação não alcançou consideráveis avanços. No estudo de Paranhos, Hasenclever e Perin (2018), são abordados os aspectos das estratégias e políticas estabelecidas de 2004 a 2018 e dos resultados empresariais e acadêmicos, que demonstram que as respostas às políticas públicas são incipientes. Tal fato está ligado à prática das empresas brasileiras, que desenvolvem produtos com foco no mercado interno. Segundo os dados da Pesquisa de Inovação (IBGE, 2020), no triênio de 2015 a 2017, das 116.962 empresas brasileiras, apenas 39.329 investiram em inovações de produto e/ou processo, ou seja, um total de 33,63% das empresas brasileiras implementou inovações. O percentual da receita de vendas investido em atividades internas de P,D&I manteve a tendência de queda apresentada em 2014, fato que vem sendo observado ao longo dos anos. Assim, em 2014, o investimento era de 0,67% e diminuiu para 0,62%, em 2017. Os dados da Pesquisa de Inovação (IBGE, 2016) indicam que, no triênio de 2012 a 2014, 28,5% (13.583) das empresas que implementaram inovação utilizaram informações originárias das universidades, ainda que apenas 17,4% (8.305) delas tenham avaliado a universidade como importante fonte de informação. Essa limitação no processo de criação e busca de conhecimento faz com que as parcerias com as universidades tenham como objetivo principal a redução de custos de P&D, e não o avanço no desenvolvimento de invenções que ampliem a comercialização para os mercados internacionais (PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018). Dentre as características dos sistemas nacionais de inovação, o sistema brasileiro apresenta particularidades por ser o Brasil um país de dimensão continental e com disparidades regionais, fatores que suscitam a importância de políticas específicas para o desenvolvimento local (ALBUQUERQUE et al., 2002). Assim, as políticas públicas também são limitações para o sistema de inovação nacional, pois elas não estão adequadas à realidade brasileira e não contemplam as singularidades das demandas econômicas das empresas e da sociedade (PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018).

A principal diferença existente no desenvolvimento de parcerias entre as empresas e a universidade, no ambiente de inovação, está diretamente associada à natureza dos objetivos, às normas de comportamento relacionados, à divulgação do conhecimento e ao sistema de recompensas (TEIXEIRA; TUPY; AMARAL, 2016). Segundo Bruneel, D'este e Salter (2010),

as diferenças normativas das instituições – como, por exemplo, a propriedade intelectual, que se configura como uma barreira transacional – determinam as barreiras de orientação e os empecilhos relacionados à colaboração entre a universidade e a empresa. No estudo da percepção dos benefícios e dificuldades na interação entre a universidade e a empresa, nos grupos de pesquisa mineiros, Teixeira, Tupy e Amaral (2016) verificaram que a percepção de benefícios não pecuniários – como, por exemplo, a reputação – está vinculada à percepção dos benefícios pecuniários. Nas dificuldades, foram identificadas as diferenças de prazos, a falta de mão de obra e de conhecimento por parte das universidades e por parte das empresas, assim com o maior peso, as dificuldades transacionais, e as menos indicadas, como a distância geográfica (TEIXEIRA; TUPY; AMARAL, 2016).

No Brasil, ainda, são encontradas barreiras relacionadas à capacitação de recursos humanos e de conhecimento por parte dos dois atores – universidade e empresa (FISCHER et al., 2020; TEIXEIRA; TUPY; AMARAL, 2016). As dificuldades existentes na interação entre as partes requerem uma compreensão do ambiente de cada um dos atores, a fim de desenvolver ações que sejam realmente eficazes para o contexto da pesquisa, colaboração e desenvolvimento tecnológico brasileiro (FISCHER et al., 2020; PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018; TEIXEIRA; TUPY; AMARAL, 2016). O engajamento acadêmico envolve as peculiaridades das relações, os objetivos, a gestão pública e a criação do conhecimento (PERKMANN et al., 2013). A compreensão da dinâmica de colaboração científica auxilia a indústria a trabalhar, de forma realista, seus objetivos, sendo feita uma construção conjunta, mediante a pesquisa interativa, de forma a auxiliar a tomada de decisão em projetos que contribuirão para o desenvolvimento de novas tecnologias e de produtos com custos menores (PERKMANN; SCHILDT, 2015). O contexto das pesquisas desenvolvidas no âmbito da universidade precisa de uma maior compreensão de suas particularidades, para que os pesquisadores e gestores de empresas possam articular ações que consolidem as parcerias entre os diferentes atores do ecossistema de inovação.

2.5 A pesquisa e o desenvolvimento em inovação aberta

A criação de produtos e serviços inovadores é intensificada pela colaboração entre os diversos atores no ambiente de inovação. A necessidade de solucionar problemas complexos, em um processo colaborativo, aprimora as percepções sobre as questões investigadas,

adquirindo-se uma compreensão ampla e sistemática, o que permite o desenvolvimento de estratégias e conhecimentos mais eficazes (MÜLLER; GROESSER; ULLI-BEER, 2012).

A pesquisa colaborativa estabelece parcerias para um processo de aprendizagem mútuo, viabilizando a coprodução coletiva de conhecimento (MÜLLER; GROESSER; ULLI-BEER, 2012). Os projetos multidisciplinares, por exemplo, exigem expertise de mais de um campo de domínio e, nesse processo de colaboração entre especialistas de diferentes disciplinas, as pesquisas geram conhecimentos complexos e de maior alcance (KERAMINIYAGE; AMARATUNGA; HAIGH, 2009).

Neste sentido, o contexto de pesquisa determina a capacidade da ciência multidisciplinar. A parceria requer atenção aos processos e objetivos, para que seja possível identificar as singularidades das diferentes perspectivas dos membros das equipes multidisciplinares e gerenciar adequadamente as necessidades, de forma a conseguir uma colaboração efetiva. As estratégias de gestão podem criar um grau de profissionalização para as atividades do projeto, considerando que os indivíduos envolvidos nos projetos de pesquisa podem não saber lidar com as especificidades do processo de colaboração científica, principalmente, multidisciplinar (CHERUVELIL et al., 2014). Essas ações tornam possível diminuir o custo, a longo prazo, da criação de iniciativas multidisciplinares para novos projetos, além de reduzirem os esforços para manter as equipes constituídas (STOKOLS et al., 2008).

A colaboração em pesquisa tem aumentado, com relação à frequência e à importância, nas últimas duas décadas (KUMAR, 2015). A estrutura das redes colaborativas acadêmicas é comumente investigada por seu caráter de influência na natureza do trabalho, pelo fato de seus resultados contribuírem para melhorias no âmbito econômico, social e científico e assegurarem novos financiamentos aos projetos (HAYAT; LYONS, 2017).

Os estudos sobre o processo de colaboração são desenvolvidos assumindo, como unidade de análise, a perspectiva das universidades, das empresas e dos pesquisadores acadêmicos, de forma individual (BERBEGAL-MIRABENT; SÁNCHEZ GARCÍA; RIBEIRO-SORIANO, 2015). Os estudos com abordagem qualitativa investigam os fatores que motivam a colaboração e as dinâmicas relacionadas aos processos de colaboração, por meio de entrevistas e observações (ABBASI; HOSSAIN; LEYDESDORFF, 2012). Os trabalhos com abordagem quantitativa buscam mapear e medir atividades de colaboração pela análise bibliométrica de coautoria de artigos científicos, publicados em periódicos internacionais e indexados em bases de dados especializadas (ABRAMO; D'ANGELO; DI COSTA, 2009) e pela análise de redes sociais ou ciência de rede (ABBASI; HOSSAIN; LEYDESDORFF, 2012).

No presente estudo, os projetos de pesquisa na UFMG formam a unidade de análise, que acontecerá pela abordagem quantitativa de análise de redes sociais. Segundo Teixeira, Tupy e Amaral (2016), os grupos de pesquisa mineiros avaliam que a transferência de conhecimento via cooperação em projetos de P,D&I podem possibilitar maiores benefícios, apesar de enfrentarem maiores dificuldades, relacionadas às diferenças culturais e institucionais. Nesse sentido, os autores afirmam que o incentivo à interação, por meio de estratégias de redes em projetos colaborativos, pode aumentar a percepção dos benefícios pelos grupos de pesquisa e estimular a cooperação e desenvolvimento científico e tecnológico no ambiente mineiro de inovação.

As diferentes metodologias de estudo das redes convergem para o objetivo de compreender as relações a fim de contribuir para o alcance de processos de colaboração científica profícuos e com menor custo, a longo prazo (BRIGHT et al., 2017). O início das parcerias se dá pelos indivíduos, que estabelecem um relacionamento e passam a colaborar em prol do alcance de um objetivo comum. Essa construção demanda tempo, custos e está atrelada diretamente a fatores explícitos e implícitos do ambiente da pesquisa, das diferentes ciências, da economia, da política e do contexto social (HAYAT; LYONS, 2017).

O capital humano em ciência e tecnologia compõe a soma de conhecimentos científicos, técnicos e sociais e de habilidades e recursos incorporados em um determinado indivíduo que detêm educação formal e treinamento (LEE; BOZEMAN, 2005). De fato, o capital humano em ciência e tecnologia é um conjunto único de recursos que o indivíduo traz para seu trabalho e que está imerso em relações sociais e redes que unem os cientistas e os usuários da ciência em um esforço colaborativo (LEE; BOZEMAN, 2005).

A formação complexa da colaboração em pesquisa inclui elementos intrapessoais, interpessoais, organizacionais, institucionais, tecnológicos (por exemplo, cibernético), condições do ambiente físico e fatores políticos e sociais que influenciam o êxito da colaboração multidisciplinar em pesquisas, treinamento e configurações de políticas públicas (STOKOLS et al., 2008).

Os custos para a construção da colaboração são uma consequência inevitável do trabalho em equipe. Em muitas parcerias, é necessário manter o contato com várias mídias, superar o não reconhecimento social, aguardar retornos e o cumprimento dos compromissos assumidos na divisão do trabalho. Esses são alguns dos fatores que demandam tempo e energia, mesmo nas melhores relações de colaboração (LEE; BOZEMAN, 2005). As parcerias em pesquisa estão inseridas em um ambiente de incertezas: a maioria dos pesquisadores já tiveram projetos

que nunca foram concluídos ou cujos resultados foram frustrantes, porque, por exemplo, um ou mais colaboradores não corresponderam às expectativas (LEE; BOZEMAN, 2005). O processo de colaboração, em projetos de pesquisa e desenvolvimento, é baseado em relacionamentos pessoais e organizacionais fortes (BARNES; PASHBY; GIBBONS, 2006), que precisam ser conservados, a fim de manter a continuidade do processo e agregar a capacidade desenvolvida e os resultados (ABBASI & ALTMANN, 2011).

Fatores implícitos também são apontados como facilitadores da colaboração em pesquisa em ciência e tecnologia – a exemplo da proximidade cultural, que ajuda a compreender as possíveis diferenças que afetam significativamente a colaboração (JEONG; CHOI; KIM, 2011). Os indivíduos que se formam em uma mesma instituição acadêmica, por exemplo, tendem a estabelecer parcerias com maior frequência, porque experienciaram a mesma tradição cultural e acadêmica durante a educação formal. Os laços entre eles são estabelecidos pela habilidade técnica e de recursos, o que pode ocasionar laços regionais e a ocorrência de redes exclusivas entre eles (JEONG; CHOI; KIM, 2011; KATZ; MARTIN, 1997; LEE; BOZEMAN, 2005).

A excelência acadêmica é outro fator que contribui para o investimento do pesquisador em uma rede de inovação. Pesquisadores com maior grau de excelência acadêmica têm maior inclinação a cooperar com outros (ABRAMO; D'ANGELO; DI COSTA, 2009; LEE; BOZEMAN, 2005), porque o processo de colaboração permite que eles se mantenham atualizados e obtenham melhores resultados em suas pesquisas (KATZ; MARTIN, 1997). No mesmo sentido, a instituição do pesquisador é um atrativo para estabelecer parcerias – quanto maior a classificação do departamento acadêmico ao qual o pesquisador pertence, maior é a sua propensão de ingressar em uma rede de pesquisa (EVANS; LAMBIOTTE; PANZARASA, 2010; JEONG; CHOI; KIM, 2011).

A busca por um maior desempenho acadêmico também favorece a decisão de estabelecer parcerias científicas. Os projetos de pesquisa colaborativas são tidos como uma forma de produzir resultados de maior qualidade ou em maiores quantidades e, ainda, aumentam a probabilidade de aceitação de seus resultados para publicação (JEONG; CHOI; KIM, 2011; KATZ; MARTIN, 1997). Nota-se, também, o aumento das habilidades e de consensos científicos dentro de uma área de especialidade (EVANS; LAMBIOTTE; PANZARASA, 2010).

Barnes, Pashby e Gibbons (2006) constataram que os projetos de pesquisa colaborativa possuem condições denominadas universais e outras relacionadas ao gerenciamento do projeto.

Os fatores universais incluem confiança mútua, compromisso, bons relacionamentos pessoais, continuidade, flexibilidade e liderança. Os aspectos relacionados ao gerenciamento do projeto abrangem objetivos claramente definidos, responsabilidades delineadas, plano de projeto mutuamente acordado, objetivos realistas, recursos adequados, marcos do projeto determinados, acordo de colaboração bem delineado, monitoramento do progresso, comunicação ativa e garantia de entrega dos colaboradores (BARNES; PASHBY; GIBBONS, 2006). Soma-se, a esses elementos, as demandas de financiamento, que podem atrair pesquisadores para colaborarem uns com outros e com empresas, ainda que a parceria com as empresas gere implicações em termos de liberdade no direcionamento do projeto (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017). Destaca-se que o trabalho dos pesquisadores acadêmicos é baseado nos princípios de autonomia de pesquisa e na ampla disseminação de conhecimento recém-gerado. Além disso, seus sistemas de incentivo são baseados na reputação e no reconhecimento pelos pares (GARCIA et al., 2019; PARTHA; DAVID, 1994).

Os projetos de pesquisa colaborativa são desenvolvidos, em grande parte, em parceria com as universidades, já que elas concentram a pesquisa básica das diversas áreas do conhecimento científico, o que é alicerce para o desenvolvimento da pesquisa aplicada. Nesse sentido, a colaboração parte do compartilhamento e da complementação de expertises entre os pesquisadores em universidades, e entre a universidade e as empresas. Bastos e Britto (2017) reforçam que os grupos de pesquisa são os principais articuladores na captação de conhecimentos de diferentes sistemas de inovação internacionais, por identificar, traduzir e aplicá-los em setores locais, fomentando o crescimento econômico.

A universidade é uma fonte de oportunidade tecnológica para a indústria, complementando ou substituindo suas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (RAPINI et al., 2009; TEIXEIRA; TUPY; AMARAL, 2016). Em países desenvolvidos, a interação entre a universidade e a indústria apresenta relações bem estruturadas e políticas públicas definidas para o incentivo das redes e para a comercialização dos frutos das parcerias (RAPINI et al., 2009; ENGEL, 2015). Existe uma tendência, entre os órgãos financiadores, de estabelecer medidas específicas para promover a colaboração científica a nível local e transnacional. Logo, essas parcerias aumentam a especialização e os resultados das pesquisas e geram um crescimento da capacidade produtiva dos acadêmicos (ABRAMO; D'ANGELO; DI COSTA, 2009; FICHTER; TIEMANN, 2018; HAYAT; LYONS, 2017; PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018).

Albuquerque et al. (2005) afirmam que, em economias em desenvolvimento, o papel da ciência se desdobra na identificação de oportunidades que liguem o país aos fluxos internacionais de conhecimento e tecnologia, e, ainda, no apoio à entrada das indústrias em setores estratégicos pelo desenvolvimento tecnológico. Por fim, a ciência provê soluções criativas que dificilmente seriam obtidas em outros ambientes externos, devido às peculiaridades observadas. A demanda tecnológica das empresas para a academia, em países em desenvolvimento, é diferente daquela que ocorre nos países desenvolvidos, pois, naqueles, a busca por tecnologia, muitas vezes, é restrita a características da dinâmica tecnológica do mercado nacional (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017). Os sistemas nacionais de inovação latino-americanos, por exemplo, se caracterizam pela fraca demanda de conhecimento por parte das empresas (PERKMANN et al., 2013). Fatores como o ambiente macroeconômico e as políticas públicas são apontados como limitadores do desenvolvimento tecnológico local, por direcionarem pouca atenção à tecnologia e à inovação no desenvolvimento econômico (RAPINI et al., 2009; CHAVES et al., 2016). Tal fato é evidenciado pela queda nos índices de competitividade mundial. Nos últimos anos, o Brasil tem perdido sua capacidade competitiva internacional (WEF, 2016). De acordo com Negri (2014), a estagnação da produtividade influencia diretamente a competitividade do país, como vem sendo evidenciado pelo Fórum Econômico Mundial, no qual o Brasil ocupava a 48ª posição em 2012, no Ranking Global de Competitividade, e despencou para a 76ª colocação em 2015, chegando, em 2016, a ocupar o 81º lugar (WEF, 2016). No Brasil, podemos evidenciar que as iniciativas para promover a inovação são recentes, visto que a Lei da Inovação é de 2004 (Lei nº 10.973/2004) e o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, que altera a lei de inovação, Lei do Bem e uma série de outras legislações, é de 2016 (Lei nº 13.243/2016). O Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação trouxe algumas facilidades em relação ao patenteamento dos resultados das pesquisas, aos processos licitatórios e de compras para o desenvolvimento da inovação, à efetivação de parcerias, conduzidas por pesquisadores com dedicação exclusiva a empresas, e à criação de empresas por parte desses pesquisadores. De acordo com o MCTI (2016), os investimentos em inovação feitos pelo setor público são maiores do que os feitos pelo setor privado, visto que os órgãos públicos fomentam os cursos de pós-graduação no país, o que evidencia a necessidade de maior envolvimento do setor privado na efetivação desses investimentos.

A infraestrutura científica, em um país de economia em desenvolvimento, constitui a capacidade do país de absorver os fluxos científicos e tecnológicos internacionais (ALBUQUERQUE et al., 2005). As universidades, em países em desenvolvimento, devem

contribuir para o crescimento social e econômico, por meio da interação com as indústrias e demais grupos sociais, já que elas são as principais fontes de conhecimento científico e tecnológico nesses países (BRUNDENIUS; LUNDVALL; SUTZ, 2009). Cohen, Nelson e Walsh (2002) apresentaram evidências de que as universidades propiciam novos projetos de P,D&I e contribuem para a conclusão de projetos existentes, elevando as oportunidades tecnológicas de inovação industrial. Neste sentido, Rosenberg (1990) reforça a necessidade de investimentos em P&D para aumentar a capacidade de absorção científica pela indústria, sociedade e agentes econômicos. Fischer et al. (2018) constataram que, no contexto brasileiro, as interações entre as universidades e o setor industrial enfatizam o conhecimento tecnológico público e as soluções já estabelecidas.

No estudo de Bastos e Britto (2017), foi evidenciado que existe um crescimento da interação das ICTs com as empresas. No entanto, as empresas nacionais possuem uma interação menor do que as multinacionais no processo de inovação. Essa prática fomenta um ambiente de pesquisa limitado e não sustenta o processo de atualização tecnológica (BHULLAR; NANGIA; BATISH, 2017). As empresas brasileiras possuem uma baixa expertise para estabelecer e manter relações de colaboração em pesquisa e desenvolvimento com as universidades, seja pelo foco das universidades em qualificar recursos humanos pelo ensino ou pela dificuldade de ambos em determinar objetivos comuns para a produção científica e a comercialização de produtos (FISCHER et al., 2020, 2018). Os indivíduos devem ser estimulados a compartilhar suas expertises tecnológicas frente a situações reais, principalmente em ambientes de inovação que começam a emergir, com o intuito de aprimorar a capacidade inovativa do ecossistema local (DESIDÉRIO; POPADIUK, 2015).

O capital humano e o capital social, qualificados em nível individual e organizacional, são os principais determinantes para os projetos de pesquisa e desenvolvimento (COMACCHIO; BONESSO; PIZZI, 2012). Os relacionamentos estabelecidos em parcerias não dispõem, muitas vezes, de uma avaliação sistemática, ocasionando esforços paralelos e descoordenados, que se tornam obstáculos potenciais para o projeto (BRIGHT et al., 2017).

Em um estudo recente, Paranhos, Hasenclever e Perin (2018) evidenciaram que apesar de todo o avanço em políticas públicas, das orientações e do marco regulatório, os resultados de inovação no Brasil são muito incipientes. Segundo o levantamento desses autores, o aparato institucional brasileiro não contempla as características da interação universidade-indústria, logo, as empresas não estão investindo ou buscando inovação como esperado pelas iniciativas regulamentares (PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018). Em consonância, Teixeira,

Tupy e Amaral (2016) evidenciaram que, mesmo em áreas com maior percepção de benefícios recebidos na interação universidade-indústria – como, por exemplo, a área das engenharias –, os pesquisadores precisam realizar grandes esforços para reduzir as dificuldades enfrentadas no contato, principalmente no processo de interação, entre os atores.

De fato, a rede de inovação em pesquisas tem apresentado maior capacidade de produção de resultados para as empresas e as universidades em países desenvolvidos. Entretanto, as estratégias, políticas e estruturas desses ambientes com economias desenvolvidas não são aplicáveis em todos os contextos de inovação. Nos países em desenvolvimento, as particularidades regionais devem ser refletidas nas estratégias, para que as políticas e as ações para o desenvolvimento da sociedade, da tecnologia e da economia estejam de acordo com a realidade local (FRØLUND; MURRAY; RIEDEL, 2018; PADILLA-MELÉNDEZ; DEL AGUILA-OBRA; LOCKETT, 2013; PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018; TEIXEIRA; TUPY; AMARAL, 2016). As características culturais e socioeconômicas são fortes limitantes para o desenvolvimento de ações de inovação. Os aspectos do ambiente regional fazem com que as redes de colaboração possuam diferentes objetivos, configurações e resultados (ARAÚJO; BRITTO, 2016). Conforme Cumming e Kiesler (2007), na interação entre a universidade e a indústria, ocorrem custos indesejados e resultados vantajosos para as universidades. No entanto, faz-se necessário um sistema de governança adequado a essa realidade. Tal fato demonstra a urgência de se conhecer as características que permitem o avanço das políticas, das estratégias e das tecnologias, com alcance regional e nacional.

2.6 Análise das redes de colaboração em pesquisa na universidade

As redes sociais, estruturas importantes para a propagação de informações e conhecimentos (NEWMAN, 2001), despertam o interesse ao retratar os padrões das interações humanas. No ambiente de inovação, existem políticas e medidas que favorecem o trabalho em rede e as parcerias entre grupos de pesquisa. Os trabalhos de Abramo, D'angelo e Di Costa (2009), de Garcia et al. (2017), de Jeong, Choi e Kim (2011) e de Katz e Martin (1997) demonstram que as redes e as colaborações ajudam a disseminar o conhecimento e os resultados da pesquisa, de forma mais rápida e abrangente.

A teoria sobre redes sociais (*social networks*) estuda como os laços entre os nodes (também denominados nós) de uma determinada rede afetam os objetivos firmados (BALESTRIN; VERSCHOORE; REYES JUNIOR, 2010). O posicionamento de um ator na

rede pode ser revelado pelo número de interações com outros atores e pode reforçar as relações de poder diante dos atores periféricos (BURT, 1992). Segundo Granovette (1981), uma das questões clássicas da teoria social é como os comportamentos e as instituições são afetados pelas relações sociais. Em especial, o autor analisou o quanto a ação econômica está imersa nas estruturas das relações sociais, no âmbito da moderna sociedade industrial.

A estrutura da rede influencia as principais estratégias de inovação aberta em um ecossistema de inovação (MOTE et al., 2007; CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017). Estudos mostram que o conhecimento tende a fluir melhor entre entidades mais próximas geograficamente (BUNKER WHITTINGTON KJERSTEN; OWEN-SMITH JASON POWELL, 2004; JAFFE; TRAJTENBERG; HANDERSON, 1993), visto que o contato entre os atores reforça a confiança entre eles, além de possibilitar a construção de laços interpessoais que facilitam o entendimento cultural, social e técnico (ØSTERGAARD, 2009; SCHUURMAN; DE MAREZ; BALLON, 2016). A estrutura da rede e a força das relações sociais viabilizam relações de colaboração com expressivos ganhos tecnológicos, econômicos, sociais e organizacionais (BORINI; FLORIANI; FLEURY, 2012; BOSCHMA; TER WAL, 2007; NYBAKK; JENSSEN, 2012; OKE; IDIAGBON-OKE; WALUMBWA, 2008). A estrutura da rede e os relacionamentos que a compõem produzem um fluxo de conhecimento com maior propensão à estabilidade, com menor ruído e maior alcance dos diversos atores da rede de inovação (MOTE, 2005; Mariano et al., 2012).

As redes possibilitam que as interações entre os diversos atores do ecossistema de inovação, como universidades, governo, empreendedores, investidores e a sociedade, avancem para além das barreiras informacionais e culturais (PADILLA-MELÉNDEZ; DEL AGUILA-OBRA; LOCKETT, 2013). O compartilhamento do conhecimento, além das fronteiras técnicas, alcança o conhecimento tácito dos parceiros, dos clientes e do mercado, o que gera robustez à comercialização (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017; SIMARD; WEST, 2006). As relações entre os atores suprem as necessidades de novidade de informações e conhecimentos, além de criarem e capturarem valor, quando os envolvidos se tornam dependentes uns dos outros dentro da rede (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017). Assim, para atingir os objetivos, os atores da rede de inovação devem estabelecer laços que assegurem o valor do conhecimento que circula entre eles (SIMARD; WEST, 2006).

Os órgãos de financiamento e as políticas públicas impulsionam as ações de colaboração em pesquisa acadêmica, provendo benefícios, como tempo de dedicação, recursos financeiros e maior visibilidade da pesquisa e dos resultados (HAYAT; LYONS, 2017; HOWELLS;

RAMLOGAN; CHENG, 2012; KERAMINIYAGE; AMARATUNGA; HAIGH, 2009). O fomento das redes ocorre por contratos formais, nos quais são estabelecidos metas e indicadores de mensuração do desempenho na colaboração. Ele tem despertado um amplo interesse dos pesquisadores nestes parâmetros para a partilha de recursos ou para a execução dos projetos de pesquisa (DU; LETEN; VANHAVERBEKE, 2014). No entanto, em sua maioria, os relacionamentos de colaboração ocorrem a partir do contato informal entre os atores, em ambientes de socialização, como congressos e conferências, e por meio de intermediação de conhecidos (DU; LETEN; VANHAVERBEKE, 2014; HOWELLS; RAMLOGAN; CHENG, 2012; VANHAVERBEKE; CLOODT, 2006).

As redes de colaboração em pesquisa são altamente agrupadas, o que significa que dois pesquisadores são mais propensos a ter colaboração se eles têm um terceiro colaborador em comum, diferentemente do que aconteceria se dois cientistas colaborassem de forma aleatória em uma comunidade (BRIGHT et al., 2017). Tal fato pode indicar que o processo de os cientistas intermediarem as relações entre seus parceiros é importante para o desenvolvimento das comunidades científicas (NEWMAN, 2001). Neste sentido, Ikenami, Garnica e Ringer (2016) sustentam que, em ambientes de inovação, as estratégias para melhorar a conexão dos relacionamentos favorecem a conquista dos objetivos. Na rede do setor automotivo, Lopes, Ferrarese e Carvalho (2017) evidenciaram que os resultados da rede de inovação em pesquisa e desenvolvimento entre universidade-indústria foram significativos, pois os cientistas obtiveram 27 publicações científicas.

Cabe ressaltar que, nas redes de colaboração em pesquisa, os atores buscam objetivos distintos (MUSSI, 2016). No âmbito da pesquisa, os resultados estão relacionados ao aumento da produção científica, sobretudo daquela de maior relevância (FRØLUND; MURRAY; RIEDEL, 2018). O desempenho do projeto, na percepção dos indivíduos, está relacionado aos benefícios pessoais, tais como reconhecimento de suas habilidades, os ganhos profissionais como contínuo aprendizado, o aumento da rede de contato profissional e o estímulo para continuar a parceria com os demais (KERAMINIYAGE; AMARATUNGA; HAIGH, 2009; PADILLA-MELÉNDEZ; DEL AGUILA-OBRA; LOCKETT, 2013; STOKOLS et al., 2008). Já para a indústria, a comercialização relacionada à propriedade intelectual e o empreendedorismo acadêmico com fins financeiros são os resultados esperados. Por fim, para os projetos de pesquisa desenvolvidos no âmbito da universidade, os resultados esperados estão relacionados a publicações científicas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses,

relatórios de iniciação científica e protótipos (PARANHOS; HASENCLEVER; PERIN, 2018; PERKMANN et al., 2013).

A formação das redes tem despertado interesse ao apresentar singularidades relacionadas ao contexto e às estratégias de criação dos laços entre os diversos atores do ecossistema de inovação. As redes de colaboração devem apresentar taxonomia favorável aos resultados (TÁLAMO; CARVALHO, 2010). A estrutura da rede é determinada pela posição dos atores e seus relacionamentos, o que permite revelar facetas implícitas às relações – em especial, as informais. As medidas da rede são calculadas a partir das relações, parâmetros que indicam a estrutura relacional. Compreende-se, pelas medidas de coesão, a conectividade da rede e, pelas medidas de centralidade, a posição de cada ator em relação aos demais na rede (NELSON, 1989; SCOTT, 2000a, 2011), vide apêndices A.

As relações podem ser construídas a partir da posição do ator na rede, ou seja, a posição que o indivíduo ocupa pode aumentar a frequência de contato com os atores adjacentes e entre os atores da rede. Logo, uma maior frequência de contato pode desenvolver um relacionamento mais estreito entre os envolvidos e desenvolver uma relação baseada em confiança. Nas redes de inovação colaborativas, as relações de confiança entre os parceiros possibilitam trocas duradouras e maior acesso ao conhecimento (JEONG; CHOI; KIM, 2011; ROJAS; SOLIS; ZHU, 2018; SIMARD; WEST, 2006; ZHU et al., 2017). Além disso, o convívio institui uma relação de confiança entre eles, porque os indivíduos concebem uma percepção profunda das ações do outro ator (BRIGHT et al., 2017; BRUNEEL; D'ESTE; SALTER, 2010; CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017; TÁLAMO; CARVALHO, 2010). Na análise dos projetos colaborativos de P,D&I entre pesquisadores acadêmicos e indústrias, no contexto brasileiro, Garcia et al. (2019) encontraram que os grupos de pesquisa aumentam a produtividade científica após o início das parcerias. No entanto, os autores destacam que, a longo prazo, os efeitos positivos têm limites relacionados às características da área de conhecimento de cada grupo de pesquisa. Ainda, observa-se que, também a longo prazo, as barreiras entre a pesquisa acadêmica e o departamento de pesquisa e desenvolvimento das indústrias diminuem, assim como as barreiras transacionais que dizem respeito a conflitos de propriedade intelectual e da gestão contratual (GARCIA et al., 2019).

Segundo Asakawa et al. (2017), o compartilhamento entre os parceiros, especialmente os locais, requer a construção da confiança para minimizar comportamentos oportunistas a partir do contato direto. Rost (2011) observou que os laços fortes das redes entre os pesquisadores da indústria automobilística alemã e seus colaboradores regulares promoveram

a inovação e, além disso, que as relações esporádicas com pesquisadores desconhecidos elevavam o efeito das relações frequentes no ambiente interno da indústria, ao trazer novos conhecimentos para a rede. Essa evidência sugere que os novos conhecimentos obtidos fora da organização podem ser divulgados de forma eficaz dentro do grupo, quando os membros estão estreitamente conectados. As relações de maior proximidade representam um compromisso inerente entre confiança e novidade, segurança e flexibilidade (GARGIULO; BENASSI, 2000; HAYTER, 2013), o que demanda maior dedicação em sua preservação. Percebe-se, ainda, que os laços com baixa frequência são importantes para diminuir a redundância de informação e promover a inovação (GRANOVETTER, 1983; NELSON, 1989).

Os laços construídos pelos contatos esporádicos são relevantes para os atores manterem-se atualizados. As relações ocasionais permitem maior contato entre os diversos atores da rede, mas também com outros atores fora da rede, cuja a interação é menos frequente, o que possibilita a obtenção de novas informações (JEONG; CHOI; KIM, 2011; LEE; BOZEMAN, 2005; STOKOLS et al., 2008; WALSH; LEE; NAGAOKA, 2016). Os laços esporádicos podem gerar relações informais entre os funcionários ou entre as empresas e, assim, podem construir um modelo diferenciado de inovação aberta, que permite o alcance de recursos de conhecimento e informação para além dos acordados contratualmente. Granovetter (1981) destaca que uma das principais condições para o sucesso de uma empresa é gerir as relações fracas e fortes, a fim de não perder o acesso aos recursos ao limitar-se às relações redundantes (laços fortes) ou à superficialidade dos contatos esporádicos (laços fracos). Neste sentido, Dushnitsky e Shaver (2009) relatam que os relacionamentos fracos constituem pontes para acessar os investidores, e que os laços fortes são canais de informação e conhecimento utilizados pelos inventores para revelar seus produtos.

A estrutura da rede determina a capacidade da colaboração (MARQUES et al., 2016). Segundo Nybakk e Jenssen (2012), a disposição dos nós e das ligações da rede e a intensidade da interação entre os atores nos acordos de colaboração são fatores relevantes para a obtenção de resultados em inovação de produtos. Acrescenta-se, ainda, estratégias de elaboração de políticas voltadas para o desenvolvimento de inovação, ações para promover interações permanentes e maior aproximação entre os acadêmicos e a sociedade (BAUMGARTEN, 2008), como fatores que elevam a capacidade de inovação.

Na análise das características das redes sociais, as medidas de coesão (densidade, diâmetro e distância média) e as medidas de centralidade (grau, proximidade, intermediação e autovetor) são as principais características avaliadas para compreender a estrutura e as relações

de uma rede. As medidas de centralidade indicam a posição de um indivíduo em relação aos demais na rede, ou seja, indicam qual é o *status* do indivíduo em relação às conexões com os outros em seu ambiente imediato (HIGGINS; RIBEIRO, 2018; LAZEGA; PARIS; HIGGINS, 2014). Os indivíduos com maior centralidade de grau possuem maior acesso aos conhecimentos da rede e ocupam papel de maior *status* diante dos demais (WANG et al., 2014). A centralidade é medida em centralidade de entrada a qual indica quantos indivíduos entram em contato e a centralidade de saída indica qual o número de contatos que o indivíduo busca para obter recursos (SCOTT, 2011).

As medidas de coesão permitem avaliar a estrutura dos relacionamentos entre os atores em virtude dos vínculos estabelecidos (HIGGINS; RIBEIRO, 2018; JOHNSON, 2011; LAZEGA; PARIS; HIGGINS, 2014; SCOTT, 2011). Segundo Soh (2003), as redes de inovação com maior coesão apresentam maiores índices em desenvolvimento de novos produtos, devido ao conhecimento compartilhado entre os parceiros que facilitam o uso desse conhecimento (KNUDSEN, 2007).

A estrutura da rede de inovação revela a conectividade do grupo, permitindo intervenções diretas nos objetivos da interação. Ao escolher parceiros para desenvolver projetos dentro de sua área de especialidade, o pesquisador pode aumentar a densidade científica pela conectividade para colaboração e receber maior validação de suas atitudes e crenças, o que facilita a produção científica, por meio de normas compartilhadas para prática da pesquisa (EVANS; LAMBIOTTE; PANZARASA, 2010). A densidade leva ao aumento da produtividade dos pesquisadores por facilitar a criação de laços fortes pelo crescimento da familiaridade entre os membros (KERR; TINDALE, 2004; STOKOLS et al., 2008). No entanto, deve existir um equilíbrio nas relações, para que a alta densidade social não resulte em uma perda da diversidade de conhecimentos e habilidades, gerando uma limitação no desempenho (STOKOLS et al., 2008). Lee e Bozeman (2005) já discutiam as limitações que a alta densidade pode gerar no desenvolvimento da colaboração, principalmente na execução de atividades que demandam criatividade. Embora a alta densidade colabore para o melhor gerenciamento dos projetos, devido à diminuição de conflitos e ao maior compartilhamento dos valores culturais e cognitivos, a heterogeneidade dos indivíduos apresenta uma forte relação com o desenvolvimento da inovação (KATZ; MARTIN, 1997; LEE; BOZEMAN, 2005). Portanto, é importante manter a alta coesão, mas com estratégias que auxiliem o contato com pessoas externas ou que diversifiquem os pares na composição das equipes de trabalho, diminuindo-se,

assim, as chances de se ter o pensamento homogêneo e a redução da produção (STOKOLS et al., 2008).

A distância física entre os colaboradores tem uma interferência direta na intensidade da parceria (ABRAMO; D'ANGELO; DI COSTA, 2009). A proximidade geográfica oferece, em termos de *spillovers* de conhecimento, oportunidades de interação face a face, compartilhamento de conhecimento tácito e encontros imprevistos entre os indivíduos, o que facilita a criação do conhecimento complexo para inovação (EVANS; LAMBIOTTE; PANZARASA, 2010). Nos aspectos de gerenciamento do projeto, as atividades de coordenação tendem a envolver maior mobilidade física dos pesquisadores, principalmente em atividades como seminários, reuniões, intercâmbio de pessoal e compartilhamento de instalações de laboratórios (HOEKMAN; FRENKEN; TIJSSSEN, 2010). No Brasil, Sidone, Haddad e Mena-Chalco (2016) evidenciaram que a distância geográfica, em especial entre as regiões do país, são impeditivos para a colaboração efetiva entre os pesquisadores, porque dificulta a codificação do conhecimento. Silva e Rapini (2017) indicaram que a excelência e a escala científica dos grupos de pesquisa demonstram estar correlacionadas à distância física entre esses grupos e as empresas. Apesar dos esforços dos financiamentos públicos que incentivam a estruturação de colaboração entre os pesquisadores, destinando recursos para eventos, viagens e interações virtuais, o contato presencial ainda é tido como um diferencial na criação do conhecimento (FICHTER; TIEMANN, 2018; HAYAT; LYONS, 2017; JEONG; CHOI; KIM, 2011; SIDONE; HADDAD; MENA-CHALCO, 2016). Entretanto, “a proximidade geográfica é um fator importante, mas não é condição necessária para o estabelecimento de relações de colaboração entre a universidade e as empresas” (GARCIA et al., 2014a, p. 124). Empresas com maior capacidade de absorção buscam interagir com grupos de pesquisas que dispõem do conhecimento necessário para solucionar os problemas, independente da distância geográfica (GARCIA et al., 2014b). Por outro lado, observa-se que, quando as empresas identificam que os esforços empregados nas pesquisas científicas são sólidos – em outras palavras, quando o grupo de pesquisa local apresenta soluções para os problemas da empresa –, opta-se pela interação localizada, reafirmando a importância da localização e da proximidade geográfica para as colaborações entre as universidades e a empresa (GARCIA et al., 2014b). Diversas iniciativas têm sido observadas para a construção das redes de colaboração científica por parte das universidades públicas brasileiras. Por exemplo, a Universidade De São Paulo (USP) desenvolveu uma plataforma de equipamentos de uso compartilhado, a USP Multi (USP, 2020). A plataforma foi criada em dezembro de 2018, com a proposta inicial de agregar os equipamentos multiusuários da USP e, assim, estimular o compartilhamento de instrumentos

de alto custo entre os diferentes laboratórios e concentrar os processos de busca, agendamento de uso e a gestão das centrais (USP, 2020). Atualmente, a plataforma conta com a parceria da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) e da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e está aberta a adesão de outras universidades brasileiras. A UFMG conta com a recente iniciativa da cooperativa de laboratórios – COOLABS –, com o objetivo de fortalecer o acesso dos diversos setores da economia à estrutura de conhecimento científico gerado pela Universidade (COOPLAB, 2020).

A distância, em análise de redes sociais, é entendida como a menor distância entre dois nodes e refere-se ao número de ligações entre um ator e outro (MÜLLER-PROTHMANN, 2009; WASSERMAN; FAUST, 1994). A análise da distância, na rede, está relacionada ao acesso entre os indivíduos e permite inferir se as relações estão dispostas de forma a facilitar o contato entre os pesquisadores na rede de inovação. O trabalho de Garcia et al. (2014b) analisa a influência da estrutura dos grupos de pesquisa nas interações com a indústria, no qual a estrutura é representada pelas variáveis de tamanho, tempo de formação e qualidade da produção acadêmica. Garcia et al. (2014b) revelaram que os grupos de pesquisa que possuem pesquisas de maior fator de impacto, ou seja, maior qualidade acadêmica, não têm, necessariamente, maior número de interações com as empresas. Além disso, os autores revelaram que os grupos com maior número de pesquisadores e maior tempo de formação possuem maior número de interações. Tais contradições podem indicar que grupos maiores (técnico, administrativo e de apoio técnico) possuem superior capacidade de interagir com as empresas e que a qualidade acadêmica elevada dos grupos de pesquisa não se reflete em maior número de interações. Portanto, compreender as características das relações estabelecidas no desenvolvimento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em redes de colaboração, nos países em desenvolvimento, permite revelar as particularidades desse ambiente e desenvolver estratégias realistas para alcançar os objetivos (PADILLA-MELÉNDEZ; DEL AGUILA-OBRA; LOCKETT, 2013). Para se compreender como as características da estrutura da rede (distância e densidade) contribuem para o processo de colaboração em pesquisa para o desenvolvimento de inovação aberta, apresenta-se a proposição 1 e suas hipóteses:

Proposição 1: A estrutura da rede de inovação em pesquisa aumenta a percepção da rede de conhecimento, da inovação aberta, do desempenho e dos resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 1a: A densidade da rede de inovação em pesquisa influencia positivamente os resultados dos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 1b: A densidade da rede de inovação em pesquisa influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 1c: A densidade da rede de inovação em pesquisa influencia positivamente a percepção de inovação nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 1d: A densidade da rede de inovação em pesquisa influencia positivamente a percepção da rede de conhecimento nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 2a: A distância, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente os resultados dos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 2b: A distância, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 2c: A distância, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção de inovação nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 2d: A distância, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção da rede de conhecimento nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

A medida de centralidade da rede é uma característica importante, que pode facilitar ou impedir a transferência do conhecimento entre os membros (CROSS; PRUSAK, 2002). A centralidade busca entender se a pessoa central é mais popular em seu grupo ou se está no centro das atenções (SCOTT, 2000b). Em outras palavras, a análise da centralidade na rede investiga se a posição do indivíduo em relação aos demais concede a ele características de privilégio e poder frente aos demais (LAZEGA; PARIS; HIGGINS, 2014). As principais medidas de centralidade estão relacionadas ao grau de contato entre os indivíduos, à proximidade entre os atores da rede, à intermediação das relações e ao autovetor, que expressa o *status* do indivíduo em relação às ligações que ele estabelece na rede. O indivíduo com maior centralidade de grau pode ser o mais procurado como fonte de informações e recursos – fazendo-o desenvolver maior especialização – e, ainda, pode ser visto como mais confiável (WASSERMAN; FAUST, 1994). O ator que tem maior centralidade de proximidade tem maior acesso às informações, assim, ele tem maior habilidade de monitorar a rede e enxergar o que está acontecendo nela (FELLMAN, 2009). A medida de centralidade de intermediação representa o quanto um ator pode facilitar ou impedir o contato entre os atores, assumindo um controle na rede (JOHNSON, 2011; LAZEGA; PARIS; HIGGINS, 2014; WASSERMAN; FAUST, 1994).

As redes de colaboração em pesquisa são formadas por atores que possuem centralidade de grau alto, e os atores com maior centralidade de intermediação obtêm maior produtividade (HAYAT; LYONS, 2017). Os pesquisadores com maior centralidade assumem o papel de ligar grupos diferentes para complementar expertises e diminuir a perda causada pela redundância dos laços na rede (HAYAT; LYONS, 2017). Os pesquisadores que possuem maior centralidade de intermediação são os mais procurados pelos atores entrantes na rede, fazendo com que eles tenham maior grau de contato entre eles (ABBASI; HOSSAIN; LEYDESDORFF, 2012). Neste sentido, os pesquisadores com maior grau de intermediação possuem maior poder de controlar o fluxo de comunicação e informação e atraem novos pesquisadores, que possuem menor grau de centralidade na rede ou que tem conexão mais direta com todos os outros nós da rede, ou seja, a centralidade de proximidade, para fazer parcerias (ABBASI; HOSSAIN; LEYDESDORFF, 2012).

Proposição 2: A medida de centralidade do indivíduo, na rede de inovação em pesquisa, aumenta a percepção dos atores da rede de conhecimento, da inovação aberta, do desempenho e dos resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 3a: A centralidade de grau dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 3b: A centralidade de grau dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 3c: A centralidade de grau dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção de inovação nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 3d: A centralidade de grau dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção da rede de conhecimento nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 4a: A centralidade de proximidade dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 4b: A centralidade de proximidade dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 4c: A centralidade de proximidade dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção da inovação aberta nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 4d: A centralidade de proximidade dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção da rede de conhecimento nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 5a: A centralidade de intermediação dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 5b: A centralidade de intermediação dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 5c: A centralidade de intermediação dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção da inovação aberta nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 5d: A centralidade de intermediação dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção de rede de conhecimento nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 6a: A centralidade de autovetor dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 6b: A centralidade de autovetor dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 6c: A centralidade de autovetor dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção da inovação aberta nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 6d: A centralidade de autovetor dos atores, na rede de inovação em pesquisa, influencia positivamente a percepção da rede de conhecimento nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

A rede de conhecimento influencia diretamente a busca dos pesquisadores por conhecimento para suas pesquisas (WANG et al., 2014). As relações sociais podem simplificar ou restringir o fluxo da rede de conhecimento das organizações, e influenciar na concepção de resultados inovadores, a nível local e internacional (GUAN; LIU, 2016). Desse modo, os pesquisadores que possuem uma percepção do conhecimento dos demais, na rede, bem como o acesso fácil a eles, têm maiores índices de produção de inovação (WANG et al., 2014). Essa percepção da rede de conhecimento resulta em melhores resultados para o processo de inovação aberta nas pesquisas (YAYAVARAM; AHUJA, 2008). A dinâmica da inovação aberta possibilita ao indivíduo conhecer e se conectar com outros, em um contexto de alta tecnologia e incerteza. Além disso, faz com que ele tenha a oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido, na educação formal, na prática. Esses fatores contribuem para uma maior percepção dos benefícios pessoais e profissionais e, conseqüentemente, para uma maior dedicação para o alcance dos resultados do projeto e da continuidade das parcerias.

Hipótese 7a: A percepção que os indivíduos possuem da rede de conhecimento, no processo de colaboração em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 7b: A percepção que os indivíduos possuem da rede de conhecimento, no processo de colaboração em pesquisa, influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

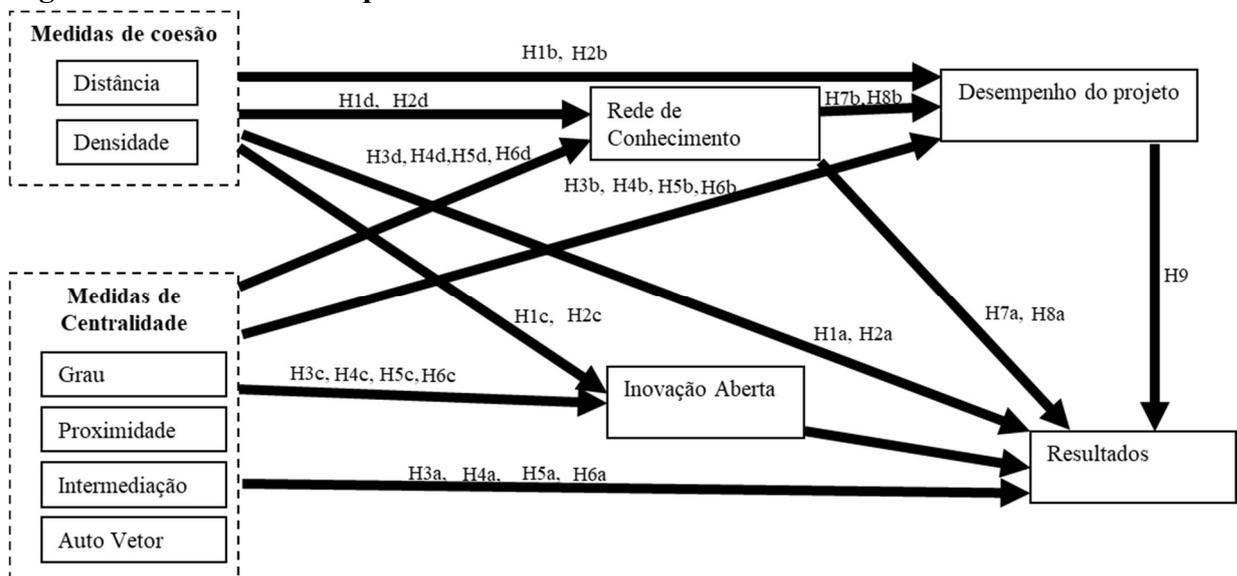
Hipótese 8a: A percepção que os indivíduos possuem da inovação aberta, no processo de colaboração em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 8b: A percepção que os indivíduos possuem da inovação aberta no processo de colaboração em pesquisa influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no âmbito da universidade.

Hipótese 9: A percepção que os indivíduos possuem do desempenho do projeto no processo de colaboração em pesquisa influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no âmbito da universidade.

A análise de redes proporciona um retrato mais completo da configuração geral dos vínculos entre os atores. A análise fornece informações específicas e diretas sobre o padrão dos vínculos de um indivíduo, já que as redes são baseadas no conceito de relações diádicas (CROSSLEY, 2006; JOHNSON, 2011). A ênfase deixa de estar naquilo que as pessoas sabem para residir no modo como interagem e compartilham os recursos tangíveis e intangíveis dentro do sistema social, por meio de processos relacionados com os laços. O modelo desta pesquisa e suas respectivas hipóteses são apresentados na Figura 2:

Figura 2 - Modelo da Pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora.

No contexto das estratégias das redes de inovação, a transferência de conhecimento ocorre, muitas vezes, por alguns indivíduos que assumem o papel estratégico de capturar, decodificar e disseminar o conhecimento de forma adequada à compreensão dos indivíduos externos e internos à organização (GRAF; KRÜGER, 2011). Segundo os autores, esse ator

específico faz com que o conhecimento chegue a vários indivíduos internos e externos à rede para que as organizações recebam o conhecimento codificado de acordo com a sua realidade.

Morrison (2008) afirma que os atores que possuem a capacidade para absorver o conhecimento e traduzi-lo para seus colegas de trabalho assumem o papel de inserir novos conhecimentos aos sistemas locais de inovação (GIULIANI; BELL, 2005; GRAF; KRÜGER, 2011). Assim, esses atores são considerados *gatekeepers*, por interagir frequentemente com parceiros externos e com um número suficiente de atores internos para obter vantagens no sistema de conhecimento local e global (GRAF; KRÜGER, 2011).

O conceito de *gatekeepers* de conhecimento foi introduzido por Allen (1977), cuja função é conectar as organizações de P,D, em um contexto tecnológico, para mitigar problemas de comunicação na transferência de recursos. Petruzzelli et al. (2010) especificam que os *gatekeepers* compreendem um pequeno grupo de atores que possuem habilidade de coletar, combinar e difundir conhecimentos, transformando-os com o objetivo de preencher lacunas de expertises das organizações. Assim, os *gatekeepers* assumem a função de promover a dinâmica do fluxo de conhecimento, esses atores possuem alto valor de capital social para absorção de conhecimentos novos e complementares e servem de pontes para as fontes externas de recursos (PETRUZZELLI *et al.*, 2010). Os *gatekeepers* são caracterizados por alto grau de centralidade nas redes (GIULIANI; BELL, 2005), ampla capacidade de absorção (COHEN; LEVINTHAL, 1990) e capital social (PETRUZZELLI *et al.*, 2010).

Nas redes de inovação, as universidades têm o papel essencial de instituição de conhecimento independente (MEISSNER; SHMATKO, 2017). As pesquisas acadêmicas básicas e em ciências aplicadas fomentam as transformações tecnológicas e as mudanças sociais (CERVANTES; MEISSNER, 2014). Para que ocorra a troca de conhecimentos, existem diversos atores dentro e ao redor das universidades que atuam como *gatekeepers*. Eles contribuem significativamente para a construção da percepção da ciência, tecnologia e inovação, sobre decisões de financiamento e alocação de recursos (MEISSNER; SHMATKO, 2017).

A interação entre a indústria e a universidade para troca tecnológica e de conhecimento, em geral, acontece pela relação de *gatekeepers* de um grupo de pesquisa científica com a indústria (NIKULAINEN, 2007). Os *gatekeepers* influenciam a construção de competências para distribuir informações e tecnologias para outras organizações e a capacidade de absorção das instituições para estabelecer interações eficazes, direcionadas e produtivas com as universidades (MEISSNER; SHMATKO, 2017). Contudo, eles podem limitar as relações,

determinando quem terá acesso aos recursos e, assim, controlar e influenciar as decisões em benefício de alguns parceiros ou clientes. Os *gatekeepers*, por serem intermediadores das relações, podem facilitar ou limitar o acesso a conhecimentos, recursos e parceiros (BROWN, 1979; CORRA; WILLER, 2002; FORREST, 2003).

Gatekeepers são indivíduos que combinam a experiência profissional em ciência e pesquisa de alta tecnologia e, também, atuam em diferentes níveis na formulação de políticas de ciência, tecnologia e inovação, além da função de professor, orientador, revisores de periódicos e coordenadores de projetos de pesquisa (MEISSNER; SHMATKO, 2017). Nesse sentido, os *gatekeepers* são atores importantes para promoção da relação da ciência com a indústria por serem detentores de amplo capital social e relacional.

Portanto, a compreensão da estrutura da rede de inovação acrescenta, aos estudos sobre inovação, as particularidades do mapeamento das relações sociais, a possibilidade de identificar as falhas estruturais da rede, suas possíveis causas e os principais recursos compartilhados. Os estudos sobre inovação aberta podem contribuir para a literatura, ao evidenciar a interação entre as entidades públicas e privadas, ampliando os aspectos que precisam ser pesquisados no contexto brasileiro. Com relação à sociedade, é possível identificar as contribuições das empresas de base tecnológica para o aumento da competitividade regional. Para o governo, este estudo contribui ao indicar um direcionamento de ações e políticas efetivas para o desenvolvimento do ecossistema regional. Por fim, este estudo contribui para que as empresas conheçam o ambiente e seus principais atores, e, assim, possam desenvolver ações colaborativas mais efetivas.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é um estudo de múltiplos casos (YIN, 2013), composta por uma fase qualitativa e exploratória que é seguida pela fase quantitativa e descritiva. Primeiramente foi realizada a seleção de projetos de P,D&I nos diversos departamentos da UFMG. Os coordenadores foram convidados a participar do estudo por meio da carta convite – apêndices B. Dos quinze projetos contactados, cinco aceitaram participar desta pesquisa.

Por conseguinte, realizou-se o levantamento documental para a caracterização dos projetos quanto ao escopo, os objetivos e a equipe interna. O resultado dessa fase constituiu a operacionalização do instrumento de pesquisa, que mensurou as relações entre os indivíduos no ambiente do projeto. Buscou-se eliminar o viés dos respondentes, apresentando-se, no *survey*, uma lista com os nomes dos membros, suas funções (quando cabível), e as fotos de cada membro, cuja coleta foi realizada no currículo lattes, na homepage do projeto ou no LinkedIn (Apêndice C). A pesquisa ocorreu via plataforma *on-line*, no domínio da OnlinePesquisa©.

Por fim, foi realizada a Análise das Redes Sociais (ARS), na qual os dados das redes sociais foram analisados pelo RStudio e o modelo estatístico foi testado por meio de um conjunto de técnicas da Modelagem de Equações Estruturais, com base nos softwares SPSS®, versão 22 e SmartPLS3©. As informações de cada etapa são descritas no tópico 3.3, onde é feita a análise dos dados.

3.1 Posicionamento epistemológico

Para o desenvolvimento deste estudo, foi necessário compreender os diferentes paradigmas de pesquisa que embasam suas estratégias e os métodos de investigação. Um paradigma de pesquisa está associado a algumas crenças e pressupostos sobre a realidade, sobre como as coisas são (ontologia) e sobre a forma como acreditamos que o conhecimento humano é construído (epistemologia). O paradigma decorrente dessas crenças e pressupostos guiará o método desta pesquisa, ou seja, a estratégia da pesquisa que definirá as técnicas de coleta e de análise dos dados a serem utilizados pelo pesquisador (SACCOL, 2009). O paradigma é a instância filosófica que irá informar o método de pesquisa (CROTTY, 1998). Dentro dessa perspectiva, o presente estudo apresenta uma ontologia realista e uma epistemologia objetiva, associada ao paradigma positivista.

A abordagem positivista orienta-se pela objetividade e pela neutralidade em direção a um conhecimento positivo da realidade, ou seja, assume a realidade como existente. Segue-se uma lógica hipotética-dedutiva, isto é, a partir de um conhecimento prévio, são identificadas lacunas (SACCOL, 2009). De modo geral, são utilizados métodos quantitativos e estruturados, como uma pesquisa *Survey*, cuja técnica de coleta e de análise de dados são questionários estruturados e testes estatísticos.

A metodologia da pesquisa aplica o modo operacional determinado pelo pesquisador para encontrar o que ele acredita que pode ser conhecido (BURRELL; MORGAN, 1979). Uma vez que o paradigma representa uma visão de mundo, os métodos de pesquisa não se limitam ao posicionamento ontológico e epistemológico. Em termos de estratégia e técnicas de investigação, técnicas de natureza quantitativa e qualitativa podem ser empregadas, na medida em que ambas contribuem para o alcance do objetivo básico da pesquisa. Assim, quanto mais o pesquisador questionar e compreender os pressupostos básicos pelas diversas técnicas e métodos, maior será a qualidade dos resultados da pesquisa (SACCOL, 2009).

Com o objetivo de compreender como as configurações das redes de colaboração em pesquisa científica, promovidas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), influenciam o alcance de resultados científicos pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I), a presente pesquisa foi conduzida dentro do pressuposto positivista, com o método quantitativo.

3.2 Coleta de dados e trabalho de campo

Para melhor compreensão do ambiente e desenvolvimento da pesquisa, ocorreu a aproximação com o campo, no intuito de compreender os elementos e os processos que compõem os projetos de P,D&I na UFMG. Sendo conduzida a coleta dos dados em duas etapas: a etapa qualitativa e a segunda etapa de cunho quantitativo. No primeiro momento, foi realizado o levantamento dos dados em fontes digitais, disponibilizados pelos coordenadores dos projetos para construção do instrumento da pesquisa e compreensão do projeto. A última etapa do estudo teve o objetivo de analisar as redes sociais dos projetos. Com o resultado desta análise prosseguiu-se para o teste do modelo.

3.2.1 Seleção de casos e estudo preliminar

A primeira etapa possui uma abordagem exploratória e qualitativa, com o objetivo de identificar os projetos e seus respectivos atores. Essa fase levantou o escopo dos projetos, os resultados, os membros internos do projeto, o contexto e desenvolvimento das atividades dos projetos estudados.

Este estudo se classifica como estudo de casos múltiplos por buscar compreender as idiossincrasias e a complexidade do fenômeno dentro de um ambiente ou contexto contemporâneo (CRESWELL, 2013; YIN, 2013). O processo de pesquisa se deu por meio da pesquisa documental *ex-post-facto* (a partir de fatos passados), que é elaborada com documentos disponíveis que formam uma fonte rica de dados (GIL, 2002). A pesquisa documental se difere da pesquisa bibliográfica, pelos dados documentais receberem tratamentos estatísticos e serem coletados em diferentes fontes, não exclusivamente em dados científicos (GIL, 2017).

A coleta de dados teve início em maio de 2018, com um projeto da Escola de Engenharia da UFMG. Em contato com o coordenador, foram coletadas informações sobre um projeto que havia finalizado em 2017. O projeto foi escolhido por executar uma proposta de inovação em parceria com a Petrobrás e a CEMIG. No entanto, muitos dos seus membros já haviam se mudado para outros estados. Foram feitas várias tentativas de contato, por e-mail, telefone e aplicativos como *Whatsapp*. No entanto, a taxa de respostas e retorno dos membros foi muito baixa: após três meses de tentativas, obteve-se, somente, uma média de 20% de retorno. Então, utilizou-se esses dados para realizar o pré-teste do instrumento, solicitando aos respondentes um *feedback* dos itens do questionário. Dado esse contexto, optou-se por priorizar o estudo de projetos em andamento, pois a presença dos indivíduos no ambiente da universidade, bem como a execução das atividades seriam fatores que aumentariam o engajamento dos respondentes. Portanto, foram priorizados os projetos em andamento, mas não se descartou a possibilidade de se trabalhar com projetos finalizados.

Assim, em agosto de 2018, iniciou-se a tentativa de convite para projetos em andamento, nas diversas faculdades da UFMG: Faculdade da Educação, Instituto de Ciências Biológicas, Faculdade de Educação Física, Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Escola de Engenharia e Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. Ao total foram contactados 14 projetos. Desses, sete aceitaram participar da pesquisa, mas em somente cinco foi possível a coleta de dados. Sendo o Projeto A – ciências sociais aplicadas; Projeto B – engenharias; Projeto C – ciências da saúde; Projeto D – ciências exatas e da terra; e Projeto E – ciências biológicas.

Ao estabelecer contato com coordenadores, pesquisadores ou gestores dos projetos, foram solicitados documentos como projeto estruturante, apresentações, relatórios e publicações, para a análise dos dados a posteriori. Foi realizado o levantamento de documentos e dados na plataforma Lattes do CNPq e nas redes sociais, como Facebook e LinkedIn, dos projetos. Ainda, com aqueles projetos que possuem *homepages*, foi realizado o levantamento de informações sobre os participantes, as publicações, os eventos. Por fim, foi realizada uma busca na *World Wide Web* para filtrar materiais que não foram identificados nas fontes examinadas anteriormente. Esse procedimento permitiu identificar informações relevantes sobre as parcerias com experiências anteriores de colaboração, bem como levantar dados para o modelo estatístico, na avaliação dos resultados dos projetos em publicações científicas. O Quadro 1 apresenta as fontes em que foram coletados os documentos de cada projeto.

Quadro 1 - Fontes documentais dos projetos

Projetos	Documentos	Facebook	LinkedIn	Homepage	Artigos	Publicações na WWW
Projeto A	X	X	-	X	X	X
Projeto B	X	-	-	-	X	X
Projeto C	X	X	-	-	X	X
Projeto D	X	X	X	X	X	X
Projeto E	X	-	-	-	X	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Os dados identificados para a análise do Projeto A são documentos oficiais, como o projeto estruturante e descrição de membros internos, fornecidos pela coordenadora, além de dados na página no *facebook*, com divulgação de ações do projeto e de parceiros; na *homepage*, com o acervo de publicações não científicas e publicações científicas, apresentação do projeto e equipe, em comemoração aos 5 anos; em publicações na *World Wide Web*, com algumas das ações do Projeto A; e em artigos científicos, pela plataforma Lattes.

Os documentos analisados no Projeto B foram documentos oficiais do projeto, como a descrição de membros internos. Além disso, foi consultada a *homepage* do projeto na *World Wide Web*, na qual há algumas das ações do Projeto B, como a participação em seminários e congressos e divulgação da empresa parceira. Também foram analisados artigos científicos disponíveis na plataforma Lattes. Para a análise do Projeto C, foram fornecidos, pela subcoordenadora, documentos oficiais como a apresentação do projeto e os membros internos.

Também foram analisadas as *homepages* do laboratório e do Centro de Treinamento Esportivo da UFMG – CTE/UFMG, as publicações na *World Wide Web*, com algumas das ações do Projeto C, e os dados da página no *facebook*, que demonstram ações do projeto.

No Projeto D, foram identificados documentos fornecidos pelos gestores, com o organograma, objetivos, metas e membros internos. Na página do *facebook* e do LinkedIn, foram identificadas informações de divulgação do projeto e reportagens de divulgação dos parceiros. A *homepage* apresenta o direcionamento para um material técnico complementar. As publicações na *World Wide Web* são de divulgação da empresa parceira Codemge, em sua maioria.

Os dados identificados para a análise do Projeto E são documentos oficiais, como o projeto estruturante, relatórios e proposta para agência de fomento e membros internos, fornecidos pelo coordenador, além de publicações científicas indexadas nas bases de dados nacionais e internacionais.

Os documentos são utilizados como uma forma de contextualização da informação, porque são elaborados para produção de versões sobre os eventos (FLICK, 2009). O levantamento de dados por fontes diferentes é uma estratégia indispensável para compreender e decifrar casos específicos de um processo, delimitando o universo estudado (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015). De fato, os diversos documentos coletados permitiram ampliar a visão dos resultados dos projetos, enriquecendo a análise descritiva da rede de inovação e os resultados produzidos pelos indivíduos nas redes de colaboração científica.

3.2.1.1 *Tratamento dos dados documentais*

Os documentos coletados foram organizados para auxiliar na estruturação do instrumento da pesquisa, no modelo estatístico proposto e na contextualização do projeto, a fim de se alcançar os objetivos do estudo. O ponto de partida para a análise dos documentos é o entendimento interpretativo do texto, que permitirá realizar inferências válidas para a pesquisa realizada (FLICK, 2009; KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015). Este estudo tem como objetivo principal analisar como a configuração de centralidade e coesão das redes sociais dos laboratórios, no âmbito da UFMG, influencia o alcance de resultados científicos pelos projetos de P,D&I. Para tanto, foram investigados dados que caracterizassem os projetos, tais como: objetivos, metas, duração, membros, publicações científicas e parcerias, internas e externas à UFMG.

Os documentos fornecidos pelos coordenadores e pesquisadores foram organizados pela relevância de informações. Foi realizada a seleção das informações nos documentos oficiais para a obtenção de objetivos, metas, duração, histórico (quando cabível), indicações de publicações científicas e parcerias. Nas redes sociais, como Facebook e LinkedIn, foram investigadas informações como reportagens, complementares às disponibilizadas nos documentos oficiais. Somente os projetos A, C e D apresentaram divulgações nestas redes sociais on-line. Apenas o projeto C e D têm publicações recentes e constantes nessas redes. Em sua maioria, são publicações de divulgação de ações internas de capacitação, de participação em congressos e de divulgação de reportagens de parceiros. Assim foram identificadas e selecionadas as informações relacionadas as categorias objetivos, publicações e parcerias.

Os projetos A e D possuem *homepage*. O projeto A possui a divulgação da equipe de pesquisadores, o acervo do projeto e uma apresentação longitudinal dos primeiros cinco anos de atividades, além da divulgação de alguns dos trabalhos científicos publicados. O projeto D possui uma página em que há a divulgação da empresa em desenvolvimento, o material de caracterização do processo do produto desenvolvido no projeto e o direcionamento para o e-mail ou para a página do LinkedIn.

Foi realizada a busca dos resultados científicos de todos os projetos, a partir dos materiais fornecidos pelos seus participantes. Também foi realizada uma busca no Currículo Lattes, do CNPq, de cada participante, para a condução da fase qualitativa da pesquisa e para confirmar a relação das parcerias no resultado científico do projeto. Foram considerados os resultados dos projetos em um espaço de tempo próximo para a coleta das informações de produtividade dos membros participantes da pesquisa, visto que um dos projetos tem mais de nove anos de atividade.

Quadro 2 - Resultado dos projetos

Projeto	Início das publicações ²	Artigos e Capítulos de livros	Monografia	Dissertação	Tese	Produções não acadêmicas (vídeos, reportagens, informativos, software)
Projeto A	2015	29	16	9	4	7
Projeto B	2017	8	-	-	1	3
Projeto C	2017	8	3	5	1	2
Projeto D	2016	1	-	-	-	16
Projeto E	2018	13	-	-	-	-

² Início do período considerado pela pesquisadora para coleta dos dados de publicações de cada projeto.

Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre os documentos coletados, foram identificados os principais dados que auxiliaram a análise das relações sociais, bem como a construção e execução das atividades do projeto frente aos avanços, resultados e metas alcançados pelo projeto. Os principais dados são os objetivos e metas; a duração; os principais membros pesquisadores; e os resultados científicos. Os documentos não apresentam relatos de ações e atividades como atas de reuniões e *storytelling*, por exemplo. Entretanto, como nossa pesquisa busca compreender a estrutura relacional das interações, para perceber como elas influenciam nos resultados científicos do projeto, a análise da subjetividade é uma limitação não abordada em seu escopo. Portanto, os dados não identificados não interferem neste estudo.

3.2.2 Etapa Quantitativa

Na fase quantitativa, foi utilizado o método *survey* como procedimento para a obtenção de dados primários sobre comportamento, intenções, atitudes, percepções e motivações de parte de uma população, representativa do todo (HAIR JR et al., 2017), que reuniu informações dos relacionamentos entre os membros do projeto. As relações foram consideradas em díades, assim, foi possível enfatizar todas as relações dentro do projeto e, ainda, capturar as relações externas, para compreender as características estruturais da rede com o ambiente externo à UFMG. A coleta foi realizada pelo envio de questionários, nos quais foram disponibilizadas todas as relações dentro do projeto, ou seja, o nome de cada indivíduo que participa do projeto, assegurando que todos avaliassem seus pares dentro dele. Desta maneira, foram coletados dados para mensurar as configurações das redes com os resultados do projeto e a percepção dos indivíduos em relação à Rede de Conhecimento e à Inovação Aberta e ao Desempenho do Projeto.

A coleta, com o instrumento da pesquisa, começou em agosto de 2019 e foi finalizada em abril de 2020. Foram encontradas muitas dificuldades relacionadas ao engajamento dos participantes. Inicialmente, a principal dificuldade foi o receio dos indivíduos em ponderar suas relações dentro do projeto. Em contato com dois coordenadores e com o *feedback* de dois respondentes, foi identificada essa restrição. Então, foi realizado um contato com os coordenadores e pesquisadores de todos os projetos para reforçar o sigilo e a importância da pesquisa. Diversas tentativas de contato foram realizadas por correio eletrônico (*e-mail*), por

aplicativo (*Whatsapp*) e por contato telefônico, na intenção de aumentar o engajamento, mas, infelizmente, somente em três projetos contou-se com a colaboração direta dos coordenadores. Eles solicitaram o nome dos indivíduos que não responderam e enviaram mensagens diretas, solicitando a participação na pesquisa. Com o início do isolamento social, devido à pandemia da pandemia causada pelo vírus Sars Cov 2 (COVID-19), a dificuldade de contato com os respondentes aumentou. Atribui-se a esse fato o aumento da demanda de trabalhos *home-office*, que fez com que os indivíduos tivessem que conciliar diversas demandas pessoais com as profissionais, o que contribuiu para uma menor disponibilidade para responder a pesquisa. Dentro desta condição, optou-se por finalizar a coleta de dados e trabalhar com as respostas obtidas até a data. Assim, da população de 113 indivíduos, obtivemos 80 respostas válidas, ou seja, aproximadamente 71% de engajamento.

3.2.2.1 *Instrumentos de pesquisa*

O instrumento de pesquisa para coleta dos dados foi um questionário estruturado, com perguntas fechadas e abertas. As perguntas foram estruturadas para obter informações, diretamente do grupo de interesse, a respeito dos dados que esse deseja obter sobre determinado assunto (SILVEIRA; GERHARDT, 2009). Para a análise dos construtos, foram realizados levantamentos de artigos teóricos e aplicados, sendo possível identificar e analisar os construtos e as escalas validadas pela comunidade científica. As questões basearam-se na escala LIKERT de cinco pontos, representados por: 1. “Discordo totalmente”; 2. “Discordo parcialmente”; 3. “Não concordo, não discordo”; 4. “Concordo parcialmente”; e 5. “Concordo totalmente”. Os construtos Rede Conhecimento, Inovação Aberta e Desempenho do Projeto foram mensurados por questões fechadas, como apresentado a seguir. As relações entre os membros dos projetos foram mensuradas por uma questão fechada, seguida pela pergunta a respeito das relações externas ao projeto, uma questão não obrigatória e aberta, para que indicassem o nome e a organização a qual o indicado pertence. Foi utilizada a escala LIKERT de cinco pontos: 1. “Nunca”; 2. “Raras vezes”; 3. “Às vezes”; 4. “Frequentemente”; 5. “Todos os dias”.

O primeiro conjunto de itens de mensuração do instrumento avaliou as redes de conhecimento. Neste aspecto, os itens analisaram a inovação como um processo de levantamento ou de criação da demanda de novos produtos e serviços. O conhecimento necessário para inovação tecnológica é gerado a partir da junção de conhecimentos heterogêneos, dispersos entre os indivíduos (BOSCHMA; TER WAL, 2007). Os indivíduos ou grupo de indivíduos representam os nós da rede e assumem o papel de repositório de

conhecimentos e agentes, que buscam, adotam, transmitem e criam conhecimentos novos (PHELPS; HEIDL; WADHWA, 2012). Portanto, as relações na rede podem aumentar a produção e a difusão de informações e a disponibilidade, entre os membros, para interações (LOPES, 2009). Da mesma forma, a proximidade entre os membros de uma rede aumenta sua conectividade e melhora o desempenho de inovação (FLEMING; KING; JUDA, 2011). Entretanto, o compartilhamento do conhecimento ocorre pela demanda e pelo nível relacional dos atores envolvidos nas redes de conhecimento, além de facilitar a troca no processo de inovação (DESIDÉRIO; POPADIUK, 2015). Os indicadores utilizados para mensurar a dinâmica da rede de conhecimento são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Construto e itens para rede de conhecimento

Construto	Dimensão	Perguntas	Referência
Redes de Conhecimento	RC_1	O (nome do laboratório), por meio de sua equipe, relaciona-se com empresas/universidades/institutos de pesquisa para troca de informações e conhecimento. (Trocamos ideias, informações e experiências).	(DESIDÉRIO; POPADIUK, 2015; FRANÇA, 2017)
	RC_2	De forma geral, a concepção de projetos de P,D&I do (nome do laboratório) ocorre a partir de relações com as outras linhas de pesquisa/departamentos/universidades.	
	RC_3	Os relacionamentos estabelecidos com outros departamentos, laboratórios, universidades e empresas são confiáveis para o compartilhamento de informações.	
	RC_4	De forma geral, os projetos de P,D&I do (nome do laboratório) foram gerados a partir de relações com empresas e outras instituições.	(LOPES, 2009)
	RC_5	O (nome do laboratório) adquiriu muitas competências ao manter relacionamentos e trocas de informações com outras empresas.	
	RC_6	Para o desenvolvimento de projetos de P,D&I, o (nome do laboratório) busca trocar informações e conhecimentos com outras linhas de pesquisa/departamentos e com colaboradores da própria universidade.	
	RC_7	Informações e conhecimentos relevantes, produzidos no (nome do laboratório), são compartilhados a partir das relações estabelecidas com as linhas de pesquisa/departamentos da UFMG.	(BRESMAN; BIRKINSHAW; NOBEL, 2010)
	RC_8	Informações e conhecimentos relevantes, produzidos no (nome do laboratório), são compartilhados a partir das relações estabelecidas com as empresas, com outras instituições e com colaboradores externos.	

Fonte: Elaborado pela autora.

O segundo conjunto de itens de mensuração do instrumento inferiu o processo de inovação aberta, que pressupõe que os recursos ou o capital intelectual podem ser obtidos pela

troca entre os agentes do ambiente, de forma intencional ou não (CHESBROUGH; VANHAVERBEKE; WEST, 2017). Os conhecimentos e recursos passam por um fluxo criado pelo contato, formal ou informal, entre os diversos atores do ecossistema. Eles podem ocorrer dentro do ambiente da universidade ou no departamento de pesquisa e desenvolvimento da empresa: a dinâmica deve ser estabelecida pelo contrato firmado para o desenvolvimento do projeto de P,D&I. Neste sentido, os escritórios nacionais de estatística, em toda a União Europeia, na Noruega e na Islândia, desenvolvem pesquisas sobre inovação para fornecer conhecimento sobre a adoção, a prática e o processo, em diferentes setores e regiões (CSI, 2014). O instrumento tem sido aplicado e testado em diversas economias, além de se adaptar às mudanças teóricas e práticas da inovação aberta, ao longo dos últimos quatorze anos. É disponibilizado todo o seu conteúdo, sua avaliação e suas instruções de uso. O construto e os indicadores são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Construto e itens para inovação aberta

Construto	Dimensão	Perguntas	Referência
Inovação Aberta	IA_1	As atividades de P,D&I, realizadas pelo (nome do laboratório), buscam continuamente criar novos conhecimentos ou solucionar problemas científicos ou técnicos (incluindo o desenvolvimento de <i>software</i> interno) do projeto.	(CSI, 2014)
	IA_2	O (nome do laboratório) estabelece parcerias com outros laboratórios (incluindo laboratórios do próprio departamento) ou organizações de pesquisa públicas ou privadas no desenvolvimento de atividades do projeto	
	IA_3	O (nome do laboratório) tem acesso a máquinas, equipamentos e <i>softwares</i> avançados para uso no desenvolvimento de atividades do projeto.	
	IA_4	O (nome do laboratório) tem acesso ao <i>know-how</i> existente, invenções patenteadas e não patenteadas, de outras empresas ou organizações para o desenvolvimento de produtos e processos do projeto.	
	IA_5	O (nome do laboratório) realiza treinamento interno ou externo para a capacitação no uso de máquinas, equipamentos, <i>softwares</i> e/ou atividades para o desenvolvimento do projeto.	
	IA_6	O (nome do laboratório) realiza atividades internas ou terceirizadas para alterar a forma, a aparência ou a usabilidade de produtos ou serviços do projeto.	
	IA_7	O (nome do laboratório) realiza outras atividades internas ou terceirizadas para implementar produtos e processos novos ou significativamente aprimorados, como estudos de viabilidade, testes, etc.	

Fonte: Elaborado pela autora.

O terceiro conjunto de itens de mensuração do instrumento mensurou o desempenho do projeto, apresentado no Quadro 5. Neste aspecto, os itens analisaram a percepção dos indivíduos sobre benefícios que os motivam a continuar no processo de colaboração. O desempenho do projeto, na percepção dos indivíduos, é uma perspectiva que permite que eles identifiquem os benefícios pessoais e profissionais, como o reconhecimento de suas habilidades, e os ganhos profissionais, como o aprendizado constante, o aumento da rede de contato profissional, que os estimulem a continuar a parceria com os demais (KERAMINIYAGE; AMARATUNGA; HAIGH, 2009; SHENHAR; DVIR, 2008). Esta dimensão avalia o impacto cumulativo da disponibilidade dos atores e a possível continuidade de colaboração depois do projeto finalizado, bem como o investimento indireto da organização no time, seu aprendizado, crescimento e capacidades (SHENHAR; DVIR, 2008).

Quadro 5 - Construto e itens do desempenho do projeto

Construto	Dimensão	Perguntas	Referência
Desempenho do Projeto	DP_1	De forma geral, o tempo alocado para as atividades do projeto é adequado.	(SHENHAR; DVIR, 2008)
	DP_2	De forma geral, o orçamento inicial designado às atividades do projeto é adequado.	
	DP_3	De forma geral, os resultados* do projeto apresentam alto impacto acadêmico. (*Resultados = teses, dissertações, artigos, relatórios, patentes, protótipos e produtos desenvolvidos de acordo com o objetivo do projeto).	
	DP_4	De forma geral, as atividades do projeto permitem a ampliação da minha rede de contato pessoal e profissional.	

Fonte: Elaborado pela autora.

O quarto conjunto de itens de mensuração do instrumento foi a relação entre os membros do projeto. Neste aspecto, os itens investigam a rede social interna e externa de cada membro, possibilitando calcular as medidas da rede. Essa seção subdivide-se em duas questões. A primeira busca conhecer a rede de contato informal de cada um dos atores: “Em todos os ambientes de trabalho, existem colegas que se comunicam de maneira informal (batem papo). Com quais colegas de trabalho você conversa sobre os diversos assuntos, de trabalho e pessoais? Ou seja, com quais colegas você mantém contato pessoal, troca ideias, informações, experiências?”. Assim, pretendeu-se verificar os contatos entre os indivíduos. Segundo Granovetter (1973), se os contatos são frequentes, as ligações são fortes; se não são frequentes, as ligações são fracas. Dessa forma, foram identificadas todas as possíveis redes existentes e seus componentes, fornecendo informações para o cálculo da coesão e da centralidade da rede.

A escala utilizada foi obtida por meio da escala LIKERT de cinco pontos: “Nunca” corresponde a 1 ponto; “Raras vezes” a 2 pontos; “Às vezes” a 3 pontos; “Frequentemente” a 4 pontos; e “Todos os dias” a 5 pontos. Para mensurar a rede externa de cada membro, as perguntas supracitadas foram repetidas, solicitando-se ao respondente que incluísse o nome e a empresa do seu contato externo e informasse a frequência de contato, bem como, na segunda questão, os principais meios de contato com cada indicado.

Para realizar a validação do instrumento de coleta, foram utilizados os dados dos questionários aplicados aos primeiros indivíduos no projeto da engenharia, no qual houve baixa taxa de respondentes. Foram enviados e-mails solicitando a avaliação dos itens e sua adequação com a realidade do projeto. Alguns *feedbacks* foram recebidos por e-mail e as adaptações foram adotadas pela autora, aprimorando os itens para a aplicação do instrumento nos demais projetos estudados.

No questionário, foi inserida uma breve introdução, com uma explicação sobre a inexistência de respostas certas ou erradas, a garantia de sigilo das informações, a importância da participação e do estudo, o nome da universidade, assim como o contato da pesquisadora e dos orientadores.

3.3 Técnicas de análise de dados

Os dados coletados foram investigados pela análise de redes sociais, análise estatística descritiva e análise estatística multivariada. Nesta etapa, foi realizada a análise dos dados pelo software RStudio, utilizando o pacote *igraph*, que permitiu a análise das redes sociais, mensurando as medidas de coesão da rede, a centralidade dos indivíduos e a estrutura gráfica dos indivíduos e de suas relações.

Em seguida, os dados de mensuração da rede, juntamente com os dados dos demais construtos, foram analisados, por meio de um conjunto de técnicas da Modelagem de Equações Estruturais (SEM), base nos softwares Microsoft Excel, SPSS® e SmartPLS©.

3.3.1 Análise das redes sociais

Segundo Marteleto (2001, p.78), nas ciências sociais, a ideia de rede é aplicada para aludir à sociedade como o conjunto de relações e funções que as pessoas desempenham, umas em relação às outras. As redes constituem a nova morfologia social da sociedade, visto que

alteram significativamente a operação e os resultados dos processos produtivos e de experiências da sociedade, pois a dinâmica de uma rede em relação às outras é fonte de dominação e transformação social (CASTELLS, 2006).

A teoria de análise de redes sociais é fundamentada nos estudos dos analistas sociométricos de Manchester, que trabalharam pequenos grupos e produziram avanços técnicos, com métodos da teoria dos grafos em 1930, paralelamente aos pesquisadores de Harvard, que investigavam os padrões interpessoais informais e a formação de subgrupos (SCOTT, 2011). Em um segundo momento, os antropólogos de Manchester usaram os conceitos das duas primeiras vertentes para investigar a estrutura de relações comunitárias em sociedades tribais e pequenas vilas, fato que contribuiu para os avanços dos estudos das redes sociais (SCOTT, 2000a). Na década de 1970, em Harvard, ocorreu a união de todos trabalhos anteriores e constituiu-se a usual teoria de análise de redes sociais (SILVA, 2003).

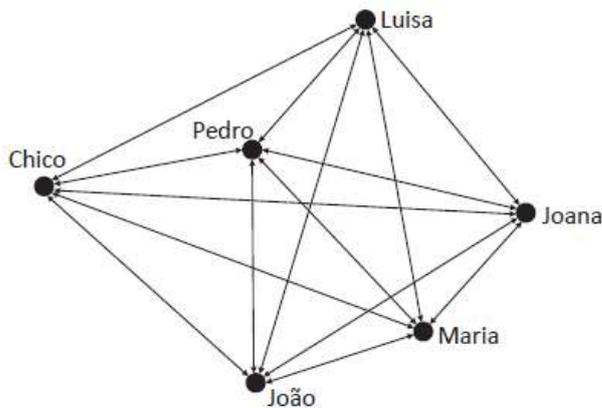
A análise de redes sociais permite entender o padrão e o conteúdo das interações que ocorrem dentro e entre as unidades sociais (NELSON, 1989), pois oferece, de maneira visual, por meio de grafos e métricas, meios para avaliar as redes informais que mapeiam e avaliam as relações entre as pessoas (CROSS; PRUSAK; PARKER, 2002; LEI; XIN, 2011). Johnson (2011) sustenta que a análise de rede é um meio sistemático de examinar o modo como as relações se configuram dentro de uma organização. Os padrões de interação invisíveis tornam-se visíveis. Em outras palavras, para as redes informais estratégicas, é possível trabalhar com grupos importantes a fim de se facilitar a colaboração eficaz (CROSS; PRUSAK; PARKER, 2002).

A análise das redes sociais é uma análise quantitativa que coopera com dois tipos de registros: a álgebra de matrizes e a teoria topológica de grafos. A álgebra de matrizes é uma vertente da matemática, conhecida como teoria de grafos, da álgebra de matrizes, e da teoria de probabilidades (HIGGINS; RIBEIRO, 2018), disponível no apêndice A. A teoria topológica de grafos foi utilizada como ferramenta de visualização e modelagem das interações, resultando na técnica do sociograma, utilizada para análise das relações (LAZEGA; PARIS; HIGGINS, 2014).

O espaço relacional corresponde a um conjunto N de nós com um número g , a quantidade numérica de atores. Por exemplo, $N = \{\text{João, Maria, José}\}$; $g = 3$. As relações que ocorrem entre os atores podem ser dicotômicas, ou seja, acontece ou não acontece reciprocidade; orientadas (\rightarrow) ou não orientadas ($-$); e, por fim, relações fortes ou fracas, conforme a quantidade de contato que ocorre entre os atores. Quando os arcos terminam em

flechas, damos a entender que a relação é direcionada, o que representa a propriedade diádica ou entre dois agentes, “gostar de”. Sendo assim, cada seta direcionada no grafo significa que um dos atores declara gostar do outro, João → José. Podemos ter situações em que não há relações orientadas, portanto, não podemos estabelecer uma direção no par ordenado <João, José>. A relação só pode ser representada como João – José. As relações direcionadas permitem visualizar a reciprocidade dos indivíduos e elaborar estratégias para promover melhor interação. A Figura 3 - Grafo direcionado apresenta um grafo direcionado, e a Figura 4 - Grafo não direcionado um grafo não direcionado.

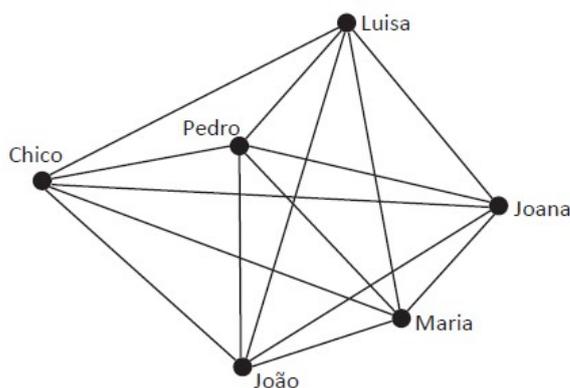
Figura 3 - Grafo direcionado



Fonte: Higgins e Ribeiro (2018).

Os grafos da Figura 3 - Grafo direcionado e da Figura 4 - Grafo não direcionado indicam a rede completa entre os atores. Os círculos representam os atores e as arestas (ligações) são as relações entre eles.

Figura 4 - Grafo não direcionado



Fonte: Higgins e Ribeiro (2018).

Portanto, o grafo é construído a partir do espaço de relações ou de adjacência. As informações básicas podem ser registradas em uma matriz quadrada denominada matriz de adjacência. Considera-se as relações como adjacentes porque cada relação coloca em contato diferentes nós entre si, o que os faz adjacentes. Realiza-se a análise pela matriz sociométrica, que realiza os cálculos partindo das linhas ao encontro das colunas. A Tabela 1 - Matriz sociométrica é um exemplo de matriz sociométrica, na qual a diagonal principal recebe os valores de zero, para que não seja calculada a relação de um ator com ele mesmo.

Tabela 1 - Matriz sociométrica

	João	José	Maria
João	0	1	1
José	1	0	1
Maria	1	1	0

Fonte: Elaborado pela autora.

A matriz pode ser preenchida com valores ponderados, que indicam a frequência de contato entre os atores e a força dos laços, como na Tabela 2 - Matriz sociométrica ponderada. Neste estudo, as relações foram consideradas com a ponderação do contato entre os atores. Assim, foi possível evidenciar as diferentes percepções das relações entre os atores, pois um ator pode indicar que interage diariamente com o outro e a percepção não ser recíproca.

Tabela 2 - Matriz sociométrica ponderada

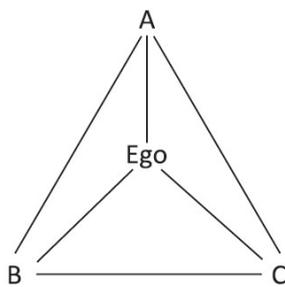
	João	José	Maria
João	0	1	3
José	4	0	5
Maria	2	1	0

Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se realizar a análise pela perspectiva da rede completa ou total-network. Nessa, estão representadas as relações diretas e indiretas para cada um dos nós que compõem o espaço

relacional. Segundo Higgins e Ribeiro (2018, p.78), no mundo social, “tão importantes como as relações imediatas que reconhecemos, ou sobre as quais temos memória, são as relações indiretas ou mediatas, isto é, as que acontecem porque há intermediários que tornam possível certo tipo de encontros ou alianças”. Neste sentido, a análise da rede completa evidencia a complexidade relacional de um projeto como um todo, partindo-se dos pressupostos de que os indivíduos analisam sua relação com todos os demais. A Figura 5 - Rede ego é um exemplo da rede ego.

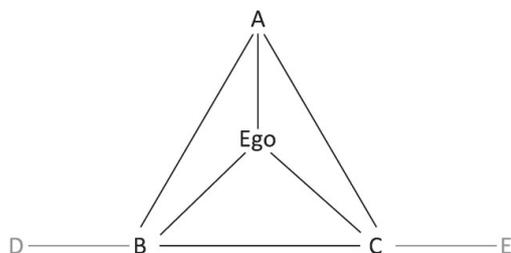
Figura 5 - Rede ego



Fonte: Higgins e Ribeiro (2018).

Nesse estudo, os respondentes receberam uma lista com o nome e a foto de todos os indivíduos indicados como participantes internos do projeto, segundo cada coordenador. Essa estratégia possibilitou a análise da rede completa, pelas medidas de coesão da rede e pela análise do grafo. A Figura 6 - Rede completa exemplifica a estrutura da rede completa.

Figura 6 - Rede completa



Fonte: Higgins e Ribeiro (2018).

Na perspectiva da rede ego, ou seja, rede centrada em um agente, é possível identificar os alteres de ego, ou seja as relações não orientadas imediatas ou diretas (HIGGINS; RIBEIRO,

2018). As relações de contato entre os indivíduos podem ser evidenciadas segundo seus adjacentes, sendo possível identificar o papel deste ator na rede, bem como os benefícios e prestígios diante os demais. Essa análise é realizada pela medida de centralidade, que identifica a posição do indivíduo dentro da rede, considerando a percepção dos demais em relação a ele e a percepção da relação dele em relação aos demais.

3.3.2 Modelagem de equações estruturais

Após a análise das redes sociais, os dados das medidas de coesão e das medidas de centralidade foram utilizados para o teste do modelo de mensuração, pela modelagem de equações estruturais. Primeiramente, foi realizada a análise descritiva dos dados, com o software SPSS®.

Em um segundo momento, foi realizada a preparação dos dados, na qual foi verificada a existência de dados ausentes e a existência ou não de *outliers* univariados e multivariados, com o auxílio dos softwares Excel e SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 22. Em seguida, foi realizada a análise estatística multivariada, com a técnica de Análise Fatorial Exploratória (AFE) e de Análise de Equações Estruturais com *Partial Least Square* (PLS), com o apoio dos *softwares* SPSS, versão 22, e o *software* SmartPLS3©. No próximo capítulo, será apresentada a análise dos dados coletados, utilizando os procedimentos metodológicos expostos.

4 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados em três subseções. A primeira apresenta a análise descritiva dos respondentes. Na segunda subseção, são analisadas as redes sociais de cada projeto, evidenciando as medidas da rede completa, as posições dos atores e as relações com atores externos aos projetos. Por fim, na terceira subseção, foi realizado o teste do modelo proposto por este estudo.

4.1 Análise descritiva dos respondentes

Os projetos de P,D&I, analisados nesta pesquisa, estão classificados em distintas áreas do conhecimento, como sugere o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a saber: Projeto A – ciências sociais aplicadas; Projeto B – engenharias; Projeto C – ciências da saúde; Projeto D – ciências exatas e da terra; e Projeto E – ciências biológicas. A Tabela 3 - Descrição da amostra apresenta a síntese da análise descritiva dos projetos. A equipe executora dos projetos é constituída por professores pesquisadores (21,25%); pós-graduandos – mestrandos e doutorandos (12,5%); alunos de iniciação científica (10%); especialistas externos – membros de empresas parceiras do projeto e consultores especializados (15%); coordenadores (8,75%); e outros – técnicos de laboratório, estagiários, programadores, secretária, apoio técnico (32,5%). Em relação ao tempo de trabalho dos colaboradores no projeto, a média é de três anos, o que representa 60% dos respondentes.

Tabela 3 - Descrição da amostra

		Frequência	Porcentagem
Função	Professor	17	21,25
	Pós-graduando	10	12,5
	Iniciação Científica	8	10
	Especialistas Externos	12	15
	Coordenador	7	8,75
	Outros	26	32,5
	Total	80	100

		Frequência	Porcentagem
Tempo de trabalho	1 a 3 anos	48	60
	4 a 6 anos	10	12,5
	7 a 10 anos	14	17,5
	Acima de 10 anos	5	6,3
	Não Declarado	3	3,7
	Total	80	100
Sexo	Feminino	35	43,8
	Masculino	43	53,7
	Não Declarado	2	2,5
	Total	80	100
Idade	Até 24 anos	12	15
	Entre 25 e 34 anos	22	27,5
	Entre 35 e 44 anos	28	35,1
	Entre 45 e 54 anos	13	16,2
	Entre 55 e 60 anos	4	5
	Acima de 60 anos	1	1,2
Total	80	100	
Remunerado	Sim	47	58,7
	Não	33	41,3
	Total	80	100

Fonte: Elaborada pela autora.

Os membros do projeto, em sua maioria, são homens (53,7%) e atuam nos projetos das áreas de engenharias, ciências exatas e da terra, e ciências biológicas. Já as mulheres (43,8%) trabalham, sem sua maioria, nos projetos das áreas de ciências da saúde e de ciências sociais aplicadas. 2,5% não declararam. A faixa etária de até 24 anos representa 15% dos respondentes; já a de 25 a 34 é representada por 27,5% dos respondentes, seguida da faixa etária de 35 a 44 anos, com 35,1% dos participantes. Indivíduos entre 45 e 54 anos somam 38%, e entre 55 e 60 anos, 5%. Por fim, os membros com idade acima dos sessenta anos ou mais são equivalentes a 1% da amostra. A seguir, na Tabela 4 - Análise descritiva dos respondentes em cada projeto, são identificados os perfis dos respondentes da pesquisa em cada projeto.

Tabela 4 - Análise descritiva dos respondentes em cada projeto

Projeto	Dados de Identificação	Classificação	Porcentagem		
			N	(%)	
Projeto A	Função	Professor Pesquisador	6	46,2	
		Doutorando	2	15,4	
		Mestrando	1	7,7	
		Iniciação Científica	3	23,1	
		Coordenador	1	7,7	
	Idade	Até 24 anos	2	15,4	
		Entre 25 e 29 anos	3	23,1	
		Entre 35 e 39 anos	3	23,1	
		Entre 40 e 44 anos	2	15,4	
		Entre 45 e 49 anos	2	15,4	
		Entre 50 e 54 anos	1	7,7	
	Sexo	Feminino	9	69,2	
		Masculino	4	30,8	
	Tempo de trabalho no projeto	De 1 a 3 anos	6	46,2	
		De 4 a 6 anos	3	23,1	
		De 7 a 9 anos	3	23,1	
		Acima de 10 anos	1	7,7	
	Quantidade de respondentes		13		
	Quantidade de pessoas na Equipe		19		
	Projeto B	Função	Professor Pesquisador	4	22,2
			Doutorando	2	11,1
Mestrando			1	5,6	
Iniciação Científica			2	11,1	
Especialista externo			4	22,2	
Coordenador			1	5,6	
Outros			4	22,2	
Idade		Até 24 anos	3	16,7	
		Entre 35 e 39 anos	5	27,8	
		Entre 40 e 44 anos	4	22,2	

Projeto	Dados de Identificação	Classificação	Porcentagem	
			N	(%)
		Entre 50 e 54 anos	4	22,2
		Entre 55 e 59 anos	1	5,6
		Mais de 60 anos	1	5,6
	Sexo	Feminino	1	5,6
		Masculino	17	94,4
	Tempo de trabalho no projeto	De 1 a 3 anos	11	61,1
		De 4 a 6 anos	1	5,6
		De 7 a 9 anos	4	22,2
		Acima de 10 anos	1	5,6
		Não declarado	1	5,6
	Quantidade de respondentes		18	
	Quantidade de pessoas na Equipe		19	
	Função	Doutorando	1	7,1
		Especialista externo	6	42,9
		Coordenador	2	14,3
		Outros	5	35,7
	Idade	Até 24 anos	3	21,4
		Entre 25 e 29 anos	2	14,3
		Entre 30 e 34 anos	3	21,4
		Entre 35 e 39 anos	2	14,3
		Entre 40 e 44 anos	1	7,1
Projeto C		Entre 45 e 49 anos	2	14,3
		Entre 50 e 54 anos	1	7,1
	Sexo	Feminino	10	71,4
		Masculino	4	28,6
	Tempo de trabalho no projeto	De 1 a 3 anos	12	85,7
		De 4 a 6 anos	1	7,1
		De 7 a 9 anos	1	7,1
	Quantidade de respondentes		14	

Projeto	Dados de Identificação	Classificação	Porcentagem		
			N	(%)	
	Quantidade de pessoas na Equipe		15		
Projeto D	Função	Professor Pesquisador	6	20,0	
		Doutorando	2	6,7	
		Iniciação Científica	2	6,7	
		Especialista externo	1	3,3	
		Coordenador	2	6,7	
		Outros	17	56,7	
		Idade	Até 24 anos	4	13,3
	Entre 25 e 29 anos		9	30,0	
	Entre 30 e 34 anos		3	10,0	
	Entre 35 e 39 anos		3	10,0	
	Entre 40 e 44 anos		6	20,0	
	Entre 45 e 49 anos		1	3,3	
	Entre 50 e 54 anos		2	6,7	
	Entre 55 e 59 anos		2	6,7	
	Sexo	Não declarado	2	6,7	
		Feminino	13	43,3	
		Masculino	15	50,0	
	Tempo de trabalho no projeto	De 1 a 3 anos	19	63,3	
		De 4 a 6 anos	4	13,3	
		De 7 a 9 anos	2	6,7	
		Acima de 10 anos	4	13,3	
		Quantidade de respondentes		30	
		Quantidade de pessoas na Equipe		52	
	Projeto E	Função	Professor Pesquisador	1	20,0
			Mestrando	1	20,0
			Iniciação Científica	1	20,0
			Especialista externo	1	20,0
Coordenador			1	20,0	

Projeto	Dados de Identificação	Classificação	Porcentagem	
			N	(%)
Idade		Entre 25 e 29 anos	2	40,0
		Entre 35 e 39 anos	2	40,0
		Entre 55 e 59 anos	1	20,0
Sexo		Feminino	2	40,0
		Masculino	3	60,0
Tempo de trabalho no projeto		De 4 a 6 anos	1	20,0
		De 7 a 9 anos	4	80,0
	Quantidade de respondentes		5	
	Quantidade de pessoas na Equipe		8	

Fonte: Elaborada pela autora.

O somatório de membros das equipes dos projetos analisados corresponde à 111 pessoas. No entanto, devido ao pouco engajamento da população analisada, foram obtidas 80 respostas válidas. Na Tabela 4 - Análise descritiva dos respondentes em cada projeto, foi indicado o número total da equipe executora do projeto. Esse dado é relevante, porque realizou-se a técnica de análise de redes sociais completa para evidenciar a estrutura total da rede. Para tanto, na coleta dos dados para análise da rede social, foram identificados todos os atores, logo, aqueles que não responderam o questionário receberam indicativo de relacionamento com os respondentes, como exposto na etapa da análise das redes sociais.

4.2 Análise descritiva das redes sociais

A análise sociométrica das redes sociais considera a análise da rede completa, a investigação de todas as relações da rede e a análise da rede ego, o exame das relações centradas nos indivíduos e em seus papéis de prestígio. A perspectiva macro da análise da rede completa representa as relações diretas e indiretas entre as pessoas que compõem os projetos, pela medida de coesão. Na análise micro, voltada para a relação entre os indivíduos, é possível perceber as interações diretas e indiretas entre as pessoas, pelas medidas de centralidade. Neste estudo, optamos pela análise da estrutura da rede, o estudo da rede completa. Assim, foram coletadas

informações de todos os participantes dos projetos. Além disso, foi analisada a rede ego para identificar os principais indivíduos e suas posições de prestígio na rede do projeto. Para tanto, foram mensuradas as medidas de coesão e as medidas de centralidade.

A coesão define o nível de relacionamento de uma rede em um ângulo global (HIGGINS; RIBEIRO, 2018). A medida de coesão permite avaliar a intensidade do relacionamento entre os indivíduos em uma rede, em virtude dos vínculos estabelecidos (MIRANDA; BORGES, 2018). Dentre as medidas de coesão, podemos destacar a densidade, o diâmetro, a distância e o grau médio. A densidade descreve a conectividade da rede, a distância é o menor número de arestas, o menor caminho entre dois nós, levando em conta o número de conexões, e o diâmetro é a distância mais longa entre as distâncias mais curtas do grafo, ou seja, a distância máxima entre dois atores (LAZEGA; PARIS; HIGGINS, 2014). Por fim, o grau médio representa o grau de contato médio dos nós da rede (HIGGINS; RIBEIRO, 2018; MIRANDA; BORGES, 2018). O apêndice C dispõe o método de cálculo das medidas de coesão e centralidade.

A centralidade indica a relevância dos nós da rede, tendo em consideração o número de conexões e descreve a lista de *status* do nó, em uma estimativa da popularidade (HIGGINS; RIBEIRO, 2018). Os papéis assumidos pelos indivíduos na rede identificam como são realizadas as trocas entre eles, como a entrega ou o recebimento de recursos tangíveis ou intangíveis: conhecimento, informações, materiais de laboratório, livros, etc. A *centralidade grau* consiste em contar o número de relações com os quais um nó possui adjacência, permitindo visualizar a posição em que esse se encontra em relação aos demais (HIGGINS; RIBEIRO, 2018; MIRANDA; BORGES, 2018). A *centralidade proximidade* permite compreender quanto o indivíduo precisa percorrer para alcançar outros indivíduos, revelando a capacidade de influência desse em relação aos seus adjacentes. A *centralidade intermediação* é a forma de poder dentro da rede, ou seja, o nó com maior índice de intermediação e possui capacidade de facilitar ou obstruir, de forma seletiva, os recursos trocados na rede, de acordo com o número de conexões que passam por ele (HIGGINS; RIBEIRO, 2018).

A *centralidade autovetor* é uma medida que representa o *status* da posição relacionada em relação à posição dos nós ao qual está ligada. Assim, o *status* de um indivíduo é uma função linear dos indivíduos aos quais ele está conectado, ou seja, “em uma rede de comunicações, aqueles que estão recebendo muitas comunicações de outras pessoas serão, eles próprios, fontes de informação melhores e mais valiosas”(BONACICH; LLOYD, 2001, p.2).

A Análise das Redes Sociais (ARS) investiga as relações entre os nós, por meio das suas ligações. Ela apresenta características muitas vezes invisíveis dos comportamentos e trocas, que não são percebidas pelas estruturas formais, como nos organogramas, por exemplo. A seguir, são apresentadas as medidas de coesão e centralidade de cada projeto estudado e a análise das relações entre os indivíduos que os compõem.

➤ **Projeto A** – área do conhecimento : Ciências Sociais Aplicadas

O projeto A desenvolve iniciativas de ensino estruturante e se propõe a investigar e a experimentar processos sociocomunicacionais, em contextos de conexão intermediária. O projeto foi planejado para integrar as iniciativas de Ensino, Pesquisa e Extensão, e reúne um grupo de professores que articula ações de experimentação, análise e crítica de produtos, atrelados à formação de alunos da graduação da UFMG. Seu objetivo central é investigar e experimentar modalidades contemporâneas de processos sociocomunicacionais em contextos de convergência de intermídia.

Trata-se de um laboratório didático, que é vinculado a um grupo de pesquisa do departamento, situado na Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas - FAFICH da UFMG. Iniciado em fevereiro de 2011, a duração prevista para o projeto era de 4 anos. No entanto, em 2014, o projeto suspendeu suas atividades, que foram retomadas em 2015, com maior engajamento dos alunos. Ele está em execução até a presente data.

O Projeto A oferece uma disciplina obrigatória e nove disciplinas optativas para os alunos de graduação. As produções e as reflexões pedagógicas nas disciplinas fornecem uma visão de cunho social, importante para a formação humanística e contemporânea dos discentes dos cursos em vigor. Além disso, o projeto tem estreita relação com atividades de extensão, tais como: projeto de ensino, pesquisa e extensão em educação transmídia, para países de língua portuguesa, com a *Web Rádio Terceiro Andar*, e ações para a comunidade externa à universidade, por meio do projeto de extensão DIGICOM – comunicação Digital de Impacto Social.

O Projeto A articula, anualmente, um seminário voltado para o diálogo entre as práticas de ensino, pesquisa e extensão, que ocorre desde 2016, reunindo projetos e produtos realizados nas disciplinas que compõem o laboratório do projeto. O seminário é aberto para membros das comunidades universitárias e para a comunidade externa às universidades. O Projeto A também

elabora outros eventos ocasionais ao longo do ano, sempre buscando o diálogo entre as disciplinas ofertadas.

O projeto dispõe de caráter interdisciplinar e fomenta experiências que contribuem para a formação de comunicadores. Os estudos abrangem: i) conexões intermídia, na forma de experimentos de linguagem e exercícios analíticos que priorizam, entre outros aspectos, dinâmicas transmídia, 7º agenciamento sociotécnico, por meio de *hashtags* e contextos multiplataforma, marcados por convergência entre televisão e dispositivos móveis; ii) participação social, com ênfase em processos de apropriação social e conexões em redes sociais *online*, notadamente aqueles relacionados a *fandom* e outras dinâmicas de engajamento social; iii) *big data*, com ênfase em estudos acerca de algoritmos, visualização de dados coletados automaticamente e, especificamente, jornalismo de dados; e iv) etnografia *on-line*.

O projeto A promove a integração entre discentes dos cursos de graduação e discentes e pesquisadores da pós-graduação *stricto sensu*, através de: i) monitorias e estágios docentes, realizados por discentes de graduação, mestrado e doutorado; ii) disciplinas, seminários e oficinas ofertadas por pesquisadores em pós-doutorado, sob supervisão de professores do referido projeto; e iii) interfaces entre pesquisa, ensino e extensão, em sintonia com as investigações realizadas no âmbito das atividades dos grupos de pesquisa associados. Além disso, o projeto estabelece diálogo com diferentes projetos de pesquisa aprovados por professores desta equipe junto a agências de fomento e com parcerias internacionais de pesquisa em andamento, como com a Jonkoping University (Suécia) e com a Universidade de Amsterdam (Holanda).

No momento da coleta dos dados, o Projeto A contava com 19 membros, distribuídos nas categorias de professor pesquisador (46,2%), doutorandos (15,5%), mestrandos (7,7%), alunos de iniciação científica (23,1%) e coordenação (7,7%). 46% dos respondentes estão no projeto pelo período de um a três anos. O projeto conta com nove mulheres (69,2%) e quatro homens (30,8%). O nível de respostas válidas foi de 68,4%, o que consiste em uma amostra considerável para a análise da rede e das relações entre os indivíduos.

As medidas de coesão da rede do Projeto A indicam que os membros estão bem conectados, sendo a densidade de 68%, o que é confirmado pelo fato da distância média e o diâmetro entre os indivíduos serem de valor 1, o que pode ser considerado pequenos, ver Tabela 5 - Índices de coesão da rede. A média de contato entre todos os membros da rede é de 24. Assim, pode-se inferir que o Projeto A possui um bom nível de troca e compartilhamento entre

os membros, o que contribui para o desenvolvimento de ações que alcancem os objetivos estabelecidos pelo grupo.

Tabela 5 - Índices de coesão da rede

Densidade	68%
Diâmetro	1
Distância média	1,09
Grau médio	24
Nº de vértices	19
Nº de relações	234

Fonte: Elaborada pela autora.

As medidas de centralidade dos membros do projeto, apresentadas na Tabela 6 - Índices de centralidade dos membros do projeto identificaram que o grau de contato de entrada dos respondentes é maior para os membros COM_4 e COM_8, que possuem função de coordenador e professor pesquisador, respectivamente. Assim, esses dois professores são pontos centrais para a busca de informações e recursos dentro do projeto. Eles são vistos como referências pelos demais para alcançar os resultados em suas atividades. Com relação aos indivíduos que possuem maior iniciativa relacional, tem-se um professor pesquisador, o COM_10. Essa medida expressa que ele tem maior proatividade para manter contato com os demais membros da rede. Logo, o ator COM_10 tem o papel de auxiliar na dinâmica do contato entre os demais atores.

Cabe destacar que, do nó COM_14 ao nó COM_19, a pesquisa não foi respondida. Por isso, o cálculo inferiu apenas os valores de centralidade de entrada desses indivíduos em todos os índices, sendo importante para percepção parcial desses membros no Projeto A. A centralidade proximidade identificou que os membros COM_3 e COM_10, um discente e um professor pesquisador, respectivamente, estão dispostos em maior proximidade com os outros respondentes, o que significa que eles possuem bom acesso às vantagens da rede e maior possibilidade de influenciar os demais. A centralidade intermediação é um índice que representa a capacidade do respondente em facilitar ou obstruir o fluxo de compartilhamento ou troca dentro da rede. No Projeto A, os membros COM_3 e COM_10 possuem medida de intermediação elevada dentro da rede.

Tabela 6 - Índices de centralidade dos membros do projeto

Membro	Grau entrada	Grau saída	Proximidade	Intermediação	Autovetor
COM_1	31	55	0,019	0,476	0,919
COM_2	27	49	0,021	4,15	0,825
COM_3	26	31	0,032	32,186	0,642
COM_4	39	37	0,026	2,152	0,854
COM_5	31	35	0,027	0,56	0,839
COM_6	33	46	0,029	11,65	0,741
COM_7	25	42	0,022	2,867	0,864
COM_8	38	44	0,024	21,9	0,724
COM_9	32	32	0,025	0,167	0,900
COM_10	34	62	0,031	12,55	0,727
COM_11	34	55	0,018	0,476	1,000
COM_12	32	44	0,018	0	0,941
COM_13	35	42	0,025	8,219	0,838
COM_14	21	0	0,003	0	0,854
COM_15	19	0	0,003	0	0,258
COM_16	35	0	0,003	0	0,23
COM_17	22	0	0,003	0	0,427
COM_18	35	0	0,003	0	0,274
COM_19	25	0	0,003	0	0,43

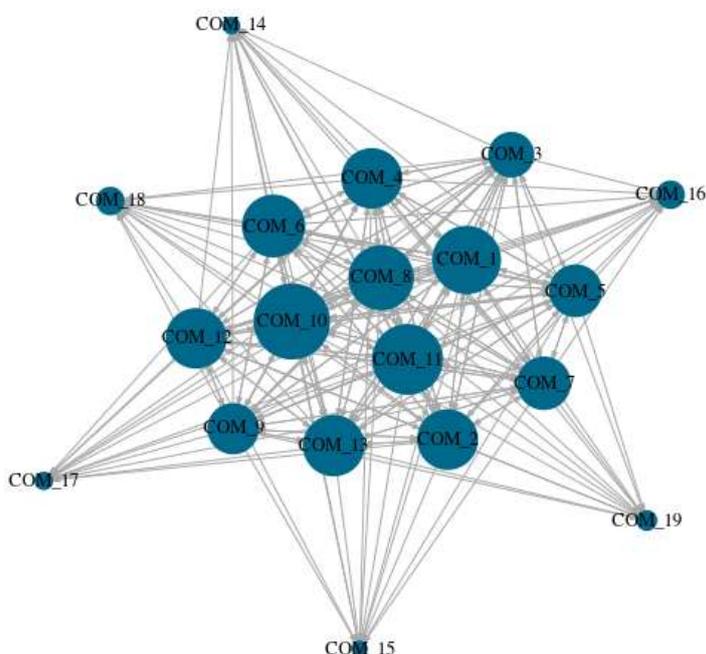
Fonte: Elaborada pela autora.

Um indivíduo ser escolhido por outro indivíduo, que possui prestígio como popular, faz com que aumente a popularidade dele, assim como ser indicado por alguém que é considerado como uma pessoa de poder pode contribuir para aumentar a percepção de poder desse indivíduo (BONACICH; LLOYD, 2001). A centralidade autovetor representa o *status* do indivíduo frente aos demais, pelas conexões que ele estabelece dentro da rede. No Projeto A, os membros COM_10, COM_11, COM_1 e COM_8 são evidenciados como pessoas que possuem recursos valiosos para o desenvolvimento das ações da rede. Eles possuem, por exemplo, informações relevantes para o desenvolvimento das atividades ou informações privilegiadas em relação aos demais membros da rede. As redes de colaboração em pesquisa, em geral, possuem a concentração de recursos apenas entre os pesquisadores de maior experiência (JEONG; CHOI; KIM, 2011; LEE; BOZEMAN, 2005). Na rede do Projeto A, verifica-se, pela centralidade de autovetor, que os índices se dividem igualmente em número de docentes e discentes. Na centralidade de intermediação, dois discentes apresentam maior grau. A dinâmica das relações,

expressa pelas medidas de centralidade, indica que os recursos estão distribuídos entre os discentes e docentes. No contexto de colaboração de pesquisa, a estrutura relacional do projeto favorece o aumento dos seus resultados (BARNES; PASHBY; GIBBONS, 2006).

A rede completa do Projeto A, ou seja, as relações diretas e indiretas para cada um dos nós que compõem o espaço relacional, é apresentada na Figura 7 - Grafo da rede interna do Projeto A, a seguir. O tamanho dos nós no grafo representam a centralidade grau de cada indivíduo, com seus respectivos adjacentes na rede. Portanto, os nós maiores são os que apresentam maior contato com os demais. As arestas são as ligações entre os atores: elas possuem direção para indicar de onde parte o contato. Pode-se, assim, identificar que existem relações não recíprocas que possivelmente correspondem aos não participantes da pesquisa. Optou-se por escolher um layout de apresentação que preservasse a realidade do distanciamento dos atores na rede, trazendo uma apresentação mais realista. Para tanto, foram preservadas todas as ligações entre os atores, o que gera um número elevado de arestas. Essa escolha foi baseada no objetivo da pesquisa de imergir nas características da estrutura relacional.

Figura 7 - Grafo da rede interna do Projeto A



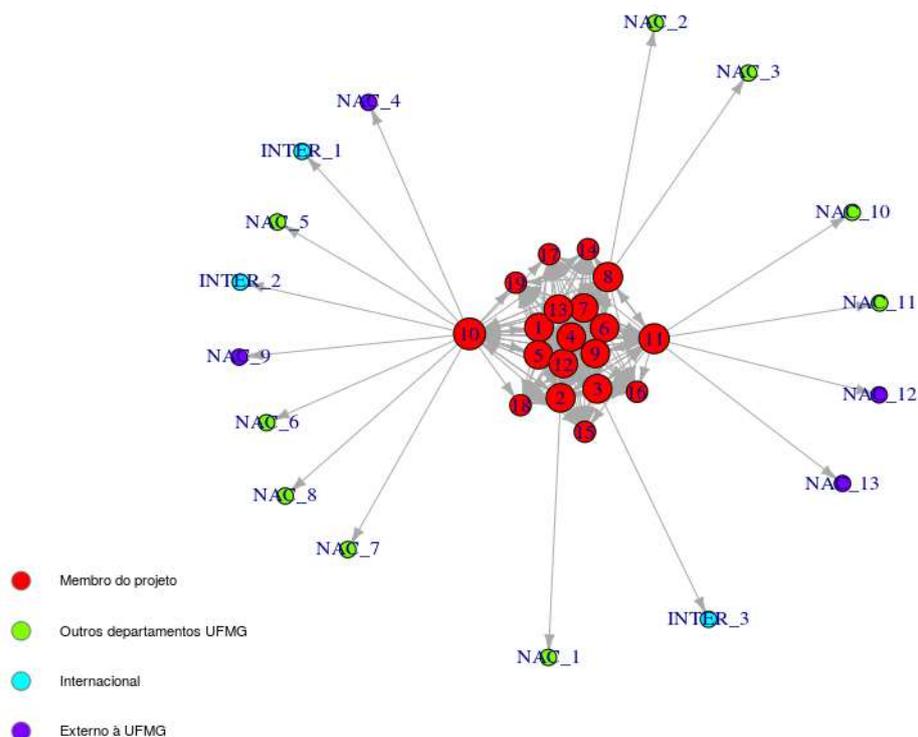
Fonte: Elaborada pela autora.

O grafo, apresentado na Figura 7 - Grafo da rede interna do Projeto A, confirma as características reveladas pela análise quantitativa da rede. A rede possui alta densidade, ou seja,

os atores estão posicionados de maneira mais próxima entre si. Ainda, os atores com maior centralidade grau, COM_10, COM_11, COM_8 e COM_1, estão em uma posição mais central na rede. Verifica-se também que a rede apresenta, graficamente, distância e diâmetros pequenos, quando se analisa a posição dos nós na rede reticular.

Nessa pesquisa, foi solicitado aos respondentes, por meio de uma pergunta não obrigatória, que indicassem pessoas que não estavam descritas no instrumento como membros internos do projeto, mas que eles tinham contato para trocar informações, conhecimentos e buscar recursos. A partir das respostas foi possível perceber que a rede do Projeto A possui interação com diversos atores externos ao projeto. Esses atores são pesquisadores externos de outros departamentos da UFMG, colaboradores de empresas e pesquisadores internacionais, como apresentado na Figura 8 - Grafo dos relacionamentos externos ao Projeto A. Na UFMG, os contatos são com pesquisadores do Instituto de Ciências Biológicas (ICB), da Escola de Belas Artes, da Faculdade de Ciências Econômicas (FACE), do Departamento de Ciência da Computação (DCC) e do Centro de Computação (CECOM). Os pesquisadores externos foram identificados como das universidades parceiras da Suécia, da Holanda e da Universidade de São Paulo (USP).

Figura 8 - Grafo dos relacionamentos externos ao Projeto A

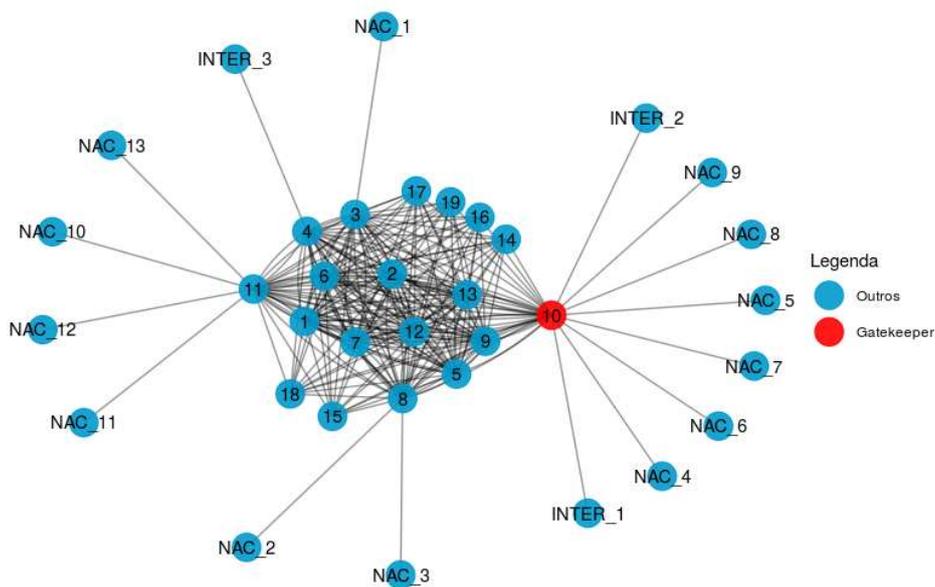


Fonte: Elaborada pela autora.

Ao analisar o grafo que apresenta as relações com membros externos ao projeto, pode-se confirmar que os membros COM_10, COM_11 e COM_8 apresentam características de detentores de recursos, o que justifica a característica de centralidade dos mesmos. Por possuírem muitas interações com os membros externos à rede do projeto, esses atores fornecem informações relevantes e não redundantes, o que intensifica o processo de inovação e torna esses atores fonte de recursos tangíveis e intangíveis diversificados, para os demais atores da rede.

Na análise do Projeto A, observa-se que o membro COM_10 destaca-se como *gatekeeper*. O membro possui alto grau de centralidade dentro do projeto e como evidenciado na Figura 9 – Grafo *Gatekeeper* do Projeto A, ele apresenta um elevado contato com membros externos ao projeto. É importante ressaltar que o membro COM_10 é um professor pesquisador que executa atividades desde o início do projeto.

Figura 9 – Grafo *Gatekeeper* do Projeto A



Fonte: Elaborado pela autora.

➤ **Projeto B** – área do conhecimento : Engenharias

O Projeto B desenvolve um sistema de detecção e localização de fogo e fumaça nas situações reais de regiões remotas de preservação ambiental, cortadas por linhas de transmissão. Os pesquisadores esperam possibilitar que a sociedade acesse esse sistema por meio de uma interface *web* intuitiva. O escopo do projeto propõe-se a aprimorar algoritmos de visão computacional e *hardware* do equipamento para detecção de incêndio em fase inicial, capaz de lidar com situações reais de aplicação. Os pesquisadores estão buscando aperfeiçoar o *hardware* pela adoção de câmeras multiespectrais capazes de tratar imagens com condições extremas de luminosidade e proporcionar maior fidelidade de cor, agregando informações de estimativas de localização dos incêndios, pela tradução das coordenadas *pixels*, dos eventos monitorados na imagem, para coordenadas georreferenciadas. Essas funcionalidades estão integradas a um sistema *web* de monitoramento ambiental. Em conjunto com a divulgação em tempo real, via *web*, tanto órgãos responsáveis como indivíduos comuns poderão fiscalizar e eventualmente controlar incêndios em áreas de preservação natural. Dessa forma, poderão também cooperar para a redução da degradação ambiental.

O Projeto B é a continuidade de um projeto que ocorreu de 2012 a 2014. No projeto anterior, foram definidas as especificações das câmeras de monitoramento e dos equipamentos de transmissão de dados, bem como foram desenvolvidas as primeiras versões do *software* de detecção de fogo e fumaça, do enlace de comunicação e do *site* utilizado para monitoramento e processamento de alarmes.

Retomado em 2017, o Projeto B deu continuidade às atividades, com o objetivo de implementar um sistema remoto implantado em torres e/ou postes de redes de distribuição de energia – ou próximos a elas –, equipados com câmeras para captação de imagens e um sistema de processamento inteligente em vídeo, utilizando algoritmos de visão computacional capazes de detectar fogo e fumaça oriundos de incêndios florestais. Os objetivos foram divididos em fases: i) conceber e implementar o sistema para que ele seja capaz de resistir a fatores adversos, tais como ventos, raios, chuvas, variações de temperatura e outras intempéries; ii) desenvolver um sistema capaz de fornecer as coordenadas geográficas do foco de incêndio, com base na posição da câmera e na posição do foco de incêndio na imagem da câmera; iii) desenvolver técnicas de processamento de sinais e de imagens para lidar com o problema de oscilação e vibração do local onde a câmera está instalada; iv) estabelecer um método padrão e certificar a calibração das cores do vídeo captado pela câmera, de modo a permitir a caracterização

adequada das cores do fogo e da fumaça; e v) desenvolver uma interface web intuitiva que permita à sociedade participar ativamente do processo de monitoramento ambiental. O projeto é desenvolvido em parceria com a Companhia Energética do Estado de Minas Gerais, órgão do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, empresas parceiras e agentes da administração pública do Estado de Minas Gerais.

No momento da coleta dos dados, o Projeto B era formado por 19 pessoas: membros internos da UFMG e membros externos, de empresas e do governo estadual. Os discentes constituem a função predominante no projeto, sendo 11,1% de iniciação científica, 5,5% de mestrado e 11,1% de doutorado, seguida pela função dos professores pesquisadores, que são 22,2%. A função “outros”, composta por especialistas externos, colaboradores de empresas e órgãos governamentais, também corresponde a 22,2%. Por fim, há um coordenador (5,5%). Observamos que o período de trabalho de 61,1% dos indivíduos no projeto é de um a três anos, sendo que um professor, que considerou o tempo de trabalho no projeto como o tempo de dedicação às suas atividades no âmbito da universidade, declarou trabalhar de seis a nove anos no projeto (5,6%), e um respondente não declarou o tempo (5,6%). Em relação ao gênero dos colaboradores, existe a predominância de membros do sexo masculino (94%) e apenas um membro do sexo feminino (5,6%).

A análise da estrutura da rede do Projeto B revelou uma alta coesão, ou seja, a rede possui alta conectividade entre os membros, e a distância média entre eles e o diâmetro é igual a um. Essa configuração coopera para que o fluxo de informações e troca entre os colaboradores do projeto ocorra com maior facilidade, ver Tabela 7 - Índices de coesão da rede. O contato médio entre os membros do projeto é de 31. Pode-se inferir que a alta conectividade apoia a continuidade do projeto e o desenvolvimento das atividades ao longo dos anos. Tal fato é reforçado pela permanência de 5 membros, do projeto anterior, que ocorreu de 2012 a 2014, nesse novo projeto, iniciado em 2017.

Tabela 7 - Índices de coesão da rede

Densidade	95%
Diâmetro	1
Distância média	1
Grau médio	31
Nº de relações	324

Fonte: Elaborada pela autora.

A centralidade grau evidencia a posição de contato entre os indivíduos em relação aos demais (WASSERMAN; FAUST, 1994). Conforme pode ser observado na Tabela 8 - Índices de centralidade dos membros do projeto, os membros ANE_3, ANE_9 e ANE_14 apresentam maiores índices de centralidade de entrada, o que permite afirmar que eles são os atores mais procurados pelos demais para trocas e compartilhamentos durante o desenvolvimento do projeto. Esses indivíduos são o coordenador, um professor pesquisador e um especialista externo, respectivamente.

Na centralidade de grau de saída, os membros ANE_5 e ANE_9 são os que possuem maior iniciativa de contato com os demais membros da rede. Eles se caracterizam por aumentar o contato entre os membros da rede, sendo eles o coordenador e um discente doutorando, respectivamente. A dinâmica do contato da rede ocorre principalmente pela ação da coordenação, o que demonstra que ocorre uma maior concentração de recursos tangíveis e intangíveis, com o ator ANE_5.

Na centralidade proximidade, os colaboradores ANE_15 e ANE_18 possuem uma posição de maior proximidade em relação aos demais membros da rede, garantindo a eles a obtenção de recursos com maior agilidade. A centralidade proximidade destaca dois membros externos à UFMG como atores com alta proximidade na rede. Tal fato é justificado por um dos membros ser agente do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA), que é a instituição onde ocorre a coleta dos dados e onde são realizados testes do projeto, e o outro ser de uma empresa parceira com alto grau de especialização no campo da pesquisa.

Tabela 8 - Índices de centralidade dos membros do projeto

Membro	Grau entrada	Grau saída	Proximidade	Intermediação	Autovetor
ANE_1	34	33	0,033	5,360	0,668
ANE_2	32	33	0,030	6,566	0,636
ANE_3	49	43	0,026	0,174	0,859
ANE_4	38	39	0,029	1,825	0,748
ANE_5	36	46	0,030	2,518	0,809
ANE_6	39	37	0,032	2,362	0,749
ANE_7	37	36	0,032	2,862	0,726
ANE_8	39	38	0,033	2,427	0,762
ANE_9	56	50	0,029	0,400	1,000
ANE_10	38	43	0,023	1,386	0,767
ANE_11	25	33	0,037	25,368	0,492
ANE_12	22	42	0,028	16,681	0,588
ANE_13	34	34	0,033	9,467	0,624
ANE_14	54	40	0,025	0,000	0,873
ANE_15	31	30	0,042	21,966	0,561

Membro	Grau entrada	Grau saída	Proximidade	Intermediação	Autovetor
ANE_16	32	37	0,037	11,188	0,644
ANE_17	25	32	0,038	9,802	0,545
ANE_18	24	25	0,040	35,726	0,437
ANE_19	26	0	0,003	0,000	0,229

Fonte: Elaborada pela autora.

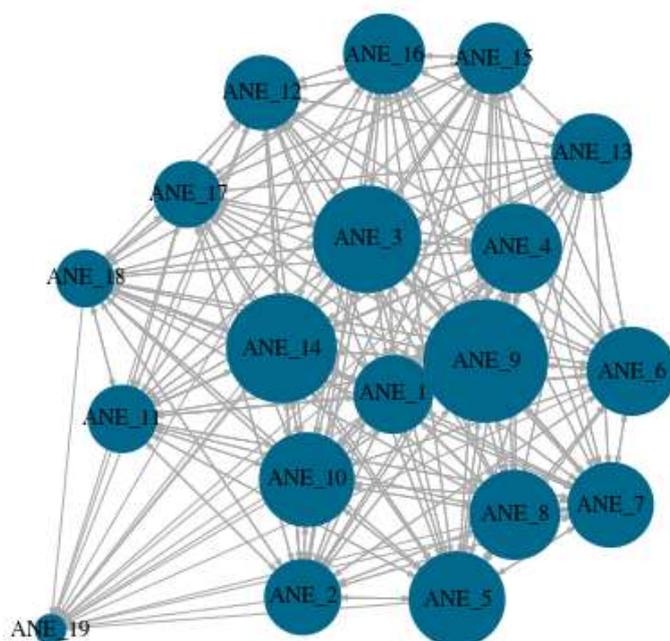
A centralidade intermediação identifica os indivíduos que possuem maior disposição para promover ou obstruir o fluxo dentro da rede. No projeto, o indivíduo ANE_18 apresenta maior grau de intermediação. Como membro do SISEMA, ele possui alto poder de intermediar o fluxo de recursos para coleta de dados e testes. Por essa razão, esse indivíduo exerce a função de intermediador na rede do projeto. A centralidade autovetor simboliza o *status* do indivíduo frente aos demais membros do projeto pelas conexões que ele estabelece dentro da rede, sendo depositário de recursos tangíveis e intangíveis de alto valor. No Projeto B, o membro ANE_9 possui característica de alto *status*, pelo fato de ele ser o coordenador do projeto e possuir alta centralidade de entrada e saída com os demais na rede, o que esclarece seu alto prestígio pelos demais.

Essa rede apresenta, como membros com altos índices de centralidade, os professores pesquisadores, coordenador e especialistas externos, que são os membros que possuem *expertise* na pesquisa. O coordenador se destaca na centralidade de grau e autovetor, no entanto, outros atores estão posicionados como intermediadores e influenciadores. Tais características contribuem para o desenvolvimento do processo de inovação, principalmente pelo fato de a rede ter um bom fluxo de recursos, oriundos dos especialistas externos e devido ao fato de os atores serem ligados a órgãos governamentais. Esse contato com pessoas que estão fora do ambiente da universidade favorece a troca e o compartilhamento de diferentes recursos e informações, não controlados pelos membros internos, e promove maiores resultados de inovação. Tal fato é corroborado pela teoria dos laços sociais (GRANOVETTER, 1973) e pela continuidade do projeto após alguns anos, mesmo sem financiamento. As redes com alta coesão são marcadas por um esforço maior, por parte dos gestores do projeto, para manter a rede sempre nutrida por informações novas e relevantes para o desenvolvimento da inovação, pois a alta conectividade pressupõe redundância de informações (GRANOVETTER, 1973; STOKOLS et al., 2008; YAYAVARAM; AHUJA, 2008). Na rede do Projeto B, os membros das empresas e dos órgãos ligados ao governo ocupam posições estratégicas que alimentam a rede com diferentes recursos, mantendo o fluxo de informações e de conhecimentos não redundantes.

O Projeto B confirma que experiências com bons resultados relacionais e organizacionais possibilitam a continuidade das parcerias pela percepção dos benefícios pessoais e profissionais para os envolvidos no projeto, que tendem a continuar, mesmo que ocorra a suspensão dos financiamentos e que exista uma retomada das atividades em um momento posterior, conforme já evidenciado em outros momentos na literatura (BRIGHT et al., 2017; JEONG; CHOI; KIM, 2011; LEE; BOZEMAN, 2005). Essa evidência é demonstrada pela continuidade do projeto após a interrupção das atividades durante quatro anos e, ainda, a continuidade da colaboração de cinco membros do projeto realizado de 2012 a 2014, nesta nova fase.

O grafo da rede do Projeto B, apresentado na Figura 10 - Grafo da rede interna do Projeto B, confirma que os membros ANE_3, ANE_9 e ANE_14 possuem centralidade grau alta e estão posicionados centralmente na rede. Essa disposição mostra o quanto os indivíduos tem contato com eles, ou seja, que estão em busca de recursos em contato com esses atores. Pode-se perceber que a rede do Projeto B possui diâmetro e distância pequenos, e que a posição dos atores revela que, apesar de alguns terem alta centralidade grau, eles estão em uma posição não tão central no projeto. Isso revela a relação dos membros internos que não estão constantemente presentes no âmbito da UFMG por exercerem atividades em outras instituições e organizações.

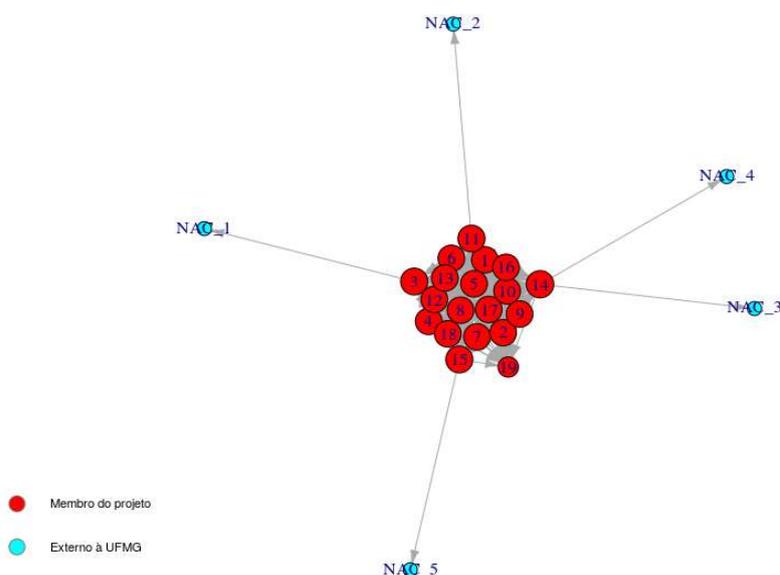
Figura 10 - Grafo da rede interna do Projeto B



Fonte: Elaborada pela autora.

São apresentados, na Figura 11, os atores e suas relações externas, que contribuem para o desenvolvimento do projeto. Evidencia-se que os atores ANE_3 e ANE_14, que possuem centralidade de grau alta, apresentam característica de contato com atores externos, o que comprova que a busca dos demais está relacionada ao acesso a informações não redundantes. Na rede do Projeto B, foram indicados atores externos ao ambiente da universidade como contatos que contribuem com recursos para o desenvolvimento do projeto.

Figura 11- Grafo dos relacionamentos externos ao Projeto B

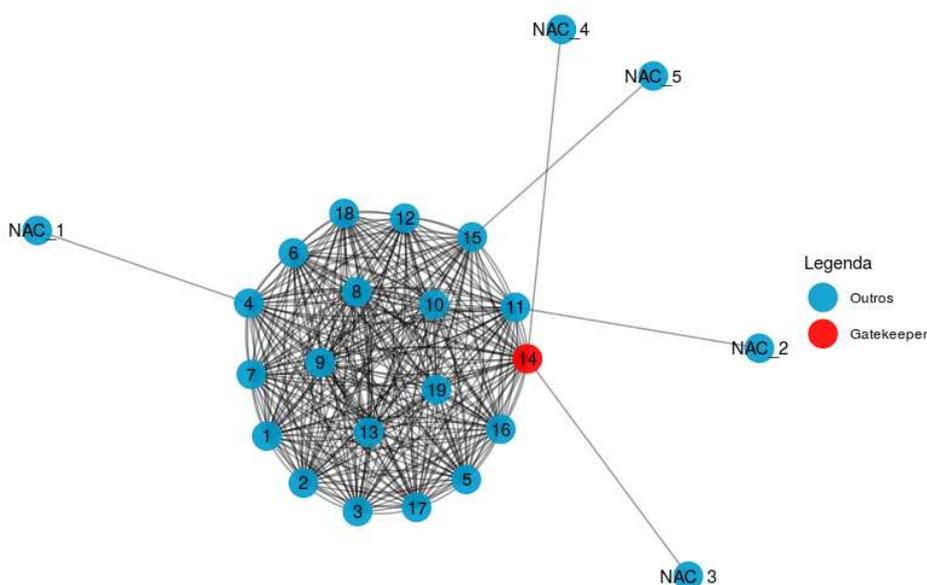


Fonte: Elaborada pela autora.

Os membros ANE_11 e ANE_15 também indicaram contato com membros externos à UFMG. Percebe-se que o Projeto B tem alta conectividade entre os membros externos e um acesso a informações novas por quatro membros do projeto, o que, conjuntamente com as informações dos membros internos, que não são pesquisadores vinculados diretamente à UFMG, confere ao projeto um processo de inovação contínuo, visto que novas informações sempre são agregadas ao fluxo da rede de inovação. Por fim, é importante frisar que a continuidade do projeto, após ter ficado alguns anos sem financiamento público, é um indicativo de que os benefícios observados na parceria pelos membros do projeto e as características de interação, rica em informações não redundantes, contribuem para a conservação das relações de colaboração.

O Projeto B tem como *gatekeeper* o membro ANE_14, cuja função é de professor pesquisador e está no projeto desde a primeira fase das atividades. O membro ANE_14 apresenta um maior número de ligações com o ambiente externo ao projeto e elevado grau de centralidade dentro da rede interna, como evidenciado na Figura 12.

Figura 12 - Grafo *Gatekeeper* do Projeto B



Fonte: Elaborada pela autora.

➤ **Projeto C** – área do conhecimento : Ciências da Saúde

O projeto C realiza atendimento aos atletas com vínculo ao Centro de Treinamento Esportivo - CTE/UFMG. Também atua na produção científica e na preparação de futuros profissionais, através da prática *in loco*. O núcleo interdisciplinar do treinamento esportivo tem o objetivo de entender como os fatores psicológicos influenciam no desempenho físico e compreender como a participação nessas atividades afeta o desenvolvimento emocional, a saúde e o bem-estar do atleta e dos treinadores. As intervenções são iniciadas nas categorias de base, mantidas na transição para as categorias profissionais e também estão presentes durante o período de transição de carreira do atleta. O trabalho é fundamental para a otimização dos

resultados do atleta durante a temporada esportiva, além de contribuir na prevenção e recuperação de lesões, para a lida com a pressão do ambiente competitivo e para desfrutar do prazer da prática esportiva.

O projeto C foi criado em 2013, dentro da lógica de projeto constituído por equipe multidisciplinar. Desde 2017, com o crescimento do grupo e das demandas, tornou-se um projeto que atende alunos de outras universidades e profissionais das áreas de psicologia e educação física. O projeto desenvolve atividades de formação técnica e prática, de forma concomitante, e publicações científicas para a área de estudo da equipe profissional. O trabalho é desenvolvido em parceria e de forma multiprofissional, com as áreas de fisioterapia, nutrição, medicina, fisiologia e educação física.

A equipe executora do projeto é formada por especialistas externos que formam a equipe multidisciplinar (42,9%). 35,7% são estagiários na função outros, dois coordenadores (14,3%) e um doutorando (7,1%). O período de dedicação ao projeto de 85,7% dos indivíduos é de um a três anos. O projeto conta com dez profissionais mulheres (71,4%) e quatro homens (28,6%).

A rede do projeto apresenta alta conectividade (93%) entre os membros, conforme a Tabela 9. Essa característica é relevante, uma vez que 35,7% dos membros são estagiários que possuem um tempo determinado de permanência. A distância média e o diâmetro também são pequenos na estrutura da rede, o que permite afirmar que a troca, o compartilhamento e a disseminação dos recursos acontece de forma fluida e com baixa tendência à obstrução de recursos entre os membros.

Tabela 9 - Índices de coesão da rede

Densidade	93%
Diâmetro	1
Distância média	1
Grau médio	26
Nº de vértices	15
Nº de relações	196

Fonte: Elaborada pela autora.

Observa-se, na Tabela 10, que a centralidade de grau de entrada no Projeto C apresenta o membro PSI_3 como aquele que é mais procurado pelos demais membros para obtenção de recursos. O indivíduo PSI_3 ocupa a função de coordenador do projeto desde 2013, o que

justifica a procura dos demais para obtenção de informações, conhecimento e recursos. No grau de saída, o coordenador, o ator PSI_3, também se destaca como participante mais ativo na rede. Ele tem habilidade para manter a dinâmica de contato entre os membros a partir da sua iniciativa de contato com os demais. Na centralidade proximidade, PSI_13 e PSI_4 possuem maior proximidade dos demais na rede, sendo que PSI_4 é subcoordenador no projeto. Esses dois colaboradores são identificados como atores que têm maior acesso e influência no fluxo de informação e conhecimento do projeto.

Tabela 10 - Índices de centralidade dos membros do projeto

Membro	Grau entrada	Grau saída	Proximidade	Intermediação	Autovetor
PSI_1	37	44	0,023	0,200	0,839
PSI_2	38	42	0,024	1,343	0,834
PSI_3	47	51	0,020	0	1
PSI_4	38	35	0,031	12,95	0,773
PSI_5	38	47	0,021	0,643	0,867
PSI_6	42	44	0,023	0	0,890
PSI_7	44	38	0,026	3,643	0,851
PSI_8	41	46	0,022	0	0,894
PSI_9	35	41	0,024	6,536	0,788
PSI_10	35	46	0,022	0,343	0,842
PSI_11	40	47	0,021	0	0,892
PSI_12	41	35	0,029	2,643	0,790
PSI_13	37	32	0,031	4,833	0,719
PSI_14	39	45	0,022	0	0,869
PSI_15	41	0	0,005	0	0,434

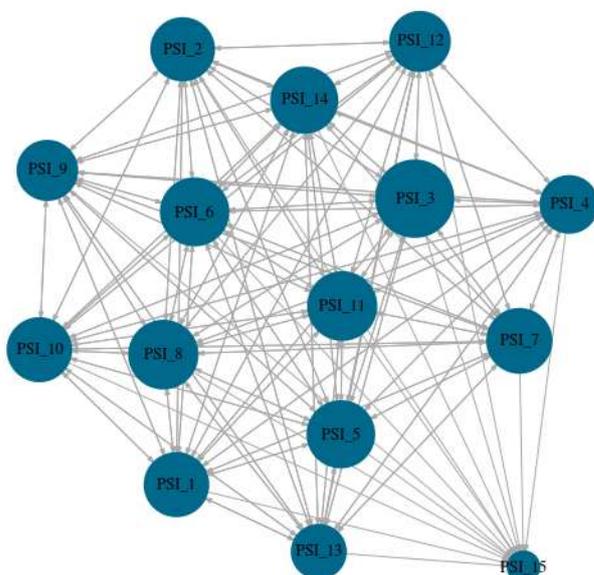
Fonte: Elaborada pela autora.

Na centralidade intermediação, o membro PSI_4, com função de subcoordenador, é um agente de facilitação ou obstrução dos recursos que circulam na rede, seguido pelo membro PSI_9, que também apresenta um grau de intermediação alto. Acerca da centralidade autovetor, que revela o *status* do indivíduo frente aos contatos que ele estabelece na rede, observa-se novamente que o coordenador PSI_3 é indicado como o ator de maior reputação dentro da rede. Ressalta-se que ele está à frente do projeto desde o início em 2013 e tem maior conhecimento e envolvimento que os demais membros para execução das atividades práticas no CTE/UFGM e para publicações científicas. Portanto, pode-se afirmar que a rede do Projeto C apresenta características encontradas nos estudos sobre redes de colaboração acadêmicas por Jeong, Choi

e Kim (2011), Katz e Martin (1997) e Stokols *et al.* (2008), nas quais os atores com maior experiência tendem a ser centrais e orientar os demais nas atividades de colaboração da rede.

O grafo do Projeto C, apresentado na Figura 13, revela a estrutura das relações entre os membros. Como observado na análise quantitativa, a rede apresenta alta densidade e distância e diâmetros baixos. Apesar disso, observa-se que os membros não apresentam alta concentração em um ponto do grafo. Portanto, pode-se inferir que as relações na rede possuem um equilíbrio na distância de contato, o que pode ser confirmado não apenas pelos links das relações, mas também pela representação da centralidade grau, que destaca o PSI_3 como o de maior grau.

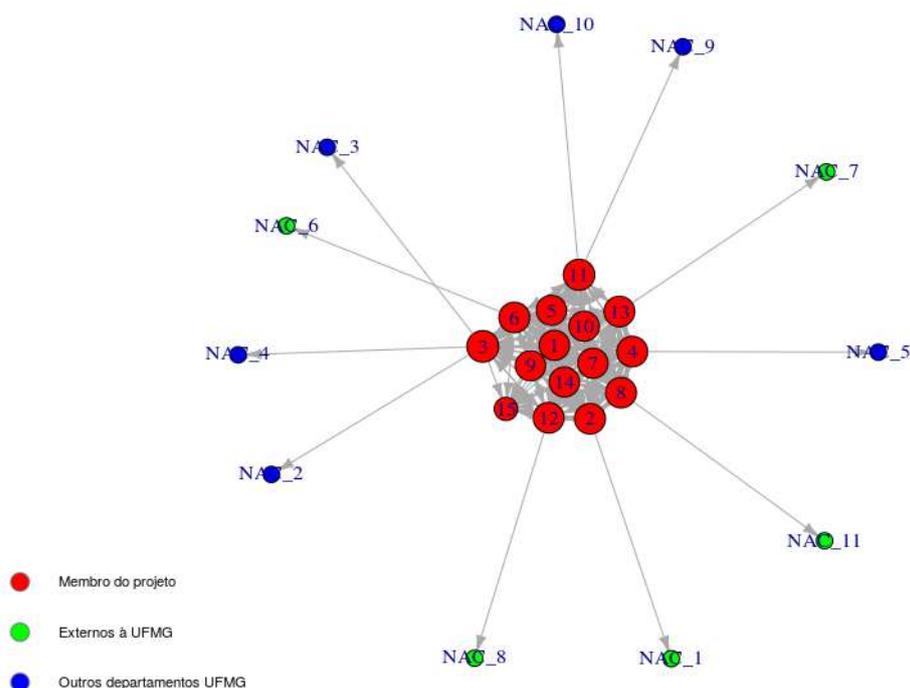
Figura 13 - Grafo da rede interna do Projeto C



Fonte: Elaborada pela autora.

O grafo das relações externas ao Projeto C, apresentado pela Figura 14, indica o PSI_3 como o que possui o maior número de relações externas ao projeto. Os atores PSI_2, PSI_6, PSI_8, PSI_11, PSI_12 e PSI_13 também apresentam relações com atores de outros departamentos da UFMG e com atores externos à UFMG. Os contatos externos, pertencentes à UFMG, são com pessoas do mesmo departamento do projeto, ou seja, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) e do CTE/UFMG. Também foi indicado um profissional da faculdade Newton Paiva e um psicólogo externo à universidade.

Figura 14 - Grafo dos relacionamentos externos ao Projeto C



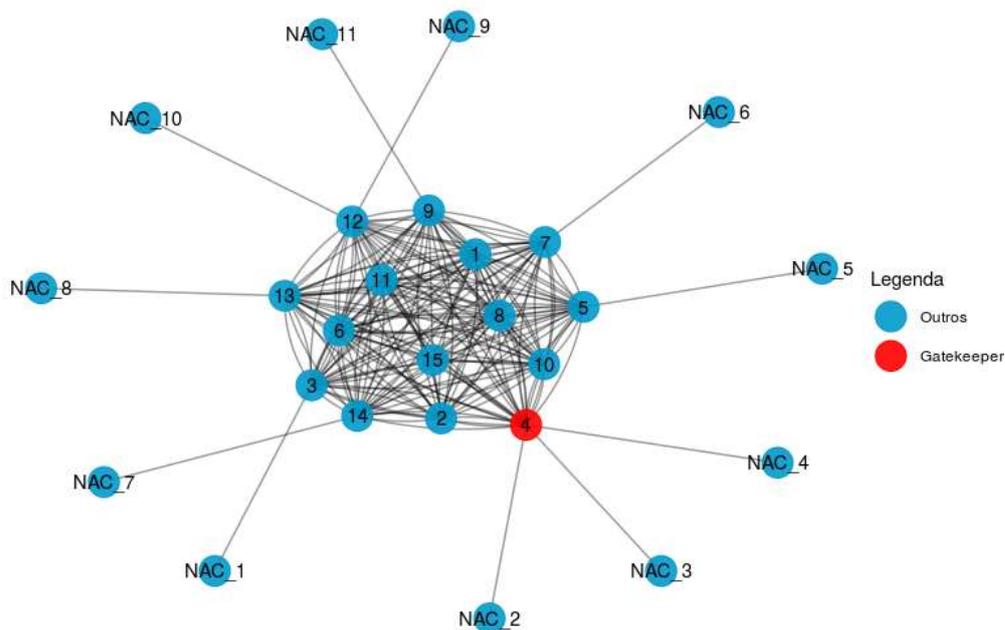
Fonte: Elaborada pela autora.

Salienta-se que o Projeto C teve início em 2013 e passou por uma reestruturação e aumento de demanda a partir de 2017. Apesar das mudanças, a rede do projeto se manteve e deu continuidade às atividades, mesmo com a alta rotatividade de atores. A rede densa e o fluxo de informação e conhecimento entre todos os membros são elementos que asseguram o prosseguimento da rede do projeto C. Associa-se a isso, a diversidade das informações que alimentam o fluxo de informações e conhecimento desta rede, seja pela multidisciplinaridade dos atores, seja pelo acesso a novas informações pelo contato com atores externos ao projeto, que contribuem indiretamente com o processo de inovação.

Na análise do *gatekeeper* do Projeto C, o membro PSI_4, que é subcoordenador, foi identificado com essa função. O membro PSI_4 está no Projeto C desde 2017 e apresenta alta

centralidade de proximidade e intermediação dentro da rede interna do projeto, como identificado na Figura 15.

Figura 15 - Grafo *Gatekeeper* do Projeto C



Fonte: Elaborada pela autora.

➤ **Projeto D** – área do conhecimento : Ciências Exatas e da Terra;

O Projeto D foi iniciado em 2016, visando a instalação da primeira planta industrial de arranjo de átomos de carbono do Brasil. A iniciativa conta com a participação da Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (Codemge), do Instituto de Ciências Exatas e da Terra (ICEX) da UFMG e do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). A fábrica-piloto está localizada dentro do CDTN, da UFMG, em Belo Horizonte. Além disso, o processo de constituição da empresa Neografeno, oriunda desse projeto, está em andamento e conta com a participação do órgão público Codemge e da iniciativa privada, que visam construir uma plataforma de escala industrial.

A fábrica-piloto iniciou sua operação em 2018 e tem como foco a consolidação de processos e o desenvolvimento de tecnologia própria, totalmente nacional, como seu principal diferencial. O processo de produção é reproduzível, escalável e de baixo custo. Como objetivos principais do projeto, tem-se: i) desenvolver um processo piloto, escalável para produção industrial de grafeno, por meio da esfoliação química de grafite natural obtido a partir de minérios prioritariamente do Estado de Minas Gerais; ii) demonstrar a adequação do material produzido em aplicações-chave, como baterias de íon e lítio, compósitos poliméricos, filmes finos condutores e filmes finos condutores bipolares sob efeito de campo e sensores e dispositivos.

O Projeto D tem três principais produtos: grafeno de poucas camadas, nanoplacas de grafeno, e nanografite. Além da produção de grafeno em escala, o projeto já testou e demonstrou mais de 20 aplicações e materiais com diversos parceiros empresariais. Para a consolidação dos objetivos, o Projeto D foi dividido em três fases. A primeira etapa foi o desenvolvimento da rota tecnológica, concluída com a produção de 150 kg anuais. Atualmente, ela produz 300 kg anuais. A segunda, de implementação, estabelece a capacidade de produzir em escala e ultrapassar a marca de uma tonelada por ano, em 2021. A terceira fase envolve estabelecer acordos comerciais com empresas que irão desenvolver, em parceria com a Codemge, aplicações para o grafeno. A fábrica-piloto diferencia-se, ainda, por tratar os resíduos gerados pelo processo de reutilização ou reciclagem. Assim, o ar é monitorado e toda a água utilizada retorna ao ciclo de produção, tornando a planta segura e sustentável.

No momento da coleta de dados, o Projeto D contava com 52 profissionais. Os respondentes são: professores pesquisadores (20%), doutorandos (6,7%), alunos de iniciação científica (6,7%), especialista externo (3,3%), coordenadores (6,7%) e outros profissionais, técnicos de laboratórios, programadores, de apoio técnico, secretária (56,7%). A faixa etária predominante é de pessoas de até 29 anos (43,3%), seguida por pessoas com mais de 50 (23,3%), e, depois, pessoas de 30 a 40 anos (20%). Os respondentes são, em sua maioria, homens (50%). As mulheres representam 43,3% da amostra do projeto, e os que preferiram não declarar, 6,7%. Predominantemente, os colaboradores estão dedicando-se ao projeto pelo período de um a três anos (63,3%). 20% dos pesquisadores trabalham com o tema de pesquisa do projeto durante um período de quatro a nove anos. Quatro pesquisadores (13,3%) se dedicam ao tema há mais de 10 anos.

A rede possui uma conectividade de 56%, e a distância média e o diâmetro são pequenos para uma rede composta por 52 atores (ver Tabela 11). A densidade da rede reflete a

heterogeneidade das funções nela estabelecida. Muitos membros possuem funções que exigem um baixo contato com os demais membros da rede, como, por exemplo, os técnicos de laboratório, que exercem atividades estruturadas, com baixo contato para a troca de informações e conhecimento. Essa característica contribui para que o contato entre eles seja com o objetivo de solucionar problemas pontuais. A alta especialização dos indivíduos também é um fator que influencia diretamente a conectividade das relações, pois a baixa necessidade de contato entre especialidades diferentes, para a elaboração de soluções para as atividades e para a produção dos diferentes produtos, é um elemento limitador para a construção e a manutenção das relações.

Tabela 11 – Índices de coesão da rede

Densidade	56%
Diâmetro	2
Distância média	1.19
Grau médio	56
Nº de vértices	52
Nº de relações	1531

Fonte: Elaborada pela autora.

Na análise da centralidade de grau dos colaboradores do projeto, observa-se, na Tabela 12, que os membros com alto grau de centralidade de entrada, ou seja, aqueles que possuem alta procura pelos demais na rede para troca, obtenção ou compartilhamento de recursos tangíveis e intangíveis, são MGG_8 e MGG_23. Um pesquisador e um técnico, respectivamente. Na centralidade grau de saída, os colaboradores MGG_11, MGG_12, MGG_16 e MGG_17 possuem papel de iniciativa de contato com os demais dentro da rede. Esses colaboradores são técnicos do CDTN. Apenas um deles é pesquisador e, por isso, possui alto grau de centralidade de saída. É importante ressaltar que os técnicos possuem a necessidade de contato com os demais membros para a entrega de resultados e para alocação de recursos.

Tabela 12 – Índices de centralidade dos indivíduos

Membro	Grau entrada	Grau saída	Proximidade	Intermediação	Autovetor
MGG_1	71	121	0,009	33,214	0,689
MGG_2	59	80	0,014	1,200	0,479
MGG_3	64	81	0,014	698,716	0,516
MGG_4	61	81	0,014	1,630	0,480

MGG_5	83	148	0,009	289,236	0,852
MGG_6	96	167	0,009	32,960	0,961
MGG_7	92	145	0,009	100,811	0,899
MGG_8	100	166	0,009	1,000	0,967
MGG_9	78	105	0,011	126,472	0,620
MGG_10	65	148	0,009	203,436	0,743
MGG_11	71	174	0,006	0,000	0,821
MGG_12	93	194	0,008	1,000	1,000
MGG_13	98	169	0,007	0,000	0,940
MGG_14	96	171	0,010	48,885	0,968
MGG_15	96	108	0,011	68,609	0,773
MGG_16	95	182	0,009	1,000	0,994
MGG_17	96	186	0,008	0,000	0,993
MGG_18	47	122	0,008	562,093	0,576
MGG_19	97	161	0,010	0,000	0,947
MGG_20	54	111	0,009	137,190	0,542
MGG_21	53	92	0,011	678,743	0,509
MGG_22	90	166	0,009	51,021	0,935
MGG_23	100	160	0,006	0,000	0,927
MGG_24	80	113	0,009	1,000	0,672
MGG_25	66	115	0,010	102,599	0,627
MGG_26	97	156	0,008	0,000	0,932
MGG_27	72	115	0,010	14,706	0,652
MGG_28	38	98	0,013	2,771	0,428
MGG_29	81	148	0,009	0,000	0,798
MGG_31	88	0	0,000	0,000	0,360
MGG_32	54	0	0,000	0,000	0,233
MGG_33	44	0	0,000	0,000	0,175
MGG_34	84	0	0,000	0,000	0,354
MGG_35	78	0	0,000	0,000	0,321
MGG_36	78	0	0,000	0,000	0,348
MGG_37	81	0	0,000	0,000	0,349
MGG_38	66	0	0,000	0,000	0,283
MGG_39	78	0	0,000	0,000	0,329
MGG_40	71	0	0,000	0,000	0,291
MGG_41	99	0	0,000	0,000	0,435
MGG_42	45	0	0,000	0,000	0,182
MGG_43	99	0	0,000	0,000	0,433
MGG_44	74	0	0,000	0,000	0,319
MGG_45	62	0	0,000	0,000	0,270
MGG_46	83	0	0,000	0,000	0,352
MGG_47	90	0	0,000	0,000	0,394
MGG_48	85	0	0,000	0,000	0,365
MGG_49	59	0	0,000	0,000	0,246

MGG_50	85	0	0,000	0,000	0,373
MGG_51	54	0	0,000	0,000	0,223
MGG_52	40	0	0,000	0,000	0,157
MGG_53	97	0	0,000	0,000	0,417

Fonte: Elaborado pela autora.

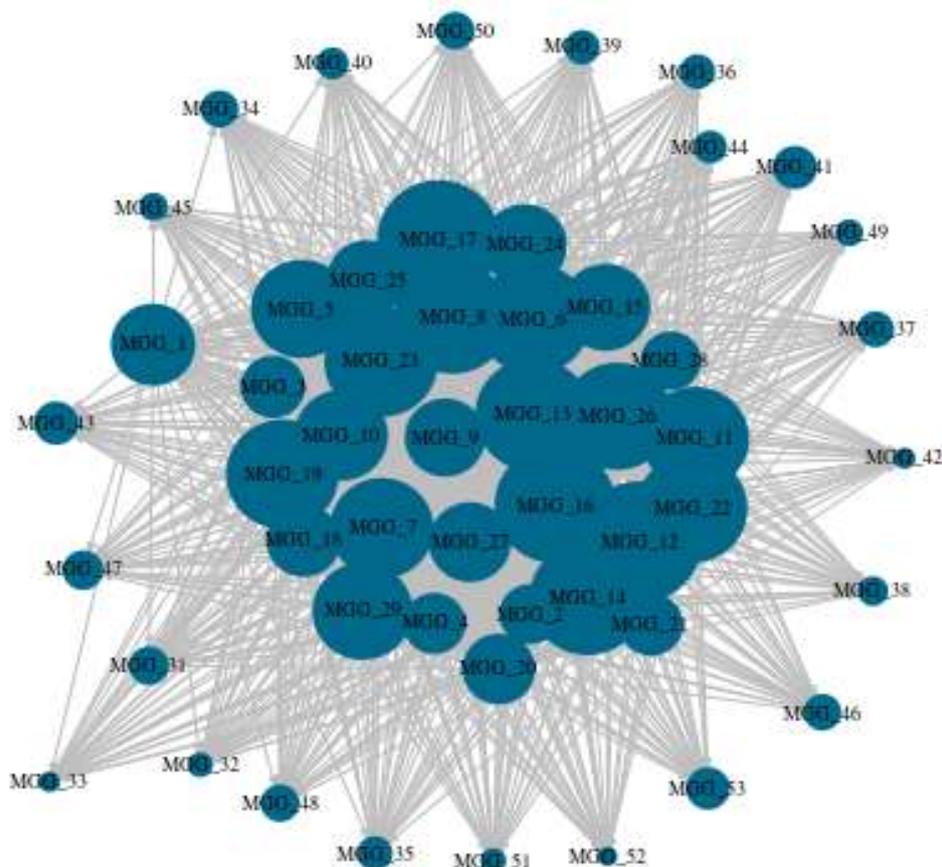
A centralidade proximidade expressa a aproximação entre um indivíduo e os demais membros da rede, ou seja, a maior centralidade proximidade expressa que um indivíduo percorre um caminho curto para estabelecer contato com os demais membros da rede. Os membros MGG_2, MGG_3, MGG_4 e MGG_28 são os que apresentam maior proximidade com os demais membros da rede do Projeto D. São dois pesquisadores, um apoio técnico e um técnico do CDTN, respectivamente.

Com relação à centralidade intermediação, ou seja, indivíduos que possuem potencial para permitir ou impossibilitar a troca na rede, os membros MGG_3, MGG_18 e MGG_21 possuem altos índices. Na centralidade de autovetor, que representa o *status* do indivíduo de acordo com as relações que ele estabelece na rede, os membros MGG_12, MGG_16 e MGG_17 são destacados. Pode-se atribuir a esses valores o fato de os indivíduos serem técnicos que possuem contato com pessoas que têm informações relevantes para o desenvolvimento do projeto.

Os resultados apresentados possuem uma tendência para altos índices de centralidade para pessoas com cargo de técnico. No entanto, é importante destacar que eles são a maioria dos respondentes (56,7%) desta pesquisa. Houve um baixo engajamento dos pesquisadores do projeto na participação desta pesquisa, mesmo sendo contactados diversas vezes por correio eletrônico (e-mail), algumas vezes pelo aplicativo *WhatsApp* e por telefonemas.

A Figura 16 revela as relações internas do Projeto D. O grafo possui alta densidade e uma grande complexidade relacional pelo elevado número de membros e pela representação das relações diádicas. O grafo evidencia que os membros possuem uma alta densidade entre eles, indicada pela proximidade dos respondentes da pesquisa, que possuem uma posição mais central no grafo.

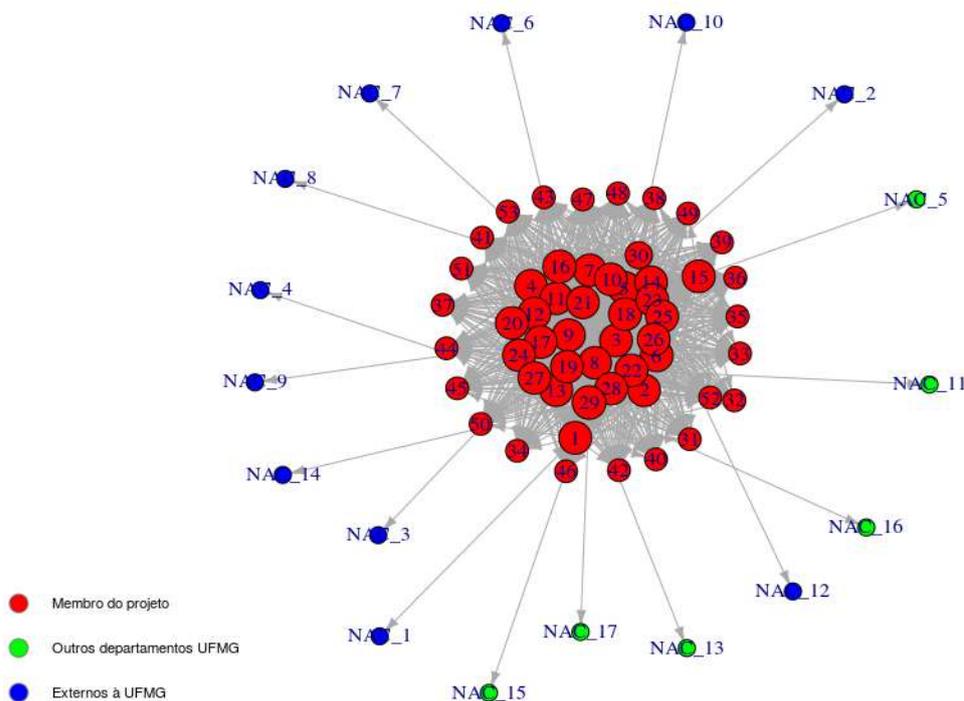
Figura 16 - Grafo da rede interna do Projeto D



Fonte: Elaborada pela autora.

Em relação aos relacionamentos externos, identificados pelos participantes do estudo, observamos que a rede do Projeto D, apesar de ser recente, possui um elevado contato com membros externos ao projeto (ver Figura 17). Foram indicados 17 relacionamentos com atores que não fazem parte da rede interna do projeto, sendo 11 desses atores externos à UFMG, como parceiros industriais, empresas parceiras, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG). Seis atores são membros de outros departamentos da UFMG, como o Laboratório de Caracterização e Processamento de Nanomateriais (LCPNano), outros departamento do CDTN e a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (Fundep).

Figura 17 - Grafo dos relacionamentos externos ao Projeto D

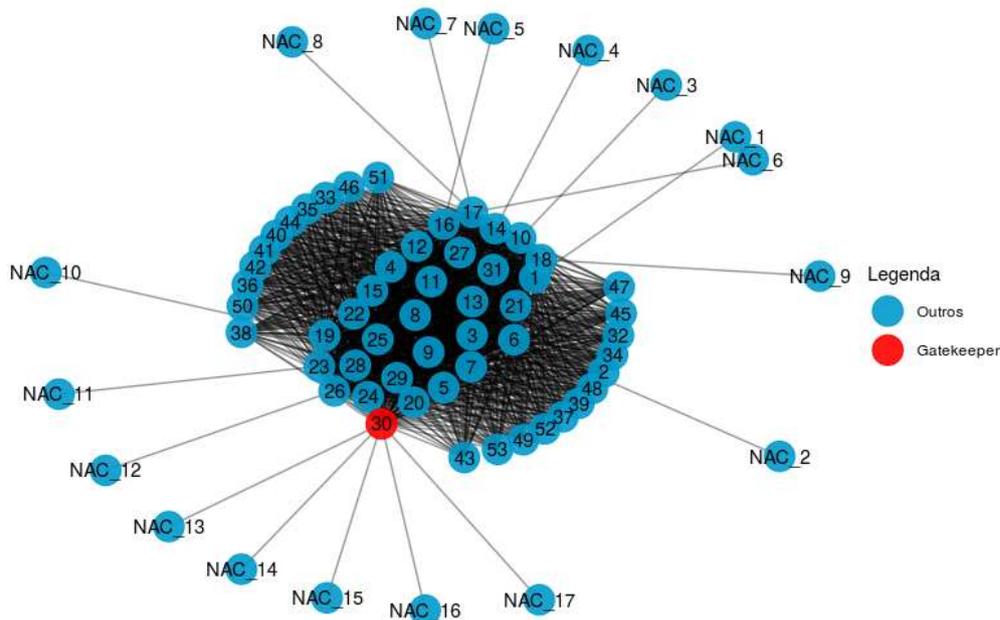


Fonte: Elaborada pela autora.

O membro MGG_29 foi o que indicou cinco atores externos ao projeto para troca de recursos e para o desenvolvimento do projeto. O membro MGG_16 indicou três atores externos à UFMG. Ou seja, eles mantêm contato com atores que não fazem parte da universidade para o desenvolvimento do projeto. Ademais, os membros MGG_1, MGG_5, MGG_9, MGG_13, MGG_15, MGG_17, MGG_18, MGG_22 e MGG_25 possuem contato com atores externos ao projeto, em sua maioria externos à UFMG. A rede do Projeto D recebe informações novas por diversos atores da rede. Tal fato é um facilitador para a inovação, principalmente pelo projeto ser de alta tecnologia e, ainda, ter uma rede extensa e com diversas atividades estruturadas para o desenvolvimento dos produtos do projeto.

No Projeto D, o membro MGG_30 é um professor pesquisador que tem a função de *gatekeeper*, conforme a Figura 18. O membro MGG_30 iniciou, há menos de um ano, suas atividades no projeto e apesar de não apresentar alto grau de centralidade, ele destaca-se por ter uma rede externa ao projeto maior que aos demais respondentes.

Figura 18 - Grafo *Gatekeeper* do Projeto D



Fonte: Elaborada pela autora.

➤ **Projeto E** – área do conhecimento : Ciências Biológicas

O Projeto E investigou as bases neurais e cognitivas do processamento visual de ordem superior no protocérebro da abelha *Apis mellifera*, através de um estudo integrativo, envolvendo experimentos de neuroanatomia, neurofisiologia e comportamento. O estudo da percepção visual constitui uma das áreas da neurociência que apresentou maior progresso nas últimas décadas, levantando questões intrigantes sobre o processamento visual no cérebro.

O projeto utiliza uma abordagem comparativa, envolvendo estudos de distintos sistemas visuais. Essa técnica tem sido de grande relevância para desvendar similaridades e diferenças na arquitetura neural e nos processos cognitivos responsáveis pelo processamento visual, em seus diversos níveis. Os animais invertebrados são modelos que demonstram alta capacidade visual e relativa simplicidade cerebral, o que pode contribuir para desvendar fenômenos de processamento visual dificilmente acessíveis em estudos com modelos vertebrados. Assim, insetos, como a mosca *Drosophila melanogaster* e a abelha *Apis mellifera*, vêm sendo utilizados como modelos altamente vantajosos para estudos de neurociências do Instituto de Ciências Biológicas (ICB), da UFMG, e têm sido responsáveis por várias das descobertas de maior impacto nesta área de pesquisa.

No Brasil, são poucos os grupos de pesquisa desenvolvendo estudos de neurociências em insetos. O projeto buscou preencher essa lacuna ao desenvolver, em um departamento do ICB-UFMG, estudos inovadores em neurociências sobre a visão na abelha *Apis mellifera*, na perspectiva do modelo clássico para estudos da percepção visual. O projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Instituto de Ciência e Tecnologia - INCT Entomologia Molecular e da Universidade de Toulouse.

O projeto contou com a colaboração de oito membros: um coordenador, três professores pesquisadores, um mestrando, um aluno de iniciação científica, um especialista externo e um aluno do curso de pós-graduação *latos sensu*. Dentre os respondentes, foram identificados um indivíduo para as funções de coordenador, um especialista externo, um de iniciação científica, um mestrando, um professor pesquisador, totalizando cinco respondentes. Os pesquisadores deste grupo possuem vasta experiência no campo de pesquisa do projeto, sendo quatro dos respondentes (80%) pesquisadores que se dedicaram por um período de sete a nove anos à pesquisa, e um que colaborou por um período de quatro a seis anos para a pesquisa.

A rede do Projeto E tem conectividade média e diâmetro e distância média baixos, mostrando a facilidade de trocas e compartilhamentos para desenvolvimento dos trabalhos, conforme a Tabela 13. As atividades foram realizadas em dois laboratórios distintos, o que diminui o contato diário durante as atividades. Outro fator importante a ser considerado é a participação de professores pesquisadores de departamentos distintos, bem como os parceiros externos à UFMG. Assim, o contato predominante ocorreu entre os discentes e o coordenador.

Tabela 13 - Índices de coesão da rede

Densidade	62%
Diâmetro	1
Distância média	1
Grau médio	4
Nº de vértices	8
Nº de relações	35

Fonte: Elaborada pela autora.

A centralidade de entrada do Projeto E destaca, como membro com posição de maior busca de informações, conforme observado na Tabela 14, o membro PROT_2, que ocupa função de coordenador, seguido pelo membro PROT_6, professor pesquisador com grande

expertise na área da pesquisa. Os membros que se destacam pela iniciativa de contato com os demais membros da rede, aumentando a dinâmica da rede, são os membros PROT_2, coordenador do projeto, e PROT_1, discente da pós-graduação.

Tabela 14 - Índices de centralidade dos membros do projeto

Membro	Grau entrada	Grau saída	Proximidade	Intermediação	Autovetor
PROT_1	15	22	0,050	0	0,852
PROT_2	18	28	0,036	0	1,000
PROT_3	12	18	0,063	0,500	0,788
PROT_4	9	16	0,063	4,167	0,628
PROT_5	10	19	0,053	2,167	0,720
PROT_6	10	0	0,018	0	0,280
PROT_7	17	0	0,018	0	0,467
PROT_8	12	0	0,018	0	0,338

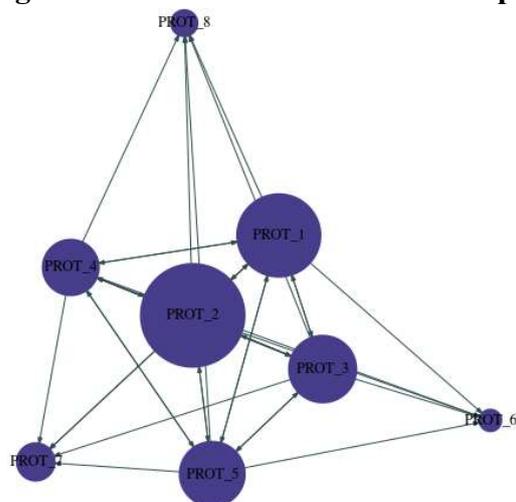
Fonte: Elaborada pela autora.

A rede é pequena e possui uma dinâmica de facilidade de contato, tendo os discentes PROT_3 e PROT_4 uma maior proximidade dos demais membros da rede. Esse grau de proximidade pode ser justificado por eles estarem diretamente em contato com os experimentos da pesquisa e por terem maior presença nos laboratórios. Os colaboradores PROT_4 e PROT_5 possuem alto grau de intermediação na rede, sendo eles um professor pesquisador da FIOCRUZ e uma discente. A medida de centralidade autovetor mostra que PROT_2 e PROT_1 possuem maior *status* frente aos demais membros na rede, ou seja, são vistos como colaboradores que possuem uma boa reputação frente aos demais.

A rede apresenta características esperadas de um coordenador com altos graus de centralidade por ser um ponto de referência de recursos tangíveis e intangíveis. No Projeto E, a medida de centralidade mostra que o conhecimento e os recursos não estão centralizados no coordenador do projeto. Tal fato contribui para maiores resultados pela combinação de conhecimento entre todos os atores da rede. Os membros externos e discentes apresentam uma forte presença na dinâmica, fazendo com que o fluxo de trocas e compartilhamentos ocorra de forma a manter a dinâmica no processo da inovação.

A rede do Projeto E é pequena e apresenta distância e diâmetro igual a um. O ator que ocupa a posição central no grafo é o coordenador do projeto. É importante ressaltar que o projeto contou com discentes de iniciação científica que não participaram da pesquisa. A densidade desta rede é de 62%, o que indica o grau de conectividade entre os membros (ver Figura 19).

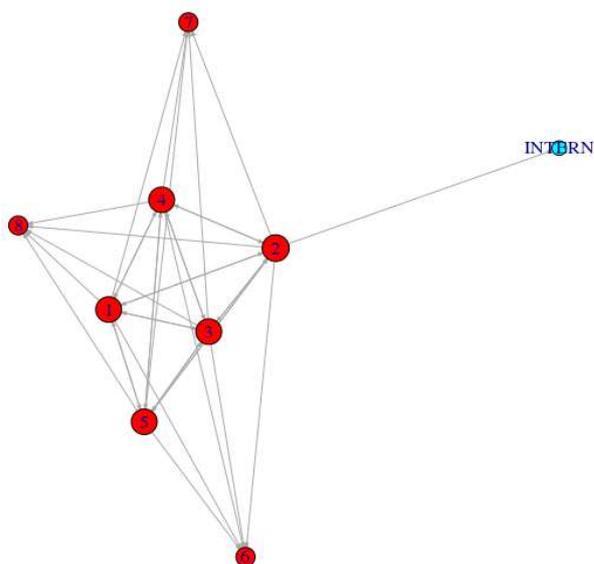
Figura 19 - Grafo da rede interna do projeto E



Fonte: Elaborada pela autora.

A rede de contatos externos ao projeto demonstra que apenas o membro central indicou ter contato com um ator externo - seu orientador na pós-graduação. O projeto foi desenvolvido por quatro anos, com financiamento do governo do estado de Minas Gerais. Após a conclusão dos trabalhos, apenas os membros professores pesquisadores mantiveram a rede de inovação para o desenvolvimento de trabalhos diversos na área de pesquisa do projeto (ver Figura 20).

Figura 20 - Grafo dos relacionamentos externos ao Projeto E

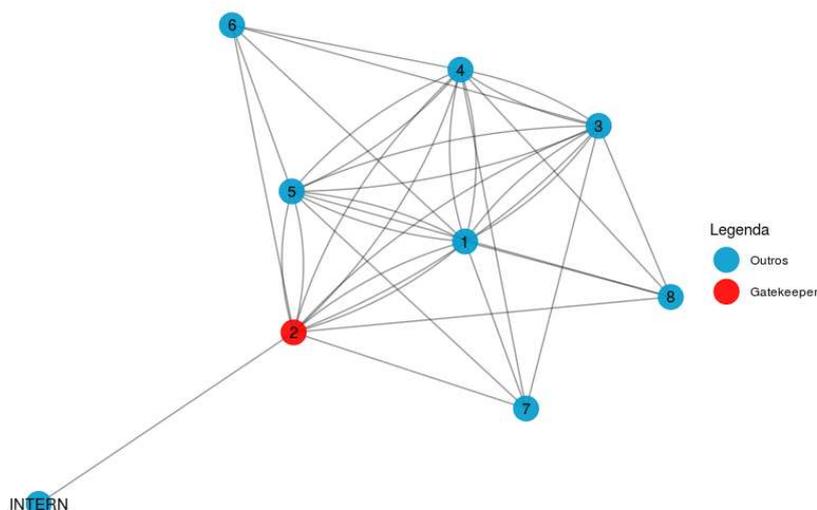


Fonte: Elaborada pela autora.

Observa-se que a rede do Projeto E possui uma baixa interação com membros externos a ele. No entanto, os membros internos possuem uma grande interação com outros atores da área de pesquisa, pois são pesquisadores de outros departamentos da UFMG e um pesquisador da FIOCRUZ. Essa característica fortalece a relação entre os pesquisadores. No entanto, o fato de os alunos estarem limitados aos contatos entre os membros da rede interna, para o desenvolvimento dos seus trabalhos, pode ser considerado um fator que contribuiu para a fragmentação e a não continuidade da parceria, ainda que seja composta por pesquisadores com titulação de mestre.

No Projeto E, o coordenador apresenta a função de *gatekeeper* por ser o idealizador e centralizador dos recursos do projeto, como observado na Figura 21. O membro PROT_2 possui alto grau de centralidade no projeto.

Figura 21- Grafo *Gatekeeper* do Projeto E



Fonte: Elaborada pela autora.

4.2.1 Discussão dos resultados

As redes sociais dos projetos estudados apresentam baixos índices de distância e diâmetro, sendo a média de um para ambas medidas. Logo, a distância mínima de um ator ao outro é de um, ou seja, estamos contando um único laço (HIGGINS; RIBEIRO, 2018). Essa característica revela que os atores da rede dos projetos pesquisados possuem um fácil acesso aos demais membros da rede, quando abordamos a questão estrutural das relações. Os fatores subjetivos dos relacionamentos não foram considerados nesta pesquisa, o que pode ser entendido como uma limitação metodológica, pois nos centramos em compreender a estrutura das relações entre os indivíduos para caracterizar a dinâmica da rede de inovação científica.

As medidas de densidade dos projetos revelaram que existe uma alta conectividade entre os atores, mesmo nos casos em que obtivemos uma baixa participação, como, por exemplo, o Projeto D. De fato, a conexão é um elemento importante para os projetos, como demonstrado por sua formação e continuidade. A conexão entre os indivíduos permite que ocorra a troca de recursos sem a centralização em apenas uma pessoa. Como expresso em Inkpen e Tsang (2005), a centralização de recursos, principalmente intangíveis, em uma única pessoa, pode causar a fragmentação da rede quando esse ator, detentor de recursos importantes para o alcance dos objetos, se desliga dela.

O Projeto A começou em 2011 e mantém suas atividades e produções ativas até a presente data. A rede do projeto possui, como principais atores na Centralidade Grau, a

coordenadora e um professor pesquisador; na Centralidade Proximidade, um discente doutorando e um professor pesquisador; na Centralidade Intermediação, a coordenadora e um professor pesquisador; e, por fim, na Centralidade Autovetor (prestígio), um professor pesquisador e um discente. As medidas de centralidade da rede indicam que a coordenadora ocupa uma posição importante para o desenvolvimento das atividades do projeto. No entanto, ela não é centralizadora dos recursos, já que outros professores pesquisadores são relevantes para o fluxo de informações e conhecimento dentro do projeto. Em relação à interação com membros externos ao projeto, observa-se que uma professora pesquisadora indicou contato com cinco membros externos e um discente indicou dois membros. O contato dos membros internos com outros indivíduos, que não pertencem ao projeto, faz com que a rede receba novas informações, ou seja, quando os membros da rede possuem relações muito próximas e pouco ou nenhum contato com o ambiente externo ao projeto, ocorre uma redundância de informações, o que limita o desenvolvimento da inovação. Portanto, a rede do Projeto A apresenta acesso às informações não redundantes, a partir do contato de cinco membros do projeto com atores de outros departamentos da UFMG e com indivíduos externos à UFMG.

O Projeto B foi iniciado em 2012 e teve suas atividades suspensas em 2014, por conta do fim do financiamento. Em 2017, as atividades foram retomadas com um novo financiamento público. A rede possui, como atores na alta Centralidade Grau, o coordenador e um especialista de uma empresa parceira; na Centralidade Proximidade, um especialista de uma empresa parceira e um ator do órgão SISEMA; na Centralidade Intermediação, o ator do órgão SISEMA é revelado como o principal; e, por fim, na Centralidade Autovetor (prestígio), o coordenador possui a posição de maior *status*. A rede do Projeto B, apesar de ter o coordenador na posição central, tem, especialmente, os especialistas das empresas parceiras como atores valorosos para o fluxo do conhecimento e informações. Essa característica tende a apoiar o desenvolvimento de inovação e a percepção de benefícios mútuos para os envolvidos no projeto, uma vez que os especialistas da empresa parceira trazem recursos tangíveis e intangíveis para agregar às demandas de mercado, no processo de criação do conhecimento acadêmico.

No que diz respeito às relações externas ao projeto, dois professores pesquisadores se mostraram mais propensos a manter essas relações com o ambiente externo ao projeto. Cabe ressaltar que todos os atores externos indicados não são vinculados à universidade. Como demonstrado por estudos anteriores, a heterogeneidade dos conhecimentos, na rede de inovação, faz com que os resultados sejam maiores e que os benefícios percebidos pelos envolvidos aumente a probabilidade de continuar as parcerias. Logo, os atores que tiveram

maior engajamento, na parceria para o desenvolvimento do projeto anterior, mantiveram-se no projeto atual para dar continuidade à pesquisa.

O Projeto C teve início em 2013 e passou por reestruturação de objetivos e inclusão de novos membros com habilidades transdisciplinares. A dinâmica da rede do Projeto C está centrada no ator com maior experiência no projeto, que também é o coordenador. Ele apresenta Centralidade Grau e Centralidade Autovetor, tendo uma posição importante na rede. Na Centralidade Proximidade, a subcoordenadora e um discente possuem os maiores índices. Na Centralidade Intermediação, a subcoordenadora é revelada como principal ator intermediador na rede do Projeto C. Apesar do coordenador ter uma posição na rede com maiores índices de centralidade, essa possui uma dinâmica fácil de acesso entre os atores da rede, o que é confirmado pela continuidade das atividades e pela Centralidade Grau de Entrada e Centralidade Grau de Saída, que enfatizam que não há grandes discrepâncias entre os valores dos índices de contato entre os membros do projeto. Nas relações com membros externos ao projeto, o coordenador tem o maior número de relações com indivíduos externos. Outros seis membros do projeto também indicaram relação com atores externos. Percebe-se que a rede do Projeto C tem uma troca expressiva de informações com o ambiente externo pela interação de diversos atores, o que apoia o processo de inovação do projeto. Além disso, a relação próxima entre os atores é um fator significativo para a manutenção e a continuidade do projeto.

O Projeto D foi concebido em 2016 pela parceria de órgãos governamentais, um departamento do ICEX/UFMG e o CDTN. A iniciativa desenvolve produtos de alta tecnologia e aplicabilidade ampla no mercado nacional e internacional. O projeto tem uma rede com grande estrutura reticular, contando com 52 atores. No entanto, o engajamento da rede na participação da pesquisa foi baixo: apenas 53% dos membros do projeto, em sua maioria, técnicos e atores de “outras” funções. A participação dos pesquisadores no estudo é relevante para mensurar a colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico, no entanto, todas as tentativas de contato foram falhadas, havendo um baixo engajamento dos pesquisadores. Dentre os participantes, um pesquisador e um técnico possuem maior índice de Centralidade Grau. Na Centralidade Proximidade, dois pesquisadores, um apoiador técnico e um técnico foram revelados como mais próximos à rede. Na Centralidade Intermediação e na Centralidade de Autovetor (prestígio), dois técnicos foram identificados como intermediadores e com maior prestígio. Acerca das relações com atores externos ao projeto, um pesquisador indicou que possui interação com cinco indivíduos externos e os demais membros que indicaram relações com pessoas externas foram os técnicos, que têm contato com pessoas externas à UFMG.

O Projeto E foi iniciado em 2014 e finalizado em dezembro de 2018. Ele contou com a participação de uma rede heterogênea de pesquisadores de três departamentos da UFMG, um pesquisador da FIOCRUZ e quatro discentes dos cursos de graduação e pós-graduação da UFMG. A rede, apesar de muito pequena, composta por oito membros, não possui característica de centralização. Na Centralidade Grau, o coordenador é indicado como o principal ator. Na Centralidade Proximidade, dois discentes assumem o papel de maior proximidade aos demais. Na Centralidade Intermediação, dois professores pesquisadores são identificados como intermediadores, e na Centralidade Autovetor (prestígio), o coordenador e um discente da pós-graduação são identificados como os de maior prestígio.

Na relação com membros externos ao projeto, apenas o coordenador indicou uma relação com um pesquisador, que foi seu orientador de pós-graduação. A rede apresenta forte relação entre os pesquisadores com maior experiência, ou seja, os professores pesquisadores da UFMG e o pesquisador da FIOCRUZ. Os discentes não foram identificados como atores que mantiveram uma relação de continuidade de colaboração. Pode-se relacionar esse achado ao benefício esperado desta parceria, bem como a aspectos subjetivos da motivação para o engajamento neste projeto.

A estrutura dos projetos pesquisados revela que as redes dos projetos de P,D&I na universidade possuem alta densidade e baixa distância, o que facilita o acesso entre os atores, quando avaliada a estrutura da rede completa dos projetos, ou seja, quando há a análise dos atores e suas relações diretas e indiretas para executar as atividades do projeto.

A análise das relações dos indivíduos, pelas medidas de centralidade, revela que, apesar dos coordenadores ocuparem o papel principal no fluxo de conhecimento, informações e recursos, não ocorre a centralização desses recursos em uma única pessoa, o que auxilia a criação e disseminação do conhecimento. Demonstrou-se também que as redes possuem contato com o ambiente externo ao projeto por diversos atores, o que fomenta o processo de inovação, pela entrada de informações novas. De fato, as relações de colaboração científica estão relacionadas aos atores que possuem maior grau de centralidade, já que esses têm a possibilidade de intermediar novas relações, possuem uma rede extensa e têm maior disponibilidade de contato com novos atores, conforme encontrado por Abbasi, Hossain e Leydesdorff (2012), Hayat e Lyons (2017) e Howells, Ramlogan e Cheng (2012). Logo, os coordenadores são atores relevantes para a continuidade da rede de inovação nos projetos estudados.

Na análise dos *gatekeepers*, foi possível observar que os coordenadores não são os principais atores na interação com o ambiente externo ao projeto. Com exceção do Projeto E, os demais apresentaram membros com função de professor pesquisador que proporcionam alto grau de centralidade como *gatekeepers*. Tal achado vai ao encontro do que foi apontado por Meissner e Shmatko (2017), que afirmam que os atores que possuem a habilidade de unir a experiência profissional em ciência e pesquisa de alta tecnologia e possuem capital relacional e social elevados são os principais influenciadores dos projetos, já que interagem com diversos atores externos ao projeto e inserem novos recursos ao fluxo das relações para promover inovação.

4.3 Análise da Modelagem de Equações Estruturais

O modelo desta pesquisa foi elaborado para analisar a percepção dos indivíduos, que participam de projetos de P,D&I, em laboratórios da UFMG, em relação à rede de conhecimento e à inovação aberta. Além disso, buscou-se avaliar como essa percepção é influenciada pela dinâmica das relações interpessoais, no âmbito do projeto, para a produção de resultados científicos e no desempenho dos projetos estudados. A técnica estatística de análise multivariada envolve a aplicação de métodos estatísticos que exploram simultaneamente várias variáveis (HAIR JR et al., 2017). A análise multivariada pode ser usada para explorar se as variáveis independentes são preditoras estatisticamente significativas das variáveis dependentes, e em seguida, quais variáveis independentes são melhores preditores das variáveis dependentes (HAIR JR et al., 2017). Com essa técnica, foi realizada a investigação da relação entre as variáveis dependentes Resultado e Desempenho do Projeto com as variáveis independentes Rede de Conhecimento e Inovação Aberta, as medidas da análise das redes sociais, que são as medidas de Coesão da rede, e as medidas de Centralidades dos indivíduos.

Para a aplicação da técnica estatística, são recomendados procedimentos de identificação e remoção de componentes de erros dos dados (HAIR JR et al., 2017). Os principais erros que devem ser examinados são os dados ausentes, os padrões de respostas inconsistentes, os *outliers* e a distribuição dos dados (FÁVERO et al., 2009; HAIR JR et al., 2017). As medidas diagnósticas possibilitam que o modelo seja tão generalizável quanto possível (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009). A amostra coletada não apresentou dados ausentes.

4.3.1 Análise de *outliers*

O *outlier* é um valor discrepante que apresenta um escore bastante diferente do restante dos dados (FIELD; VIALI, 2009; LARSON; FARBER, 2015). Essas variações podem ocorrer devido a erros de procedimento na verificação da entrada de dados ou na codificação; a observações atípicas, observações extraordinárias que não são explicáveis pelo pesquisador; e a observações que estão no intervalo usual de valores para cada variável, por serem uma combinação de valores entre as variáveis (KLINE, 2015). Os valores atípicos podem afetar consideravelmente as medidas de tendência central e a correlação dos dados (GARSON, 2014). A identificação dos dados deve ser realizada de forma univariada, sendo que os valores dos dados são convertidos em escores padrão que têm uma média de zero e desvio padrão de um (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009). A análise dos dados multivariados considerou a medida de Mahalanobis, que mensura a distância de cada observação em um espaço multidimensional, a partir do centro médio de todas as observações, com significância de 1% (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009)

Com o auxílio do SPSS Statistics®, os dados foram padronizados e verificados aos casos em que o *z-score* era superior a dois, pois esses valores podem ser considerados *outliers* (KLINE, 2015). Na amostra da pesquisa, foram identificados nove como *outliers* univariados. Na análise de *outliers* multivariados, considera-se atípicas as observações que apresentam o valor da distância de Mahalanobis normalizada (dividida pelo número de variáveis) acima de três (HAIR JR et al., 2017). A análise não indicou nenhum *outlier* multivariado. Neste estudo, optou-se por não excluir nenhum dos dados atípicos detectados. Após a análise dos *outliers*, sem retirada de nenhum valor extremo, computou-se uma amostra de 80 casos, número suficiente para prosseguir com os testes da análise multivariada dos dados.

4.3.2 Análise de Normalidade

O teste de normalidade examina a proximidade dos dados à distribuição normal, o que é importante para a avaliação da significância dos parâmetros. O teste de *Kolmogorov-Smirnov* e o teste de *Shapiro-Wilks* são projetados para testar a normalidade, comparando os dados a uma distribuição normal, com a mesma média e desvio padrão da amostra (HAIR JR et al., 2017). O teste *Shapiro-Wilks* é recomendado para amostras inferiores a 50 casos, enquanto o *Kolmogorov-Smirnov* é indicado para amostras superiores a 50. Desse modo, a análise de

normalidade foi baseada no teste de *Kolmogorov-Smirnov*, conforme pode ser observado na Tabela 15.

Tabela 15 - Teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov

Teste Kolmogorov-Smirnov					
	N	Média	Desvio Padrão	Estatística	Significância
RC_1	80	4,33	1,106	0,336	,000 ^c
RC_2	80	4,13	1,017	0,273	,000 ^c
RC_3	80	4,20	1,030	0,262	,000 ^c
RC_4	80	3,72	1,300	0,256	,000 ^c
RC_5	80	3,99	1,225	0,252	,000 ^c
RC_6	80	4,09	1,076	0,277	,000 ^c
RC_7	80	3,85	1,167	0,273	,000 ^c
RC_8	80	4,14	0,944	0,239	,000 ^c
IA_1	80	4,04	0,869	0,318	,000 ^c
IA_2	80	3,81	0,975	0,261	,000 ^c
IA_3	80	3,59	1,335	0,277	,000 ^c
IA_4	80	3,05	1,208	0,189	,000 ^c
IA_5	80	3,35	1,281	0,224	,000 ^c
IA_6	80	3,23	1,143	0,231	,000 ^c
IA_7	80	3,38	1,136	0,239	,000 ^c
DP_1	80	3,76	0,851	0,295	,000 ^c
DP_2	80	3,13	1,399	0,177	,000 ^c
DP_3	80	3,84	0,926	0,317	,000 ^c
DP_4	80	4,14	0,729	0,247	,000 ^c
G_Entrada	80	50,22	25,778	0,209	,000 ^c
G_Saída	80	74,99	52,612	0,271	,000 ^c
AVE_GRAU	80	62,601	38,539	0,258	,000 ^c
Proximidade	80	0,0225	0,0128	0,132	,000 ^c
Intermediação	80	43,692	129,693	0,373	,000 ^c
Densidade	80	0,730	0,174	0,270	,000 ^c
Distancia	80	1,085	0,087	0,303	,000 ^c
Resultados	80	24,10	19,653	0,477	,000 ^c

Fonte: Elaborada pela autora.

O teste de *Kolmogorov-Smirnov* considera H0 para o caso em que a amostra provém de uma população normal e H1 para quando a amostra provém de uma população não normal. Assim, com base no critério de nível de significância de 1%, todas as variáveis apresentam significância igual a zero. Portanto, a hipótese nula é rejeitada.

A análise descritiva estatística das variáveis apresenta uma média de 3,78, valor acima do valor médio da escala *LIKERT* de cinco pontos, utilizada no instrumento da pesquisa para as variáveis escalares. A média indica que os respondentes possuem uma percepção de concordância aos itens apresentados no instrumento da pesquisa. A Tabela 16 apresenta a estatística descritiva dos dados.

Tabela 16 - Estatística descritiva dos dados

	Estatística Descritiva								
	N	Mín	Máx	Média	Desvio	Assimetria	Curtose	Desvio	Desvio
					padrão				
RC_1	80	1	5	4,33	1,106	-1,973	0,271	3,284	0,535
RC_2	80	1	5	4,13	1,017	-1,309	0,271	1,318	0,535
RC_3	80	1	5	4,2	1,03	-1,648	0,271	2,741	0,535
RC_4	80	1	5	3,72	1,3	-0,755	0,271	-0,64	0,535
RC_5	80	1	5	3,99	1,225	-1,135	0,271	0,284	0,535
RC_6	80	1	5	4,09	1,076	-1,319	0,271	1,203	0,535
RC_7	80	1	5	3,85	1,167	-0,939	0,271	0,022	0,535
RC_8	80	1	5	4,14	0,944	-1,224	0,271	1,672	0,535
IA_1	80	1	5	4,04	0,869	-1,157	0,271	1,722	0,535
IA_2	80	1	5	3,81	0,975	-0,628	0,271	-0,127	0,535
IA_3	80	1	5	3,59	1,335	-0,739	0,271	-0,66	0,535
IA_4	80	1	5	3,05	1,208	-0,234	0,271	-0,864	0,535
IA_5	80	1	5	3,35	1,281	-0,436	0,271	-0,864	0,535
IA_6	80	1	5	3,23	1,143	-0,463	0,271	-0,572	0,535
IA_7	80	1	5	3,38	1,136	-0,583	0,271	-0,306	0,535
DP_1	80	1	5	3,76	0,851	-0,667	0,271	0,668	0,535
DP_2	80	1	5	3,13	1,399	-0,202	0,271	-1,196	0,535
DP_3	80	1	5	3,84	0,926	-0,856	0,271	0,501	0,535
DP_4	80	2	5	4,14	0,729	-0,425	0,271	-0,32	0,535
G_Entrada	80	9	100	50,22	25,778	0,697	0,271	-0,713	0,535
G_Saída	80	16	194	74,99	52,612	0,921	0,271	-0,671	0,535
AVE_GRAU	80	12,5	143,5	62,601	38,539	0,856	0,271	-0,736	0,535
Proximidade	80	0,006	0,063	0,022	0,013	0,951	0,271	1,172	0,535
Intermediação	80	0	698,72	43,692	129,693	4,178	0,271	17,609	0,535
Densidade	80	0,56	0,95	0,738	0,174	0,242	0,271	-1,821	0,535
Distancia	80	1	1,19	1,085	0,087	0,234	0,271	-1,782	0,535
Resultados	80	13	68	24,1	19,653	1,825	0,271	1,402	0,535
N válido	80								

Fonte: Elaborada pela autora

A análise de normalidade das variáveis é uma etapa inicial para a modelagem de equações estruturais (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009; KLINE, 2015). As medidas de forma dos dados assimetria e curtose possibilitam verificar se a distribuição é normal. Os valores que indicam um desvio à normalidade, que determina a qualidade do modelo e as estimativas dos parâmetros, não são padronizados na literatura por exigir uma avaliação do tamanho da amostra e da natureza dos dados. Tipicamente, parâmetros normais de assimetria superior a 3, em módulo e curtose univariada superior a 10, indicam uma grave violação do pressuposto de normalidade e a inadequação dos métodos de *maximum likelihood* (ML) e *generalised least squares* (GLS), para a estimação do modelo (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009; KLINE, 2015). Quando o valor Z, dos parâmetros obtidos pela divisão da estatística pelo seu erro padrão, são superiores a 1,96, tem-se o indicativo de desvios com $p < 0,05$, e o valor acima de 2,58 é significativo com $p < 0,01$ (FIELD; VIALI, 2009). A análise do valor de Z está disponível no apêndices D. O maior valor absoluto de assimetria foi 1,973, e de curtose, 3,28 (ver Tabela 16). Assim, os valores estão dentro dos parâmetros apresentados pela literatura como indicadores de que não há desvios graves de normalidade (FIELD; VIALI, 2009; KLINE, 2015).

4.3.3 Análise de Linearidade

A linearidade é uma suposição implícita em todas as técnicas multivariadas e expressa as propriedades de aditividade e homogeneidade (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009). Os modelos lineares presumem os valores que incidem em uma linha reta, que tem uma mudança com unidade constante da variável dependente em relação a uma mudança com unidade constante da variável independente. Isso torna relevante o exame de todas as relações, para identificar desvios de linearidade que possam afetar a correlação (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009). O método utilizado para a análise de linearidade foi a correlação de *Spearman*. Esse teste é não paramétrico e, por essa razão, é adequado à característica de não normalidade dos dados da pesquisa.

A Tabela 17 apresenta os valores das correlações entre os indicadores da variável Rede de Conhecimento. Os dados possuem linearidade com correlações significativas, no nível de 1% e 5%.

Tabela 17 - Correlação dos indicadores de Rede de Conhecimento

Correlação dos indicadores de Rede de Conhecimento								
	RC 1	RC 2	RC 3	RC 4	RC 5	RC 6	RC 7	RC 8
RC_1	1,000							
RC_2	,440**	1,000						
RC_3	,408**	,589**	1,000					
RC_4	,516**	,528**	,287**	1,000				
RC_5	,506**	,367**	,393**	,609**	1,000			
RC_6	,530**	,338**	,572**	,262*	,418**	1,000		
RC_7	,538**	,463**	,438**	,529**	,639**	,607**	1,000	
RC_8	,480**	,494**	,438**	,329**	,449**	,463**	,616**	1,000

**Correlação significativa a 1%.

* Correlação significativa a 5%.

Fonte: Elaborada pela autora.

A Tabela 18 apresenta os valores das correlações entre os indicadores da variável Inovação Aberta. Os dados possuem linearidade com correlações significativas, no nível de 1%.

Tabela 18 - Correlação dos indicadores da Inovação Aberta

Correlação dos indicadores de Inovação Aberta							
	IA 1	IA 2	IA 3	IA 4	IA 5	IA 6	IA 7
IA_1	1,000						
IA_2	,620**	1,000					
IA_3	,601**	,504**	1,000				
IA_4	,476**	,462**	,506**	1,000			
IA_5	,574**	,600**	,496**	,482**	1,000		
IA_6	,375**	,303**	,382**	,417**	,546**	1,000	
IA_7	,488**	,495**	,385**	,526**	,535**	,702**	1,000

**Correlação significativa a 1%.

Fonte: Elaborada pela autora.

A análise da existência de linearidade na variável Desempenho do Projeto, a partir dos indicadores da Tabela 19, constatou que todos os indicadores apresentam correlação significativa no nível de 1%. Nenhum valor de referência de correlação de 0,9 foi encontrado, indicando ausência de multicolinearidade (KLINE, 2015).

Tabela 19 - Correlação dos indicadores do desempenho do projeto

Correlação dos indicadores de Desempenho do Projeto				
	DP_1	DP_2	DP_3	DP_4
DP_1	1,000			
DP_2	,700**	1,000		
DP_3	,413**	,412**	1,000	
DP_4	,421**	,346**	,584**	1,000

**Correlação significativa a 1%.

Fonte: Elaborada pela autora.

Observa-se que não há indicativo de multicolinearidade nas variáveis Rede de Conhecimento, Inovação Aberta e Desempenho do Projeto. As variáveis que representam as medidas da rede não foram analisadas, pois cada medida possui apenas um indicativo. A Tabela 20 apresenta a correlação dos indicadores das medidas da rede social.

Tabela 20 - Correlação dos indicadores das medidas da rede social

Correlação dos indicadores das medidas da rede social								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 - G_Entrada	1,000							
2 - G_Saída	,925**	1,000						
3 - AVE_GRAU	,966**	,992**	1,000					
4 - Proximidade	-,811**	-,806**	-,821**	1,000				
5 - Intermediação	0,139	0,195	0,180	-,267*	1,000			
6 - Autovetor	,325**	,273*	,295**	-0,221	-,346**	1,000		
7 - Distância	,790**	,863**	,854**	-,787**	,363**	-0,004	1,000	
8 - Densidade	,862**	,864**	,878**	-,819**	,363**	-0,124	,846**	1,000

**Correlação significativa a 1%.

* Correlação significativa a 5%.

Fonte: Elaborada pela autora.

Os indicadores das medidas da rede social apresentam forte correlação entre si, o que pode ser um indicativo de multicolinearidade das variáveis da análise da rede social.

4.3.4 Análise Fatorial Exploratória

Análise Fatorial Exploratória (AFE) é uma técnica de interdependência que busca identificar fatores comuns que podem ser utilizados para representar as variáveis originais (FÁVERO et al., 2009). Essa técnica estatística multivariada busca determinar quantos fatores podem ser obtidos por meio da modelagem. Seu pressuposto é que as variáveis originais sejam correlacionadas e compartilhem um ou mais componentes em que a relação seja explicada por

fatores (FÁVERO et al., 2009) . A AFE pode identificar a estrutura de relações entre variáveis pelo exame ou pela correlação entre elas (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009).

A AFE teve o propósito primeiro de verificar a unidimensionalidade das variáveis latentes do estudo. Cada construto foi testado quanto ao número de dimensões que fazem parte do mesmo, visto que a amostra é formada por 80 casos. O segundo propósito foi a retirada de variáveis observadas (itens do questionário) que não agregaram para a composição da escala para, assim, maximizar o poder explicativo de um conjunto de variáveis (COELHO, 2017). Os critérios adotados para averiguação da AFE foram a medida de adequação da amostra de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO), o nível de variância explicada, o Teste de Esfericidade de Barlett (TEB), e a comunalidade.

Alguns critérios são sugeridos pela literatura para a análise fatorial exploratória. O KMO indica o quanto a variância dos dados pode ser atribuída a um fator comum, sendo adotados os seguintes critérios: KMO menor que 0,50 é inaceitável; maior que 0,60 é regular; maior que 0,70 é bom; maior que 0,80 é muito bom; e maior que 0,90 é excelente (FÁVERO et al., 2009; HAIR et al., 2005). Para o TEB, que avalia a significância de todas as correlações em uma matriz de correlação, o valor deve ser maior que 1% (HAIR et al., 2005). A variância explicada indica em que medida as variáveis esclarecem seu respectivo construto. O valor adequado, indicado pela literatura, deve ser superior a 50% (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009; KLINE, 2015).

A comunalidade (h^2) representa a quantidade total de variância que uma variável compartilha com todas as outras. Ela apresenta os seguintes critérios: se menor que 0,4, recomenda-se a exclusão; quando menor que 0,5, indica baixa comunalidade; e quando maior que 0,5, indica uma boa comunalidade (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009). Por fim, a carga fatorial, que representa a correlação da variável com seu respectivo construto (fator), identifica os seguintes parâmetros: valores de até 0,30 representam o nível mínimo; valores maiores ou iguais a 0,40 indicam que são importantes; valores maiores que 0,50 indicam uma significância prática; e valores maiores que 0,80 são incomuns (HAIR et al., 2005; MALHOTRA; DASH, 2016). Foi realizada a AFE utilizando o método de extração de componentes principais e o método rotacional varimax.

Rede de conhecimento

O primeiro construto analisado foi Rede de Conhecimentos, constituído por oito fatores. Esse construto apresentou características de unidimensionalidade e não houve a necessidade de extração de nenhum dos componentes, como observado na Tabela 21, abaixo.

Tabela 21 - Solução fatorial do construto Rede de Conhecimento

Rótulo	h ²	Carga
RC_1: O (nome do laboratório), por meio de sua equipe, relaciona-se com empresas/universidades/institutos de pesquisa para troca de informações e conhecimento. (Trocamos ideias, informações e experiências).	0,649	0,806
RC_2: De forma geral, a concepção de projetos de P,D&I do (nome do laboratório) ocorre a partir de relações com as outras linhas de pesquisa/departamentos/universidades.	0,579	0,761
RC_3: Para o desenvolvimento de projetos de P,D&I, o (nome do laboratório) busca trocar informações e conhecimentos com outras linhas de pesquisa/departamentos e colaboradores da própria universidade.	0,524	0,724
RC_4: De forma geral, os projetos de P,D&I do (nome do laboratório) foram gerados a partir de relações com empresas e outras instituições.	0,548	0,740
RC_5: O (nome do laboratório) adquiriu muitas competências ao manter relacionamentos e trocas de informações com outras empresas.	0,582	0,763
RC_6: Informações e conhecimentos relevantes, produzidos no (nome do laboratório), são compartilhados a partir das relações estabelecidas com as linhas de pesquisa/departamentos da UFMG.	0,500	0,707
RC_7: Informações e conhecimentos relevantes, produzidos no (nome do laboratório), são compartilhados a partir das relações estabelecidas com as empresas, outras instituições e com colaboradores externos.	0,739	0,860
RC_8: Os relacionamentos estabelecidos com outros departamentos, laboratórios, universidades e empresas são confiáveis para o compartilhamento de informações.	0,506	0,711

Método de extração: Análise do componente Principal.

a. 1 componente extraído.

KMO = 0,810, TEB = 0,000, Variância total explicada: 57,83

Fonte: Saída SPSS

Inovação Aberta

A solução fatorial para o construto Inovação Aberta foi unidimensional. Não foi necessária a retirada de nenhum item ao seguir os parâmetros da literatura para realização da AFE (Tabela 22).

Tabela 22 - Solução fatorial do construto Inovação Aberta

Rótulo	h ²	Carga
IA_1: As atividades de P&D, realizadas pelo (nome do laboratório), buscam continuamente criar novos conhecimentos ou solucionar problemas científicos ou técnicos (incluindo o desenvolvimento de software interno) do projeto.	0,591	0,769
IA_2: O (nome do laboratório) estabelece parcerias com outros laboratórios (incluindo laboratórios do próprio departamento) ou organizações de pesquisa públicas ou privadas no desenvolvimento de atividades do projeto.	0,465	0,682

IA_3: O (nome do laboratório) tem acesso a máquinas, equipamentos e <i>softwares</i> avançados para uso no desenvolvimento de atividades do projeto.	0,484	0,695
IA_4: O (nome do laboratório) tem acesso ao <i>know-how</i> existente, invenções patenteadas e não patenteadas, de outras empresas ou organizações para o desenvolvimento de produtos e processos do projeto.	0,578	0,760
IA_5: O (nome do laboratório) realiza treinamento interno ou externo para a capacitação no uso de máquinas, equipamentos, <i>softwares</i> e/ou atividades para o desenvolvimento do projeto.	0,623	0,789
IA_6: O (nome do laboratório) realiza atividades internas ou terceirizadas para alterar a forma, a aparência ou a usabilidade de produtos ou serviços do projeto.	0,499	0,706
IA_7: O (nome do laboratório) realiza outras atividades internas ou terceirizadas para implementar <u>produtos e processos novos ou significativamente aprimorados, como estudos de viabilidade, testes etc.</u>	0,598	0,773

Método de extração: Análise do componente Principal.

a. 1 componente extraído.

KMO = 0,819, TEB = 0,000, Variância total explicada: 54,82

Fonte: Saída SPSS

Desempenho do projeto

A análise fatorial para o construto Desempenho do Projeto foi unidimensional e, por essa razão, não foi necessária a retirada de nenhum item, conforme indicado na Tabela 23.

Tabela 23 - Solução fatorial do construto Desempenho do Projeto

Rótulo	h ²	Carga
DP_1: De forma geral, o tempo alocado para as atividades do projeto é adequado.	0,669	0,818
DP_2: De forma geral, o orçamento inicial designado às atividades do projeto é adequado.	0,589	0,767
DP_3: De forma geral, os resultados* do projeto apresentam alto impacto acadêmico. (*Resultados = teses, dissertações, artigos, relatórios, patentes, protótipos e produtos desenvolvidos de acordo com o objetivo do projeto).	0,603	0,776
DP_4: De forma geral, as atividades do projeto permitem a ampliação da minha rede de contato pessoal e profissional.	0,523	0,723

Método de extração: Análise do componente Principal.

a. 1 componente extraído.

KMO = 0,676, TEB = 0,000, Variância total explicada: 59,58

Fonte: Saída SPSS

Medidas das Redes Sociais

A análise fatorial das medidas das redes sociais indicou multidimensionalidade das medidas, sendo necessário o agrupamento dos indicadores das medidas de rede em dois construtos: o SNA, formado pelas medidas Densidade, Distância, Centralidade Grau e Centralidade Proximidade; e a Intermediação, formado pela Centralidade Intermediação e Centralidade Autovetor, ver Tabela 24.

Tabela 24 - Solução fatorial da Rede Social

Rótulo	h ² componente 1	h ² componente 2	Carga
Centralidade Grau de Entrada	0,934		0,900
Centralidade Grau de Saída	0,971		0,947
Centralidade Grau AVE	0,975		0,961
Centralidade Proximidade	0,871		0,759
Centralidade Intermediação		0,784	0,689
Centralidade Autovetor		0,825	0,749
Densidade	0,772		0,659
Distância	0,931		0,937

Método de extração: Análise do componente Principal.

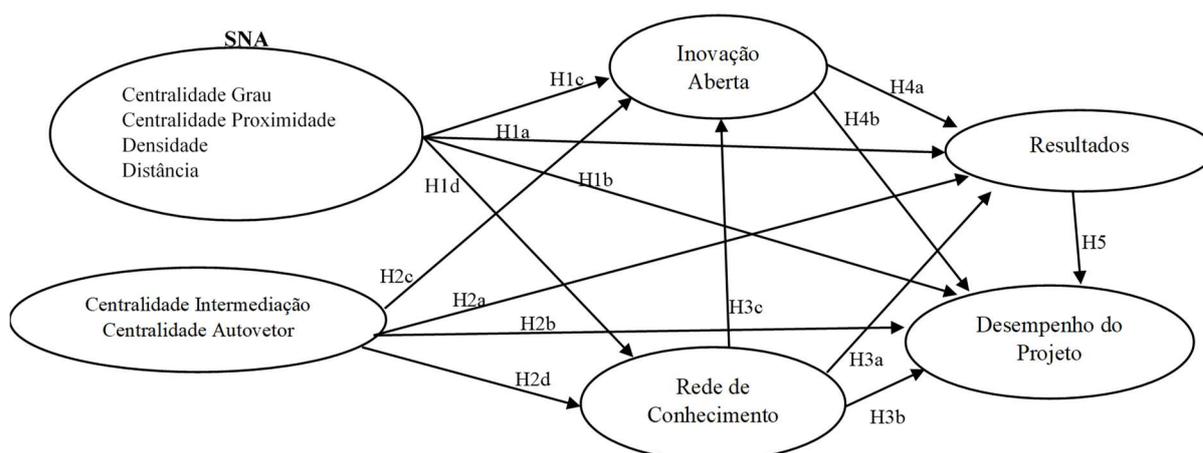
a. 1 componente extraído.

KMO = 0,503, TEB = 0,000, Variância total explicada componente 1: 64,15, Variância total explicada componente

2: 18,36

Fonte: Saída SPSS.

As análises fatoriais exploratórias indicaram que os três construtos — Rede de Conhecimento, Inovação Aberta e Desempenho do Projeto — apresentam unidimensionalidade, e não houve a necessidade de exclusão de nenhum item. As demais variáveis de coesão da rede centralidade dos indivíduos foram analisadas e apresentaram multidimensionalidade. O resultado não foi analisado por ser formado por um único fator. O modelo final desta pesquisa considerou cada uma das soluções fatoriais apresentadas neste tópico. Neste sentido, o modelo da pesquisa foi adaptado para o apresentado na Figura 22.

Figura 22 - Modelo final da pesquisa.

Fonte: Elaborada pela autora.

Com a adaptação do modelo da pesquisa, as seguintes hipóteses foram testadas:

Hipótese 1a: As medidas de coesão Densidade e Distância e as medidas Centralidade Grau e Centralidade Proximidade, na rede de inovação em pesquisa, influenciam positivamente os

resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 1b: As medidas de coesão Densidade e Distância e as medidas Centralidade Grau e Centralidade Proximidade, na rede de inovação em pesquisa, influenciam positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 1c: As medidas de coesão Densidade e Distância e as medidas Centralidade Grau e Centralidade Proximidade, na rede de inovação em pesquisa, influenciam positivamente a percepção da inovação aberta nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 1d: As medidas de coesão Densidade e Distância e as medidas Centralidade Grau e Centralidade Proximidade, na rede de inovação em pesquisa, influenciam positivamente a percepção de rede de conhecimento nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 2a: As medidas Centralidade Intermediação e Centralidade Autovetor, na rede de inovação em pesquisa, influenciam positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 2b: As medidas Centralidade Intermediação e Centralidade Autovetor, na rede de inovação em pesquisa, influenciam positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 2c: As medidas Centralidade Intermediação e Centralidade Autovetor, na rede de inovação em pesquisa, influenciam positivamente a percepção da inovação aberta nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 2d: As medidas Centralidade Intermediação e Centralidade Autovetor, na rede de inovação em pesquisa, influenciam positivamente a percepção de rede de conhecimento nos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 3a: A percepção que os indivíduos possuem da rede de conhecimento, no processo de inovação em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 3b: A percepção que os indivíduos possuem da rede de conhecimento, no processo de inovação em pesquisa, influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 4a: A percepção que os indivíduos possuem da inovação aberta, no processo de inovação em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 4b: A percepção que os indivíduos possuem da inovação aberta, no processo de inovação em pesquisa, influencia positivamente o desempenho alcançado pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Hipótese 5: A percepção que os indivíduos possuem do desempenho do projeto, no processo de inovação em pesquisa, influencia positivamente os resultados alcançados pelos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, no âmbito da universidade.

Finalmente, prosseguiu-se com a modelagem multivariada no SmartPLS3®, com base nas soluções fatoriais encontradas.

4.3.5 Modelagem de Equações Estruturais

A técnica de Modelagem de Equações Estruturais (MEE) – em inglês, *Structural Equation Modeling* (SEM) – examina as diversas relações de dependência, conjuntamente, e mede uma série de equações de regressão múltipla separadamente, mas de forma interdependente, pelo modelo estrutural usado na pesquisa (HAIR JR et al., 2017). Para tanto, é necessário definir a melhor estratégia para o conjunto de relações avaliado (HAIR et al., 2005; KLINE, 2015). Três estratégias principais são destacadas por Hair (2005) para executar a MEE: a estratégia de modelagem confirmatória, na qual é especificado um único modelo do qual a MEE avalia a significância estatística; a estratégia de modelos concorrentes, na qual são desenvolvidos e testados modelos concorrentes que descrevem relações estruturais hipoteticamente diferentes; e, por fim, a estratégia de desenvolvimento de modelos, que procura aprimorar o modelo proposto a partir de modificações no modelo estrutural e/ou no modelo de mensuração (HAIR JR et al., 2017).

A estratégia desta pesquisa foi a de desenvolvimento de modelos. O estudo exploratório baseou-se nas teorias de Inovação Aberta, Rede de Conhecimento e Redes Sociais, as quais viabilizaram a formulação de um modelo estrutural teoricamente justificado. No entanto, pela particularidade do ambiente da universidade e do objeto de estudo (projetos de P&D,I voltados para a inovação), foi possível e desejável a complementação do modelo, para a compreensão do fenômeno. Essa estratégia é corroborada por Hair (2005), que afirma que o pesquisador deve empregar a MEE com o intuito de fornecer ideias sobre a reespecificação dos fenômenos analisados.

Na MEE, a análise do modelo de mensuração avalia a relação de suporte de cada item da escala (indicador-variável) e a análise do modelo estrutural, que inclui vários testes estatísticos simultâneos (HAIR JR et al., 2017).

4.3.6 Análise do modelo de mensuração

O modelo descreve a relação entre as variáveis latentes (construtos), e sua mensuração representa a relação entre os construtos e suas variáveis (indicadores). As variáveis são constituídas pelas respostas dos participantes da pesquisa e são denominadas indicadores do modelo de mensuração, pois permitem medir os construtos (variáveis latentes) (HAIR; BLACK; SANT'ANNA, 2009).

Os modelos de medição do modelo estrutural são divididos em modelos de medição reflexivos e formativos (HAIR JR et al., 2017). O modelo de mensuração reflexiva é baseado no clássico teste de teoria, no qual as medidas representam os efeitos de um construto subjacente. Assim, a causalidade vai do construto às medidas (HAIR JR et al., 2017). Os indicadores reflexivos podem ser vistos como uma amostra representativa de todos os itens possíveis disponíveis dentro do domínio conceitual do construto, sendo que esses indicadores são causados pelo mesmo construto (HAIR JR et al., 2017).

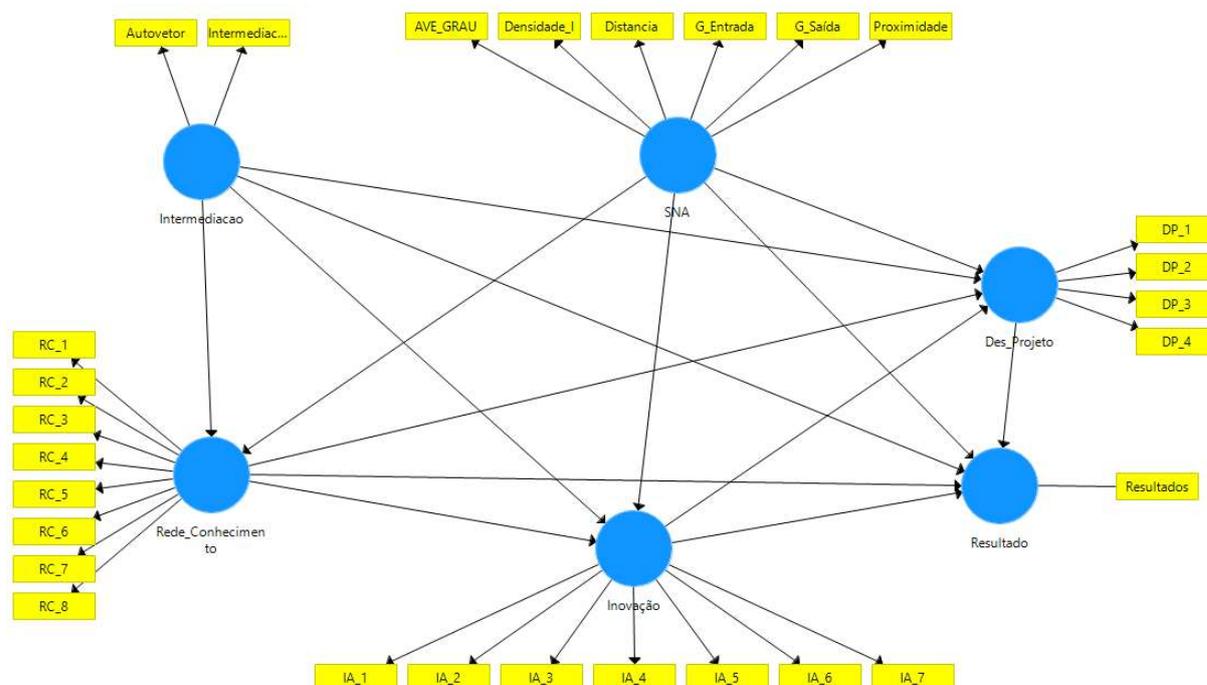
Em contrapartida, o modelo de medição formativa é baseado na suposição de que os indicadores causais formam o construto por meio de combinações lineares. Cada indicador captura um aspecto específico do construto formativo, o que implica que a omissão de um indicador potencialmente altera a natureza da construção e a amplitude da variável latente (HAIR JR et al., 2017).

É importante ressaltar que os indicadores de medição formativa são divididos em dois tipos: os indicadores compostos e os causais. Os indicadores compostos correspondem às

características apresentadas pelos indicadores formativos. No entanto, os indicadores não precisam necessariamente ser unidos conceitualmente. Em contraste, os indicadores causais não formam a variável latente, e sim a causam, o que implica a obrigatoriedade de eles corresponderem a uma definição teórica do conceito investigado, prevalente em Modelagem de Equações Estruturais Baseada em Covariância – em inglês, *Covariance-Based Structural Equation Modeling* (CB-SEM). O algoritmo Modelagem de Equações Estruturais com Mínimos Quadrados Parciais – em inglês, *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) – depende exclusivamente do conceito de indicadores que formam o modelo implementado pelo algoritmo para medição formativa (HAIR JR et al., 2017). Em resumo, os indicadores causais implicam que um certo conceito pode ser totalmente medido usando um conjunto de indicadores e um termo de erro. Já os indicadores compostos não fazem tal suposição, mas veem a medição como uma aproximação de um conceito teórico, o que pressupõe uma medição mais realista para o campo das ciências sociais (HAIR JR et al., 2017).

Neste estudo, todos os construtos foram modelados como reflexivos, porque os indicadores representam uma amostra representativa de todos os itens possíveis disponíveis dentro do domínio conceitual da variável latente, como apresentado na Figura 23.

Figura 23 - Modelo estrutural (nº1)

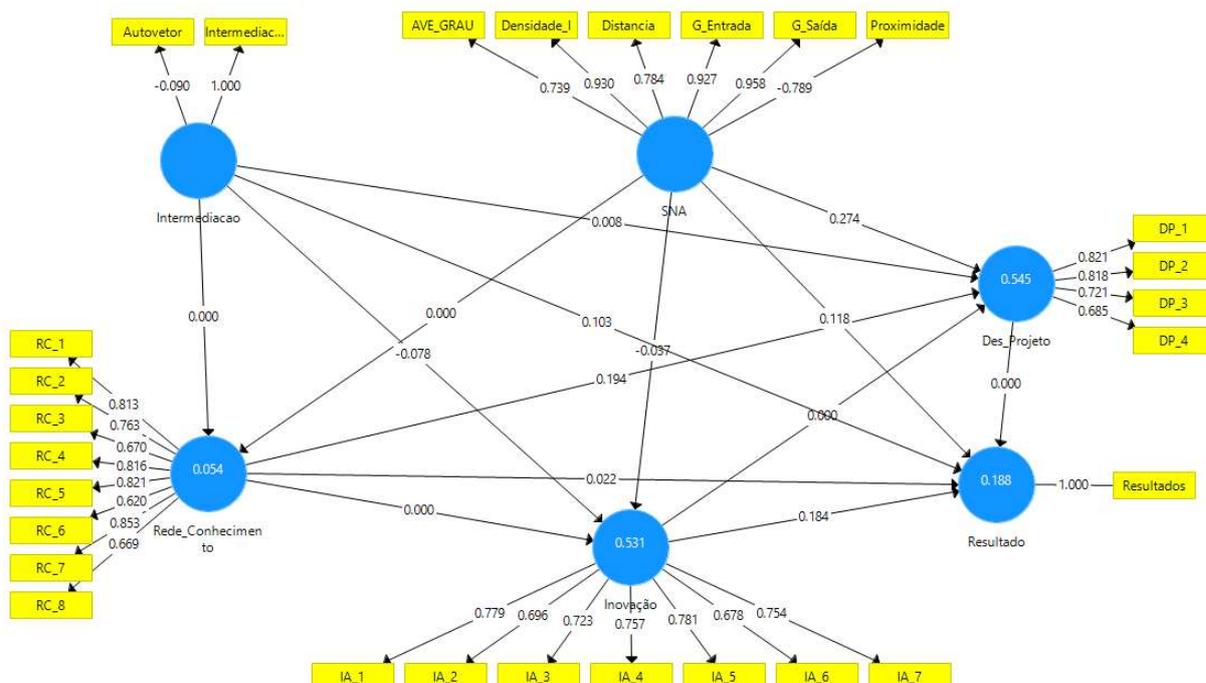


Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com Hair Jr *et al.*(2017), os critérios para a avaliação do modelo de mensuração para os construtos correspondem a: confiabilidade simples e composta, para avaliar a consistência interna; validade convergente, a partir da variância média extraída (VME) – em inglês, *Average Variance Extracted* (AVE) e das cargas externas dos indicadores; e validade discriminante, a partir do critério *Fornell-Larcker* e de cargas cruzadas.

Após rodar os dados com o algoritmo PLS, se forem identificadas que algumas cargas externas apresentaram valor muito baixo, ou seja, com indicadores de valores abaixo de 0,40, elas devem ser excluídas, conforme indicado pela literatura. Neste sentido, após o processamento dos dados no PLS algoritmo, deve-se optar pela retirada ou permanência dos indicadores com valores baixos, desde que se encontre um modelo estrutural adequado aos parâmetros sugeridos pela literatura (HAIR JR *et al.*, 2017; KLINE, 2015). O modelo deste estudo não apresentou dois indicadores com valores discrepantes ao que é apresentado pela literatura, conforme visto na Figura 24. Os indicadores Proximidade e Autovetor apresentaram valores abaixo de 0,40 e, por isso, foram excluídos. O próximo tópico apresenta os resultados das análises dos modelos finais de mensuração de critérios da confiabilidade simples e composta, da validade convergente e da validade discriminante.

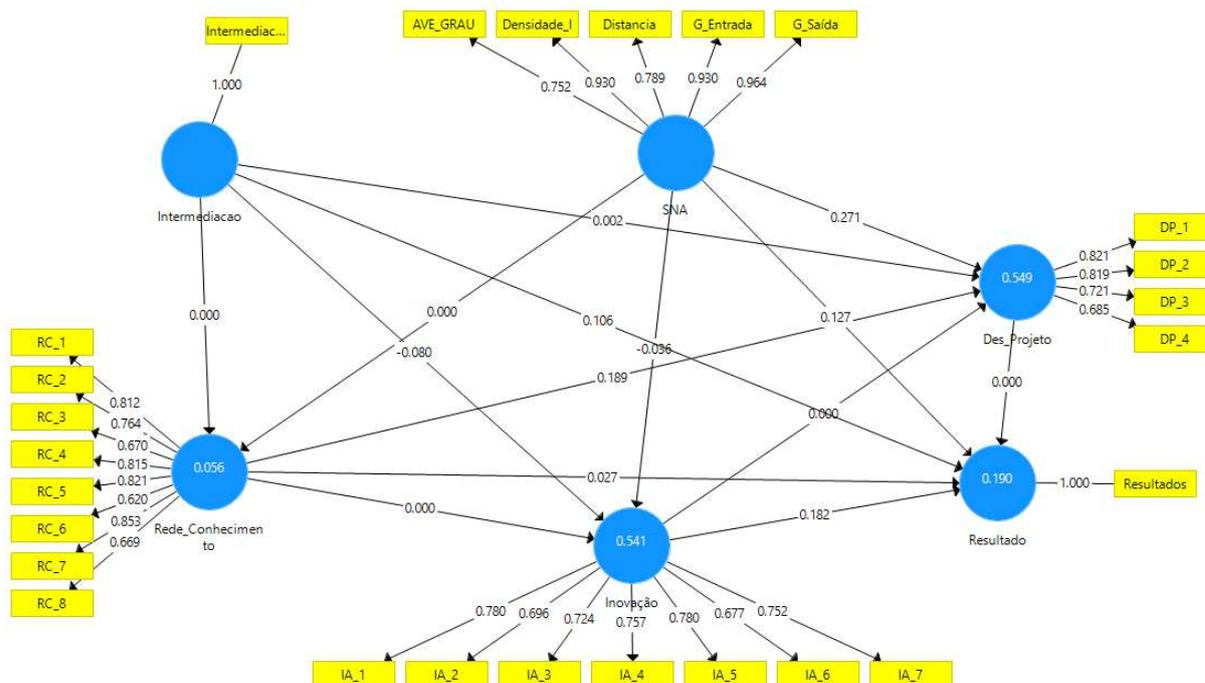
Figura 24 - Modelo estrutural (nº1)



Fonte: Elaborada pela autora.

O modelo final foi gerado com a exclusão dos indicadores cujos valores estavam abaixo de 0,40. A Figura 25 apresenta os indicadores e suas respectivas cargas.

Figura 25 - Modelo estrutural (nº2)



Fonte: Elaborada pela autora.

O modelo inicial proposto seguiu rigorosamente os resultados encontrados nas Análises Fatoriais Exploratórias das dimensões e fatores de cada um dos construtos. Essas investigações possibilitaram os testes estatísticos de confiabilidade simples e de confiabilidade composta, conforme os critérios especificados em Hair Jr *et al.* (2017).

A consistência interna é dada pelo Alfa de *Cronbach*, que oferece uma estimativa da confiabilidade baseada nas intercorrelações das variáveis observadas. O Alfa de *Cronbach* pressupõe que todos os indicadores são igualmente confiáveis, sendo que no PLS-SEM os indicadores são avaliados pela confiabilidade individual. Cabe ressaltar que o Alfa de *Cronbach* é sensível ao número de itens da escala e tende a subestimar a confiabilidade da consistência interna (BROWN, 2002). Devido a essas limitações do Alfa de *Cronbach*, Hair Jr *et al.* (2017) sugerem o uso da confiabilidade composta como um meio para avaliar a consistência interna.

A confiabilidade composta varia entre 0 e 1, na qual valores altos indicam maiores níveis de confiabilidade. Ela geralmente é interpretada da mesma forma que o Alfa de *Cronbach*.

Especificamente, os valores entre 0,6 e 0,7 são considerados aceitáveis para pesquisas exploratórias, e os valores entre 0,7 e 0,9 são satisfatórios para pesquisas mais avançadas (HAIR JR et al., 2017).

A Tabela 25 apresenta os valores da Confiabilidade Simples (Alfa de *Cronbach*) e da Confiabilidade Composta, que estão dentro dos parâmetros mínimos de 0,70 sugeridos pela literatura (BIDO; DA SILVA, 2019; HAIR JR et al., 2017; KLINE, 2015).

Tabela 25 - Confiabilidade Simples e Confiabilidade Composta do Modelo de Mensuração

	Confiabilidade Simples (Cronbach's Alpha)	Confiabilidade Composta
Des_Projeto	0,765	0,848
SNA	0,923	0,943
Inovação	0,861	0,894
Intermediacao	1,000	1,000
Rede Conhecimento	0,896	0,914
Resultado	1,000	1,000

Nota: Construto com apenas um indicador tem mensuração igual a 1,000.

Fonte: Elaborada pela autora.

Conforme indicado na Tabela 25, o modelo apresenta consistência interna, sendo que os construtos com somente um indicador necessariamente apresentam confiabilidade igual a 1,000.

4.3.6.1 *Análise da Validade Convergente*

A Validade Convergente mede o quanto um indicador se correlaciona positivamente com os indicadores do mesmo construto. Ela é avaliada pelas cargas externas dos indicadores e da Variância Média Extraída (AVE). As cargas internas ou confiabilidade do indicador revelam o quanto os indicadores têm em comum com os indicadores associados e devem ser estatisticamente significativas e superiores ou iguais a 0,708, sendo o valor 0,70 aceitável por ser próximo a 0,708 (HAIR JR et al., 2017).

É importante ressaltar que, para cada modelo, é necessário uma avaliação cuidadosa antes de eliminar os indicadores que possuem carga menor que 0,70, em especial nas escalas recém-desenvolvidas (HAIR JR et al., 2017). Os valores das cargas externas entre 0,40 e 0,70 devem ser avaliados em relação à confiabilidade composta ou à variância média extraída. Caso a remoção do indicador aumente um desses parâmetros, é indicada a sua retirada. Caso

contrário, esses indicadores devem ser mantidos (HAIR JR et al., 2017). A exclusão de um indicador com convergência pequena pode alterar uma especificidade importante do construto que se pretende medir. Assim, deve-se analisar caso a caso para realizar a retirada de um indicador. Os indicadores com carga externa menor que 0,40 devem ser eliminados (HAIR JR et al., 2017).

A validade convergente é medida pela AVE e representa a comunalidade entre os construtos. Segundo a literatura, seu valor deve ser superior a 0,5, indicando que o indicador explica mais da metade da variância de seu construto.

A Tabela 26 apresenta os valores das cargas de cada um dos construtos do modelo. Nos testes realizados foi observado que nenhum indicador possuía valor abaixo dos sugeridos pela literatura.

Tabela 26 - Avaliação das cargas externas

Construtos		Des Projeto	Grau	Inovação	Intermediacao	Rede	Conhecimento	Resultado
Desempenho do projeto	DP_1	0,821						
	DP_2	0,819						
	DP_3	0,721						
	DP_4	0,685						
SNA	Densidade_I		0,930					
	Distância		0,789					
	G_Entrada		0,930					
	G_Saída		0,964					
	AVE_GRAU		0,752					
Inovação aberta	IA_1			0,780				
	IA_2			0,696				
	IA_3			0,724				
	IA_4			0,757				
	IA_5			0,780				
	IA_6			0,677				
	IA_7			0,752				
Intermediação	Intermediação				1,000			
	RC_1					0,812		
Rede de conhecimento	RC_2					0,764		
	RC_3					0,670		
	RC_4					0,815		
	RC_5					0,821		
	RC_6					0,620		
	RC_7					0,853		
	RC_8					0,669		
	Resultados	Resultados						

Nota: Construto com apenas um indicador tem mensuração igual a 1,000.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na análise dos indicadores de cada construto (Tabela 26), optou-se por manter os que apresentaram valores entre 0,40 e 0,70, pelo fato de a exclusão desses indicadores não alterar os valores da confiabilidade composta e da AVE. Esses itens possuem uma carga pouco abaixo do valor indicado na literatura, que é de 0,708. Desse modo, torna-se relevante mantê-los, já que apresentam aspectos importantes dos construtos avaliados nesta pesquisa, conforme visto na Tabela 27.

Tabela 27 - Variância Média Extraída (AVE)

	Variância Média Extraída (AVE)
Des_Projeto	0,583
SNA	0,770
Inovação	0,546
Intermediação	1,000
Rede_Conhecimento	0,574
Resultado	1,000

Nota: Construto com apenas um indicador tem mensuração igual a 1,000.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 26 e a Tabela 27 apresentam os valores das cargas externas e da AVE. Os valores apresentados são considerados adequados aos critérios definidos pela literatura sobre a modelagem de equações estruturais (BIDO; DA SILVA, 2019; HAIR JR et al., 2017; KLINE, 2015).

4.3.6.2 *Análise da Validade Discriminante*

A validade discriminante apresenta o quanto um construto é verdadeiramente distinto de outros construtos, conforme padrões empíricos (BIDO; DA SILVA, 2019; HAIR JR et al., 2017; KLINE, 2015). A carga de um indicador sobre o construto associado deve ser maior do que todas as cargas deste indicador sobre outros construtos. No critério de Fornell-Larcker, compara-se a raiz quadrada dos valores de AVE com as correlações das variáveis latentes, desse modo a raiz quadrada da AVE de cada construto deve ser maior do que a sua maior correlação com qualquer outro construto (BIDO; DA SILVA, 2019; HAIR JR et al., 2017; KLINE, 2015).

A Tabela 28 mostra os resultados do teste *Fornell-Larcker* em conformidade com o critério estabelecido.

Tabela 28 - Validade Discriminante - Critério de Fornell-Larcker

	1	2	3	4	5	6
1 - Des Projeto	0,764					
2 - SNA	0,600	0,877				
3 - Inovação	0,698	0,618	0,739			
4 - Intermediação	0,279	0,276	0,212	1,000		
5 - Rede Conhecimento	0,161	-0,143	0,289	-0,220	0,758	
6 - Resultado	-0,010	-0,149	-0,228	-0,105	-0,264	1,000

Nota: A diagonal principal apresenta a raiz quadrada de AVE. Os valores abaixo representam as correlações das variáveis latentes.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 29 mostra os resultados da análise de validade discriminante pelo teste das cargas cruzadas, que estão em conformidade com os valores sugeridos pela literatura.

Tabela 29 - Cargas Cruzadas

		1	2	3	4	5	6
1 - Desempenho do projeto	DP_1	0,821	0,421	0,531	0,176	0,121	-0,009
	DP_2	0,819	0,598	0,696	0,221	0,092	-0,204
	DP_3	0,721	0,355	0,391	0,159	0,169	0,216
	DP_4	0,685	0,401	0,439	0,298	0,133	0,086
2 - SNA	Densidade_I	0,586	0,930	0,646	0,349	-0,047	-0,326
	Distancia	0,566	0,789	0,468	0,277	-0,302	0,421
	G_Entrada	0,513	0,930	0,555	0,135	-0,060	-0,258
	G_Saída	0,575	0,964	0,611	0,185	-0,113	-0,203
	AVE_GRAU	0,365	0,752	0,378	0,279	-0,154	-0,206
3 - Inovação aberta	IA_1	0,542	0,527	0,780	0,211	0,123	-0,225
	IA_2	0,491	0,393	0,696	0,076	0,418	-0,063
	IA_3	0,646	0,589	0,724	0,225	0,009	-0,325
	IA_4	0,481	0,339	0,757	0,125	0,319	-0,285
	IA_5	0,574	0,502	0,780	0,122	0,128	0,070
	IA_6	0,401	0,351	0,677	0,141	0,225	-0,095
	IA_7	0,431	0,446	0,752	0,176	0,323	-0,210
4 - Intermediação	Intermediacao	0,279	0,276	0,212	1,000	-0,220	-0,105
	RC_1	0,178	-0,119	0,281	-0,212	0,812	-0,173
	RC_2	0,107	-0,136	0,163	-0,221	0,764	-0,137
	RC_3	0,082	-0,117	0,179	-0,205	0,670	0,007
5 - Rede de conhecimento	RC_4	0,189	0,004	0,312	-0,075	0,815	-0,363
	RC_5	0,211	0,041	0,348	-0,128	0,821	-0,276
	RC_6	-0,005	-0,342	0,027	-0,223	0,620	0,042
	RC_7	0,065	-0,239	0,190	-0,160	0,853	-0,286
	RC_8	-0,028	-0,251	0,007	-0,278	0,669	-0,122
6 - Resultados	Resultados	-0,010	-0,149	-0,228	-0,105	-0,264	1,000

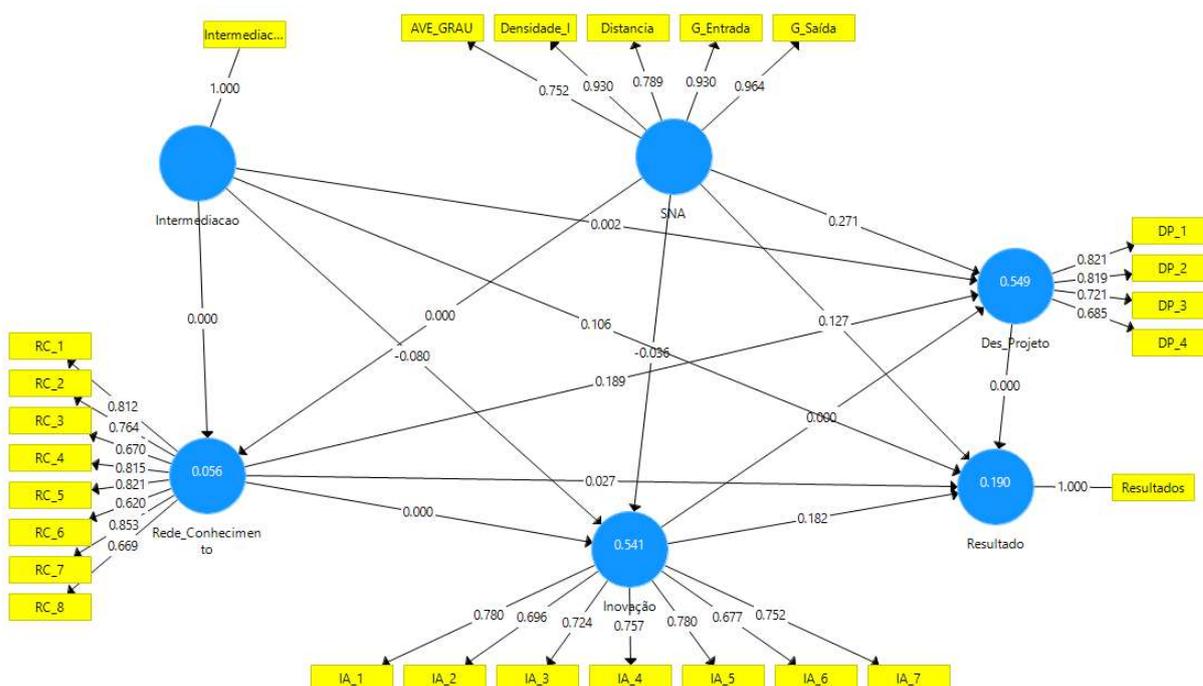
Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 28 e Tabela 29 apresentam os parâmetros mensurados para a validade discriminante do modelo da pesquisa. Nos dois testes, os valores atendem aos critérios determinados, o que significa que o instrumento utilizado na pesquisa alcançou o objetivo de medir as variáveis propostas por este estudo.

4.3.7 Análise do modelo estrutural

A avaliação do modelo estrutural, visto na Figura 26, possibilita a verificação da capacidade preditiva do modelo. Para isso, foi necessário avaliar o tamanho e a significância dos coeficientes de caminho, o coeficiente de determinação (R^2), a relevância preditiva (Q^2), o tamanho do efeito f^2 e o tamanho do efeito q^2 .

Figura 26 - Modelo de estrutural



Fonte: Elaborada pela autora.

4.3.8 Coeficiente de caminho

O coeficiente de caminho representa as relações hipotéticas entre os construtos e possuem valores padronizados entre -1 e +1 (HAIR JR et al., 2017). Os coeficientes de caminho foram estimados no modelo e avaliados em termos de significância, via *bootstrapping*, com uma

sub amostra de 5000 (HAIR JR et al., 2017), apresentados na Tabela 30. Os valores críticos são 2,57 (nível de significância de 1%), 1,96 (nível de significância 5%) e 1,65 (nível de significância de 10%).

Tabela 30 - Coeficiente de caminho

	Coeficiente de Caminho	Estatística t
Des_Projeto -> Resultado	0,394	2,520**
Inovação -> Des_Projeto	0,462	4,621***
Inovação -> Resultado	-0,209	1,068
Intermediação -> Des_Projeto	0,121	1,290
Intermediação -> Inovação	0,125	1,856*
Intermediação -> Rede_Conhecimento	-0,196	0,932
Intermediação -> Resultado	-0,176	1,698*
Rede_Conhecimento -> Des_Projeto	0,096	0,881
Rede_Conhecimento -> Inovação	0,408	4,932***
Rede_Conhecimento -> Resultado	-0,342	2,317***
SNA -> Des_Projeto	0,295	2,637***
SNA -> Inovação	0,642	10,522***
SNA -> Rede_Conhecimento	-0,089	0,630
SNA -> Resultado	-0,256	1,679*
Densidade -> Des_Projeto	0,066	0,298

Nota: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$. Foram usados testes t unicaudais.

Fonte: Elaborado pela autora

4.3.8.1 Coeficiente de determinação (R^2)

O coeficiente de determinação (R^2) é uma medida de avaliação da predição do modelo e representa o efeito das variáveis latentes exógenas sobre as variáveis latentes endógenas (HAIR JR et al., 2017). O valor de R^2 varia entre zero e um, indicando altos níveis de precisão preditiva, ou seja, a quantidade de variância dos construtos endógenos explicados por todos os construtos exógenos ligados a eles. Apesar de ser questionável a classificação do valor do R^2 , por ser influenciado pelo modelo e o tipo de pesquisa, Hair Jr *et al.* (2017) sugerem uma classificação para a intensidade do valor de R^2 : entre 0,25 – 0,5, fraco; entre 0,5 – 0,75, moderado; e maior que 0,75, substancial (HAIR JR et al., 2017). A Tabela 31 apresenta o coeficiente de determinação (R^2) desta pesquisa.

Tabela 31 - Coeficiente de Determinação R²

	R ²	R ² Ajustado	Intensidade
Des_Projeto	0,549	0,524	Moderado
Inovação	0,541	0,523	Moderado
Rede_Conhecimento	0,056	0,031	Muito Fraco
Resultado	0,190	0,135	Fraco

Fonte: Elaborado pela autora

Conforme os parâmetros apresentados, o modelo possui um poder preditivo muito fraco para a Rede de Conhecimento; um poder preditivo fraco para o Resultado; um poder preditivo moderado para a variável Desempenho do Projeto e Inovação Aberta.

4.3.8.2 *Tamanho dos efeitos f²*

O efeito f² mensura o impacto relativo de um construto antecedente em um construto endógeno (HAIR JR et al., 2017). Os critérios utilizados para a avaliação dos efeitos f² foram: 0,02 – fraco, 0,15 – moderado e 0,35 – forte (HAIR JR et al., 2017). A Tabela 32 apresenta o tamanho do efeito nas relações deste estudo.

Tabela 32 - Tamanho do efeito f²

	Efeito f ²	Avaliação
Des_Projeto -> Resultado	0,086	Fraco
Inovação -> Des_Projeto	0,217	Moderado
Inovação -> Resultado	0,020	Fraco
Intermediação -> Des_Projeto	0,028	Fraco
Intermediação -> Inovação	0,030	Fraco
Intermediação -> Rede_Conhecimento	0,037	Fraco
Intermediação -> Resultado	0,032	Fraco
Rede_Conhecimento -> Des_Projeto	0,014	Fraco
Rede_Conhecimento -> Inovação	0,343	Forte
Rede_Conhecimento -> Resultado	0,100	Fraco
SNA -> Des_Projeto	0,097	Fraco
SNA -> Inovação	0,822	Forte
SNA -> Rede_Conhecimento	0,008	Sem efeito
SNA -> Resultado	0,037	Fraco

Fonte: Elaborado pela autora

4.3.9 Relevância Preditiva (Q^2)

Todos os construtos apresentaram valores de Q^2 acima de zero, revelando que possuem relevância preditiva, conforme apresentado na Tabela 33.

Tabela 33 - Relevância preditiva (Q^2)

	SSO	SSE	$Q^2 (=1-SSE/SSO)$
Des_Projeto	316,000	228,774	0,276
Inovação	553,000	399,128	0,278
Intermediação	79,000	79,000	
Rede_Conhecimento	632,000	612,306	0,031
Resultado	79,000	67,165	0,150
SNA	395,000	395,000	

Fonte: Elaborado pela autora

4.3.10 Teste de hipóteses

A avaliação do modelo estrutural abarcou o teste de hipóteses. A Tabela 34 sintetiza os resultados dos testes, que foram considerados estatisticamente significativos para a amostra estudada.

Tabela 34 - Resultado do testes de Hipótese do Modelo da Pesquisa

	Coefficiente de Caminho	Significância	Situação
SNA -> Des_Projeto	0,295	***	Confirmada
SNA -> Inovação	0,642	***	Confirmada
SNA -> Resultado	-0,256	*	Confirmada
Intermediação -> Inovação	0,125	*	Confirmada
Intermediação -> Resultado	-0,176	*	Confirmada
Rede_Conhecimento -> Inovação	0,408	***	Confirmada
Rede_Conhecimento -> Resultado	-0,342	***	Confirmada
Inovação -> Des_Projeto	0,462	***	Confirmada
Des_Projeto -> Resultado	0,394	**	Confirmada

Nota: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$. Foram usados testes unicaudais.

Fonte: Elaborado pela autora

O modelo da pesquisa propôs-se a compreender como as relações sociais, mensuradas pelas medidas de coesão e medidas de centralidade, influenciam a percepção da Rede de Conhecimento e a percepção da Inovação Aberta pelos indivíduos nos projetos de P,D&I. Além disso, o modelo da pesquisa buscou avaliar se a estrutura da rede social no projeto e a percepção

da Rede de Conhecimento e da Inovação aberta aumentam os Resultados e o Desempenho do Projeto, no âmbito dos laboratórios da UFMG. De acordo com os testes realizados, das 13 hipóteses propostas pelo modelo final, nove hipóteses foram confirmadas, conforme Figura 27.

O construto SNA é formado pelas medidas de coesão Densidade e Distância e a medida de Centralidade Grau, conforme análise fatorial exploratória. O construto SNA teve relação significativa com a Inovação Aberta, os Resultados e o Desempenho do Projeto, não apresentando efeito significativo para a Rede de Conhecimento.

A Centralidade Intermediação foi explicada negativamente para o Resultado, ou seja, quanto maior a intermediação, menor o Resultado. Esse achado foi contrário aos encontrados nos estudos anteriores. Infere-se que essa diferença se justifica pelo fato de a presente pesquisa coletar dados primários, com foco nas relações cotidianas. Já os estudos anteriores, em sua maioria, utilizaram dados secundários e a análise bibliométrica. A Centralidade Intermediação foi significativa para explicar a Inovação Aberta, mas não foi significativa para prever a Rede de Conhecimento e o Desempenho do Projeto.

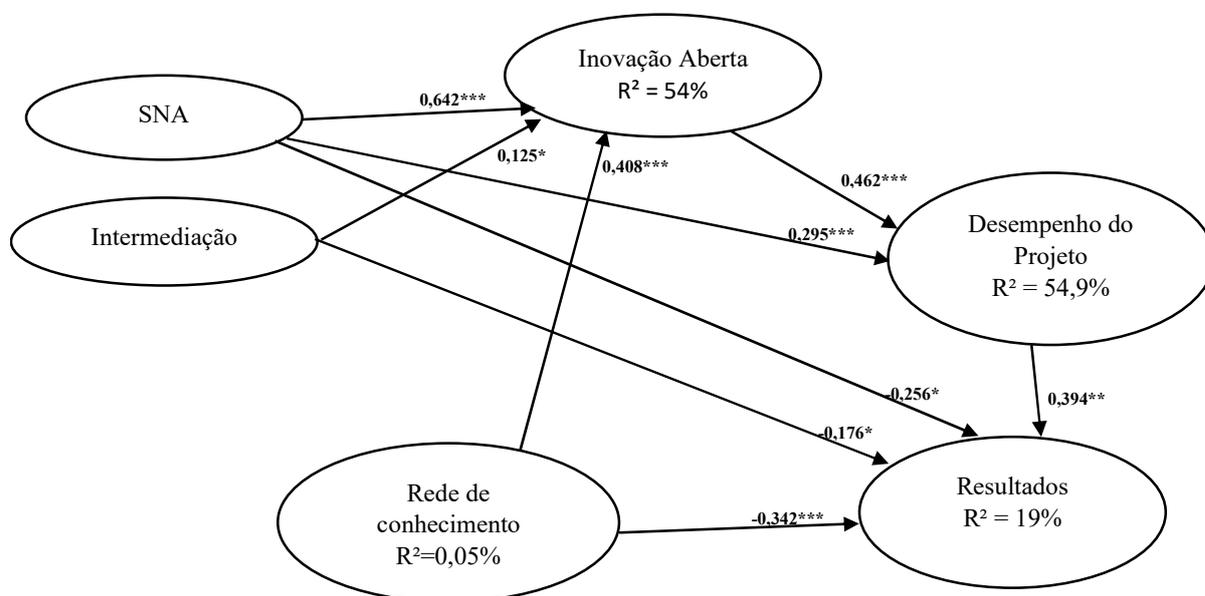
A relação da Rede de Conhecimento com o Desempenho do Projeto não foi confirmada. Em outras palavras, a percepção dos indivíduos, sobre o conhecimento dos demais, não se mostrou significativa para que os indivíduos alcançassem benefícios na execução das atividades dos projetos. A percepção da Rede de Conhecimento teve significância para explicar a percepção da Inovação Aberta, ou seja, quanto maior a percepção do conhecimento dos demais, maior a percepção de que um processo de inovação aberta estava presente.

A percepção da Inovação Aberta foi confirmada para o alcance do Desempenho do Projeto, sendo não significativa para os Resultados do projeto. Isso se explica porque as atividades, no processo de inovação aberta, possibilitam aos indivíduos ter acesso a diversos atores organizacionais e do ecossistema de inovação, o que pode contribuir para a percepção de benefícios pessoais e profissionais no desenvolvimento dos projetos de P,D&I. Por fim, o Desempenho do Projeto teve significância para o alcance dos Resultados.

A percepção do Desempenho do Projeto foi significativamente positiva para os Resultados. Quando os indivíduos percebem um ganho de benefícios pessoais e profissionais no desenvolvimento de atividade dos projetos de P,D&I, pode-se inferir que eles se envolvem mais para o alcance dos resultados do projeto, em especial, a realização de publicações científicas, considerando o ambiente da universidade e as métricas utilizadas pelas agências de fomento públicas. Neste sentido, é importante observar que a percepção do Desempenho do Projeto tem resultados superiores quando os indivíduos estão altamente conectados e possuem

maior grau de contato e maior percepção do processo de inovação aberta e da rede de conhecimento.

Figura 27 - Síntese do resultado do teste de hipótese



Nota: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$

Fonte: Elaborado pela autora

Os valores das correlações múltiplas ao quadrado (R^2) também são importantes para demonstrar o grau de explicação dos construtos endógenos do modelo. As variáveis com maior grau de explicabilidade são Desempenho do Projeto (54,9%) e Inovação Aberta (54%), sendo que o grau de explicabilidade para Resultados (19%) pode ser considerado baixo. Ademais, o baixo R^2 da Rede de Conhecimento (0,05%) justifica-se pela natureza dos projetos serem acadêmicos, de modo que, mesmo que os resultados sejam voltados para a inovação, a perspectiva dos indivíduos dentro da academia em relação aos fins do conhecimento se diferencia da perspectiva de indivíduos em ambientes privados de alta tecnologia, tal como no caso das redes colaborativas entre empresas.

4.4 Discussão dos resultados

Este trabalho contribui para avançar nos estudos de rede de inovação entre pesquisadores em projetos de P,D&I nas universidades públicas. As investigações dos aspectos de colaboração em ambientes de pesquisa, em sua maioria, avaliam as redes de colaboração por

análises bibliométricas em base de dados, ou em autoria e co-autoria, pela análise de plataformas como, por exemplo, o currículo *lattes*, da plataforma do CNPq, e a plataforma *ResearchGate*. No presente estudo, os aspectos relacionais de ordem primária foram coletados em projetos de pesquisa de P,D&I de laboratórios de distintas áreas do conhecimento da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), para a mensuração das estruturas de suas das redes sociais.

Essa pesquisa coopera para a compreensão sobre como a estrutura das relações no ambiente de trabalho dos pesquisadores, nos laboratórios e nos núcleos de pesquisa, podem auxiliar o alcance dos resultados em projetos voltados para o desenvolvimento do conhecimento científico e para a inovação em serviços e produtos. As relações sociais face a face apresentam características díspares das relações explícitas por organogramas e até mesmo das identificadas por estudos bibliométricos, pois passam pela relação direta da convivência, no ambiente dinâmico dos laboratórios de pesquisa.

O presente estudo investigou as medidas sociométricas, como métricas de coesão da rede composta pela Distância e Densidade e métricas de centralidade dos indivíduos; Centralidade Grau, Centralidade Proximidade, Centralidade Intermediação; e a influência dessas medidas no Resultado e no Desempenho do Projeto, na perspectiva do ator da rede. A análise das redes sociais é importante para evidenciar os relacionamentos dentro dos projetos para além do contato formal, visto que os indivíduos responderam o *survey* com base em suas relações cotidianas dentro do projeto, ou seja, em suas relações informais.

As dimensões Rede de Conhecimento e Inovação Aberta investigam o quanto a percepção que os membros dos projetos possuem desses aspectos influencia o Resultado e o Desempenho do Projeto. Essas variáveis buscam entender a percepção que o indivíduo tem a respeito das atividades executadas no projeto, como a troca e o compartilhamento do conhecimento entre os membros do projeto, e com outras instituições de ensino e pesquisa, empresas, especialistas e governo. Além disso, buscou-se entender como essas práticas estão vinculadas ao desenvolvimento de um processo de inovação, e se essa percepção contribui para alcançar os objetivos do projeto.

Analisar os aspectos da Rede de Conhecimento e da Inovação Aberta contribui para entender fatores que motivam e podem se apresentar como benefícios para os pesquisadores envolvidos nas redes de colaboração dos projetos de P,D&I na universidade, uma vez que o ambiente de inovação de grupos de pesquisa acadêmicos possuem características distintas dos ambiente empresariais, por exemplo. Esperava-se que a percepção dos indivíduos em relação a

Rede de Conhecimento influenciasse o Desempenho do Projeto, visto que ter acesso a pesquisadores com conhecimento distintos e amplos trouxesse estímulos para maior produtividade. No entanto, os achados apontam que entre os pesquisadores a Rede de conhecimento não influencia diretamente o Desempenho do Projeto. Tal fato deve ser avaliado em aspectos relacionados aos aspectos intrínsecos do indivíduo a manter o comprometimento e interesse em participar das Redes de Conhecimento para além do compromisso formal no desenvolvimento da pesquisa. Desse modo, essas dimensões possuem contribuições práticas para os coordenadores dos laboratórios na criação de estratégias e atividades que resultem em uma percepção de benefício para os atores da rede, a ampliação de possibilidades de pesquisas com interseções com outras linhas e áreas a partir do contato da rede de conhecimento que os projetos e laboratórios podem proporcionar. A percepção que os indivíduos tem do bom Desempenho do Projeto em seus diversos aspectos como gestão, apoio financeiro, relacionamento com os colegas foi indicado como um fator relevante para o alcance dos Resultados, o que sugere que fatores subjetivos do indivíduo também devem ser considerados no desenvolvimento do ambiente dos grupos de pesquisa e laboratório, não apenas aspectos técnicos e financeiros. Acredita-se que essas evidências podem auxiliar a criação de estratégias para que os pesquisadores mantenham as parcerias, mesmo ao final das atividades do projeto. Elas também podem, ainda, intensificar a colaboração e a produção de resultados (BRIGHT et al., 2017; CHERUVELIL et al., 2014; LEE; BOZEMAN, 2005; MOTE, 2005; STOKOLS et al., 2008).

É importante ressaltar que os projetos de P,D&I, desenvolvidos por instituições de ensino e pesquisa, têm o objetivo de criar e disseminar principalmente o conhecimento científico e tecnológico, que é divulgado por meio de publicações acadêmicas para os pares, para a comunidade acadêmica, para a sociedade em geral e para as agências de fomento. O objetivo deste estudo foi investigar as características das estruturas das redes de colaboração acadêmicas na universidade pública. Isso se justifica porque essas redes apresentam peculiaridades para a estruturação de parcerias internas e externas e, no caso das instituições públicas, as parcerias são influenciadas diretamente pela legislação pertinente, por normas e procedimentos da administração pública.

Além das peculiaridades próprias das instituições públicas, a relação de colaboração estabelecida entre os pesquisadores, em projetos de P,D&I, evidencia aspectos subjetivos e pragmáticos relacionados a alguns fatores, como destacado por Jeong, Choi e Kim (2011) e Stokols et al. (2008), tais como: dificuldade em encontrar parceiros com adequada expertise;

distância espacial, o que acarreta despesas com deslocamento para realização de experimentos; contato face a face com os demais membros do projeto para treinamentos e formação; emprego de tempo; perdas de informações devido à comunicação inadequada entre os colaboradores; complexidades próprias da gestão do projeto e de seus distintos sistemas administrativos, jurídicos e sociais; e, em especial, o custo da produção da pesquisa e do compartilhamento da reputação adquirida com a sua publicação para reconhecimento da expertise dos pesquisadores. Este estudo focou no papel da estrutura da rede informal, elaborada para o desenvolvimento dos projetos de P,D&I, no que tange à produção de resultados científicos e ao desempenho do projeto propriamente dito. Buscou-se entender, primeiramente, a estrutura da rede e, num segundo momento, os aspectos relacionais dos atores do projeto.

As medidas de coesão Densidade e Distância e as medidas de Centralidade de Grau, Centralidade Proximidade, Centralidade Intermediação e Centralidade Autovetor apresentam multicolinearidade como preditores, por isso aplicou-se a Análise Fatorial Exploratória como forma de simplificar sua estrutura, tendo sido evidenciados dois fatores. Assim, as medidas da rede foram separadas em dois construtos: o primeiro construto foi formado pela Centralidade Grau, Centralidade Proximidade, Densidade e Distância, enquanto o segundo construto foi composto pela Centralidade Intermediação e Centralidade Autovetor. O agrupamento dos índices da medida a luz das relações sociais estabelecidas e analisadas nos mostram que as interações entre os indivíduos e a estrutura formada pelas interações apresentam similaridade para representação dos relacionamentos. Sendo as interações que possuem maior características de poder ao determinar o acesso facilitando ou dificultando, como por exemplo o intermediador, ou aqueles que possuem altos valores de prestígio que podem determinar ou modificar a interação entre os indivíduos da rede se comportam de modo distinto. No entanto, após a análise do modelo de mensuração, foram excluídas as Centralidade Proximidade e Centralidade Autovetor, por apresentarem carga externa inferior a 0,4, como indicado pela literatura (HAIR et al., 2005). Assim, o primeiro construto foi formado pela medida Centralidade Intermediação, e o segundo foi formado pelas medidas Densidade, Distância e Centralidade Grau, mas permanecendo a relação dos aspectos relacionais das interações analisadas.

A centralidade apresenta a relação acerca da posição do indivíduo dentro da rede, para compreender como os atores usufruem das relações estratégicas ou do reconhecimento mútuo, discriminando a importância dos nós e o quanto as medidas de centralidade contribuem para os resultados e o desenvolvimento do indivíduo no projeto. Ou seja, as interações diretas entre os indivíduos, indicadas no instrumento de pesquisa, revela as características e dinâmicas da

interação entre eles durante o desenvolvimento do projeto. A Centralidade Intermediação revela os atores que possuem o papel de mediador nas relações dentro da rede. Em redes de colaboração científica para produção acadêmica, os atores que possuem o papel de intermediação são os que apresentam maior grau de produtividade, pois eles possuem características relacionais de apresentar maior facilidade de acesso entre todos indivíduos da rede estabelecendo novas interações e ainda, estudos anteriores demonstram que esses indivíduos possuem a facilidade de estar em diversas redes e intermediar as relações entre elas. Isso se dá por eles conseguirem ligar diversos coautores, e, assim, participarem de várias produções ao mesmo tempo.

No entanto, nas redes de colaboração em projetos voltados para P,D&I, o intermediador pode ser um gargalo ao aumentar a distância de contato entre os atores quando há a necessidade desses contarem, a princípio, com a disponibilidade dele para fazer a apresentação que possibilitará o estabelecimento de uma relação, dentre outros fatores, subjetivos dessa dinâmica. A relação entre a Centralidade Intermediação e o Resultado foi negativa ($\beta = -0,176$, $p < 0,001$), o que sugere que as relações de intermediação diminuí os resultados produzidos pelas redes estudadas. Tal achado aponta a necessidade de compreender aspectos relacionais subjetivos por meio de entrevistas e observações do ambiente destes projetos. É importante considerar que a intermediação, a princípio, pode ser uma ponte entre dois indivíduos na rede, mas uma rede que possui muitas relações intermediadas torna-se truncada em seu fluxo de conhecimento e informação, bem como no estabelecimento do conhecimento das habilidades e expertises, fazendo com que o ambiente seja altamente clusterizado e com grande potencial de fragmentação, com a saída de

um ou mais atores que assumem o papel de intermediador. A Centralidade Intermediação foi significativa para a percepção da Inovação Aberta ($\beta = 0,125$, $p < 0,001$), considerando a relevância das relações que realizam pontes entre os diversos grupos de pesquisa e laboratórios e o ambiente externo, a confirmação da relação com significância positiva indica que os atores que assumem papel de intermediadores nos projetos pesquisados são considerados importantes para os demais da rede quanto a percepção das relações que representam contato com o ambiente externo ao grupo ou laboratório. O processo de inovação aberta requer trabalho conjunto, acesso a recursos físicos e de conhecimento, contato entre diferentes atores, em um ambiente dinâmico e complexo, para atender a demanda do mercado tecnológico e econômico. Neste sentido, a mediação entre os atores possibilita alcançar os recursos e os agentes detentores de informações e conhecimentos necessários para a execução das atividades dos projetos.

Quanto à relação da Centralidade Intermediação e as variáveis Rede de Conhecimento e Desempenho do Projeto, as hipóteses não foram confirmadas neste estudo. A dimensão Rede de Conhecimento representa a percepção de troca, compartilhamento e disseminação de conhecimento. Sendo assim, a Centralidade Intermediação não foi confirmada como um fator que influencia essa dimensão. A percepção do acesso ao conhecimento por intermédio de outros atores não foi confirmada, deve ser investigado se a forma que as atividades são delimitadas entre os indivíduos interferiu nesta percepção. Visto que aspectos da pesquisa podem ser desenvolvido de forma individual e com posterior triangulação dos dados e informações assim, como essa pesquisa se limitou pelo momento pandêmico que impossibilitou a observação dos grupos e as entrevistas para aprofundar nos aspectos individuais e característicos dos projetos e laboratórios.

Observa-se que, apesar de terem sido identificados atores com papel de intermediador nos relacionamentos, a estrutura das redes estudadas é densa (medida Densidade), e com facilidade de acesso entre os indivíduos, confirmada pela baixa distância geodésica (medida Distância). Portanto, a intermediação nas relações face a face não é significativa, para o fluxo do conhecimento, nos projetos pesquisados. O Desempenho do Projeto indica a percepção do indivíduo das atividades exercidas por ele, dos resultados e dos benefícios alcançados. Nesse estudo, a relação dessa dimensão com o papel de intermediador de um indivíduo na rede não foi confirmada. Esse achado vai de encontro aos da literatura que afirmam que a percepção do indivíduo pode ser influenciada pelas características das relações, em especial pelo desenvolvimento da confiança nos colegas de trabalho.

O construto formado pela Densidade, Distância e Centralidade Grau foi significativamente positivo para a percepção da Inovação Aberta e Desempenho do Projeto. O construto teve relação significativa e negativa para o alcance dos Resultados dos projetos. Nesse ponto, destaca-se que o Desempenho do Projeto teve relação positiva com os Resultados, sendo que os preditores da percepção do Desempenho do Projeto são a Densidade, a Distância, a Centralidade Grau e a Inovação Aberta, cujas relações foram significativamente positivas. Tal fato aponta para a perspectiva do indivíduo em relação ao Desempenho do Projeto como um preditor relevante para o alcance dos resultados, sendo o Desempenho do projeto um mediador para o alcance de maiores resultados em publicações científicas. A Densidade expressa a conectividade entre os atores da rede, sendo relevante para a análise sobre a continuidade da rede de inovação quando os indivíduos são altamente conectados e para a absorção dos conhecimentos distribuídos na rede.

A medida Distância representa a distância geodésica, ou seja, a menor distância que um indivíduo deve percorrer para conversar com outro dentro da rede. Os projetos analisados possuem índices baixos de distância, o que representa uma facilidade de acesso entre os indivíduos, apresentando a média da distância igual a 1. A Centralidade Grau é uma medida que representa a posição do indivíduo na rede e que simboliza o contato que o ator possui com os demais. Por esse parâmetro, é possível inferir o *status* do indivíduo em relação ao acesso às informações, aos conhecimentos e aos recursos.

A relação positiva entre o construto, formado pela Densidade, pela Distância e Centralidade Grau e pela Inovação Aberta, justifica-se porque, quanto mais conectados estão os indivíduos no projeto, maior a troca de recursos. Tal fato corrobora com os estudos anteriores, a exemplo de Abbasi, Hossain e Leydesdorff (2012) e Henttonen (2010), que evidenciaram que a conexão entre os indivíduos aumenta o desempenho da colaboração. A mesma coisa acontece com a Centralidade Grau: quanto maior o contato entre os indivíduos, maior a percepção do processo de inovação aberta. O contato entre os indivíduos mobiliza o fluxo do conhecimento e de informações, fazendo com que a rede tenha maior clareza do processo de colaboração e da troca de recursos tangíveis e intangíveis. A inovação aberta, em sua essência, acontece pela troca entre as pessoas nos diversos ambientes de inovação, o que faz acontecer a criação e a complementação do conhecimento complexo para o desenvolvimento de produtos e serviços que atendam às necessidades da sociedade. Diante disso, a Distância entre os indivíduos, em outras palavras, a disposição dos laços para ter acesso aos outros atores da rede, faz com que o fluxo de informações e conhecimento se fortaleça e que ocorra o reconhecimento das habilidades e expertises dos demais. Isso também aumenta a confiança e estreita os relacionamentos entre os atores, favorecendo o processo de colaboração.

O construto composto pela Densidade, Distância e Centralidade Grau foi significativamente positivo para o Desempenho do Projeto. A variável Desempenho do Projeto expressa a percepção dos indivíduos em relação ao seu engajamento e aos benefícios adquiridos na execução de atividades do projeto, bem como a percepção de que a conectividade entre os atores da rede influenciou a prática e a compreensão do ambiente do indivíduo na execução das atividades do projeto. Pode-se inferir que o indivíduo, ao conhecer os saberes distribuídos na rede e ter facilidade de acessá-los, pela pequena distância entre eles, tende a ter uma visão ampliada sobre a dinâmica do fluxo do conhecimento, com foco na busca, na troca e no compartilhamento de recursos. Neste ponto, o contato entre os indivíduos permite que eles obtenham mais informações e conhecimentos, aumentando a confiança nas relações e a

percepção dos benefícios pessoais e profissionais. No entanto, a dimensão Desempenho do Projeto requer estudos complementares para a compreensão dos aspectos subjetivos da participação e do engajamento de cada indivíduo no projeto. É importante ressaltar que as características individuais, associadas ao nível de engajamento, não foram foco do presente estudo, o que demandaria uma abordagem qualitativa complementar a ser revelada.

Na análise da relação do construto constituído pela Densidade, Distância e Centralidade Grau com os Resultados do projeto, foi observada uma relação negativa ($\beta = -0,176$, $p < 0,10$). Isso ocorre somente quando a relação é controlada pelo forte efeito positivo do desempenho do projeto. Essa observação reafirma os achados de Gilsing e Nooteboom (2005), que apontam que a alta densidade das redes diminui ou inviabiliza a entrada e o uso de conhecimentos novos por contatos indiretos, pela redundância das relações. Em outras palavras, nas redes densas, os atores tendem a receber conhecimentos similares, mesmo que suas relações indiretas na rede sejam distintas. Portanto, um indivíduo pode ter contatos diferentes na rede, mas o conhecimento recebido será o mesmo entre todos, o que imprime um baixo nível de novidade ao fluxo do conhecimento. Embora Abbasi, Hossain e Leydesdorff (2012) apontem que a Centralidade de Grau é um elemento que aumenta a produtividade dos indivíduos por indicar que eles têm ligação com diversos coautores, a presente pesquisa aponta resultados opostos para as relações face a face. Destaca-se que esta pesquisa analisou as redes informais dos atores nos seus respectivos projetos. Diante disso, justifica-se a relação negativa pela percepção de gasto de tempo e esforço para construir a colaboração, assim como apontado por Lee e Bozeman (2005). Como identificado pela medida de Densidade e Distância, a homogeneização dos indivíduos, identificada pelo compartilhamento de uma visão comum do conhecimento, pode gerar um comportamento de menor procura de contato entre os indivíduos. Os indivíduos podem entender que estão perdendo tempo e energia, sendo que poderiam estar utilizando esses recursos para produzir Resultados. Esse comportamento está diretamente ligado ao perfil de colaboração construído em alguns ambientes, nos quais os indivíduos estabelecem redes para fins pragmáticos, muitas vezes, limitados à execução de determinado projeto.

Entretanto, ressalta-se que o efeito da Densidade, Distância, Centralidade Grau e Intermediação é negativo sobre os Resultados, quando se controla o efeito positivo que essas variáveis exercem sobre os Resultados pela mediação da variável Desempenho do Projeto. Assim, quanto maior o Desempenho do Projeto, garantido pela percepção do processo de Inovação Aberta e as medidas de Densidade, Distância e Centralidade Grau, maior serão os Resultados em publicações alcançados pelos projetos de P,D&I. De fato, uma rede com alta

coesão, contato entre os indivíduos e intermediação nas relações poderá influenciar negativamente a percepção do desempenho do indivíduo e, conseqüentemente, reduzir os resultados do projeto. Contudo, uma gestão adequada da rede social e das relações entre os indivíduos na execução das atividades do projeto poderá propiciar, no nível individual, uma maior percepção de benefícios e, no que tange ao projeto, resultados superiores, com maior alcance acadêmico, tecnológico e social.

A relação do construto Densidade, Distância e Centralidade Grau não foi confirmada para a percepção das Redes de Conhecimento, contradizendo o estudo de Miranda e Borges (2018), que aponta que o contato entre os indivíduos aumenta a confiança e o compartilhamento de conhecimento. No entanto, a estrutura com alta conectividade, formada pelos indivíduos, possibilita que a alta frequência de contato não seja necessária para compartilhar o conhecimento, pois eles sabem a quem recorrer para conseguir a expertise faltante. Como evidenciado por Yayavaram e Ahuja (2008), em redes de colaboração nas quais se tem ciência de onde está o conhecimento necessário, os pesquisadores optam por não modificar a estrutura estabelecida de acesso a esse saber.

Neste estudo, a dimensão Rede de Conhecimento foi trabalhada como sendo os aspectos percebidos pelos indivíduos. Esses aspectos estão relacionados às atividades que possibilitam a troca de recursos do conhecimento, de forma tácita e explícita. Para ampliar a compreensão da rede, a troca e a disseminação de conhecimento entre os atores dos projetos e atores externos, nacionais e internacionais, foram consideradas nesta variável. A relação da Rede de Conhecimento e os Resultados do projeto foi negativa, observando que isso somente acontece quando controlado pelo forte efeito positivo do desempenho do projeto. Tal fato corrobora com achados em estudos de Keraminiyage, Amaratunga e Haigh (2009) e Phelps, Heidl e Wadhwa (2012), que afirmam que a construção da rede de inovação para a produção científica é baseada na reputação, na expertise, na intermediação e na proximidade de culturas e experiências anteriores. De fato, os estudos de Lee e Bozeman (2005) e de Yayavaram e Ahuja (2008) esclarecem que pesquisadores buscam estabelecer e manter relações, diminuindo os riscos advindos das mudanças na rede de conhecimento já estabelecida, as quais geram altos custos, como, por exemplo, a não finalização do projeto. Conseqüentemente, a percepção dos indivíduos dos benefícios adquiridos pela Rede de Conhecimento, mensurados pela variável Desempenho do Projeto, não foi significativa. Na análise da relação entre a Rede de Conhecimento e a Inovação Aberta, foi observada significância ($\beta = 0,408$, $p < 0,001$). Tal fato se justifica pela natureza do processo de inovação aberta, que requer ampla criação, troca,

compartilhamento e disseminação de conhecimentos para a construção de tecnologias complexas, que permitem manter a competitividade sustentável. Nesse sentido, a Rede de Conhecimento facilita o acesso aos especialistas detentores dos conhecimentos requeridos para o desenvolvimento dos projetos de P,D&I.

A dimensão Inovação Aberta reuniu seus aspectos principais na literatura para estimar a percepção dos indivíduos quanto ao construto e para identificar como essa percepção de trabalhar em projetos de P,D&I influencia a relação com o desempenho do projeto e com a produção de resultados. A percepção da Inovação Aberta foi significativamente positiva em relação ao Desempenho do Projeto ($\beta = 0,462$, $p < 0,001$) e não significante em relação ao Resultado. Tal constatação pode ser justificada pelo fato de os principais resultados produzidos pelos projetos serem produções científicas, como artigos, livros, teses, dissertações e monografias. Ainda, em projetos que envolvem parcerias com a indústria e outros tipos de produções, como patentes, produtos e prestação de serviços, que são mais relevantes para os atores externos. No entanto, o objetivo deste estudo foi compreender a estrutura das relações, no âmbito da universidade, para fornecer especificidades que auxiliem a produção de redes de cooperação duradouras entre os pesquisadores e, assim, fortalecer a relação universidade-indústria, pela complementariedade de expertises dos pesquisadores. Em relação à Inovação Aberta e ao Desempenho do Projeto, a hipótese foi confirmada ($\beta = 0,462$, $p < 0,001$). Tal achado está relacionado à dimensão do Desempenho do Projeto, que, por sua vez, está relacionada à percepção do indivíduo acerca dos resultados e das atividades dos projetos, tais como tempo dedicado ao projeto, benefícios profissionais e pessoais adquiridos e a percepção de contribuição teórico-prática.

A dimensão Inovação Aberta teve o R^2 de 54%, demonstrando que a percepção que os indivíduos, envolvidos nos projetos de P,D&I nas universidades, têm do processo favorece o alcance dos objetivos do projeto. Essa construção auxilia os coordenadores dos projetos a trabalharem estratégias e atividades que reforcem a percepção dos aspectos da inovação aberta para auxiliar no Desempenho do Projeto e, ao mesmo tempo, equilibra essas ações para o desenvolvimento dos Resultados. Howells, Ramlogan e Cheng (2012) já apontavam a necessidade de criar estratégias que equilibrem os objetivos da prática de inovação aberta e a produção científica. O processo de colaboração entre a universidade e a indústria beneficia a empresa com conhecimento científico e tecnológico e leva aos acadêmicos a oportunidade de adquirir *know-how* sobre problemas e tendências de mercado, indispensável para a formação dos acadêmicos.

A variável Desempenho do Projeto buscou mensurar a percepção dos indivíduos em relação ao seu engajamento nas atividades, ao suporte financeiro para execução dos projetos, e aos benefícios percebidos nos aspectos pessoal e profissional. Essas características foram consideradas relevantes, pois os indivíduos possuem maior propensão em colaborar quando percebem ganhos nas relações. A dimensão Desempenho do Projeto teve R^2 moderado, 54,9%. Nesse sentido, a Inovação aberta e o construto formado por Densidade, Distância e Centralidade Grau foram confirmados como elementos que contribuem para que os indivíduos tenham maior desempenho no projeto. Em outras palavras, os indivíduos, ao perceberem que têm acesso a atores detentores de recursos e que há possibilidade de ganhos em relação ao desenvolvimento tecnológico, tendem a desenvolver uma maior percepção de benefícios do Desempenho do Projeto. E, ainda, essa percepção do Desempenho do Projeto contribui para o alcance dos Resultados dos Projetos ($\beta = 0,394$, $p < 0,05$), sendo que é possível inferir que os benefícios percebidos pelos indivíduos contribuem para seu envolvimento nas atividades para o alcance dos Resultados dos projetos de P,D&I.

O Resultado é uma dimensão que abarca a produção científica dos projetos. Essa variável teve um fraco grau de explicação, de 19%. Considerando a natureza e os objetivos das instituições de ensino e pesquisa, cujo objetivo é disseminar a produção científica, por meio de artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, o valor apresentado é representativo da realidade das produções no contexto brasileiro. É importante ressaltar que os trabalhos de Bernardes e Albuquerque (2003), Engel (2015), Fischer et al. (2020; 2018) e Paranhos, Hasenclever e Perin (2018) apontam que, no ambiente de pesquisa, em países em desenvolvimento, a colaboração não é pautada unicamente no aumento dos resultados dos projetos, mas que, muitas vezes, busca mitigar os riscos e as dificuldades de acesso a insumos e a equipamentos e de operacionalização das pesquisas, o que leva ao entendimento de que a colaboração não funciona, necessariamente, como promotora de maiores resultados. É relevante notar que gargalos e retrocessos no sistema de inovação nacional são criados devido às limitações impostas aos acadêmicos, como o fato de suas contribuições científicas somente serem mensuradas no processo de produção científica. Há ainda as limitações impostas pela obrigatoriedade de se desenvolver atividades administrativas e de ensino, concomitantemente. Essas funções demandam a maior parte do tempo dedicado ao trabalho e a limitações legislativas. Os órgãos regulamentadores utilizam evidências de ambientes de inovação sólidos para amparar a construção da legislação e de normas para gerir e incentivar o processo de inovação brasileiro, como confirmado por Fischer *et al.* (2020) e Paranhos, Hasenclever e Perin (2018). Os avanços no processo de parcerias universidade-indústria e iniciativas de inovação

em ICTs ainda são incipientes, mesmo com a mudança da legislação brasileira para promover a inovação entre os atores no ecossistema nos últimos cinco anos, de acordo com o estudo de Paranhos, Hasenclever e Perin (2018). Os pesquisadores ainda estão limitados pela necessidade de manter seus índices de produtividade de acordo com as normas dos órgãos regulamentadores e assim conseguirem progredir em suas carreiras e ter visibilidade na comunidade acadêmica. No entanto, a colaboração em pesquisa com parceria com empresas contribui para o desenvolvimento dos laboratórios da universidade (em virtude dos investimentos realizados pelas empresas), potencializa a competitividade empresarial e auxilia o desenvolvimento econômico regional e nacional.

A colaboração em pesquisa é um processo social, no qual os pesquisadores interagem para compartilhar significados, desenvolver e realizar tarefas para o alcance de um objetivo compartilhado mutuamente e, geralmente, produzir conhecimento (HAYAT; LYONS, 2017). Além disso, a demanda por maior conhecimento para produzir os projetos de pesquisa voltados para ciência e tecnologia emergiu e tornou a colaboração uma métrica de mensuração de produção acadêmica pelos órgãos de financiamento, bem como o aumento da expertise para solucionar problemas complexos e alcançar melhores resultados (KERAMINIYAGE; AMARATUNGA; HAIGH, 2009).

No entanto, o processo de colaboração vai além dos resultados mensuráveis por produções acadêmicas. A dedicação de tempo para estabelecer um ambiente comum para a criação do conhecimento, para a ideação, aprendizagem conjunta e fortalecimento dos laços para criar relações baseadas em confiança é necessária para a colaboração factual, que gera inovação. Jeong, Choi e Kim (2011) reforçam que a colaboração no processo de autoria e co-autoria ocorre quando há uma visão baseada em aspectos considerados relevantes pelos pesquisadores, tais como a comunicação informal, a proximidade cultural, a excelência acadêmica e a posição do ator na rede de inovação. Além disso, também há a colaboração no processo de autoria quando há uma visão baseada em aspectos relacionados à pesquisa, como, por exemplo, fundamentos metodológicos, acesso a dados, interdisciplinaridade e a busca de financiamento em órgãos de fomento.

Em vista disso, sugere-se que as relações face a face, nos projetos de P,D&I nas ICTs, oferecem alicerce para a concepção de elementos substanciais da dinâmica de colaboração acadêmica, para além do processo de autoria e coautoria, que são apontados por Katz e Martin (1997) como metodologicamente corretos, mas limitados pela compreensão apenas das publicações. De fato, as relações informais em ambientes de laboratórios e grupos de pesquisa

permitem inferir aspectos não explícitos nos resultados publicados. Consequentemente, os dados podem ser interpretados para auxiliar a construção de aspectos peculiares das parcerias no ambiente brasileiro de inovação e a criação de estratégias, pelos gestores dos projetos e pelos legisladores, que viabilizem benefícios econômicos e que podem ser recursos financeiros para grupos de pesquisa, equipamentos de alta complexidade tecnológica; recursos acadêmicos e ganhos sociais. Ainda, essas ações têm potencial para apoiar o desenvolvimento regional, pelo estímulo e suporte à inovação através do intercâmbio de informações e compartilhamento de conhecimentos entre pesquisadores, sociedade, indústria e governo, conforme indicado por Chaves *et al.* (2016).

Ainda, é importante ressaltar que as políticas públicas nacionais têm impulsionado ações para a construção de um ambiente de inovação que possibilite, às universidades públicas, estabelecer parcerias com outras entidades, principalmente de natureza privada, para estimular o desenvolvimento tecnológico regional e nacional (MCTI, 2016). De tal fato emerge a necessidade de compreender os aspectos relacionais dos pesquisadores nos projetos voltados para P,D&I, auxiliando a coordenação a desvendar as dinâmicas das relações informais para a adaptação de objetivos acadêmicos e empresariais, bem como para aumentar a percepção do governo e de seus órgãos de fomento sobre a concepção de uma avaliação da produtividade dos pesquisadores, de acordo com a realidade das parcerias de inovação. A literatura tem apontado que os países em desenvolvimento possuem sistemas nacionais de inovação com características peculiares, os quais não estimulam, de forma satisfatória, o desenvolvimento tecnológico local (CHAVES *et al.*, 2016; ENGEL, 2015; RAPINI *et al.*, 2009) devido à falta de elementos que fomentem a cooperação de forma benéfica para todos envolvidos.

As questões políticas, econômicas e legislativas são grandes obstáculos para o desenvolvimento de estratégias (CHAVES *et al.*, 2016; ENGEL, 2015; STOKOLS, 2006; STOKOLS *et al.*, 2008). Além disso, compreender a dinâmica da colaboração nos projetos torna mais fácil a construção de parcerias que atendam as expectativas dos atores, tais como desenvolvimento de produtos para a indústria, capacitação e atendimento das demandas da sociedade, acesso à tecnologia e fomento pela universidade (ENGEL, 2015; MUSSI, 2016). Por fim, o conhecimento gerado pode facilitar a construção de políticas públicas e de marcos legais que atendam às estratégias de relacionamento e de articulação da dinâmica dos projetos de P,D&I, nas universidades públicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou a influência das medidas das redes sociais, da percepção da rede de conhecimento e da inovação aberta sobre os resultados acadêmicos e o desempenho dos projetos de P,D&I, no âmbito da universidade. Assim, o estudo se propôs a analisar a relação interpessoal dos indivíduos na realização das atividades do projeto. Essa perspectiva busca compreender as relações nas redes de colaboração científica no ambiente dos laboratórios da universidade. Os dados primários das relações entre os membros dos projetos foram relevantes para destacar o papel de cada ator e sua posição no fluxo dos recursos distribuídos pela rede. Ao identificar as características da estrutura da rede, bem como a posição e os papéis dos atores, buscou-se compreender como ocorre a dinâmica das parcerias no desenvolvimento da inovação, no ambiente dos projetos de P,D&I na universidade.

As relações sociais foram coletadas pela perspectiva da análise das díades, ou seja, a relação entre dois atores na rede. Esses dados permitiram a compreensão das relações diretas e indiretas entre os atores. Assim, foi possível explorar a estrutura da rede e as relações de cada indivíduo com seus pares. Além disso, foram verificadas as relações dos membros do projeto com atores externos ao projeto, o que viabilizou inferências sobre a entrada de novas informações para fomentar o processo de inovação na rede do projeto.

A percepção dos conhecimentos distribuídos entre os indivíduos e o processo de criação, troca e disseminação foi analisada na perspectiva do ator do projeto. Para tanto, os participantes foram indagados quanto ao processo de busca, de acesso e de apropriação do conhecimento durante a realização das atividades dentro do projeto. Ainda, foram abordadas questões sobre a percepção da prática da inovação aberta, as quais indicaram as características de busca, de troca e de compartilhamento de recursos durante a realização das atividades do projeto.

As redes dos projetos apresentam elevado grau de densidade e baixa distância, o que leva a crer que os atores estão bem conectados e conseguem acessar os demais membros da rede com facilidade. Na análise da centralidade, foi observado que os coordenadores assumem o papel principal na dinâmica da rede por terem maior concentração de recursos devido ao tempo de gestão dos projetos. Isso se justifica pelo fato de os projetos terem uma alta rotatividade de participação, em sua maioria de discentes de graduação e pós-graduação, cujo tempo de permanência, em geral, é determinado pelo período do curso em que estão matriculados. Entretanto, observa-se que os coordenadores não são centralizadores de todas as centralidades e posições de prestígio da rede. Deste modo, ressalta-se que as redes dos projetos

de P, D&I estudados não estão centralizadas em um único ator. Os diversos membros dos projetos com funções discentes, professores pesquisadores, apoio técnico, pesquisadores e especialistas externos apresentam posições de Centralidade Grau, Centralidade Proximidade, Centralidade Intermediação e Centralidade Autovetor.

No que se refere às relações externas aos projetos, foi observado que todos os projetos analisados possuem pelo menos uma relação de colaboração externa, ou seja, membros que são de outras instituições públicas ou privadas que colaboram direta ou indiretamente por meio de relações esporádicas com os membros internos do projeto. Pode-se afirmar que todos os projetos analisados se beneficiam dessas relações para adquirir ou complementar os conhecimentos internos do projeto. Ainda na análise dessas relações, foram identificados os *gatekeepers* de cada projeto, sendo eles membros com função de pesquisador ou professor pesquisador com alto grau de centralidade interna ao projeto o que os permite exercer a função de captar, adaptar e disseminar o conhecimento entre os membros do projeto.

No que tange à relação estabelecida no contato face a face entre os indivíduos, durante as atividades do projeto, foi encontrado resultado distinto dos trabalhos anteriores. Ocorreu a identificação de uma negativa entre a frequência de contato, a conectividade e a distância entre os membros do projeto e os resultados científicos. Além disso, evidenciou-se que o contato entre os indivíduos, a densidade e a baixa distância entre eles aumentam a percepção do processo de inovação aberta. A mediação nas parcerias tem relação negativa ao resultado do projeto. Em outras palavras, as relações mediadas influenciam negativamente o resultado do projeto, e, como já foi dito, esse resultado é distinto dos encontrados por Abbasi, Hossain e Leydesdorff (2012) e Bright et al.(2017).

A percepção da inovação aberta apresentou uma relação positiva com o desempenho do projeto. Isso se deve ao fato de a inovação aberta estar relacionada ao acesso a recursos físicos e do conhecimento. Além disso, a percepção da inovação aberta não apresenta significância para os resultados obtidos com a execução dos projetos de pesquisa estudados, evidência consistente com o estudo de Rojas, Solis e Zhu (2018). Apesar disso, a percepção da inovação aberta apresenta significância para o alcance dos resultados quando os indivíduos percebem benefícios na execução das atividades, como identificado pela variável Desempenho do projeto.

Neste ponto da tese, pode-se retomar a pergunta de pesquisa: como se relacionam as características estruturais, medidas de coesão e centralidade das redes de colaboração científica em projetos de P,D&I com os resultados científicos e tecnológicos, produzidos no âmbito da UFMG? Constatou-se que a mediação das relações e a necessidade de constantes interações são

elementos que diminuem os resultados científicos, fato que pode ser justificado pelos custos relacionados ao tempo demandado para estabelecer e manter as interações. Além disso, a alta conectividade e a visão altamente compartilhada e homogênea dos indivíduos podem afetar diretamente a percepção do ambiente em que estão inseridos. Nesse sentido, faz-se necessário compreender a percepção dos aspectos subjetivos, como, por exemplo, as redes de amizade, a proximidade cultural, os aspectos da comunicação informal, para, então, compreender o quanto essas características de homogeneidade influenciaram a percepção das dimensões analisadas.

Entretanto, a estrutura da rede apresentou-se como um elemento importante para a percepção dos benefícios no nível do indivíduo, o que gera maiores resultados. Ou seja, a estrutura da rede dos projetos de P,D&I influencia a percepção de ganhos pessoais e profissionais dos indivíduos, que contribui positivamente para o alcance dos resultados. Em geral, os membros dos projetos exercem a função de professor e dividem seu tempo de trabalho entre as atividades de ensino, os encargos administrativos e a pesquisa. Assim, o tempo é um recurso precioso para o desenvolvimento das pesquisas. Afinal, dedicar-se às relações incorre no risco de não se ter resultados proveitosos em tempos de produtividade acadêmica, que pode ser vista como custosa para os pesquisadores. Para tanto, infere-se que a relação tempo-resultado é um elemento que influencia a percepção das interações no projeto.

Os resultados da análise da percepção da rede de conhecimento por parte dos respondentes causaram certa surpresa pela significância negativa na percepção do conhecimento trocado durante a realização das atividades do projeto. Sugere-se que a percepção da rede de conhecimento dos indivíduos no projeto foi negativa pelo fato de os respondentes entenderem que é inerente ao ambiente da universidade a capacitação, a criação e a disseminação de conhecimento. Ou seja, a percepção da prática de acesso e compartilhamento do conhecimento, entre os integrantes de um projeto de pesquisa, é vista como uma ação comum à dinâmica da universidade. Contudo, quando o indivíduo percebe benefícios no desenvolvimento do projeto, observa-se uma relação positiva da rede de conhecimento. Quanto à inovação aberta, cabe destacar que é um conceito considerado recente e com práticas incipientes no contexto brasileiro. Diversos estudos, como os de Fischer et al. (2018) e de Paranhos, Hasenclever e Perin(018) afirmam que as parcerias entre os atores no sistema de inovação brasileiro são fracas e, por vezes, imperceptíveis. No âmbito da inovação aberta, os respondentes foram questionados sobre as atividades de busca, troca e compartilhamento de recursos para a execução dos projetos. Infere-se que os indivíduos podem trazer consigo uma percepção positiva acerca da obtenção de benefícios pela prática da inovação aberta no

desenvolvimento do projeto. A partir da análise dos dados, foi possível perceber que os respondentes consideram que essas interações ampliam a rede de contatos no aspecto profissional e abrem novas possibilidades. Nesta acepção, conclui-se que a gestão estratégica das relações sociais para o desenvolvimento das atividades dos projetos de P,D&I atribui aos indivíduos uma maior percepção da rede de conhecimentos, da inovação aberta e consequentemente, do benefício adquirido, fazendo com que os resultados tenham maior alcance no meio científico, tecnológico e social.

Implicações Gerenciais

O presente trabalho contribuiu para a compreensão, por parte dos gestores, da dinâmica das relações de colaboração em pesquisa nos projetos de P,D&I na universidade. As particularidades das características dos atores e das funções na execução das atividades é um elemento relevante para a criação de ações que fomentem a manutenção e a continuidade das parcerias, ainda que os projetos sejam finalizados.

A primeira indicação aos gestores dos projetos de P,D&I é que identifiquem as principais características da estrutura das redes sociais, no desenvolvimento do fluxo do conhecimento, de forma que eles possam construir um amplo entendimento sobre os papéis dos atores. Ao considerar a disposição dos atores no ambiente do projeto, os gestores dos projetos de P,D&I poderão construir um ambiente propício para o estabelecimento de conexões entre os indivíduos. Sugere-se a criação de um cronograma de reuniões, presenciais ou virtuais, para que os indivíduos tenham como atividade a participação em encontros com os integrantes do projeto. Recomenda-se, para o primeiro encontro, a apresentação da modelagem do processo do projeto, demonstrando a relação entre as atividades e uma breve apresentação de cada indivíduo, expondo os trabalhos de interesse e correlacionados à abrangência do projeto. Esse processo de comunicação reforça a visão dos indivíduos quanto aos conhecimentos disponíveis entre os colaboradores do projeto e possibilita as interações que não seriam possíveis sem esses momentos de compartilhamento. Conhecer os trabalhos desenvolvidos anteriormente, ou no âmbito dos projetos, possibilita maior credibilidade para as relações dos membros do projeto, porque assim conhecem a área de formação, as habilidades e as competências das pessoas no ambiente. Desse modo, os gestores dos projetos de P,D&I conseguirão conferir ao projeto maior conectividade e facilidade de acesso aos recursos do conhecimento, por já terem realizado contato durante a reunião.

Em relação ao papel exercido por cada ator na rede, cabe aos gestores dos projetos de P,D&I conhecerem os indivíduos que apresentam maior contato com os demais, pois são esses que têm a capacidade de determinar a dinâmica do fluxo do conhecimento por meio de sua interação na rede. Além disso, existem as pessoas que possuem acesso a recursos diversos fora da rede e, inevitavelmente, exercem o papel de alimentar o fluxo do conhecimento do projeto com novidades do ambiente externo, o que fomenta a inovação pelos *insights* gerados no processo de socialização. Existem os colaboradores que são próximos de todos da rede, ou seja, conseguem acessar todos os outros com maior rapidez, recebendo e disseminando informações de forma ativa. E, por fim, é importante destacar que os atores que possuem papel de mediador entre as pessoas tendem a gerar um gargalo no fluxo do conhecimento e de acesso aos recursos. Os atores que assumem os papéis de mediador, com maior contato e mais proximidade dos demais, devem receber atenção do gestor, já que eles têm grande influência no alcance dos objetivos do projeto. Em especial, deve-se ter atenção aos atores mediadores, em redes de contato face-a-face, ou seja, presenciais, pois a relação mediada torna-se um limitador do fluxo de recursos. Assim, os gestores devem ter atenção para que todos possam ter a percepção sobre os membros e acesso entre si, sem a necessidade de intermediadores na interação.

Ao optar pela estratégia de interação em reuniões, os gestores terão maior facilidade de observar e fomentar as interações para o fortalecimento do fluxo do conhecimento e o aumento da percepção de benefícios por parte dos atores da rede. Além disso, eles terão uma importante ferramenta para gerar, manter e dar continuidade às parcerias pelo reforço do contato. Nota-se, também, a oportunidade dos gestores utilizarem a técnica de observação participante para analisarem os relacionamentos entre os indivíduos no projeto.

Por fim, esse estudo identificou que os coordenadores dos projetos possuem o papel central na dinâmica das relações na rede. Eles são fontes de recursos tangíveis e intangíveis, mas não assumem um papel de centralizadores, por delegarem atividades e funções que conferem poder e recursos aos demais membros do projeto. Para tanto, cabe aos gestores terem atenção e buscarem estratégias de disseminação do conhecimento entre todos os atores da rede. Essa ação é importante para que se crie comportamentos favoráveis ao compartilhamento de conhecimento e também para que, assim, quando atores, porventura, se desligarem dos projetos, não haja perdas significantes de conhecimento. É indicado que o gestor desenvolva um plano de ações que amplie o acesso aos conhecimentos e aos atores externos por parte de mais de uma pessoa no desenvolvimento de cada atividade do projeto. Tal tática pode mitigar as perdas de conhecimento.

Limitações e Sugestões para Trabalhos Futuros

A presente pesquisa apresenta como fragilidade a impossibilidade de generalização dos resultados, por ser um estudo de múltiplos casos que abarcou projetos de pesquisa de algumas áreas do conhecimento. Porém, ela pode ser retomada como referência e ser replicada para estudos das configurações de redes de colaboração científica, em outros laboratórios e grupos de pesquisa.

Como o presente estudo limitou-se a investigar as conexões entre os membros dos projetos de P,D&I, valendo-se do método quantitativo por questionários estruturados, recomenda-se, também, que sejam realizados trabalhos voltados para compreender o conteúdo das relações e as percepções subjetivas dos indivíduos em relação ao desempenho dos projetos de pesquisa.

Outra sugestão é o desenvolvimento de estudos voltados para a compreensão dos fatores motivacionais que levaram os indivíduos a se engajarem nos projetos de P,D&I. Trabalhos nesta perspectiva são importantes para melhorar as ações empreendidas em busca de comprometimento dos participantes e de percepção de benefícios alcançados pelas parcerias.

Por fim, sugere-se o desenvolvimento de trabalhos sobre as redes de conhecimento em projetos de P,D&I. As redes de conhecimento representam uma fonte de recursos valiosa, porque a percepção dos indivíduos sobre a disposição dos conhecimentos e o acesso a eles, sejam tácitos ou explícitos, pode potencializar o alcance dos resultados dos projetos de pesquisa realizados em colaboração.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, Alireza; ALTMANN, Jo. On the Correlation between Research Performance and Social Network Analysis Measures Applied to Research Collaboration Networks. jan. 2011, [S.l.]: IEEE, jan. 2011. p. 1–10. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5718491/>>.
- ABBASI, A.; HOSSAIN, L.; LEYDESDORFF, L. Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. **Journal of Informetrics**, v. 6, n. 3, p. 403–412, 2012.
- ABRAMO, G.; D'ANGELO, C. A.; DI COSTA, F. Research collaboration and productivity: Is there correlation? **Higher Education**, v. 57, n. 2, p. 155–171, 2009.
- ALBUQUERQUE, E. DA M. E et al. A Distribuição Espacial da Produção Científica e Tecnológica Brasileira: uma Descrição de Estatísticas de Produção Local de Patentes e Artigos Científicos. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 1, n. 2, p. 225, 14 ago. 2002.
- ALBUQUERQUE, E. DA M. E et al. Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 9, n. 3, p. 615–642, 2005.
- ALLEN, T J. Managing the Flow of Technology. **MIT Press Cambridge MA**, 1977.
- ALVES, C.; TIERGARTEN, M. Vantagem competitiva a partir de uma abordagem de redes: estudo de caso da rede Graphia. **Revista de Administração da Unimep**, p. 142–163, 2008.
- AMARAL, R. Por que o Brasil não deslança? **Carta Capital**, 2015.
- ANDRADE, M. C. F. Evidências teóricas para compreensão da inovação aberta (open innovation) nas organizações. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 5, n. 1, p. 31–42, 2015.
- ANPEI. **Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras**. Disponível em: <<http://anpei.org.br/cooperacao-para-inovacao/nucleos-de-inovacao-tecnologica-nit/>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- ANSARI, S. S.; KROP, P. Incumbent performance in the face of a radical innovation: Towards a framework for incumbent challenger dynamics. **Research Policy**, v. 42, n. 2, p. 577, 2012.
- ARAÚJO, L. T.; BRITTO, J. N. DE P. Padrões De Relacionamentos Entre Grupos De Pesquisa E O Setor Produtivo Do Brasil: Uma Análise Multivariada Dos Tipos De Relacionamento Por Área De Conhecimento. **Análise Econômica**, v. 34, n. 66, p. 255–284, 2016.
- ARAUJO, V. DE C. et al. A influência das percepções de benefícios, resultados e dificuldades dos grupos de pesquisa sobre as interações com empresas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, n. 1, p. 77, 2015.
- ASAKAWA, K. et al. Internal embeddedness, geographic distance, and global knowledge sourcing by overseas subsidiaries. **Journal of International Business Studies**, p. 1–10, 17 out. 2017.
- BALANCIERI, R. et al. A análise de redes de colaboração científica sob as novas tecnologias de informação e comunicação: um estudo na Plataforma Lattes. **Ciência da Informação**, 2005.
- BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. R.; REYES JUNIOR, E. O campo de estudo sobre

redes de cooperação interorganizacional no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 14, n. 3, p. 458–477, 2010.

BARABÁSI, A.-L. **Linked: a nova ciência dos networks; como tudo está conectado a tudo e o que isso significa para os negócios, relações sociais e ciências**. São Paulo: Leopardo, 2009.

BARNES, T. A.; PASHBY, I. R.; GIBBONS, A. M. Managing collaborative R&D projects development of a practical management tool. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 5, p. 395–404, 2006.

BASTOS, C. P.; BRITTO, J. Inovação e geração de conhecimento científico e tecnológico no Brasil: uma análise dos dados de cooperação da Pintec segundo porte e origem de capital. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 16, n. 1, p. 35, 2017.

BATTISTELLA, C.; DE TONI, A. F.; PILLON, R. Inter-organisational technology/knowledge transfer: a framework from critical literature review. **Journal of Technology Transfer**, v. 41, n. 5, p. 1195–1234, 2016.

BAUMGARTEN, M. Ciência, tecnologia e desenvolvimento – redes e inovação social. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 26, p. 101–124, 2008.

BENEVIDES, G.; OLIVEIRA, E. C.; MENDES, R. O. B. A UTILIZAÇÃO DO MODELO DE INOVAÇÃO ABERTA COMO FERRAMENTA COMPETITIVA EM APLS. **Revista Alcance**, v. 23, n. 1, p. 004, 11 maio 2016.

BENNEWORTH, P. Seven Samurai Opening Up the Ivory Tower? The Construction of Newcastle as an Entrepreneurial University. **European Planning Studies**, v. 15, n. 4, p. 487–509, 12 maio 2007.

BERBEGAL-MIRABENT, J.; SÁNCHEZ GARCÍA, J. L.; RIBEIRO-SORIANO, D. E. University–industry partnerships for the provision of R&D services. **Journal of Business Research**, v. 68, n. 7, p. 1407–1413, jul. 2015.

BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. D. M. E. Cross-over, thresholds, and interactions between science and technology: Lessons for less-developed countries. **Research Policy**, 2003.

BERNIER, L.; HAFSI, T.; DESCHAMPS, C. Environmental Determinants of Public Sector Innovation: A study of innovation awards in Canada. **Public Management Review**, v. 17, n. 6, p. 834–856, 3 jul. 2015.

BETTENCOURT, M. Gestão do conhecimento. **Ciência da Informação**, 2014.

BHULLAR, S. S.; NANGIA, V. K.; BATISH, A. Channels of interaction and past collaborative experience as imperatives in academia–industry collaboration. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 29, n. 10, p. 1210–1224, 26 nov. 2017.

BIDO, D. D. S.; DA SILVA, D. SmartPLS 3: especificação, estimação, avaliação e relato. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 488–536, 2019.

BO, Y.; SHENG-HUA, X. **The Analysis of Knowledge Transfer Network Characteristic Based on Small-world Network Model**. 2010 Second International Conference on Future Networks. **Anais...IEEE**, jan. 2010 Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5431805/>>

BOISSEVAIN, J. **Friends of friends: Networks, manipulators and coalitions**. [s.l.] St. Martin's Press, 1974.

- BONACICH, P.; LLOYD, P. Eigenvector-like measures of centrality for asymmetric relations. **Social Networks**, v. 23, n. 3, p. 191–201, 2001.
- BORGATTI, S. P.; CROSS, R. A relational view of information seeking and learning in social networks. **Management Science**, 2003.
- BORINI, F. M.; FLORIANI, D. E.; FLEURY, M. T. L. Relação entre tamanho e desenvolvimento de competências organizacionais em multinacionais brasileiras. **Revista de Administração**, v. 47', n. 4, p. 596–608, 2012.
- BOSCHMA, R. A.; TER WAL, A. L. J. Knowledge Networks and Innovative Performance in an Industrial District: The Case of a Footwear District in the South of Italy. **Industry & Innovation**, v. 14, n. 2, p. 177–199, 2007.
- BRAGA, F. **Universidades públicas respondem por mais de 95% da produção científica do Brasil**. Disponível em: <<https://ufrb.edu.br/portal/noticias/5465-universidades-publicas-respondem-por-mais-de-95-da-producao-cientifica-do-brasil>>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- BRASIL JÚNIOR, C. RANKING DE UNIVERSIDADES EMPREENDEDORAS. 22 out. 2019.
- BRESMAN, H.; BIRKINSHAW, J.; NOBEL, R. Knowledge transfer in international acquisitions. **Journal of International Business Studies**, v. 41, n. 1, p. 5–20, 2010.
- BRIGHT, C. F. et al. The Value of Social Network Analysis for Evaluating Academic-Community Partnerships and Collaborations for Social Determinants of Health Research. **Ethnicity & Disease**, v. 27, n. Suppl 1, p. 337, 9 nov. 2017.
- BRITTO, J. Redes Empresariais: elementos estruturais e conformação interna. In: DUARTE, F.; QUANDT, C.; SOUZA, Q. (Eds.). . **O tempo das redes**. São Paulo: Perspectiva, 2008.
- BROWN, J. D. The Cronbach alpha reliability estimate. **Shiken: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter**, v. 6, n. 1, p. 17–18, 2002.
- BROWN, Richard M. The Gatekeeper Reassessed: A Return to Lewin. **Journalism Quarterly**, v. 56, n. 3, p. 595–679, set. 1979.
- BRUNDENIUS, C.; LUNDVALL, B. ÅKE; SUTZ, J. The role of universities in innovation systems in developing countries: Developmental university systems - empirical, analytical and normative perspectives. In: **Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting**. [s.l.: s.n.].
- BRUNEEL, J.; D'ESTE, P.; SALTER, A. Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. **Research Policy**, v. 39, n. 7, p. 858–868, 2010.
- BRUNSWICKER, S.; VANHAVERBEKE, W. Open Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): External Knowledge Sourcing Strategies and Internal Organizational Facilitators. **Journal of Small Business Management**, v. 53, n. 4, p. 1241–1263, 2015.
- BUENO, B.; BALESTRIN, A. INOVAÇÃO COLABORATIVA: UMA ABORDAGEM ABERTA NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 52, n. 5, p. 517–530, 2012.
- BUNKER WHITTINGTON KJERSTEN; OWEN-SMITH JASON POWELL, W. W. Spillovers versus embeddedness: The contingent effects of propinquity and social structure. **Stanford University**, 2004.
- BURRELL, G.; MORGAN, G. **Social Paradigms and Organisational Analysis**. [s.l.: s.n.].
- BURT, R. **Structural holes**. Cambridge: Harvard Business Press, 1992.

- CAMPOS, R. R. DE. Redes complexas e ações para compartilhamento de conhecimento: uma análise de redes sociais em um ambiente web para apoio à aprendizagem. p. 274, 2014.
- CAMPOS, J. G. et al. Direcionadores Estratégicos para o Mapeamento de Ambientes de Inovação e Empreendedorismo : estudo de caso do projeto Pontos ... **IV SPI–Seminário de Pesquisa Interdisciplinar**, n. May 2015, p. 1–20, 2015.
- CAPONE, F.; LAZZERETTI, L. Interorganisational networks and proximity: An analysis of R & D networks for cultural goods. **Sinergie Italian Journal of Management**, n. February, p. 53–70, 2017.
- CASTELLS, M. **A sociedade em Rede - A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura**. [s.l.: s.n.].
- CASTRO, P. G. DE; SILVA, E. H. DA; CHAVES, C. V. Características das interações entre a Universidade Federal de Viçosa e empresas no Brasil. **Revista de Ciências Humanas**, v. 11, n. 1, p. 98–112, 2011.
- CECI, F.; IUBATTI, D. Personal relationships and innovation diffusion in SME networks: A content analysis approach. **Research Policy**, v. 41, n. 3, p. 565–579, abr. 2012.
- CENTURIÓN, W. C. et al. O Processo De Inovação Tecnológica De Empresas Fornecedoras Associadas À Rede Petrogas/Se. **Review of Administration and Innovation - RAI**, v. 12, n. 1, p. 24, 2015.
- CERVANTES, Mario; MEISSNER, Dirk. Commercialising public research under the open innovation model: New trends. **Foresight Russia**, 2014.
- CHANG, C. W. et al. Social capital and knowledge sharing: Effects on patient safety. **Journal of Advanced Nursing**, 2012.
- CHAVES, C. V. et al. The contribution of universities and research institutes to Brazilian innovation system. **Innovation and Development**, v. 6, n. 1, p. 31–50, 2016.
- CHELLAPPA, R. K.; SARAF, N. Alliances, Rivalry, and Firm Performance in Enterprise Systems Software Markets: A Social Network Approach. **Information Systems Research**, v. 21, n. 4, p. 849–871, dez. 2010.
- CHERUVELIL, K. S. et al. Creating and maintaining high-performing collaborative research teams: The importance of diversity and interpersonal skills. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 12, n. 1, p. 31–38, 2014.
- CHESBROUGH ET AL, H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. In: **Academy of Management Perspectives**. [s.l.] Harvard Business School Publishing Corporation, 2003. p. 86–88.
- CHESBROUGH, H.; BOGERS, M. Chapter 1 Explicating Open Innovation : Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation Keywords. p. 1–37, 2013.
- CHESBROUGH, H.; BRUNSWICKER, S. A Fad or a Phenomenon? The Adoption of Open Innovation Practices in Large Firms. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 2, p. 16–25, 2014.
- CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. **Novas fronteiras em inovação aberta**. São Paulo: Edgard Bucher LTDA, 2017.
- CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Boston: Harvard Business Press, 2006.
- CNI, C. N. DA I. O estado da inovação no brasil 2016-17. **Congresso de Inovação**, p. 44,

2016.

COELHO, M. **Viagens De Brasileiros: Um Modelo De Relações Entre Experiência Turística Memorável, Mindfulness, Transformações Pessoais E Bem-Esta.** [s.l: s.n.].

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. **Administrative Science Quarterly**, 1990.

COHEN, W. M.; NELSON, R. R.; WALSH, J. P. Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. **Management Science**, 2002.

COMACCHIO, A.; BONESSO, S.; PIZZI, C. Boundary spanning between industry and university: the role of Technology Transfer Centres. **The Journal of Technology Transfer**, v. 37, n. 6, p. 943–966, 18 dez. 2012.

COOPLAB. **COOPLAB, Programa de Cooperativa de Laboratórios da UFMG.** Disponível em: <<https://www.coolabs.ufmg.br/>>.

CORRA, Mamadi; WILLER, David. The gatekeeper. **Sociological Theory**, 2002.

COPE, A. P. et al. The RA-MAP Consortium: a working model for academia–industry collaboration. **Nature Reviews Rheumatology**, v. 14, n. 1, p. 53–60, 7 jan. 2018.

CORREA, F.; ZIVIANI, F. A Gestão do conhecimento aplicada ao setor de tecnologia da informação. **Informacao e Sociedade**, 2015.

CRESWELL, J. **investigação qualitativa e projeto de pesquisa.** [s.l: s.n.].

CROSS, R.; PRUSAK, L. Organizations Go – or Stop Waiter. **Harvard Business Review**, n. January, 2002.

CROSS, R.; PRUSAK, L.; PARKER, A. Where Work Happens: The Care and Feeding of Informal Networks in Organizations. **IBM Institute for Knowledge Based Organizations**, n. March, p. 1–22, 2002.

CROSSLEY, N. Exploratory Social Network Analysis with Pajek, Models and Methods in Social Network Analysis. **Sociology**, 2006.

CROTTY, M. **The foundations of social research: meaning and perspective in the research process.** London: SAGE, 1998.

CSI, C. I. S. **COMMUNITY INNOVATION SURVEY.** Disponível em: <fonte: CIS (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>)>.

CUMMINGS, J. N.; KIESLER, S. Who Works With Whom? Collaborative Tie Strength in Distributed Interdisciplinary Projects. **Proceedings of the 3rd International Conference on e-Social Science**, 2007.

DAGNINO, G. B. et al. Interorganizational network and innovation: a bibliometric study and proposed research agenda. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 30, n. 3/4, p. 354–377, 2015.

DE CASTRO, P. G.; TEIXEIRA, A. L. D. S.; DE LIMA, J. E. Os Canais De Transferência De Conhecimento Das Universidades/Ipps E Sua Relação Com A Performance Inovativa Das Empresas No Brasil. **Anais do XLII Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 42nd Brazilian Economics Meeting]**, v. 136, n. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduaçãp em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics], 2016.

DEMIRKAN, I.; DEMIRKAN, S. Network characteristics and patenting in biotechnology,

- 1990-2006. **Journal of Management**, v. 38, n. 6, p. 1892–1927, 2012.
- DESIDÉRIO, P. H. M.; POPADIUK, S. Redes De Inovação Aberta E Compartilhamento Do Conhecimento: Aplicações Em Pequenas Empresas. **Review of Administration and Innovation - RAI**, v. 12, n. 2, p. 110, 2015.
- DITTRICH, K.; DUYSTERS, G. Networking as a Means to Strategy Change: The Case of Open Innovation in Mobile Telephony. **Journal of product innovation management**, v. 24, n. 6, p. 510–521, 2007.
- DODGSON, M. **Dodgson (1993) Learning, trust, and technological collab.pdf** **Human Relations**, 1993.
- DRUCKER, P. F. **Internet of Things**. [s.l.] European Commission Information Society and Media, 2015.
- DU, J.; LETEN, B.; VANHAVERBEKE, W. Managing open innovation projects with science-based and market-based partners. **Research Policy**, v. 43, n. 5, p. 828–840, 2014.
- DUSHNITSKY, G.; SHAVER, J. M. Limitations to interorganizational knowledge acquisition: the paradox of corporate venture capital. **Strategic Management Journal**, v. 30, n. 10, p. 1045–1064, out. 2009.
- DYER, J. H.; SINGH, H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. **Academy of management review**, v. 23, n. 4, p. 660–679, 1998.
- ENGEL, J. S. Global Clusters of Innovation: v. 57, n. 2, p. 36–65, 2015.
- ERPEN, J. G. et al. Métodos e técnicas de gestão do conhecimento aplicadas para melhorar a gestão do capital intelectual em núcleos setoriais de uma associação empresarial. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, 2015.
- ETZKOWITZ, H. Anatomy of the entrepreneurial university. **Social Science Information**, v. 52, n. 3, p. 486–511, 2013a.
- ETZKOWITZ, H. **Hélice Tríplice - Universidade - Indústria - Governo**. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2013b.
- EVANS, M; WENSLEY, A. F. L. The Mediating Effects of Trustworthiness on Social-Cognitive Factors and Knowledge Sharing in a Large Professional Service Firm. **The Electronic Journal of Knowledge Management**, 2015.
- EVANS, T. S.; LAMBIOTTE, R.; PANZARASA, P. Communities and Patterns of Scientific collaboration. 9 jun. 2010.
- FÁVERO, L. P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FELLMAN, P. Understanding the Complexity of Terrorist Networks. **Arxiv preprint arXiv:0907.1683**, 2009.
- FICHTER, K.; TIEMANN, I. Factors influencing university support for sustainable entrepreneurship: Insights from explorative case studies. **Journal of Cleaner Production**, v. 175, p. 512–524, fev. 2018.
- FIELD, A.; VIALI, L. **Descobrimos a estatística usando o SPSS (2a. ed.)**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FISCHER, B. et al. Knowledge transfer for frugal innovation: where do entrepreneurial

- universities stand? **Journal of Knowledge Management**, p. 1–20, 2020.
- FISCHER, B. B. et al. Quality comes first: university-industry collaboration as a source of academic entrepreneurship in a developing country. **The Journal of Technology Transfer**, v. 43, n. 2, p. 263–284, 4 abr. 2018.
- FISCHER, M. M. The New Economy and Networking. In: **Innovation, Networks, and Knowledge Spillovers**. [s.l.] Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 95–115.
- FISCHETTI, M. The Many Ways to Innovate. **Nature Publishing Group**, v. 315, n. 5, p. 80, 2016.
- FLEMING, L.; KING, C.; JUDA, A. I. Small Worlds and Regional Innovation. **SSRN Electronic Journal**, 2011.
- FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa** Introdução à pesquisa qualitativa, 2009.
- FONSECA, M. F. A. DA. **Geração de inovação nas universidades federais brasileiras: uma análise do depósito de patentes**. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2018.
- FORREST, C. B. Primary care in the United States: Primary care gatekeeping and referrals: effective filter or failed experiment? **BMJ**, v. 326, n. 7391, p. 692–695, mar. 2003.
- FRANÇA, R. D. S. Projetos e dissertações em sistemas de informação e gestão do conhecimento. **Projetos e Dissertações em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento**, v. 6, n. 1, 2017.
- FRANCO, M.; PINHO, C. A case study about cooperation between University Research Centres: Knowledge transfer perspective. **Journal of Innovation & Knowledge**, abr. 2018.
- FREITAS, S. INOVAÇÃO ABERTA NAS EMPRESAS BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO ACADÊMICA NO PERÍODO DE 2003 A 2016. **Freitas, Sabino; Filardi, F.; Lott, A.; Braga, D.**, v. 16, n. 3, p. 22–38, 2017.
- FRØLUND, L.; MURRAY, F.; RIEDEL, M. Developing Successful Strategic Partnerships With Universities. **Sloan Management Review**, v. 59, n. 2, p. 71–79, 2018.
- FUMSOFT. **4o Batch do Programa Creative Startups**. Disponível em: <<http://www.fumsoft.org.br/index.php/2018/09/03/18046/>>. Acesso em: 18 jul. 2018.
- GARCIA, R. et al. Proximidade geográfica e qualidade da pesquisa acadêmica : uma análise empírica dos seus efeitos para a interação universidade-empresa e implicações de políticas. 2014a.
- GARCIA, R. et al. Perfil espacial das interações Universidade-Empresa e papel da localidade do grupo de pesquisa. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 10, n. 1, 2014b.
- GARCIA, R. et al. An analysis of how long-term university-industry linkages affects academic research productivity. p. 1–19, 2017.
- GARCIA, R. et al. How long-term university-industry collaboration shapes the academic productivity of research groups. **Innovation**, v. 22, n. 1, p. 56–70, 2 jan. 2019.
- GARGIULO, M.; BENASSI, M. Trapped in Your Own Net? Network Cohesion, Structural Holes, and the Adaptation of Social Capital. **Organization Science**, v. 11, n. 2, p. 183–196, 2000.
- GARSON, G. **Hierarchical Linear Modeling: Guide and Applications**. [s.l.: s.n.].
- GIULIANI, Elisa; BELL, Martin. The micro-determinants of meso-level learning and

- innovation: Evidence from a Chilean wine cluster. **Research Policy**, 2005.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6^a ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GILSING, V. et al. Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density. **Research Policy**, v. 37, n. 10, p. 1717–1731, dez. 2008.
- GILSING, V.; NOOTEBOOM, B. Density and strength of ties in innovation networks: an analysis of multimedia and biotechnology. **European Management Review**, 2005.
- GRANOVETTER, M. **Toward a sociological theory of income differences**. [s.l.: s.n.].
- GRANOVETTER, M. The Strength of Weak Ties: A Network Theory Revisited. **Sociological Theory**, 1983.
- GRANOVETTER, M. S. The Strength of Weak Ties. **American Journal of Sociology**, 1973.
- GRAF, Holger; KRÜGER, Jens J. The performance of gatekeepers in innovator networks. **Industry and Innovation**, v. 18, n. 1, p. 69–88, 2011.
- GUAN, J.; LIU, N. Exploitative and exploratory innovations in knowledge network and collaboration network: A patent analysis in the technological field of nano-energy. **Research Policy**, v. 45, n. 1, p. 97–112, fev. 2016.
- HAIR, J. F. et al. **Análise Fatorial Análise Multivariada de Dados**, 2005.
- HAIR, J. J. F.; BLACK, W. C.; SANT'ANNA, A. S. **Análise multivariada de dados (6a. ed.)**. [s.l.] Bookman, 2009.
- HAIR JR, J. et al. **A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)**. Second ed. United States of America: SAGE Publications, 2017.
- HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. **Introduction to social network methods**. California: Riverside CA: University of California., 2005.
- HAYAT, T.; LYONS, K. A typology of collaborative research networks. **Online Information Review**, v. 41, n. 2, p. 155–170, 10 abr. 2017.
- HAYTER, C. S. Conceptualizing knowledge-based entrepreneurship networks: Perspectives from the literature. **Small Business Economics**, v. 41, n. 4, p. 899–911, 2013.
- HENTTONEN, K. Exploring social networks on the team level-A review of the empirical literature. **Journal of Engineering and Technology Management - JET-M**, v. 27, n. 1–2, p. 74–109, 2010.
- HEWITT-DUNDAS, N. Research intensity and knowledge transfer activity in UK universities. **Research Policy**, v. 41, n. 2, p. 262–275, mar. 2012.
- HIGGINS, S. S.; RIBEIRO, A. C. **Análise de Redes em Ciências Sociais**. Brasília: Enap, 2018.
- HOEKMAN, J.; FRENKEN, K.; TIJSSSEN, R. J. W. Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. **Research Policy**, v. 39, n. 5, p. 662–673, 2010.
- HOWELLS, J.; RAMLOGAN, R.; CHENG, S.-L. Innovation and university collaboration: paradox and complexity within the knowledge economy. **Cambridge Journal of Economics**, v. 36, n. 3, p. 703–721, 1 maio 2012.

- IBGE, I. B. DE G. E E. **Pesquisa de Inovação (PINTEC)**, 2016.
- IBGE, I. B. DE G. E E. **Pesquisa de Inovação (PINTEC)**, 2020.
- IKENAMI, R. K.; GARNICA, L. A.; RINGER, N. J. Ecosistemas de inovação: abordagem analítica da perspectiva empresarial para formulação de estratégias de interação. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 7, n. 1, p. 162–174, 2016.
- INKPEN, A. C.; TSANG, E. W. K. Social capital networks, and knowledge transfer. **Academy of Management Review**, 2005.
- JAFFE, A.; TRAJTENBERG, M.; HANDERSON, R. Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations Author (s): Adam B . Jaffe , Manuel Trajtenberg and Rebecca Henderson. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 577–598, 1993.
- JEONG, S.; CHOI, J. Y.; KIM, J. The determinants of research collaboration modes: Exploring the effects of research and researcher characteristics on co-authorship. **Scientometrics**, v. 89, n. 3, p. 967–983, 2011.
- JOHNSON, J. D. **Gestão de redes de conhecimento**. São Paulo: Senac, 2011.
- KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, v. 26, n. 1, p. 1–18, 1997.
- KERAMINIYAGE, K.; AMARATUNGA, D.; HAIGH, R. Achieving success in collaborative research: The role of Virtual research Environments. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, v. 14, n. March, p. 59–69, 2009.
- KERR, N. L.; TINDALE, R. S. Group performance and decision making. **Annual Review of Psychology**, v. 55, p. 623–655, 2004.
- KLINE, R. B. **Principles and practices of structural equation modelling**. 4th ed. ed. New York: The Guilford Press, 2015.
- KNUDSEN, M. P. The relative importance of interfirm relationships and knowledge transfer for new product development success. **Journal of Product Innovation Management**, v. 24, n. 2, p. 117–138, 2007.
- KRIPKA, R. M. L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. DE L. Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa. **4º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa e 6º Simpósio Internacional de Educação e Comunicação**, v. 2, p. 243–247, 2015.
- KUMAR, S. Co-authorship networks: a review of the literature. **Aslib Journal of Information Management**, v. 67, n. 1, p. 55–73, 19 jan. 2015.
- KÜPPERS, G.; PYKA, A. **The Self-Organization of Innovation Networks: introductory remarks in innovation networks, theory and practice**. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.
- LAM, A. Knowledge Networks and Careers: Academic Scientists in Industry?University Links. **Journal of Management Studies**, v. 44, n. 6, p. 993–1016, set. 2007.
- LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- LAURSEN, K.; SALTER, A. Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. **Strategic Management Journal**, v. 27, n. 2, p. 131–150, 2006.

- LAVIE, D.; DRORI, I. Collaborating for knowledge creation and application: the case of nanotechnology research programs. **Organization Science**, v. 23, n. 3, p. 704–724, 2012.
- LAZEGA, E.; PARIS, S. P.; HIGGINS, S. S. **Redes Sociais e Estruturas Relacionais**. Belo Horizonte: Fino traço, 2014.
- LEE, S.; BOZEMAN, B. The impact of research collaboration on scientific productivity. **Social Studies of Science**, v. 35, n. 5, p. 673–702, 2005.
- LEHMANN, E. E.; MENTER, M. Public cluster policy and performance. **The Journal of Technology Transfer**, v. 43, n. 3, p. 558–592, 2017.
- LEI, G.; XIN, G. Social network analysis on knowledge sharing of. **Journal of System and Management Sciences**, v. 1, n. 3, p. 79–89, 2011.
- LEMOS, B.; JOIA, L. A. Fatores relevantes à transferência de conhecimento tácito em organizações: Um estudo exploratório. **Gestao e Producao**, 2012.
- LIGA VENTURES, I.; SIMI, S. M. DE I. **Powered by : SIMI REPORTS / LIGA INSIGHTS**. Belo Horizonte: [s.n.].
- LIU, Y.; KELLER, R. T.; SHIH, H.-A. The impact of team-member exchange, differentiation, team commitment, and knowledge sharing on R&D project team performance. **R&D Management**, v. 41, n. 3, p. 274–287, 1 jun. 2011.
- LOPES, A. P. V. B. V.; FERRARESE, A.; CARVALHO, M. M. DE. Inovação aberta no processo de pesquisa e desenvolvimento: uma análise da cooperação entre empresas automotivas e universidades. **Gestão & Produção**, v. 24, n. 4, p. 653–666, 27 mar. 2017.
- LOPES M, T. A. Open innovation in firms located in an intermediate technology develop country. In: **FEP Working Paper n.º 314, Março**. [s.l: s.n.]. p. 38.
- MACHADO, D. D. P. N.; DA COSTA BARZOTTO, L. Ambiente de inovação em instituição hospitalar. **Revista de Administração e Inovação**, v. 9, n. 1, p. 51–80, 2012.
- MALHOTRA, N. K.; DASH, S. **Marketing Research An Applied Orientation**. [s.l.] Pearson India Education Services Pvt. Ltd, 2016.
- MARIANO, Enzo Barberio; GUERRINI, Fábio Müller; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento. Análise da relação entre estrutura e desempenho de redes interorganizacionais colaborativas. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 3, p. 471–479, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2012000300003&lng=pt&tlng=pt>.
- MARQUES, H. R. et al. Cooperation for technological development: an analysis in the context of Federal Universities of Minas Gerais State. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 13, n. 1, p. 58–66, jan. 2016.
- MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais - aplicação nos estudos de transferência da informação. **Ciência da Informação**, 2001.
- MCTI. **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações**.
- MEISSNER, Dirk; SHMATKO, Natalia. “Keep open”: the potential of gatekeepers for the aligning universities to the new Knowledge Triangle. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 123, p. 191–198, 2017
- MIRANDA, M. G.; BORGES, R. Technology-based business incubators. **Innovation & Management Review**, p. INMR-04-2018-0017, 26 nov. 2018.

- MORRISON, Andrea. Gatekeepers of knowledge within industrial districts: Who they are, how they interact. **Regional Studies**, 2008.
- MOTE, J. E. R&D ecology: Using 2-mode network analysis to explore complexity in R&D environments. **Journal of Engineering and Technology Management - JET-M**, v. 22, n. 1–2, p. 93–111, 2005.
- MOTE, J. E. et al. New directions in the use of network analysis in research and product development evaluation. **Research Evaluation**, v. 16, n. 3, p. 191–203, 2007.
- MOUTINHO, J. D. A.; KNISS, C. T.; RABECHINI JUNIOR, R. A INFLUÊNCIA DA GESTÃO DE PROJETOS DE P&D EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS NA DEFINIÇÃO DO MODELO DE UM ESCRITÓRIO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS. **Gestão & Regionalidade**, v. 29, n. 85, p. 35–46, 2013.
- MÜLLER-PROTHMANN, T. Social Network Analysis: A Practical Method to Improve Knowledge Sharing. **Ssrn**, 2009.
- MÜLLER, M. O.; GROESSER, S. N.; ULLI-BEER, S. How do we know who to include in collaborative research? toward a method for the identification of experts. **European Journal of Operational Research**, v. 216, n. 2, p. 495–502, 2012.
- MUSSI, F. B. Caracterização Das Cooperações Interinstitucionais No Estado Do Paraná: Uma Análise Sob a Ótica Das Universidades. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 2016, 2016.
- NEGRI, F. DE. Investimentos Em P & D Do Governo Norte-Americano : 2014.
- NELSON, R. **The strength of strong ties: Social networks and intergroup conflict in organizations** *Rationality and Society*, 1989. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1043463103154001>>
- NEWMAN, M. E. J. The structure of scientific collaboration networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 2001.
- NIKULAINEN, Tuomo. What makes a gatekeeper ? Insights from the Finnish nano-community. 2007, [S.l: s.n.], 2007.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Campos, 1997.
- NYBAKK, E.; JENSSEN, J. I. Innovation Strategy, Working Climate, and Financial Performance in Traditional Manufacturing Firms: an Empirical Analysis. **International Journal of Innovation Management**, v. 16, n. 02, p. 1250008, 2012.
- ÖBERG, C.; ALEXANDER, A. T. The openness of open innovation in ecosystems – Integrating innovation and management literature on knowledge linkages. **Journal of Innovation & Knowledge**, fev. 2018.
- OCDE. **Manual de Frascati 2002: Metodologia proposta para levantamentos sobre pesquisa e desenvolvimento experimental**. [s.l: s.n.].
- OECD. Manual de Oslo: Diretrizes para a Coleta e Interpretação de dados sobre Inovação Tecnológica. **OCDE, Eurostat e Financiadora de Estudos e Projetos**, p. 184, 2005.
- OKE, A.; IDIAGBON-OKE, M.; WALUMBWA, F. The relationship between brokers' influence, strength of ties and NPD project outcomes in innovation-driven horizontal networks. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 5, p. 571–589, 2008.
- OLIVEIRA, J. L. C. DE et al. Transferência de tecnologia como agente desenvolvedor da

cultura de inovação na UFMG. **Trivium**, v. 7, n. 1, p. 267–296, 2020.

Open Handset Alliance. Disponível em: <<http://www.openhandsetalliance.com/index.html>>.

ØSTERGAARD, C. R. Knowledge flows through social networks in a cluster: Comparing university and industry links. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 20, p. 196–210, 2009.

PADILLA-MELÉNDEZ, A.; DEL AGUILA-OBRA, A. R.; LOCKETT, N. Shifting sands: Regional perspectives on the role of social capital in supporting open innovation through knowledge transfer and exchange with small and medium-sized enterprises. **International Small Business Journal**, v. 31, n. 3, p. 296–318, maio 2013.

PANISSON, C.; WILLERDING, I. A. V.; LAPOLLI, É. M. POLÍTICAS PÚBLICAS QUE SUBSIDIAM A INOVAÇÃO NO BRASIL. **Revista Brasileira de Tecnologias Sociais**, v. 5, n. 2, p. 178–192, 2018.

PARANHOS, J.; HASENCLEVER, L.; PERIN, F. S. Abordagens teóricas sobre o relacionamento entre empresas e universidades e o cenário brasileiro. **Revista Econômica**, v. 20, n. 1, 2018.

PARTHA, D.; DAVID, P. A. Toward a new economics of science. **Research Policy**, 1994.

PELLEGRIN, I. DE et al. Redes de inovação: construção e gestão da cooperação pró-inovação. **Revista de Administração**, v. 42, n. 3, p. 313–325, 2007.

PERKMANN, M. et al. Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. **Research Policy**, v. 42, n. 2, p. 423–442, mar. 2013.

PERKMANN, M.; SCHILDT, H. Open data partnerships between firms and universities: The role of boundary organizations. **Research Policy**, v. 44, n. 5, p. 1133–1143, jun. 2015.

PETRUZZELLI, Antonio Messeni *et al.* Leveraging learning behavior and network structure to improve knowledge gatekeepers' performance. **Journal of Knowledge Management**, v. 14, n. 5, p. 635–658, 2010.

PHELPS, C.; HEIDL, R.; WADHWA, A. **Knowledge, Networks, and Knowledge Networks: A Review and Research Agenda** *Journal of Management*, 2012.

POLETO, C. A.; ARAÚJO, M. A. D. DE; MATA, W. DA. Gestão compartilhada de P&D: o caso da Petrobras e a UFRN. **Revista de Administração Pública - RAP**, v. 45, n. 4, p. 1095–1117, 2011.

RAMOS, R. R.; FERREIRA, M. L. A. UNIVERSIDADES , PRODUTOR E USUÁRIO GERANDO INOVAÇÃO E VALOR : UM CASO DE SUCESSO NAS REDES TEMÁTICAS DA PETROBRAS. v. 12, p. 70–82, 2017.

RAPINI, M. S. et al. University–industry interactions in an immature system of innovation: evidence from Minas Gerais, Brazil. **Science and Public Policy**, v. 36, n. 5, p. 373–386, 1 jun. 2009.

RAUEN, C. V. O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT-empresa ? **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 43, p. 21–35, 2016.

RODRIGUES, E. **Rede de empresas: Série Empreendimentos Coletivos**. Brasília: SEBRAE–Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2014.

ROJAS, M. G. A.; SOLIS, E. R. R.; ZHU, J. J. Innovation and network multiplexity: R&D and the concurrent effects of two collaboration networks in an emerging economy.

Research Policy, v. 47, n. 6, p. 1111–1124, jul. 2018.

ROSENBERG, N. Why do firms do basic research (with their own money)? **Research Policy**, 1990.

ROST, K. The strength of strong ties in the creation of innovation. **Research Policy**, v. 40, n. 4, p. 588–604, 2011.

SACCOL, A. Z. Um retorno ao básico: compreendendo os paradigmas de pesquisa e sua aplicação na pesquisa em administração. **Revista de Administração da UFSM**, 2009.

SACOMANO NETO, M.; CORRÊA, D. A.; TRUZZI, O. M. S. TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO EM REDES DE EMPRESAS: UM ESTUDO EM UMA PLANTA MODULAR DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA. **Revista Economia & Gestão**, 2015.

SARVO, D.; FRANCO, N. G. Produção do conhecimento em Políticas Públicas de C&T no Brasil: um estudo bibliométrico. **Revista Sinais - ISSN: 1981-3988**, v. 21, n. 1, 2017.

SCHILLER, D.; LEE, K. Are university–industry links meaningful for catch up? A comparative analysis of five Asian countries. In: **Developing National Systems of Innovation: University–Industry Interactions in the Global South**. [s.l.: s.n.].

SCHMID, J. C.; KNIERIM, A.; KNUTH, U. Policy-induced innovations networks on climate change adaptation - An ex-post analysis of collaboration success and its influencing factors. **Environmental Science and Policy**, 2016.

SCHUURMAN, D.; DE MAREZ, L.; BALLON, P. The Impact of Living Lab Methodology on Open Innovation Contributions and Outcomes. **Technology Innovation Management Review**, v. 6, n. 1, p. 7–16, 2016.

SCOTT, J. **Social Network Analysis: A Handbook**. 2. ed. London: SAGE Publications, 2000a.

SCOTT, J. **Social network analysis: a handbook**. [s.l.] SAGE, 2000b.

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

SEGATTO-MENDES, A. P.; MENDES, N. Cooperação tecnológica universidade-empresa para eficiência energética: um estudo de caso. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 10, n. spe, p. 53–75, 2006.

SHENHAR, A.; DVIR, D. Project management research-the challenge and opportunity. **IEEE Engineering Management Review**, v. 2, n. 36, p. 112–121, 2008.

SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. **Transinformacao**, v. 28, n. 1, p. 15–31, 2016.

SILVA, G. E. et al. Relationships and Partnerships in Small Companies: Strengthening the Business through External Agents. **BAR - Brazilian Administration Review**, v. 13, n. 1, p. 1–18, 26 abr. 2016.

SILVA, Thiago Caliari; RAPINI, Márcia Siqueira. Diferenciais da distância geográfica na interação universidade-empresa no Brasil : um foco sobre as características dos agentes e das interações. **Nova Economia**, p. 271–302, 2017. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512017000100271&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

- SILVA, G. E. P.; SILVA, D. DA. Inovação aberta em serviços e o papel do cliente no ambiente de negócios: uma análise com estudantes universitários. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, p. 74–87, 14 jul. 2015.
- SILVA, M. DE M. **Redes sociais intraorganizacionais informais e gestão: um estudo nas áreas de manutenção e operação da planta HYCO-8, Camaçari, BA.** [s.l.] Universidade Federal da Bahia, 2003.
- SILVA, M. V.; ZILBER, M. A. Benefícios Percebidos pela Adoção do Processo de Inovação Aberta. **Revista de Administração da Unimep**, v. 11, n. 3, p. 1–24, 30 dez. 2013.
- SILVA, T. C.; RAPINI, M. S. Diferenciais da distância geográfica na interação universidade-empresa no Brasil : um foco sobre as características dos agentes e das interações. **Nova Economia**, p. 271–302, 2017.
- SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Método de Pesquisa.** [s.l.: s.n.].
- SIMARD, C.; WEST, J. Knowledge networks and the geographic locus of innovation. In: **Open innovation: Researching a new paradigm.** [s.l.] Oxford University Press on Demand, 2006. p. 1–41.
- SMITH, E. A. The role of tacit and explicit knowledge in the workplace. **Journal of Knowledge Management**, 2001.
- SOARES, F. D. M.; PRETE, E. K. E. **Marco Regulatório em Ciência, Tecnologia e Inovação: texto e contexto da Lei No 13.243/2016.** Belo Horizonte: Arraers Editores, 2018.
- SOH, P. H. The role of networking alliances in information acquisition and its implications for new product performance. **Journal of Business Venturing**, v. 18, n. 6, p. 727–744, 2003.
- SPOLIDORO, R. Innovation habitats and regional development driven by the triple helix. **IX Triple Helix International Conference, Silicon Valley**, p. 1–23, 2011.
- STOKOLS, D. Toward a science of transdisciplinary action research. **American Journal of Community Psychology**, v. 38, n. 1–2, p. 63–77, 2006.
- STOKOLS, D. et al. The Ecology of Team Science. Understanding Contextual Influences on Transdisciplinary Collaboration. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 35, n. 2 SUPPL., 2008.
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. D. M. E. A Interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. **Texto para Discussão**, 2008.
- TÁLAMO, J. R.; CARVALHO, M. M. Redes de cooperação com foco em inovação: Um estudo exploratório. **Gestao e Producao**, v. 17, n. 4, p. 747–760, 2010.
- TAVARES, H. Ecossistemas de Inovação e Análise de Redes : uma análise dos projetos de Inovação da Região Metropolitana de Curitiba . Innovation ecosystems and network analysis : an. **Enanpur**, n. XVII, p. 1–15, 2017.
- TEIXEIRA, A. L. D. S.; TUPY, I. S.; AMARAL, P. V. M. DO. a Percepção Dos Benefícios E Dificuldades Na Interação Universidade-Empresa: O Caso Dos Grupos De Pesquisa Mineiros. **Gestão e Sociedade**, v. 10, n. 26, p. 1360, 2016.
- TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação.** 5. ed. [s.l.] Bookman, 2015.
- TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da Inovação.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- TOMLINSON, P. R. Co-operative ties and innovation: Some new evidence for UK

manufacturing. **Research Policy**, v. 39, n. 6, p. 762–775, 2010.

UFMG, U. F. DE M. G. **PROGRAMA VIABILIZA FORMAÇÃO DE COOPERATIVAS DE LABORATÓRIOS DA UFMG PARA ATENDIMENTO À SOCIEDADE.**

Disponível em: <<http://www.fundep.ufmg.br/programa-coolabs-ufmg-covid/>>.

UFMG, U. F. DE M. G. **UFMG MANTÉM TERCEIRA POSIÇÃO EM RANKING NACIONAL DE PATENTES.** Disponível em: <<http://www.fundep.ufmg.br/ufmg-mantem-terceira-posicao-em-ranking-nacional-de-patentes/>>.

USP. **USP-MULT.** Disponível em: <https://jornal.usp.br/institucional/parceria-da-usp-unesp-e-unifesp-permitira-compartilhamento-de-equipamentos-de-pesquisa/?fbclid=IwAR1rfPf90QXR-td6615kj-2gjBLPlwS60kqYjqJQWjaTQ1d_BBP0TPqkrtM>. Acesso em: 5 nov. 2020.

VANHAVERBEKE, W.; CLOODT, M. Open innovation in value networks. **Open innovation: Researching a new paradigm**, n. March, p. 258–281, 2006.

VEGA-REDONDO, F. **Complex social networks**. 44. ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2007.

VILELA JÚNIOR, D. C. Os Spillovers E a Sua Influência Na Criação De Conhecimento Em Clusters Industriais. **Gestão E Desenvolvimento**, v. 12, n. 1, p. 50–69, 2015.

VON KROGH, G.; ICHIJO, K.; NONAKA, I. **Enabling Knowledge Creation: How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation**. [s.l.: s.n.].

WALSH, J. P.; LEE, Y.-N.; NAGAOKA, S. Openness and innovation in the US: Collaboration form, idea generation and implementation. **Research Policy**, v. 45, n. 8, p. 1660–1671, out. 2016.

WANG, C. et al. Knowledge networks, collaboration networks, and exploratory innovation. **Academy of Management Journal**, v. 57, n. 2, p. 484–514, 2014.

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

WEF. **The Global Competitiveness Report 2016–2017**. [s.l.: s.n.].

YAYAVARAM, S.; AHUJA, G. Decomposability in Knowledge Structures and Its Impact on the Usefulness of Inventions and Knowledge-base Malleability. **Administrative Science Quarterly**, v. 53, n. 2, p. 333–362, jun. 2008.

YIN, R. K. Applications of case study research. **Applied Social Research Methods Series**, 2013.

YNALVEZ, M. A.; SHRUM, W. M. Professional networks, scientific collaboration, and publication productivity in resource-constrained research institutions in a developing country. **Research Policy**, v. 40, n. 2, p. 204–216, 2011.

ZHANG, Z.; LUO, T. Knowledge structure, network structure, exploitative and exploratory innovations. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 32, n. 6, p. 666–682, 2020.

ZHU, X. et al. How Do Informal Ties Drive Open Innovation? the Contingency Role of Market Dynamism. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 64, n. 2, p. 208–219, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Representação dos dados: gráficos e matrizes

Uma rede pode ser representada por grafos e matrizes. Um grafo é formado por um conjunto de vértices (nós ou nodos) e um conjunto de arestas (arcos) que conectam esses vértices, e, representam o padrão de conexões entre os nodos (SCOTT, 2000). Os vértices podem assumir múltiplos atributos (organização, nome, idade) o que permite investigar as diversas características entre atributos que o padrão estrutural de uma rede pode apresentar. As arestas indicam a quantidade de vezes que um ator entrou em contato com outro, e os seus atributos podem alterar todo o padrão estrutural de uma rede quando observadas outras características de relação entre os atores, a cerne da relação: amizade, trabalho, parentesco.

É importante ressaltar que os grafos permitem identificar as redes como diretas ou direcionada, e, indiretas ou bidirecionadas. Uma rede é dita direcionada quando o contato segue em um único sentido, como uma via de mão única (VEGA-REDONDO, 2007), à exemplo, Maria fala com Pedro, mas Pedro não fala ou responde à Maria. Já em uma rede bidirecionada, o contato ocorre com reciprocidade, uma via de mão dupla entre dois pontos (VEGA-REDONDO, 2007), isto é, Camila envia um e-mail para Carla, e Carla responde o e-mail de Camila.

Wasserman e Faust (1994) colocam a conectividade é uma das propriedades mais importantes na análise de redes sociais, pois uma rede conectada significa que todos os membros da rede conseguem manter contato entre si, desse modo, todos os pares de nós da rede são alcançáveis. Em contrapartida, em uma rede desconectada evidencia-se uma grande segmentação entre os membros, o que proporciona um acesso restrito entre eles, para Wasserman e Faust (1994) a rede desconectada, subdivide-se em dois ou mais subconjuntos, não há conexão de nós de subconjuntos diferentes.

A medida de conectividade pode ser alcançada pelo cálculo do coeficiente de clusterização, dado pela razão entre o número de conexões existentes e o total de conexões possíveis entre o

nó e os seus vizinhos. O coeficiente de clusterização, também, informa o grau de coesão entre os nós de uma rede, variando de 0 a 1, conforme as conexões (BARABÁSI, 2009). Ou seja, se em um grupo todos os membros estão conectados uns aos outros, o grau de coesão é 1, mas se não há conexão entre os todos membros, o grau de coesão é 0.

A unidade de distância na teoria dos grafos é o próprio arco (SCOTT, 200). Assim, a distância entre dois nodos em um grafo, ou o comprimento do caminho é igual ao número de arcos conectados a estes dois nodos. Define-se, ainda, a distância geodésica como o caminho mais curto entre dois nodos e o diâmetro como a maior distância geodésica entre quaisquer pares de nodos do grafo.

Assim como os grafos, a representação matricial é importante para representação gráfica das relações sociais. Indicada para representação de grafos com ordem elevada (acima de 50), as operações matriciais são amplamente usadas para definições e cálculos, sendo a representação primária na maioria dos softwares de análise de redes sociais. Hanneman e Riddlen (2005) colocam que nas matrizes as linhas representam os objetos ou sujeitos, e as colunas representam os valores de atributos, variáveis ou medidas. Também explicam que a análise de redes exige uma maior compreensão dos relacionamentos entre os elementos que compõem a rede. Portanto, é necessário representar a forma como os atores estão conectados uns aos outros.

A matriz primária usada em análise de redes sociais é chamada de matriz de adjacência ou matriz social, e é representada por 0 e 1 (WASSERMAN; FAUST, 1994). Desta forma a representação e um grafo pode ser feita por $G=(N,L)$, na qual: G é a representação do grafo; N é o conjunto que representa todos os nodos existentes, sendo representado por N

$N = \{n_1, n_2, n_3, \dots\}$; L é o conjunto de vértices que representam as conexões entre os nodos, sendo representado por $L = \{l_1, l_2, l_3, \dots\}$.

Na representação matricial, cada entrada constitui uma célula, sendo um par de nodos representado por i e j , sendo suas notações (i, j) ou L_{ij} . A matriz indica a possibilidade de

existência de interação entre os nodos, assim, caso $\varepsilon_{ij} = 1$, indica que existe uma ligação entre os pares de nodes, caso contrário, se $\varepsilon_{ij} = 0$, não existe ligação entre os pares.

O tamanho, ou ordem da matriz é dado pelo número de linhas versus o número de colunas ($g \times h$). Se a matriz tem igual número de linhas e colunas, ela é chamada matriz quadrada, caso contrário é dita retangular. Logo, a matriz de adjacência é sempre uma matriz quadrada. Outro conceito importante é que em uma matriz de adjacência a diagonal principal (células em que o índice da linha é igual ao índice da coluna, $i = j$) contém os laços do grafo (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Os métodos de análise de redes sociais fornecerem algumas ferramentas úteis para abordar uns aspectos, da estrutura social: as fontes e distribuição de conhecimento. Logo, as estruturas sociais também podem ser vistas como a indicação de níveis elevados ou baixos níveis de controle como resultado de variações nos padrões de laços entre os atores (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Para melhor compreensão são apresentados os principais critérios estruturais para análise de redes sociais são tamanho, a densidade, distância geodésicas, diâmetro, coesão, centralidade e grupo.

a) **Tamanho:** O tamanho constitui o total de ligações efetivas num determinado grupo de pessoas. É o mais importante critério estrutural da rede pessoal de um ator ou da rede social, seja ela total ou parcial, pois todos os demais critérios estruturais são calculados a partir do tamanho da rede (BOISSEVAIN, 1974).

b) **Densidade:** A densidade da rede é o grau que os membros da rede estão em contato uns com os outros (BOISSEVAIN, 1974). A densidade da rede representa a quantidade de ligações presentes na rede expressos como uma proporção da quantidade de ligações possíveis (NOOY, MRVAR, BATAGELJ, 2005 apud Campos, 2014).

Em uma rede bidirecionada, calcula-se, inicialmente, a quantidade de ligações (L) bidirecionais. O número total de atores na rede (N) é multiplicado pelo valor de $(N-1)$, a subtração exclui a possibilidade da ligação gerada pelo próprio ator com ele mesmo. E divide-se o resultado da

multiplicação por dois eliminando a possibilidade de considerar a mesma ligação duas vezes (WASSERMAN; FAUST, 1994). A densidade é dada por a quantidade de ligações (L), dividida pelo número total de atores na rede (N) multiplicado pelo valor de $(N-1)$ dividido por dois, equação 1. Tal que, é calculado pela fórmula:

$$L = \frac{N(N-1)}{2} \quad D = \frac{L}{N(N-1)}$$

Em rede direcionada, as ligações não representam reciprocidade, para tanto, o número de ligações possíveis é dado pela multiplicação da quantidade total de atores por esse mesmo valor subtraído de um (WASSERMAN; FAUST, 1994). A densidade é dada por a quantidade de ligações (L), dividida pelo número total de atores na rede (N) multiplicado pelo valor de $(N-1)$, equação 1. No entanto, o cálculo do valor da quantidade de ligações é dado por: $L = N(N-1)$

c) **Distância Geodésica e Diâmetro:** A distância geodésica (*geodesic distance*), entendida como a menor distância entre dois pontos, em análise de redes sociais, refere-se ao número de ligações entre um ator e outro. É calculada pelo caminho mais curto, otimizando o percurso (HANNEMAN, 2001). De acordo com Bo e Sheng-hua (2010 apud Campos, 2014) a média dos caminhos mínimos pode ser dada pela equação 3, onde N representa a quantidade de atores da rede e d_{ij} é a distância entre os atores.

$$\ell = \frac{1}{\frac{1}{2}N(N-1)} \sum_{i>j} d_{ij}$$

O diâmetro de uma rede representa a distância máxima, entre os pares de atores (ALBERT; BARABÁSI, 2002). Segundo, Silva (2003) o diâmetro é definido como a maior distância geodésica entre quaisquer pares de atores desta rede.

d) **Coesão:** A coesão representa um forte relacionamento entre os atores de uma mesma rede, laços fortes, diretos e intensos, com regras próprias e subculturas. (SCOTT, 2000). Tem-se que a coesão avalia a intensidade do relacionamento entre os atores de uma rede, em virtude

dos vínculos estabelecidos por afinidades (LAGO, 2005). A coesão estrutural de uma rede pode ser entendida como o número mínimo dos atores, que se removidos, desconectaria o grupo (BRITTO, 2008, p.151). Desta forma, a análise da coesão de uma rede social envolve o levantamento dos subgrupos, os cliques. Johnson (2009) pontua que os cliques forma em decorrência de alguma propriedade relacional, e exercem grande influência do contexto social sobre os indivíduos e suas relações sobre os outros. Deste modo, em um grafo um clique representa um subgrafo, com um número máximo de atores que tem todos os laços possíveis presentes entre si (WASSERMAN; FAUST, 1994). E sua representação em uma matriz é dada pela adjacência simétrica.

e) **Centralidade:** As medidas de centralidade são as mais frequentemente utilizadas para análise de redes sociais. Müller-Prothmann (2007) diz que a centralidade de uma rede mede o grau de relacionamento da rede ao redor de um ou poucos membros centrais da rede. Assim, Campos (2014) argumenta que uma alta centralidade significa que o fluxo de conhecimento na rede depende da ação de poucos membros e que remover estes membros implica em comprometer o fluxo do conhecimento. Sob o mesmo ponto de vista, Boissevain (1974) afirma que a centralidade não é apenas um índice de acessibilidade de uma pessoa, mas também o número de caminho que de comunicação que passam por ela. A hipótese utilizada para o grau de importância de um ator é de que quanto mais relações e articulações de relações um ator tem, mais importante ele é para o padrão estrutural que é denotado pela rede (WASSERMAN; FAUST, 1994). Têm-se, então, as principais medidas de centralidade (FELLMAN; WRIGHT, 2008).

Grau de Centralidade: O grau de centralidade é medida pelo número de ligações (N) que um ator apresenta, representando assim a proporção de laços conectados (k_i) em relação ao máximo de conexões possíveis que o ator poderia ter, *equação 4*. Assim, quanto mais alto for o grau de um ator, maior é a centralidade.

$$\text{Grau de centralidade } C(i) = \frac{k_i}{N - 1}$$

Desta forma, os atores com maior número de laços, podem ter formas alternativas para satisfazer as necessidades e, portanto, são menos dependentes de outros indivíduos.

Contrariamente, os atores que possuem grau de centralidade igual a zero podem estar isolados e sua saída da rede causa baixo impacto.

A medida de grau de centralidade limita-se por considerar, apenas, as ligações de primeiro grau e não considera as características estruturais do grafo, ou as características estruturais do grupo em que o indivíduo está ligado.

Grau de centralidade por proximidade: Representa a habilidade de um indivíduo monitorar o fluxo de informação e enxergar o que está acontecendo na rede (FELLMAN; WRIGHT, 2008). A medida proximidade centralidade descrito acima é baseado na soma das distâncias geodésicas de cada ator para todos os outros (distanciamento) (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). A equação 5, representa a proximidade absoluta. Na expressão, o k_i representa a quantidade de graus do ator, enquanto $(N-1)$ representa o número total de atores existentes na rede, subtraindo-se o próprio ator.

$$\text{Grau de proximidade } C_c(k_i) = \frac{1}{2} \left[\sum_{j=1}^n d(i, j) \right]$$

Neste cálculo, da proximidade de um ator C_c de um node k_i é determinada pelo somatório da distância $d(i, j)$ do node k_i dos outros nodes da rede. O expoente -1 é necessário para inverter a soma das distâncias.

Wasserman e Faust (1994) apontam que em seu ponto máximo o índice de proximidade determinado na equação 5 é igual a $(N-1)^{-1}$, o que acarretaria que o ator fosse adjacente a todos os demais, o que impossibilitaria a comparação entre duas redes diferentes. Para tanto a normalização realizada pela equação 6, que consiste em multiplicar o resultado de C_c por $(N-1)$, desta forma, o grau de proximidade varia de 0 a 1, sendo 1 a indicação que o node é adjacente a todos os outros, caso contrário, o valor é 0.

$$C'_c(k_i) = C_c(k_i) (N-1)$$

Grau de centralidade por intermediação: A intermediação fundamenta-se no controle que um ator tem sobre a interação de outros dois atores (SILVA, 2003). Ou seja, quanto mais as pessoas dependem de mim para fazer conexões com outras pessoas, mais controle eu tenho (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Para Müller-Prothmann (2007) em Campos (2014) a medida de intermediação determina se o ator desempenha uma função importante como um agente do fluxo do conhecimento com potencial de controle sobre as relações indiretas dos outros atores. Assim, esta medida tem um relacionamento direto com o fluxo na rede (HANNEMAN; RIDDLE, 2005).

A equação 7, representa o número de caminhos mais curtos entre os atores j e k que contém o ator k_i , assim, o caminho mais curto entre j e k passar por k_i . A variável g_{jk} representa o número de caminhos mais curtos em j e k .

$$C_B(k_i) = \frac{\sum_{j < k} g_{jk}(k_i)}{g_{jk}}$$

O $g_{jk}(k_i)$ representa o número de caminhos mais curtos entre os nodes j e k que contém o node k_i . A variável g_{jk} representa o número de caminhos mais curtos entre j e k .

Ao realizar a divisão a medida obtida estima a probabilidade de dependência do node k_j sobre o k_i . Similarmente ao grau de centralidade por proximidade, Wasserman e Faust (1994) apontam a necessidade de normalização para possibilitar a comparação com outros nodes, segue a equação 8 de normalização:

$$C'_B(k_i) = \frac{C_B(k_i)}{\frac{(N-1)(N-2)}{2}}$$

A análise de rede social é um método completo de apoio à estratégia de construção de processos organizacionais que buscam melhorar a comunicação e a partilha de conhecimento, desta forma,

a análise de rede social contribui diretamente para o fortalecimento do intercâmbio de conhecimento nas relações informais (MÜLLERPROTHMANN; 2007). Para tanto, Müller-Prothmann (2007) destaca que as três principais métricas de análise de rede social para o compartilhamento do conhecimento são: O tamanho da rede permite a contagem dos membros de toda a rede e o dimensionamento da complexidade do compartilhamento dentro dessa. A centralidade da rede mede a percepção do grau dos relacionamentos em torno de um ou poucos membros, ou seja, a remoção desses indivíduos implica na interrupção do fluxo de conhecimento. Por fim, a medida densidade da rede fornece a visão geral da ligação entre os membros da rede e permite detectar a formação de grupos dentro da organização.

APÊNDICE B – Carta de Apresentação

Ao Projeto

A/C: Coordenador(a)

Prezados professores,

O Núcleo de Tecnologias Inovadoras em Marketing & Empreendedorismo, com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), vem por meio desta apresentar a pesquisa “INOVAÇÃO ABERTA: Um estudo de caso das redes interorganizacionais em projetos de pesquisa e desenvolvimento da UFMG”. Este trabalho tem como objetivo compreender como as configurações das redes interorganizacionais se relacionam com os resultados produzidos pelos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) voltados para inovação, gerenciados pelo PROJETO, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Para isso, será aplicado um questionário que aborda questões referentes às redes sociais e os resultados dos projetos. O questionário poderá ser respondido presencialmente ou por e-mail via *OnlinePesquisa*. Entrevistas estruturadas também serão realizadas para confirmar alguns resultados. Todas as respostas são confidenciais. Elas serão mantidas em uma base de dados e analisadas em conjunto com outros participantes da pesquisa pelos pesquisadores envolvidos no projeto. Desta forma, será garantido total sigilo às informações obtidas.

Após a finalização da pesquisa, enviaremos o relatório com os resultados obtidos. Este relatório permitirá a organização compreender a formação das redes sociais dos membros dos projetos bem como identificar a influência destas redes nos resultados obtidos pelos projetos. Tais informações oferecem subsídios para a implantação de novas estratégias que viabilizam a troca de conhecimento entre os pares e gerenciamento dos projetos de P&D voltados para inovação aberta.

Contamos com sua colaboração.

Atenciosamente,

Maria Gabriela de C. Miranda, MSc

Doutoranda em Administração/ UFMG
Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração – CEPEAD
Universidade Federal de Minas Gerais
Phone: [+5531-8818-6225](tel:+5531-8818-6225) e-mail: mgabriela.miranda@gmail.com

Prof. Plínio Rafael Reis Monteiro, PhD

Coordenador da pesquisa
Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração - CEPEAD
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627 - Edifício FACE - Campus Pampulha - Belo Horizonte - Brasil
Phone [+5531-3409-7004](tel:+5531-3409-7004) e-mail: preis@face.ufmg.br



Silvana Alves da Silva, PhD

Sub-Coordenador da pesquisa
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG
Av. Amazonas, 5253 - Bairro Nova Suíça - Belo Horizonte - MG, Prédio Administrativo 2º Andar - Belo Horizonte - Brasil
Phone [+5531-3319-7045](tel:+5531-3319-7045) e-mail: silvana@cefetmg.br

APÊNDICE C – Questionário



Redes de Colaboração em Projetos

Redes de Colaboração em Projetos de P,D&I

Prezado(a) Pesquisador(a),

Sou doutoranda do curso de Administração do Centro de Pós-graduação e Pesquisas em Administração, da Universidade Federal de Minas Gerais (CEPEAD-UFMG) e estou desenvolvendo a pesquisa “INOVAÇÃO ABERTA: Um estudo de caso das redes em projetos de pesquisa e desenvolvimento da UFMG”. Esta pesquisa tem o objetivo de compreender como as configurações das redes se relacionam com os resultados produzidos pelos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), voltados para inovação no âmbito da UFMG.

Para tanto, deverão ser identificados os grupos de trabalho de cada projeto, como ocorre a troca de informações e conhecimentos entre os participantes do projeto e, por fim, como ocorre a colaboração entre os departamentos da UFMG, o setor empresarial e as instituições externas à UFMG .

Não existem respostas certas ou erradas.

Sua participação é muito importante para o sucesso desse projeto.

Por favor, responda todas as questões de maneira sincera e coerente com seu julgamento. As respostas serão tratadas de forma sigilosa e anônima e analisadas em termos globais, sem a identificação dos respondentes.

Em caso de dúvidas, entre em contato pelo telefone (+55 31-98818-6225) ou e-mail

(mgabriela.miranda@gmail.com).

Desde já agradeço sua colaboração!

Atenciosamente,

Maria Gabriela de C. Miranda
Doutoranda em Administração/ UFMG

Plínio Rafael Reis Monteiro
(CEPEAD/UFMG - orientador da pesquisa)

Silvana Alves da Silva
(CEFET-MG coorientadora da pesquisa)

Concordo com os termos de privacidade e confidencialidade da pesquisa. *



Sim

Redes de Colaboração em Projetos

17 %

Redes de conhecimento

O **PROJETO XXX** é um projeto de ensino vinculado ao Núcleo de Pesquisa **XXX**. Reúne um grupo de professores que articula ações de experimentação, análise e crítica de produtos, atrelados à formação de alunos da graduação dos cursos de **XXX** da UFMG. Seu objetivo central é investigar e experimentar modalidades contemporâneas processos sociocomunicacionais em contextos de convergência intermídia.

O projeto tem caráter interdisciplinar e é desenvolvido no Departamento de **XXX** da UFMG desde 2011, quando foi criado para fomentar experiências que contribuam para a formação de comunicadores, a partir do paradigma da convergência midiática. As proposições do **XXX** se articulam com a sala de aula, a partir de trabalhos e projetos elaborados dentro de disciplinas regularmente ofertadas pelo grupo de professores ligados ao **XXX**. Realiza-se tanto a elaboração de produtos quanto a reflexão crítica sobre as múltiplas configurações intermediáticas em curso na contemporaneidade.

Laboratório de **XXX** (Lab **XXX**).

Todas as questões a seguir têm relação com o **XXX**. *

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Não concordo, não discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
1 - O XXX , por meio de sua equipe, relaciona-se com empresas/universidades/institutos de pesquisa para troca de informações e conhecimento. (Trocamos ideias, informações e experiências).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 - De forma geral, a concepção de projetos de P,D&I do XXX ocorre a partir de relações com as outras linhas de pesquisa/departamentos/universidades.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 - Para o desenvolvimento de projetos de P,D&I, o XXX busca trocar informações e conhecimentos com outras linhas de pesquisa/departamentos e colaboradores da própria universidade.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 - De forma geral, os projetos de P,D&I do XXX foram gerados a partir de relações com empresas e outras instituições.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 - O XXX adquiriu muitas competências ao manter relacionamentos e trocas de informações com outras empresas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6 - Informações e conhecimentos relevantes, produzidos no **XXX** são compartilhados a partir das relações estabelecidas com as linhas de pesquisa/departamentos da UFMG.

7 - Informações e conhecimentos relevantes produzidos no **XXX** são compartilhados a partir das relações estabelecidas com as empresas, outras instituições e com colaboradores externos.

8 - Os relacionamentos estabelecidos com outros departamentos, laboratórios, universidades e empresas são confiáveis para o compartilhamento de informações.

Redes de Colaboração em Projetos

33 %

Redes de conhecimento

No desenvolvimento de projetos de P,D&I os colaboradores (professores, consultores, alunos, especialistas, membros das empresas parceiras) interagem de maneiras diversas, visando o alcance dos resultados e objetivos definidos. As afirmativas referem-se à forma como os relacionamentos entre membros internos e externos ocorrem no projeto.

Por favor, analise seu grau de concordância com cada uma das assertivas abaixo, conforme sua percepção acerca das formas e dos meios de relacionamentos no projeto em análise.

Equipe XXX

9 - Em todos os ambientes de trabalho existem colegas que se comunicam de maneira formal ou informal. Avalie a frequência com que você manteve conversas sobre assuntos profissionais e pessoais com cada um dos membros da equipe do referido projeto, conforme a escala abaixo. Marque na tabela a seguir a frequência com que você manteve contato com seus colegas do projeto. *

Fotos da equipe do Projeto (Imagem ilustrativa retirada da internet)



Fonte: <https://www.appgeek.com.br/avatar/>

	Nunca	Raras vezes (algumas vezes no mês)	Às vezes (até 1 vez p/ semana)	Frequentemente (de 2 a 4 vezes por semana)	Todos os dias da semana
MEMBRO 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MEMBRO 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10 - Você manteve relacionamento profissional (contatos presenciais, troca de ideias, informações, experiências) com pessoas externas ao Laboratório XXX (XXX) ou seja, aquelas que não foram citadas na questão anterior?

I - Preencha o nome da pessoa que você manteve contato e o nome da empresa/instituição que esta pessoa pertencia.

II - Em seguida, marque um X na coluna que melhor descreve a frequência do seu contato com a pessoa.

	Nunca	Raras vezes (algumas vezes no mês)	Às vezes (até 1 vez p/ semana)	Frequentemente (de 2 a 4 vezes por semana)	Todos os dias da semana
João da Silva/CEMIG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

↓ +1

Anter. | Próx.

Redes de Colaboração em Projetos

50 %

Inovação aberta

A colaboração entre os diversos agentes de inovação (universidade, Estado, empresas, sociedade) possibilita a transferência de recursos físicos e conhecimentos e o aumento da competitividade a partir da produção de serviços e produtos inovadores. Neste sentido, o processo de colaboração torna-se uma das estratégias para o alcance dos objetivos dos projetos de P,D&I.

Todas as questões a seguir têm relação com o Laboratório XXX (XXX) *

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Não concordo, não discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
11 - As atividades de P&D realizadas pelo XXX buscam continuamente criar novos conhecimentos ou solucionar problemas científicos ou técnicos (incluindo o desenvolvimento de software interno) do projeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 - O XXX estabelece parcerias com outros laboratórios (incluindo laboratórios do próprio departamento) ou organizações de pesquisa públicas ou privadas no desenvolvimento de atividades do projeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 - O XXX tem acesso a máquinas, equipamentos, softwares avançados para uso no desenvolvimento de atividades do projeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14 - O XXX tem acesso ao know-how existente, invenções patenteadas e não patenteadas, de outras empresas ou organizações para o desenvolvimento de produtos e processos do projeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 - O XXX realiza treinamento interno ou externo para capacitação no uso de máquinas, equipamentos, softwares e/ou atividades para o desenvolvimento do projeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16 - O XXX realiza atividades internas ou terceirizadas para alterar a forma, a aparência ou a usabilidade de produtos ou serviços do projeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17 - O XXX realiza outras atividades internas ou terceirizadas para implementar produtos e processos novos ou significativamente aprimorados, como estudos de viabilidade, testes, etc.

Anter.

Próx.

Redes de Colaboração em Projetos

67 %

Desempenho do Projeto de P,D&I

Para a execução e o alcance dos principais objetivos do projeto Laboratório XXX (XXX) são elaborados planejamentos relacionados ao custo, tempo e alocação de atividades.

A partir do seu conhecimento e expertise, aprimorados no desenvolvimento do referido projeto, avalie o desempenho do projeto de acordo com seu grau de concordância.

Todas as questões a seguir têm relação com Laboratório XXX (XXX). *

	Discordo Totalmente	Discordo Parcialmente	Não concordo, não discordo	Concordo Parcialmente	Concordo Totalmente
18 - De forma geral, o tempo que alocado para as atividades do projeto é adequado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19 - De forma geral, o orçamento inicial designado as atividades do projeto foi adequado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20 - De forma geral, os resultados* do projeto apresentam alto impacto acadêmico. (*Resultados = teses, dissertações, artigos, relatórios, patentes, protótipos e produtos desenvolvidos de acordo com o objetivo do projeto).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21 - De forma geral, as atividades do projeto permitem a ampliação da minha rede de contato pessoal e profissional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anter.

Próx.

Redes de Colaboração em Projetos

83 %

Dados demográficos**Nome****Sexo ***

- Feminino Masculino Não desejo informar

Qual sua faixa etária?**Qual sua função no projeto? ***

- Colaborador : Professor Pesquisador Colaborador : Mestrando Profissional Especialista (colaborador externo à UFMG)
- Colaborador : Doutorando Colaborador: Iniciação Científica Coordenador
- Outro:

Você é remunerado pelo projeto? *

- sim
- não

Quando começou a trabalhar na UFMG/empresa/instituição (MÊS/ANO)? *Mês/Ano

APÊNDICE D – Z Scores

Zscore (RC_1)	Zscore (RC_2)	Zscore (RC_3)	Zscore (RC_4)	Zscore (RC_5)	Zscore (RC_6)	Zscore (RC_7)	Zscore (RC_8)	Zscore (IA_1)	Zscore (IA_2)	Zscore (IA_3)	Zscore (IA_4)	Zscore (IA_5)	Zscore (IA_6)	Zscore (IA_7)
0,606	-0,124	0,774	0,214	-0,806	0,847	0,130	-0,148	-0,044	0,195	1,052	1,614	0,504	-0,199	-0,3
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	1,220	-1,944	-0,042	0,504	-0,199	0,5
0,606	-0,124	-0,197	0,214	0,010	-0,082	0,130	-0,148	-0,044	0,195	0,303	0,786	1,284	0,676	0,5
-0,298	-2,090*	-0,197	-1,324	-0,806	-0,082	-1,584	-1,207	-1,195	-0,831	-1,195	-0,870	0,504	0,676	-0,3
-0,298	-2,090*	-0,197	-2,093*	-1,623	-0,082	-1,584	-0,148	-1,195	-1,857	0,303	-0,870	-1,057	-1,074	-1,2
-3,010**	-0,124	0,774	-1,324	-1,623	-0,082	-1,584	-0,148	-1,195	-1,857	-1,944	-1,698	-1,837	-1,074	-2,0
-0,298	-0,124	-0,197	0,214	0,010	-0,082	0,130	-0,148	-2,346*	0,195	-1,944	-0,870	-1,057	-1,949	-1,2
0,606	0,859	-0,197	-1,324	0,010	-0,082	0,130	0,912	-0,044	-0,831	-1,944	-1,698	0,504	-0,199	-0,3
-1,202	-2,090*	-1,167	-1,324	-1,623	-0,082	-0,727	-0,148	-0,044	-0,831	-0,446	-0,870	1,284	0,676	-0,3
-0,298	0,859	-0,197	-1,324	-1,623	-0,082	-1,584	-0,148	-3,496**	0,195	-1,195	-1,698	-1,057	-1,949	-2,0
0,606	0,859	0,774	0,214	0,827	0,847	0,130	0,912	1,107	1,220	-0,446	-0,042	0,504	0,676	0,5
-0,298	-0,124	-0,197	-1,324	-1,623	-0,082	-2,441*	-3,326**	-0,044	0,195	0,303	-1,698	0,504	0,676	-1,2
-2,106*	-0,124	-0,197	-2,093*	0,010	-0,082	0,130	-0,148	1,107	0,195	-1,195	-0,870	0,504	-0,199	0,5
-3,010**	0,859	0,774	-0,555	-0,806	-1,011	-0,727	-1,207	-2,346*	0,195	0,303	-1,698	0,504	-1,949	-2,0
0,606	0,859	0,774	0,214	0,010	0,847	0,130	0,912	-0,044	0,195	0,303	-0,042	0,504	-1,949	-2,0
-0,298	0,859	0,774	0,214	-2,439*	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	-0,446	0,786	-0,277	-1,074	-1,2
0,606	-0,124	0,774	-1,324	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	0,303	0,786	0,504	0,676	0,5
0,606	0,859	0,774	-0,555	-2,439*	0,847	0,130	-0,148	-0,044	0,195	0,303	-0,870	-0,277	-1,949	-2,0
0,606	-0,124	-0,197	0,983	0,827	-0,082	0,130	-0,148	-0,044	-1,857	0,303	-0,870	-0,277	-1,074	-0,3
0,606	-0,124	0,774	0,983	0,827	-0,082	0,130	-0,148	-0,044	-0,831	0,303	-0,042	-0,277	-0,199	0,5
0,606	-0,124	-0,197	0,983	0,827	0,847	0,987	-1,207	-0,044	0,195	0,303	-0,042	-0,277	0,676	0,5
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-1,195	0,195	0,303	-1,698	-1,837	0,676	0,5
0,606	0,859	-3,109**	0,983	0,010	-2,869**	0,987	0,912	-0,044	0,195	0,303	0,786	0,504	-0,199	0,5

-0,298	-0,124	-1,167	0,983	0,827	-0,082	0,130	-0,148	-0,044	-1,857	0,303	-0,042	-1,837	-0,199	-2,0
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	0,303	0,786	-1,057	-0,199	-0,3
0,606	-0,124	-1,167	0,214	0,010	-0,082	-0,727	-1,207	-0,044	0,195	0,303	-0,042	-1,057	-0,199	-0,3
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	0,303	-0,042	-1,837	-1,949	-2,0
0,606	-0,124	-0,197	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	-0,831	0,303	0,786	-1,057	0,676	0,5
0,606	-0,124	-1,167	0,983	0,827	-1,011	-0,727	-0,148	-0,044	0,195	0,303	0,786	-1,057	-1,074	0,5
0,606	-1,107	-1,167	0,214	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	0,303	0,786	0,504	0,676	0,5
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	0,303	0,786	0,504	0,676	0,5
0,606	-0,124	-0,197	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	-0,831	0,303	-0,042	-1,057	0,676	0,5
0,606	-0,124	-1,167	0,983	-0,806	-1,011	-0,727	0,912	-0,044	-1,857	-1,195	-0,042	-1,057	-0,199	-1,2
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	-1,011	0,987	0,912	-0,044	-1,857	-1,195	0,786	0,504	0,676	0,5
-0,298	-0,124	-0,197	0,983	0,010	-0,082	0,130	-0,148	-0,044	0,195	0,303	0,786	-0,277	0,676	0,5
-1,202	0,859	-0,197	0,214	0,010	-0,082	0,130	0,912	-2,346*	-0,831	-1,195	-0,870	-0,277	-0,199	-0,3
0,606	-0,124	0,774	0,214	0,827	0,847	0,130	-0,148	-0,044	-0,831	-1,944	-1,698	-1,837	-1,074	-0,3
0,606	-0,124	0,774	-0,555	0,827	-0,082	0,130	0,912	-0,044	0,195	-1,944	-1,698	-1,837	-1,949	0,5
0,606	0,859	0,774	0,214	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	-0,831	-0,446	-0,042	0,504	0,676	0,5
0,606	-0,124	-0,197	-1,324	-0,806	0,847	0,130	-0,148	-0,044	-0,831	-1,944	-1,698	-0,277	-0,199	-0,3
-0,298	-0,124	-0,197	0,214	0,010	-0,082	0,130	-0,148	-2,346*	-1,857	-1,195	-0,870	-1,837	-0,199	-0,3
-0,298	-0,124	0,774	0,214	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	-1,195	-0,870	-0,277	-0,199	-0,3
-0,298	-1,107	-0,197	-0,555	-0,806	-0,082	0,987	-0,148	-0,044	-0,831	-1,944	-0,042	-0,277	0,676	-0,3
-1,202	-1,107	-0,197	-2,093*	-2,439*	-0,082	-1,584	-1,207	-0,044	-0,831	-1,195	-0,870	-0,277	0,676	0,5
0,606	0,859	0,774	-1,324	0,010	0,847	0,130	0,912	-0,044	0,195	0,303	0,786	-1,057	-1,074	-1,2
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	-0,446	0,786	0,504	0,676	0,5
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	0,195	-0,446	-0,042	-0,277	-0,199	-0,3
-0,298	-1,107	-1,167	-0,555	0,010	-0,082	0,130	-0,148	-2,346*	-1,857	-1,195	-0,042	-1,837	-0,199	-0,3
0,606	0,859	0,774	0,214	0,827	0,847	0,987	-0,148	-0,044	0,195	-0,446	-0,042	-0,277	0,676	0,5
0,606	0,859	-0,197	0,214	0,010	-0,082	0,987	0,912	-1,195	0,195	-1,944	-1,698	-1,837	-1,074	-1,2
-0,298	-0,124	-0,197	0,214	0,010	-0,082	-0,727	-2,267*	-0,044	0,195	0,303	0,786	0,504	0,676	1,4
0,606	0,859	0,774	0,214	0,010	0,847	-0,727	0,912	1,107	1,220	1,052	1,614	1,284	0,676	-0,3

-0,298	-0,124	-0,197	0,214	0,010	-0,082	0,130	-1,207	-0,044	0,195	0,303	0,786	0,504	0,676	0,504
0,606	-0,124	0,774	0,214	0,827	0,847	-0,727	0,912	1,107	1,220	1,052	-0,042	0,504	0,676	0,504
-3,010**	-3,073**	-3,109**	-2,093*	-1,623	-2,869**	-2,441*	-1,207	1,107	-0,831	1,052	-1,698	-1,057	-1,074	-0,326
-0,298	-0,124	-0,197	0,214	0,827	-1,940	0,130	-0,148	1,107	0,195	0,303	0,786	1,284	-0,199	-0,326
0,606	0,859	0,774	0,983	0,010	0,847	0,987	-0,148	1,107	1,220	1,052	1,614	0,504	1,550	1,428
-0,298	0,859	-0,197	0,214	0,827	0,847	0,130	-0,148	1,107	1,220	1,052	0,786	1,284	0,676	0,504
0,606	-2,090*	0,774	-1,324	0,827	0,847	0,987	-0,148	1,107	1,220	1,052	1,614	1,284	1,550	1,428
0,606	0,859	0,774	0,983	-0,806	-1,940	-1,584	-1,207	1,107	1,220	0,303	1,614	0,504	-0,199	0,504
0,606	0,859	-0,197	0,214	0,827	-1,940	0,130	-0,148	1,107	1,220	1,052	-0,042	1,284	1,550	0,504
0,606	0,859	0,774	0,983	0,010	-0,082	0,130	-0,148	1,107	1,220	1,052	1,614	1,284	1,550	1,428
-0,298	0,859	0,774	0,983	0,827	-0,082	0,130	-0,148	1,107	1,220	1,052	0,786	1,284	1,550	0,504
-2,106*	-2,090*	-2,138*	-1,324	-1,623	-1,940	-1,584	0,912	-1,195	-2,882**	1,052	-0,870	0,504	0,676	0,504
-0,298	-0,124	-0,197	0,214	0,827	-0,082	0,130	-1,207	-0,044	0,195	1,052	-0,870	-0,277	0,676	-0,326
0,606	-0,124	-0,197	0,214	-0,806	-0,082	0,130	-0,148	1,107	1,220	1,052	-0,870	1,284	-1,949	-1,207
-0,298	0,859	0,774	0,983	0,827	-0,082	0,130	-0,148	1,107	1,220	1,052	1,614	1,284	0,676	1,428
-3,010**	-3,073**	-3,109**	-2,093*	-2,439*	-2,869**	-2,441*	-3,326**	1,107	-0,831	1,052	0,786	-0,277	-0,199	-0,326
-0,298	-1,107	-0,197	-0,555	0,010	-1,011	0,130	-1,207	-0,044	0,195	1,052	0,786	1,284	0,676	0,504
0,606	-1,107	0,774	-0,555	0,010	0,847	0,130	-0,148	-1,195	-0,831	-0,446	-0,042	-0,277	-0,199	-0,326
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	1,107	1,220	1,052	-0,042	1,284	1,550	1,428
-0,298	-0,124	0,774	-1,324	0,010	-1,940	-1,584	0,912	1,107	1,220	1,052	0,786	0,504	0,676	1,428
0,606	0,859	0,774	0,214	0,827	0,847	0,987	0,912	1,107	1,220	1,052	-0,042	0,504	0,676	1,428
-3,010**	-2,090*	-3,109**	-2,093*	-2,439*	-1,940	-2,441*	-2,267*	1,107	-0,831	1,052	-0,042	-1,057	-1,074	-1,207
0,606	-0,124	-0,197	0,983	0,010	0,847	-0,727	-1,207	1,107	1,220	0,303	0,786	1,284	-1,074	1,428
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	-0,082	0,987	0,912	1,107	1,220	1,052	-0,042	1,284	1,550	1,428
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	-0,044	1,220	1,052	0,786	0,504	-1,074	0,504
0,606	0,859	0,774	0,983	0,827	0,847	0,987	0,912	1,107	1,220	1,052	1,614	1,284	1,550	1,428
0,606	-0,124	-1,167	-0,555	0,010	-1,011	-1,584	-1,207	-0,044	0,195	0,303	0,786	0,504	-0,199	0,504

Nota: *p<0,05, **p<0,01.

Fonte: Elaborada pela autora.

Zscore (DP_1)	Zscore (DP_2)	Zscore (DP_3)	Zscore (DP_4)	Zscore (G_Entrada)	Zscore (G_Saida)	Zscore (AVE_GRAU)	Zscore (Proximidade)	Zscore (Intermediacao)	Zscore (Autovetor)	Zscore (Densidade)	Zscore (Distancia)	Zscore (Resultados)
-0,893	-0,090	1,258	1,181	-0,745	-0,380	-0,509	-0,272	-0,333	0,920	-0,333	0,063	2,234**
0,283	-1,520	0,178	1,181	-0,901	-0,494	-0,638	-0,116	-0,305	0,311	-0,333	0,063	2,234**
1,458	0,624	0,178	-0,191	-0,939	-0,836	-0,885	0,745	-0,089	-0,873	-0,333	0,063	2,234**
-2,069**	-1,520	0,178	-1,562	-0,435	-0,722	-0,638	0,275	-0,320	0,499	-0,333	0,063	2,234**
0,283	-0,090	0,178	-0,191	-0,745	-0,760	-0,768	0,354	-0,333	0,402	-0,333	0,063	2,234**
0,283	-0,805	-0,902	-1,562	-0,668	-0,551	-0,599	0,510	-0,247	-0,233	-0,333	0,063	2,234**
-2,069**	-0,805	0,178	-0,191	-0,978	-0,627	-0,755	-0,038	-0,315	0,564	-0,333	0,063	2,234**
0,283	-1,520	1,258	1,181	-0,474	-0,589	-0,561	0,119	-0,168	-0,343	-0,333	0,063	2,234**
0,283	-0,090	0,178	-0,191	-0,707	-0,817	-0,794	0,197	-0,336	0,797	-0,333	0,063	2,234**
0,283	-1,520	1,258	1,181	-0,629	-0,247	-0,379	0,667	-0,240	-0,323	-0,333	0,063	2,234**
0,283	0,624	1,258	1,181	-0,629	-0,380	-0,470	-0,351	-0,333	1,444	-0,333	0,063	2,234**
0,283	0,624	0,178	-0,191	-0,707	-0,589	-0,638	-0,351	-0,337	1,062	-0,333	0,063	2,234**
0,283	-0,805	0,178	-0,191	-0,590	-0,627	-0,625	0,197	-0,274	0,395	-0,333	0,063	2,234**
-0,893	-1,520	-1,982**	-1,562	-1,366	-1,007	-1,144	2,154**	-0,337	0,486	-0,679	-0,974	-0,565
0,283	-0,090	0,178	-0,191	-1,250	-0,893	-1,028	1,058	-0,337	1,444	-0,679	-0,974	-0,565
-2,069**	-0,805	-1,982**	-0,191	-1,482	-1,083	-1,235	3,171*	-0,333	0,072	-0,679	-0,974	-0,565
0,283	-0,090	0,178	-0,191	-1,599	-1,121	-1,300	3,171*	-0,305	-0,964	-0,679	-0,974	-0,565
0,283	-0,090	0,178	-0,191	-1,560	-1,064	-1,248	2,388**	-0,320	-0,369	-0,679	-0,974	-0,565
0,283	-0,090	0,178	-1,562	-0,629	-0,798	-0,755	0,823	-0,296	-0,705	1,220	-0,974	-0,514
-0,893	-0,805	0,178	-0,191	-0,707	-0,798	-0,781	0,588	-0,286	-0,912	1,220	-0,974	-0,514
0,283	0,624	0,178	-0,191	-0,047	-0,608	-0,431	0,275	-0,336	0,531	1,220	-0,974	-0,514
0,283	-0,090	0,178	-0,191	-0,474	-0,684	-0,625	0,510	-0,323	-0,187	1,220	-0,974	-0,514
0,283	0,624	0,178	-0,191	-0,551	-0,551	-0,561	0,588	-0,317	0,208	1,220	-0,974	-0,514
0,283	0,624	-0,902	-0,191	-0,435	-0,722	-0,638	0,745	-0,319	-0,181	1,220	-0,974	-0,514
0,283	-0,805	0,178	-0,191	-0,513	-0,741	-0,677	0,745	-0,315	-0,330	1,220	-0,974	-0,514
0,283	0,624	-0,902	-1,562	-0,435	-0,703	-0,625	0,823	-0,318	-0,097	1,220	-0,974	-0,514

Zscore (DP_1)	Zscore (DP_2)	Zscore (DP_3)	Zscore (DP_4)	Zscore (G_Entrada)	Zscore (G_Saida)	Zscore (AVE_GRAU)	Zscore (Proximidade)	Zscore (Intermediacao)	Zscore (Autovetor)	Zscore (Densidade)	Zscore (Distancia)	Zscore (Resultados)
0,283	-0,090	0,178	-0,191	0,224	-0,475	-0,249	0,510	-0,334	1,444	1,220	-0,974	-0,514
-0,893	-0,090	0,178	-0,191	-0,474	-0,608	-0,573	0,041	-0,326	-0,064	1,220	-0,974	-0,514
-0,893	-0,805	-1,982**	-1,562	-0,978	-0,798	-0,872	1,136	-0,141	-1,844	1,220	-0,974	-0,514
0,283	0,624	0,178	-0,191	-1,095	-0,627	-0,794	0,432	-0,208	-1,223	1,220	-0,974	-0,514
0,283	0,624	-1,982**	-0,191	-0,629	-0,779	-0,742	0,823	-0,264	-0,990	1,220	-0,974	-0,514
-0,893	-0,090	0,178	-0,191	0,147	-0,665	-0,405	0,197	-0,337	0,622	1,220	-0,974	-0,514
-2,069**	-0,805	0,178	-1,562	-0,745	-0,855	-0,833	1,528	-0,168	-1,398	1,220	-0,974	-0,514
0,283	0,624	0,178	-0,191	-0,707	-0,722	-0,729	1,136	-0,251	-0,861	1,220	-0,974	-0,514
0,283	-0,090	-0,902	-0,191	-0,978	-0,817	-0,885	1,215	-0,261	-1,501	1,220	-0,974	-0,514
-0,893	-0,805	-1,982**	-1,562	-1,017	-0,950	-0,989	1,371	-0,061	-2,200**	1,220	-0,974	-0,514
-0,893	-1,520	-0,902	-0,191	-0,513	-0,589	-0,573	0,041	-0,335	0,402	1,105	-0,974	-0,463
0,283	-1,520	0,178	-0,191	-0,474	-0,627	-0,586	0,119	-0,327	0,369	1,105	-0,974	-0,463
-0,893	-1,520	0,178	-0,191	-0,125	-0,456	-0,353	-0,194	-0,337	1,444	1,105	-0,974	-0,463
-3,244*	-1,520	-3,063*	-1,562	-0,474	-0,760	-0,677	0,667	-0,237	-0,025	1,105	-0,974	-0,463
-0,893	-0,805	-0,902	-0,191	-0,474	-0,532	-0,522	-0,116	-0,332	0,583	1,105	-0,974	-0,463
-0,893	-1,520	-0,902	-0,191	-0,319	-0,589	-0,509	0,041	-0,337	0,732	1,105	-0,974	-0,463
-0,893	-1,520	-0,902	-0,191	-0,241	-0,703	-0,561	0,275	-0,309	0,479	1,105	-0,974	-0,463
-0,893	-1,520	0,178	-0,191	-0,357	-0,551	-0,496	-0,038	-0,337	0,758	1,105	-0,974	-0,463
0,283	0,624	0,178	-0,191	-0,590	-0,646	-0,638	0,119	-0,286	0,072	1,105	-0,974	-0,463
0,283	-0,805	0,178	-0,191	-0,590	-0,551	-0,573	-0,038	-0,334	0,421	1,105	-0,974	-0,463
-0,893	-0,090	0,178	-0,191	-0,396	-0,532	-0,496	-0,116	-0,337	0,745	1,105	-0,974	-0,463
-0,893	-1,520	-1,982**	-0,191	-0,357	-0,760	-0,638	0,510	-0,317	0,085	1,105	-0,974	-0,463
0,283	0,624	0,178	-0,191	-0,513	-0,817	-0,729	0,667	-0,300	-0,375	1,105	-0,974	-0,463
-0,893	-1,520	0,178	-0,191	-0,435	-0,570	-0,535	-0,038	-0,337	0,596	1,105	-0,974	-0,463
0,283	1,339	1,258	-0,191	0,806	0,875	0,867	-1,055	-0,081	-0,569	-1,024	1,215	-0,361
1,458	-0,090	1,258	1,181	0,341	0,095	0,179	-0,664	-0,328	-1,929	-1,024	1,215	-0,361

Zscore (DP_1)	Zscore (DP_2)	Zscore (DP_3)	Zscore (DP_4)	Zscore (G_Entrada)	Zscore (G_Saida)	Zscore (AVE_GRAU)	Zscore (Proximidade)	Zscore (Intermediacao)	Zscore (Autovetor)	Zscore (Densidade)	Zscore (Distancia)	Zscore (Resultados)
0,283	0,624	0,178	1,181	0,535	0,114	0,257	-0,664	5,051*	-1,689	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	1,258	1,181	0,418	0,114	0,218	-0,664	-0,324	-1,922	-1,024	1,215	-0,361
-0,893	-1,520	-0,902	1,181	1,272	1,388	1,373	-1,055	1,893	0,486	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	0,178	1,181	1,776	1,749	1,788	-1,055	-0,083	1,191	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	1,258	1,181	1,621	1,331	1,450	-1,055	0,440	0,790	-1,024	1,215	-0,361
0,283	-0,090	0,178	1,181	1,931	1,730	1,827	-1,055	-0,329	1,230	-1,024	1,215	-0,361
0,283	1,339	0,178	1,181	1,078	0,570	0,750	-0,899	0,638	-1,016	-1,024	1,215	-0,361
-0,893	-0,090	0,178	1,181	0,574	1,388	1,139	-1,055	1,232	-0,220	-1,024	1,215	-0,361
0,283	1,339	1,258	-1,562	0,806	1,882	1,554	-1,290	-0,337	0,285	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	0,178	-1,562	1,660	2,262**	2,099**	-1,133	-0,329	1,444	-1,024	1,215	-0,361
1,458	0,624	1,258	1,181	1,854	1,787	1,840	-1,212	-0,337	1,056	-1,024	1,215	-0,361
0,283	1,339	1,258	1,181	1,776	1,825	1,840	-0,977	0,040	1,237	-1,024	1,215	-0,361
0,283	0,624	0,178	-1,562	1,776	0,627	1,022	-0,899	0,192	-0,025	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	0,178	1,181	1,737	2,034**	1,969**	-1,055	-0,329	1,405	-1,024	1,215	-0,361
0,283	1,339	1,258	1,181	1,776	2,110**	2,034**	-1,133	-0,337	1,399	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	1,258	1,181	-0,125	0,894	0,568	-1,133	3,997*	-1,301	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	-0,902	1,181	1,815	1,635	1,723	-0,977	-0,337	1,101	-1,024	1,215	-0,361
-0,893	-0,090	-0,902	-1,562	0,147	0,684	0,516	-1,055	0,721	-1,521	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	1,258	1,181	0,108	0,323	0,257	-0,899	4,897*	-1,734	-1,024	1,215	-0,361
0,283	0,624	-1,982**	-0,191	1,543	1,730	1,697	-1,055	0,057	1,023	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	0,178	1,181	1,931	1,616	1,749	-1,290	-0,337	0,971	-1,024	1,215	-0,361
0,283	0,624	-1,982**	-2,934*	1,155	0,723	0,880	-1,055	-0,329	-0,679	-1,024	1,215	-0,361
0,283	1,339	1,258	1,181	0,612	0,761	0,724	-0,977	0,454	-0,971	-1,024	1,215	-0,361
0,283	-0,090	1,258	1,181	1,815	1,540	1,658	-1,133	-0,337	1,004	-1,024	1,215	-0,361
0,283	0,624	0,178	-0,191	0,845	0,761	0,802	-0,977	-0,224	-0,809	-1,024	1,215	-0,361
1,458	1,339	0,178	1,181	-0,474	0,437	0,140	-0,742	-0,316	-2,259**	-1,024	1,215	-0,361

Zscore (DP_1)	Zscore (DP_2)	Zscore (DP_3)	Zscore (DP_4)	Zscore (G_Entrada)	Zscore (G_Saída)	Zscore (AVE_GRAU)	Zscore (Proximidade)	Zscore (Intermediacao)	Zscore (Autovetor)	Zscore (Densidade)	Zscore (Distancia)	Zscore (Resultados)
-2,069**	0,624	1,258	1,181	1,194	1,388	1,347	-1,055	-0,337	0,136	-1,024	1,215	-0,361

Nota: *p<0,05, **p<0,01.

Fonte: Elaborada pela autora.