

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Jaime Roberto Pohlmann

**ESTRATÉGIAS PARA O AUMENTO DA EFICÁCIA DA
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E GERAÇÃO DE INOVAÇÕES E
DIAGNÓSTICO DA CAPACIDADE PARA TAL EM ECOSISTEMAS DE
INOVAÇÃO ACADÊMICOS**

Porto Alegre

2022

Jaime Roberto Pohlmann

**ESTRATÉGIAS PARA O AUMENTO DA EFICÁCIA DA TRANSFERÊNCIA DE
TECNOLOGIA E GERAÇÃO DE INOVAÇÕES E DIAGNÓSTICO DA
CAPACIDADE PARA TAL EM ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO ACADÊMICOS**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Orientador: Professor José Luis Duarte Ribeiro,
Dr.

Porto Alegre

2022

Jaime Roberto Pohlmann

**ESTRATÉGIAS PARA O AUMENTO DA EFICÁCIA DA TRANSFERÊNCIA DE
TECNOLOGIA E GERAÇÃO DE INOVAÇÕES E DIAGNÓSTICO DA
CAPACIDADE PARA TAL EM ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO ACADÊMICOS**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Orientador José Luis Duarte Ribeiro, Dr.
PMPEP/UFRGS

Prof. Ricardo Augusto Cassel, Dr.
Coordenador PMPEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professora Carla Schwengber ten Caten, Dra. (PMPEP/UFRGS)

Ana Paula Matei, Dra. (ZENIT/UFRGS)

Sabrina da Rosa Pojo Santos, Dra. (EE/UFRGS)

Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, elas são a abertura para achar as que estão certas.

Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família, pelo apoio incondicional na busca pelo conhecimento como forma de alcançar a sabedoria pessoal e profissional. Muito em especial, agradeço minhas fiéis companheiras, minha esposa Denise e minha filha Alice, sem as quais nada seria possível. Agradeço o incentivo a buscar a realização dos meus sonhos, que são nossos sonhos. - Vocês são a razão de tudo e é por vocês que hoje concluo mais essa etapa.

Agradeço ao meu orientador Prof. José Luis Duarte Ribeiro, por ser essa pessoa admirável e inspiradora na busca do conhecimento científico. Agradeço pelos ensinamentos, pela compreensão, pela dedicação e pelo apoio durante o período de mestrado. É uma honra e um prazer ser orientado dessa forma leve e ao mesmo tempo inteligente e perspicaz. Além do mais, considero que conquistei um grande amigo para a vida.

Agradeço a todos os professores do PPGEF, pelo conhecimento transmitido e pelas amizades que conquistei. A dedicação desse time é realmente inspiradora e motivadora. É uma parceria que torna a busca pelo conhecimento muito mais fácil. É um prazer fazer parte desse grupo.

Agradeço aos colegas do mestrado e do doutorado do PPGEF, aos colegas do Núcleo de Inovação e Sustentabilidade, o NIS, pelos trabalhos conjuntos e pelas parcerias, nos momentos de descontração e nos momentos em que precisamos vencer as barreiras que se impunham no nosso caminho. Dentre estes, um agradecimento especial ao Arthur Marcon, pela parceria e coorientação, mostrando os melhores caminhos e as melhores estratégias para seguir na direção da pesquisa de impacto internacional.

Finalmente, agradeço à universidade pública brasileira e, com um carinho muito especial, à UFRGS, a qual me conduziu e continua me conduzindo a conquistas relevantes na minha vida profissional, me colocando à disposição para contribuir com o progresso da sociedade.

RESUMO

As universidades possuem um papel fundamental na promoção do progresso da sociedade. Através da sua chamada terceira missão, direcionada à sua contribuição social e econômica, as universidades contribuem para a geração de tecnologias e empreendimentos inovadores, promovendo o ecossistema de inovação regional. Neste sentido, a presente dissertação apresenta um estudo, que fornece referências e orientações para melhorar a eficácia da condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade, envolvendo o Núcleo de Inovação Tecnológica da universidade (NIT) e os pesquisadores voltados à projetos de Transferência de Tecnologia e Inovação (TT&I), os chamados *Principal Investigators* (PIs). O estudo está apresentado no formato de dois artigos, contidos nesta dissertação. No primeiro artigo foram identificadas e discutidas as estratégias para aumentar a eficácia da Transferência de Tecnologia (TT) da universidade para o setor industrial, respondendo duas questões de pesquisa: (i) Quais são as barreiras que impedem a transferência da pesquisa acadêmica para a indústria? (ii) Quais são as estratégias para transferir os resultados de pesquisas acadêmicas para a indústria? Os resultados obtidos através de uma revisão sistemática da literatura conduziram à elaboração de uma lista de estratégias para aumentar a eficácia da TT, a serem implementadas pelo NIT, utilizando a sua natureza ambidestra (acadêmica e de negócios). No segundo artigo foi desenvolvido um mecanismo de levantamento de dados para traçar um diagnóstico da capacidade de TT&I de ecossistema de inovação acadêmico, bem como o mapeamento dos seus PIs. Este mecanismo foi aplicado junto ao quadro de docentes da Escola de Engenharia (EE) e do Instituto de Física (IF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e foi capaz de traçar um diagnóstico, apontando as forças e as fraquezas das unidades analisadas em relação à capacidade de desenvolver projetos voltados à TT&I.

Palavras-chave: Transferência de Tecnologia, Inovação, Ecossistemas de Inovação, Interação Universidade-empresas, Núcleo de Inovação Tecnológica, *Principal Investigator*.

ABSTRACT

Universities play a fundamental role in promoting the progress of society. Through its so-called third mission, linked to its social and economic mission, universities deliver innovative technologies and ventures for society, promoting the regional innovation ecosystem. In this sense, this dissertation provides references and guidelines to improve the effectiveness of conducting academic research results for society, involving the University's Technology Transfer Office (TTO) and the researchers of the university focused on Technology Transfer and Innovation (TT&I) projects, the so-called Principal Investigators (PIs). This study is presented in two articles contained in this dissertation. In the first article, we present and discuss strategies to increase the efficiency of technology transfer (TT) from the university to the industrial sector, answering two research questions: (i) What are the barriers that hamper academic research transferring to the industry? (ii) What are the strategies for transferring academic research results to the industry? The results obtained through a systematic literature review led to the elaboration of a list of strategies to increase the effectiveness of TT, to be implemented by the TTO, taking advantage of its ambidextrous nature (academic and business). In the second article, we developed a survey mechanism to diagnose the capacity to TT&I in academic innovation ecosystems and the mapping of their PIs. We applied this mechanism to the researchers of the School of Engineering and the Institute of Physics of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS). The results showed that it was able to draw a diagnosis, pointing out the strengths and weaknesses of the analyzed units concerning the ability to develop projects aimed at TT&I.

Keywords: Technology Transfer, Innovation, Innovation Ecosystems, University-Industry Collaboration, Technology Transfer Office, Principal Investigator.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1 - Representação esquemática da estratégia de busca. | 23 |
| Figura 3.1 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à avaliação da universidade..... | 60 |
| Figura 3.2 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à competência organizador | 61 |
| Figura 3.3 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à competência gerente | 62 |
| Figura 3.4 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à competência visionário | 63 |
| Figura 3.5 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à competência empreendedor | 65 |
| Figura 3.6 - Resultados da avaliação dos recursos e capacidades dos PIs para atendimento de projetos de TT&I..... | 68 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 - Resultados obtidos nas bases de dados após cada etapa das pesquisas..... | 24 |
| Tabela 2.2 - Barreiras para a eficácia da TT | 27 |
| Tabela 2.3 - Estratégias para aumentar a eficácia da TT..... | 30 |
| Tabela 2.4 - Estratégias internas e externas do TTO para superar ou mitigar as barreiras que dificultam a TT. | 33 |
| Tabela 3.1 - Perfil típico do PI em função das competências essenciais (Mangematin et al., 2014; Kidwell, 2014; Cunningham et al., 2015; O’Kane, 2018;2020). | 53 |
| Tabela 3.2 - Avaliação do alinhamento da universidade com a cultura da TT&I..... | 55 |
| Tabela 3.3 - Avaliação das competências dos pesquisadores em função das atividades típicas do PI . | 57 |
| Tabela 3.4 - Avaliação dos recursos e capacidades disponíveis para o pesquisador..... | 58 |
| Tabela 3.5 - Identificação e classificação dos PIs em função das competências essenciais. | 66 |
| Tabela 3.6 - Distribuição dos PIs em função dos seus recursos e capacidades..... | 69 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1. TEMA E OBJETIVOS..... | 13 |
| 1.2. JUSTIFICATIVA DO TEMA E OBJETIVOS..... | 13 |
| 1.3. MÉTODOS | 14 |
| 1.4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO..... | 15 |
| 1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO..... | 16 |
| REFERÊNCIAS..... | 16 |
| 2. ARTIGO 1: ESTRATÉGIAS INTERNAS E EXTERNAS PARA MELHORAR A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE PARA A INDÚSTRIA: UM COMPÊNDIO PARA NÚCLEOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA | 20 |
| 2.1. Introdução | 20 |
| 2.2. Método | 23 |
| 2.3. Resultados | 25 |
| 2.3.1. Barreiras para a Transferência da Tecnologia..... | 25 |
| 2.3.2. Estratégias de Transferência de Tecnologia..... | 28 |
| 2.4. Discussão..... | 30 |
| 2.5. Conclusões | 34 |
| Referências..... | 36 |
| 3. ARTIGO 2: DIAGNÓSTICO DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE <i>PRINCIPAL INVESTIGATORS</i> EM ECOSISTEMAS ACADÊMICOS..... | 45 |
| 3.1. Introdução | 45 |
| 3.2. Panorama teórico..... | 48 |
| 3.2.1. As barreiras para a TT e para a geração de inovações | 48 |
| 3.2.2. Os principais atores do ecossistema de inovação acadêmico..... | 50 |
| 3.2.3. O papel do Principal Investigator no ecossistema de inovação..... | 51 |
| 3.3. Método | 54 |
| 3.4. Resultados e discussão | 59 |
| 3.4.1. Avaliação da universidade..... | 59 |
| 3.4.2. Avaliação das competências essenciais dos pesquisadores..... | 61 |
| 3.4.3. Comentários livres dos pesquisadores..... | 70 |
| 3.5. Conclusões | 71 |
| Referências..... | 74 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 81 |
| 4.1. RESUMO DOS PRINCIPAIS ACHADOS | 81 |
| 4.2. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS..... | 82 |

1. INTRODUÇÃO

Conforme Schumpeter (1911; 1942) destacou em suas obras seminais, a inovação acontece quando uma invenção é levada ao mercado, configurando sua valorização econômica. Neste contexto, as universidades são agentes criativos de conhecimento, desenvolvendo inovações tecnológicas importantes para a melhoria dos ecossistemas de inovação regionais, possibilitando um regime de desenvolvimento econômico baseado na ciência (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

As universidades, ao interagirem com as demais entidades da quádrupla hélice da inovação – governo, indústria, universidade e sociedade civil organizada (Carayannis et al., 2018; Miller et al., 2018) – através da sua terceira missão (Etzkowitz, 2003; Piqué et al., 2020), assumem um papel fundamental na promoção do progresso da sociedade (Guerrero & Urbano, 2017). Esta interação proporciona o transbordamento do conhecimento gerado nas universidades e constitui-se uma importante força motriz geradora de crescimento, através do fornecimento de soluções para problemas específicos (Feliu & Rodríguez, 2017; Zawislak & Dalmarco, 2011) e de geração de inovações com alto impacto para a sociedade (Rotolo et al., 2015; Audretsch et al., 2021).

Para o ambiente acadêmico, a interação da universidade com os atores da inovação traz vantagens importantes ao promover a pesquisa acadêmica, contribuindo diretamente no aumento de publicações científicas e favorecendo o conceito positivo da universidade nos sistemas de avaliação das instituições de ensino (O'Kane et al., 2015; Giunta et al., 2016; Sengupta & Ray, 2017). Também, a interação da academia com os atores da inovação é um fator influenciador do surgimento de empresas cuja base de conhecimento é oriunda da pesquisa acadêmica, as chamadas *startups* e *spin-offs*. Essas empresas, pela sua origem acadêmica, favorecem a troca de conhecimento, contribuindo com a promoção da cultura empreendedora dentro do meio acadêmico (O'Kane et al., 2015; Feliu et al., 2017; Son et al., 2019). Dessa forma, a universidade assume um papel mais amplo, o de fornecer subsídio cognitivo e prático para a formação de uma sociedade voltada ao empreendedorismo (Audretsch, 2014). Ainda, o desenvolvimento tecnológico conjunto entre a universidade e empresas favorece a geração de propriedade intelectual através desta parceria, constituindo numa importante alternativa de fonte de receita para a instituição acadêmica, de forma direta, a partir da comercialização dos resultados da pesquisa na forma de licenciamento, parcerias, entre outras (O'Kane et al., 2015; Son et al., 2019). Assim, as vantagens trazidas pela interação entre a universidade e empresas são significativas tanto para a sociedade em geral

como para o ambiente acadêmico, não se constituindo numa via de mão única. A busca pela Transferência de Tecnologia e Inovação (TT&I) promove uma troca mútua de conhecimento, podendo-se considerar que é uma relação de ganha-ganha, na qual se forma um “círculo virtuoso” de geração de conhecimento (Sengupta & Ray, 2017).

Para que essa interação aconteça, a universidade dispõe de mecanismos de condução de conhecimento/tecnologia para a sociedade. Isso pode se dar através da formação de profissionais ou do uso de mecanismos de transferência de tecnologia (TT), que podem envolver processos formais - e.g., licenciamento/*royalty* de propriedade intelectual, *joint venture*, geração de *startup* em incubadora ou parque tecnológico - ou informais – e.g., contatos pessoais, consultorias, conferências (Link, Siegel, & Bozeman, 2007; Noh & Lee, 2019).

No âmbito do conceito da universidade empreendedora, muitos laboratórios e grupos de pesquisa funcionam como células de geração de conhecimento e de tecnologias dentro do ecossistema de inovação acadêmico (Etzkowitz, 2003). Neste ambiente, por meio de conexões externas são firmadas parcerias, contratos de pesquisa e transferência de conhecimento e de tecnologia. Isso exige que haja atores internos à universidade a conduzirem esse processo de aproximação e interação entre a universidade e empresas. Segundo O’Kane (2018), os principais atores responsáveis pela efetivação dessa interação são o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) e os pesquisadores da universidade.

O NIT consiste no agente interno à universidade responsável por intermediar as relações entre a pesquisa e o setor produtivo (Villani et al., 2017), estimular o ambiente de cooperação entre a pesquisa acadêmica e o setor produtivo e promover a cultura do empreendedorismo (Phan & Siegel, 2006; Powers & McDougall, 2005). Neste contexto, o NIT possui atribuições específicas para a promoção e ampliação do ambiente de inovação, auxiliando os pesquisadores a entender as necessidades da indústria e prestando suporte ao processo de TT (Siegel et al., 2003; Colombo & Delmastro, 2002; Clarysse & Moray, 2004). Portanto, as competências do NIT estão voltadas basicamente para os mecanismos e as fases formais dos processos de Transferência de Tecnologia e Inovação (TT&I).

Em relação ao pesquisador, pelo seu posicionamento desde a fase inicial do desenvolvimento dos projetos de pesquisa, ele apresenta maior relevância nessa fase, no estreitamento das fronteiras entre a pesquisa e empresas (Boehm & Hogan, 2014). Mas ele também é capaz de atravessar essas fronteiras. Quando o pesquisador apresenta as competências e capacidades voltadas à TT&I, sua participação no processo pode acontecer desde a entrada (pesquisa básica) até a saída (comercialização), de forma proativa e eficaz

(O’Kane, 2018), agregando valor aos resultados da sua pesquisa e conduzindo-os para um estágio próximo da entrega para a sociedade (Cunningham et al., 2018). Ao atender demandas do setor produtivo ou gerar tecnologias/negócios inovadores o pesquisador estreita as fronteiras entre os atores da inovação, impactando no aumento da eficácia da TT&I (Mangematin et al., 2014; O’Kane., 2018). Dessa forma, o pesquisador e o NIT são atores fundamentais e complementares para a integração do ecossistema de inovação acadêmico com o ecossistema de inovação regional, visando a melhor performance no processo de condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade.

1.1. TEMA E OBJETIVOS

Diante do exposto anteriormente, a presente dissertação tem como objetivo geral apresentar um estudo, envolvendo os dois principais atores da TT&I no ambiente acadêmico - o NIT e o pesquisador - que forneça referências e orientações para melhorar a eficácia da condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade. Como objetivo mais amplo este estudo busca contribuir para o fortalecimento do ecossistema de inovação acadêmico e sua integração ao ecossistema de inovação regional.

Especificamente, buscou-se:

- a) Identificar as barreiras que inibem a condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade;
- b) Identificar as estratégias para vencer essas barreiras e que possam ser conduzidas pelo NIT da universidade;
- c) Desenvolver um mecanismo para a realização de um diagnóstico da TT&I em um ecossistema de inovação acadêmico;
- d) Mapear e identificar os pesquisadores com perfil voltado para a TT&I no ecossistema de inovação acadêmico em um estudo aplicado na UFRGS;

1.2. JUSTIFICATIVA DO TEMA E OBJETIVOS

As universidades dos países emergentes, tais como o Brasil, têm obtido avanços na condução dos resultados das pesquisas acadêmicas para estágios mais próximos da comercialização nas últimas décadas (Soares, Torkomian & Nagano, 2020). Também, têm avançado na condução da sua terceira missão perante a sociedade mediante a implementação de programas voltados ao conceito de universidade empreendedora (Etzkowitz, 2003; Piqué et al., 2020). Porém a conversão desses resultados em efetiva Transferência de Tecnologia e geração de Inovações (TT&I) não vêm acontecendo na mesma intensidade (Dalmarco et al.,

2011; Sousa et al., 2018; Viana et al., 2018). A condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade ainda acontece de forma incipiente, principalmente em países com economias em desenvolvimento, cujas universidades muitas vezes ainda não possuem um ecossistema de inovação acadêmico desenvolvido (O’Kane, 2018). A pandemia da COVID-19 expôs a dicotomia entre os países desenvolvidos, que têm acesso e produzem tecnologia, e aqueles cujas economias estão em desenvolvimento, que não produzem e/ou têm acesso restrito aos benefícios das novas tecnologias. Há um risco real de que essas desigualdades sejam aumentadas no futuro próximo, criando novas e maiores divisões entre as nações (UNCTAD, 2021).

Assim, para que a universidade esteja voltada à TT&I, é necessário que ela possua um ecossistema de inovação acadêmico conectado a todos os setores da quádrupla hélice da inovação (Piqué et al., 2020), adotando uma estratégia de inovação que vise tornar a interação universidade-empresas mais eficaz, reduzindo as barreiras existentes (Villani et al., 2017) e funcionando de forma integrada com o ecossistema de inovação regional (Adner, 2006). Dessa forma, as universidades serão capazes de acompanhar o dinamismo e as turbulências típicas dos ecossistemas de inovação (van der Valk et al., 2011; Chen & Lin, 2017; Schuelke-Leech, 2018), colaborando com o fortalecimento do ecossistema de inovação regional.

1.3. MÉTODOS

A presente dissertação visa fornecer conhecimentos para aplicações práticas, buscando a solução de problemas específicos, caracterizando-se, portanto, como pesquisa aplicada, quanto à sua natureza. O estudo seguiu uma abordagem qualitativa, utilizando-se predominantemente dados qualitativos para sua condução. Esta abordagem permite um certo grau de autonomia ao pesquisador no preenchimento de lacunas teóricas e promove compreensões sobre o tema abordado, sendo desenvolvido de forma exploratória e descritiva para o atendimento dos objetivos. (Goddard & Melville, 2001; Baker, 2004; Borrego et al., 2009).

Assim, para atender os objetivos de (i) identificação das barreiras que inibem a condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade e as (ii) estratégias para vencer essas barreiras, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL). Essa abordagem foi considerada ideal para este caso pelo fato de utilizar protocolos rígidos e transparentes para o levantamento de contribuições teóricas em relação ao tema pesquisado (Kitchenham, 2004; Denyer & Tranfield, 2009).

Para atender os objetivos de (iii) desenvolver um mecanismo para o diagnóstico da TT&I em um ecossistema de inovação acadêmico e (iv) mapear os pesquisadores com perfil voltado para a TT&I no ecossistema de inovação acadêmico em um estudo aplicado, foi desenvolvido um instrumento de levantamento de dados em forma de questionário. Esse instrumento foi aplicado ao quadro de pesquisadores da universidade analisada. Para testar o método, ele foi aplicado em um levantamento conduzido junto ao quadro de docentes da Escola de Engenharia (EE) e do Instituto de Física (IF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

1.4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo apresenta limitações quantos aos seus objetivos e resultados conforme exposto a seguir. Primeiramente, a RSL adotada, que permitiu a identificação das barreiras que inibem a condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade e das estratégias para vencer essas barreiras, apresenta limitação na amostragem dos dados levantados, abrangendo artigos publicados no intervalo dos últimos seis anos, mais especificamente de 2015 a 2020. A RSL foi conduzida dessa maneira para evitar a geração de uma lista de referências muito extensa, o que tornaria a fase de leitura dos artigos inexequível, considerando a limitação de tempo para tal. Esta limitação foi contrabalanceada adotando-se o método de *snowballing* a partir das referências levantadas na RSL. O método de *snowballing* permitiu obter e analisar referências relevantes citadas nos artigos analisados e que não estavam abrangidas no intervalo estipulado pela RSL. Dessa forma buscou-se tornar a base de dados analisada mais robusta e abrangente.

Da mesma forma, o levantamento de dados realizado para testar o mecanismo de diagnóstico da TT&I do ecossistema de inovação acadêmico e de identificação dos pesquisadores com perfil voltado para a TT&I, apresenta limitação de abrangência, envolvendo somente as unidades da Escola de Engenharia e do Instituto de Física da UFRGS. Também, no âmbito prático, o objetivo de identificação dos pesquisadores com perfil voltado para a TT&I apresenta a limitação de abranger somente os respondentes ao questionário. Assim, as unidades investigadas podem ter outros pesquisadores com perfil para TT&I, que não foram identificados neste estudo porque não responderam ao questionário.

Portanto, o estudo apresenta limitações de ordem metodológica e prática, que se justificam pelos objetivos envolverem obstáculos temporais e de brevidade do estudo. Neste sentido, ao final desta dissertação, uma seção é devotada a elencar possibilidades de pesquisas futuras que superem esses obstáculos e avancem o conhecimento no campo.

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada no formato de dois artigos. Após esta Introdução, o Artigo 1 (Seção 2) é intitulado “*estratégias internas e externas para melhorar a transferência de tecnologia da universidade para a indústria: um compêndio para núcleos de inovação tecnológica*”. Neste artigo são abordados os objetivos de (i) identificação das barreiras que inibem a condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade e as (ii) estratégias para vencer essas barreiras. Este artigo está voltado basicamente ao processo e os mecanismos formais de TT, nos quais o NIT se apresenta como o ator principal.

O Artigo 2 (Seção 3) é intitulado “Diagnóstico da Transferência de Tecnologia e Inovação e identificação de *principal investigators* em ecossistemas acadêmicos”. Neste artigo são abordados os objetivos de (iii) desenvolvimento de um mecanismo para o diagnóstico da TT&I em um ecossistema de inovação acadêmico e (iv) mapeamento dos pesquisadores com perfil voltado para a TT&I no ecossistema de inovação acadêmico. Este artigo explora a importância do pesquisador e os mecanismos informais de TT dentro do processo de TT&I.

Após os artigos, a dissertação é finalizada com as seções de conclusões, resumindo os principais achados, e sugestões para trabalhos futuros, fornecendo indicações para o aprofundamento das pesquisas na área de TT&I, mais especificamente na interface universidade-empresa.

REFERÊNCIAS

- Adner, R. (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*, 84(4), 98–107; 148. Retrieved from <https://hbr.org/2006/04/match-your-innovation-strategy-to-your-innovation-ecosystem>
- Audretsch, D. B. (2014). From the entrepreneurial university to the university for the entrepreneurial society. *Journal of Technology Transfer*, 39(3), 313–321. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9288-1>
- Audretsch, D., Fornahl, D., & Klarl, T. (2021). Radical innovation and its regional impact—a roadmap for future research. *Small Business Economics*, 1–4. <https://doi.org/10.1007/s11187-021-00463-y>
- Baker, M. J. (2004). Selecting a Research Methodology. *The Marketing Review*, 1(3), 373–397. <https://doi.org/10.1362/1469347002530736>
- Boehm, D. N., & Hogan, T. (2014). ‘A jack of all trades’: the role of PIs in the establishment and management of collaborative networks in scientific knowledge commercialisation. *Journal of Technology Transfer*, 39(1), 134–149. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9273-8>
- Borrego, M., Douglas, E. P., & Amelink, C. T. (2009). Quantitative, Qualitative, and Mixed Research Methods in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 98(1), 53–

66. <https://doi.org/10.1002/J.2168-9830.2009.TB01005.X>
- Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., Campbell, D. F. J., Meissner, D., & Stamati, D. (2018). “Mode 3” universities and academic firms: Thinking beyond the box trans-disciplinarity and nonlinear innovation dynamics within cooperative entrepreneurial ecosystems. *International Journal of Technology Management*, 77(1–3), 145–185. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2018.091714>
- Chen, S. H., & Lin, W. T. (2017). The dynamic role of universities in developing an emerging sector: a case study of the biotechnology sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 283–297. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.006>
- Clarysse, B., & Moray, N. (2004). A process study of entrepreneurial team formation: The case of a research-based spin-off. *Journal of Business Venturing*, 19(1), 55–79. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(02\)00113-1](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(02)00113-1)
- Colombo, M. G., & Delmastro, M. (2002). How effective are technology incubators? Evidence from Italy. *Research Policy*, 31(7), 1103–1122. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00178-0](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00178-0)
- Cunningham, J. A., Menter, M., & O’Kane, C. (2018). Value creation in the quadruple helix: a micro level conceptual model of principal investigators as value creators. *R and D Management*, 48(1), 136–147. <https://doi.org/10.1111/radm.12310>
- Dalmarco, G., Dewes, M. de F., Zawislak, P. A., & Padula, A. D. (2011). Universities’ Intellectual Property: Path for Innovation or Patent Competition? *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(3), 159–170. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242011000300012>
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. In D. A. Buchanan & A. Bryman (Ed.), *The Sage handbook of organizational research methods* (pp. 671–689). Retrieved from <https://psycnet.apa.org/record/2010-00924-039>
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as “quasi-firms”: The invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32(1), 109–121. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00009-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00009-4)
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Feliu, V. R., & Rodríguez, A. D. (2017). Knowledge transfer and university-business relations: Current trends in research. *Intangible Capital*, 13(4), 697–719. <https://doi.org/10.3926/ic.990>
- Goddard, W., & Melville, S. (2001). *Research methodology : an introduction*. Juta.
- Guerrero, M., & Urbano, D. (2017). The impact of Triple Helix agents on entrepreneurial innovations’ performance: An inside look at enterprises located in an emerging economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 294–309. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.015>
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Staffordshire, UK.
- Link, A. N., Siegel, D. S., & Bozeman, B. (2007). An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 641–655. <https://doi.org/10.1093/ICC/DTM020>
- Mangematin, V., O’Reilly, P., & Cunningham, J. (2014). PIs as boundary spanners, science and

- market shapers. *Journal of Technology Transfer*, 39(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1007/s10961-012-9270-y>
- Miller, K., McAdam, R., & McAdam, M. (2018). A systematic literature review of university technology transfer from a quadruple helix perspective: toward a research agenda. *R and D Management*, 48(1), 7–24. <https://doi.org/10.1111/radm.12228>
- Noh, H., & Lee, S. (2019). Where technology transfer research originated and where it is going: a quantitative analysis of literature published between 1980 and 2015. *Journal of Technology Transfer*, 44(3), 700–740. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9634-4>
- O’Kane, C. (2018). Technology transfer executives’ backwards integration: An examination of interactions between university technology transfer executives and principal investigators. *Technovation*, 76–77(SI), 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.08.001>
- Phan, P. H., & Siegel, D. S. (2006). The effectiveness of university technology transfer. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 2(2), 77–144.
<https://doi.org/10.1561/03000000006>
- Piqué, J. M., Berbegal-Mirabent, J., & Etzkowitz, H. (2020). The Role of Universities in Shaping the Evolution of Silicon Valley’s Ecosystem of Innovation. *Triple Helix*, 1, 1–45.
<https://doi.org/10.1163/21971927-BJA10009>
- Porter, M. E., & Millar, V. E. (1985). *How Information Gives You Competitive Advantage*.
- Powers, J. B., & McDougall, P. P. (2005). University start-up formation and technology licensing with firms that go public: A resource-based view of academic entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 20(3), 291–311. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.12.008>
- Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2015). What is an emerging technology? *Research Policy*, 44(10), 1827–1843. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.006>
- Schuelke-Leech, B.-A. (2018). A model for understanding the orders of magnitude of disruptive technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 261–274.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.033>
- Schumpeter, J. (1911). *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.
- Schumpeter, J. A. (1982). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle (1912/1934)*. Transaction Publishers.
- Sengupta, A., & Ray, A. S. (2017). University research and knowledge transfer: A dynamic view of ambidexterity in british universities. *Research Policy*, 46(5), 881–897.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.03.008>
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2003). Commercial knowledge transfers from universities to firms: Improving the effectiveness of university-industry collaboration. *Journal of High Technology Management Research*, 14(1), 111–133.
[https://doi.org/10.1016/S1047-8310\(03\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S1047-8310(03)00007-5)
- Soares, T. J., Torkomian V, A. L., & Nagano, M. S. (2020). University regulations, regional development and technology transfer: The case of Brazil. *Technological Forecasting and Social Change*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120129>
- Sousa, D., Zambalde, A., Souki, G., Veroneze, R., Sousa, D., Zambalde, A., ... Veroneze, R. (2018). Marketing Myopia in Brazilian Public Universities: An Empirical Study Involving Academicians. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13(3), 12–23.

<https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000300012>

UNCTAD. (2021). *Technology and Innovation Report 2021*. Retrieved from <https://unctad.org/webflyer/technology-and-innovation-report-2021>

van der Valk, T., Chappin, M. M. H., & Gijsbers, G. W. (2011). Evaluating innovation networks in emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(1), 25–39. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.07.001>

Viana, L., Jabour, D., Ramirez, P., da Cruz, G., Viana, L., Jabour, D., ... da Cruz, G. (2018). Patents Go to The Market? University-Industry Technology Transfer from a Brazilian Perspective. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13(3), 24–35. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000300024>

Villani, E., Rasmussen, E., & Grimaldi, R. (2017). How intermediary organizations facilitate university–industry technology transfer: A proximity approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 86–102. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.004>

Zawislak, P. A., & Dalmarco, G. (2011). The silent run: New issues and outcomes for University–industry relations in Brazil. *Journal of Technology Management and Innovation*, 6(2), 66–82. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242011000200005>

2. ARTIGO 1: ESTRATÉGIAS INTERNAS E EXTERNAS PARA MELHORAR A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE PARA A INDÚSTRIA: UM COMPÊNDIO PARA NÚCLEOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Resumo

Este estudo identifica e discute estratégias para aumentar a eficiência da transferência de tecnologia da universidade para o setor industrial. O estudo responde a duas questões de pesquisa: (i) Quais são as barreiras que dificultam a transferência de pesquisas acadêmicas para a indústria? (ii) Quais são as estratégias para a transferência de resultados de pesquisas acadêmicas para a indústria? Nossos achados mostram que as principais barreiras que dificultam a transferência de tecnologia estão relacionadas a fatores organizacionais, técnicos, humanos e culturais que compreendem os ambientes acadêmico e industrial. Em relação às estratégias, nossos achados revelam que elas podem ser classificadas em quatro abordagens principais: cooperar, disseminar, prospectar e favorecer os negócios. Cobrindo essas abordagens, é apresentada uma lista de estratégias que podem ser implementadas para lidar com a natureza ambidestra dos TTOs e aumentar a transferência de tecnologia. Finalmente, é fornecida uma discussão sobre as descobertas e a relação entre as principais barreiras e as estratégias para um processo de Transferência de Tecnologia mais eficaz.

Keywords: transferência de tecnologia, núcleo de inovação tecnológica, interação universidade-indústria, inovação tecnológica

2.1. Introdução

A partir de sua natureza, as universidades atuam como agentes criativos do conhecimento, produzindo importantes desenvolvimentos tecnológicos por meio da pesquisa acadêmica. De fato, as universidades possuem o conhecimento para gerar tecnologias com potencial para serem transferidas para a sociedade por meio de interações com as indústrias. Essas interações contribuem para o aprimoramento dos ecossistemas de inovação e possibilitam a criação de um regime de desenvolvimento econômico baseado em ciência (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Considerando a importância do desenvolvimento tecnológico, a conexão da universidade com o setor industrial por meio de mecanismos de exploração da inovação pode

direcionar o conhecimento da pesquisa acadêmica para a indústria (Marcon & Ribeiro, 2021). Assim, a interação universitária com a indústria introduz inovações na sociedade (Chapple et al., 2005; Thursby & Kemp, 2002), e é fundamental para o desenvolvimento industrial da economia baseada no conhecimento (Calcagnini & Favaretto, 2016), especialmente considerando o contexto dos ecossistemas de inovação (Marcon & Ribeiro, 2021).

Nesse sentido, os Escritórios de Transferência de Tecnologia, no Brasil chamados de Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), atuam como extensões da universidade para o mercado para permitir fluxos de saída de pesquisas universitárias para a indústria e fluxos de entrada da indústria para a universidade (Siegel et al., 2003). Ao mesmo tempo, eles também visam reunir indústria e universidade para desenvolver tecnologias alinhadas às necessidades do mercado e ao nível de maturidade esperado do setor (O’Kane et al., 2015; Markham, 2002; Giuri et al., 2019). Como tal, os NITs executam fluxos de entrada de conhecimento e demanda da indústria para a universidade.

A adoção de políticas de TT mais eficazes pelas universidades começou com a chamada Lei Bayh-Dole de 1980 nos EUA, que instituiu uma política de patentes que removeu restrições à comercialização de invenções geradas por pesquisas financiadas pelo governo federal, permitindo às universidades o depósito das patentes obtidas a partir de pesquisas acadêmicas. Muitos países ao redor do mundo seguiram esse ato e estabeleceram os Escritórios de Transferência de Tecnologia (TTOs, do inglês Technology Transfer Offices) em suas universidades. Isso facilitou a difusão tecnológica e, conseqüentemente, promoveu o desenvolvimento econômico e a atividade empreendedora (Jensen & Thursby, 2001; Audretsch et al., 2002; Siegel et al., 2003; Phan & Siegel, 2006).

No entanto, esse processo de implementação dos TTOs ocorreu de forma desigual no mundo. Embora alguns países tenham implementado mais rapidamente, outros têm levado mais tempo para consolidar suas leis de gestão da inovação, devido a diferenças estruturais e culturais (Oliveira & Teixeira, 2010; Bueno & Torkomian, 2018). Por exemplo, no Brasil, a chamada Lei da Inovação (Law No 10.973, 2004), que instituiu os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), correspondentes aos TTOs, foi estabelecida mais de vinte anos após a lei americana, enquanto na maioria dos países desenvolvidos na Europa esse processo levou menos de dez anos (Dias & Porto, 2018; Bueno & Torkomian, 2018). Esse atraso é observado principalmente nos países em desenvolvimento (Bhullar, Nangia, & Batish, 2017), em que a maioria dos TTOs de suas universidades ainda estão em um estágio incipiente de desenvolvimento em comparação com as das universidades em países desenvolvidos (Lindelöf, 2011; Secundo et al., 2016).

Nesse sentido, faltam estudos que compilem estratégias que possam ser adotadas pelos TTOs (ou NITs, no caso brasileiro), para superar ou mitigar as barreiras mais comuns à TT. Vários estudos e modelos para fazer a ponte entre a pesquisa e o setor empresarial foram propostos e discutidos, tanto para a tecnologia em geral (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Kaushik et al., 2014; Noh & Lee, 2019; Stemberkova et al., 2020) quanto aos casos de tecnologias específicas (e.g., Nidhra et al., 2013). Estudos envolvendo revisões de literatura também são encontrados, tais como Holgersson & Aaboen (2019), que apresentam um estudo que discute a comercialização de tecnologias envolvendo Propriedade Intelectual. Também, Kochenkova et al. (2016) apresentam uma revisão da literatura sobre mecanismos de apoio público para melhorar as atividades de transferência de conhecimento universitário. No entanto, como mitigar as barreiras e aumentar a eficiência do processo TT da universidade para indústria permanece difuso, com diferentes entendimentos sobre as atividades conduzidas pelos TTOs para transferir tecnologia (Hsu et al., 2015; Bazan, 2019; Mendoza & Sanchez, 2018).

As estratégias específicas utilizadas para superar as barreiras de TT carecem de um mapeamento e discussão sistemáticas na literatura. Assim, este estudo identifica e discute os estudos mais recentes e fornece diretrizes para o desenvolvimento do processo de transferência de tecnologia dos NITs (utilizando a nomenclatura brasileira). Por meio de uma revisão sistemática da literatura, coletou-se e sistematizou-se informações sobre as barreiras e estratégias para melhorar o desempenho dos NITs para a implementação da TT. Assim, as questões de pesquisa que nortearam essa investigação foram: (i) quais são as barreiras para a transferência dos resultados de pesquisas acadêmicas para a indústria? E (ii) quais são as estratégias para transferir resultados de pesquisa acadêmica para a indústria?

Para investigar tais questões e responder às questões da pesquisa, a revisão sistemática da literatura (RSL) foi considerada o método mais adequado, pois permite avaliar e interpretar o conhecimento acadêmico atual disponível. A RSL reúne os estudos relevantes sobre o tema permitindo o desenho de um quadro completo a partir do conjunto de evidências identificadas (Kitchenham, 2004).

A contribuição deste estudo para a literatura TT é feita em três dimensões: em primeiro lugar, mapear pesquisas atuais abordando o NIT e como ele ajuda a levar as tecnologias oriundas da pesquisa acadêmica para a indústria (e vice-versa); em segundo lugar, analisar barreiras para a transferência de tecnologia e estratégias para superar tais barreiras da TT, como descrito em estudos anteriores. Por fim, avançamos na literatura sobre estratégias de TT, diferenciando estratégias voltadas para o ambiente acadêmico e para o ambiente do

setor produtivo, que correspondem às competências do NIT, que constitui uma nova contribuição para a literatura sobre as relações universidade-indústria.

2.2. Método

Seguindo o método da RSL, com base nas questões de pesquisa apresentadas, foi definida uma estratégia de busca a ser utilizada na revisão. Para isso, foram mapeadas algumas palavras-chave relacionadas às questões de pesquisa para a formulação da busca, combinando termos geralmente utilizados para se referir à transferência de tecnologia, ao ambiente interno da universidade, ao ambiente externo à universidade e aos termos que se referem a "formas de", "modelos" ou "estratégias". Isso permitiu encontrar artigos focados em "estratégias de transferência de tecnologias da universidade para a sociedade".

Inicialmente pesquisou-se no banco de dados da Web of Science. Para focar em estudos mais recentes, a pesquisa ficou restrita a artigos de revistas publicados nos últimos seis anos, de 2015 a 2020. Finalmente, a mesma busca foi realizada no banco de dados Scopus para aumentar o conjunto de periódicos indexados. Em relação às bases de dados, Web of Science e Scopus são considerados os dois bancos de dados de citação líderes mundiais, amplamente utilizados para trabalhos acadêmicos devido à sua ampla cobertura (Zhu & Liu, 2020). Scopus é o maior banco de dados de citação da literatura revisada por pares (Elsevier, 2017) e Web of Science detém mais de 12.000 periódicos de maior impacto (Analytics, 2017). Nesse sentido, Echchakoui (2020) argumenta que, em termos de cobertura, a combinação das duas bases de dados produz resultados robustos, uma vez que uma complementa a outra. A estratégia de pesquisa usada em ambos os bancos de dados é mostrada na Figura 2.1.

Title:



AND

Title + abstract

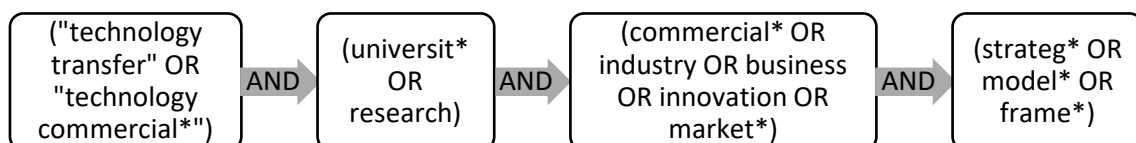


Figura 2.1 - Representação esquemática da estratégia de busca.

As buscas retornaram 249 artigos no banco de dados da Web of Science e 190 artigos no banco de dados Scopus. Foram excluídos do conjunto de artigos retornados 121 duplicados e 194 artigos que não abordavam as questões da pesquisa. Para definir se os artigos correspondiam ao escopo da pesquisa, foram lidos seu Título e Resumo e verificou-se se pelo menos uma das questões da pesquisa foi abordada. Para isso, foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (i) estudos envolvendo barreiras e estratégias de TT, (ii) estudos envolvendo TT da universidade para empresas. Enquanto isso, os critérios de exclusão foram: (i) estudos envolvendo casos de tecnologias específicas, (ii) estudos envolvendo apenas os aspectos legais da TT; (iii) estudos envolvendo apenas um mecanismo específico de TT, (iv) estudos envolvendo apenas modelos TT. Apoiados nesses critérios, foram aceitos 52 artigos potencialmente relevantes para a revisão.

Além disso, para garantir que todos os trabalhos importantes no campo fossem incluídos na RSL, foi utilizada a técnica de “snowballing” onde a lista de referência dos trabalhos aceitos foi utilizada para procurar outros documentos pertinentes. Quinze artigos foram recuperados usando essa técnica e foram adicionados ao estudo. Finalmente, o conjunto de trabalhos aceitos para o RSL foi composto por 67 artigos.

Durante a fase de leitura, os trabalhos foram classificados e agrupados com base na questão da pesquisa abordada. Trabalhos que abordaram mais de um dos temas foram contados simultaneamente nas duas categorias. Assim, 42 abordaram barreiras para a TT, e 42 apresentaram estratégias de TT. A Tabela 2.1 apresenta as etapas de execução da RSL e os resultados. Note-se que, como os artigos poderiam abordar tanto as barreiras de TT quanto as estratégias de TT, por isso a soma de ambas as classificações excede a quantidade identificada de artigos relevantes.

Tabela 2.1 - Resultados obtidos nas bases de dados após cada etapa das pesquisas.

| Artigos publicados de 2015 a 2020 | Resultados do banco de dados da Web of Science 249 artigos | Resultados do banco de dados Scopus 190 artigos |
|---------------------------------------|---|--|
| Depois de excluir arquivos duplicados | Artigos potencialmente relevantes 318 | |
| Após ler Título + Resumo | Artigos potencialmente relevantes 124 | |
| Depois de ler o artigo completo | Artigos potencialmente relevantes 52 | |
| Depois da técnica de “snowballing” | Artigos relevantes 67 | |
| Classificação por questão de pesquisa | Barreiras para a TT 42 artigos | Estratégias de TT 42 artigos |

| | | |
|--|--|--|
| (alguns artigos atendem ambas as categorias) | | |
|--|--|--|

2.3. Resultados

Considerando os artigos identificados, observou-se que há um expressivo número de periódicos discutindo o tema. O periódico com maior volume de publicações sobre o tema é a *Journal of Technology Transfer*, composto por 18% dos estudos, seguido por *Research Policy* (10%) e *Technological Forecasting and Social Change* (6%). Quanto à localização geográfica das instituições de origem das publicações, a maioria é do Reino Unido (15%), seguida pela China, Itália e Espanha (7% cada) e Brasil, Alemanha, Coreia e EUA (6% cada). Em relação ao período de publicação, 31% dos artigos analisados foram publicados no primeiro biênio da faixa da RSL (2015-2016), 36% no segundo biênio (2017-2018) e 27% no terceiro biênio (2019-2020). Assim, observa-se que há um aumento das publicações sobre o tema do primeiro para o segundo biênio e uma diminuição no terceiro biênio, o que pode ser devido ao atraso em algumas publicações causadas pela pandemia da COVID-19. Nas seções seguintes, são apresentadas as principais barreiras e estratégias identificadas neste estudo.

2.3.1. Barreiras para a Transferência da Tecnologia

A barreira mais citada para a eficácia da TT é a cultura organizacional da universidade. Sua excessiva burocracia envolvida no processo TT (Derrick, 2015; Toscano et al., 2017; Silva et al., 2017) e arranjo organizacional atomizado (Good et al., 2019), impulsionada por uma cultura acadêmica de geração de conhecimento, em vez de transferência de tecnologia (Alavi & Håbek, 2016), dificulta o fluxo eficiente da pesquisa para a comercialização. Tal desalinhamento cultural desfavorece a relação da universidade com a indústria e se reflete nos pesquisadores, que não se sentem motivados a se engajar com a TT (McAdam et al., 2017).

As duas próximas barreiras, citadas na literatura, referem-se a questões que envolvem infraestrutura e capacidade tecnológica, tanto da universidade quanto do lado da indústria (Forouhar et al., 2016; Khan et al., 2017). A literatura indica que as tecnologias geradas em um ambiente acadêmico dificilmente estão prontas para serem conduzidas ao mercado. Em geral, essas tecnologias estão em um estágio inicial de maturidade (Drivas & Panagopoulos, 2016; Bazan, 2019; Kim et al., 2019; Mason et al., 2019), e são difíceis de serem valoradas para comercialização. Isso se deve principalmente à falta de recursos tecnológicos e

infraestrutura (Forouhar et al., 2016; Meijer et al., 2019) do ambiente acadêmico para conduzir tecnologias para um estágio de maturidade próximo ao mercado. Isso dificulta a TT, já que as empresas precisam de comprovação da funcionalidade da tecnologia, preferencialmente em testes de campo. Além disso, certas tecnologias podem estar em tal nível de complexidade tal que são difíceis de serem introduzidas no mercado, pois precisariam de simplificações para serem aceitas (Lin & Berg, 2001; Forouhar et al., 2016; Meijer et al., 2019).

No mesmo sentido, de acordo com Alavi & Habek (2016), Azagra-Caro et al. (2017) and Pinto & Fernández-Esquinas (2018), quando as indústrias locais apresentam uma capacidade absorptiva deficiente, elas não são capazes de absorver tecnologias geradas a partir de pesquisas acadêmicas. Consequentemente, seu papel de transformar a invenção em uma inovação torna-se prejudicado. Embora a proximidade geográfica entre a universidade e as empresas que absorvem tecnologia tenha um papel importante nos processos de TT (Calcagnini & Favaretto, 2016), a deficiência na capacidade absorptiva ou ausente das indústrias cria um distanciamento cognitivo em relação à universidade, que está geograficamente próxima, mas cognitivamente separada devido à lacuna de nível de maturidade. A deficiência na capacidade absorptiva está geralmente ligada a infraestruturas deficientes e/ou recursos técnicos (Forouhar et al., 2016; Meijer et al., 2019).

Além disso, os recursos humanos da universidade desempenham um papel de destaque no estabelecimento das conexões entre a universidade e as empresas. No entanto, os pesquisadores acadêmicos são geralmente mais alinhados com o ambiente acadêmico e, portanto, não estão alinhados com a linguagem de mercado (negócios) (McAdam et al, 2017; Horner et al., 2019; Lafuente & Berbegal-Mirabent, 2019). Dias & Porto (2018) comentam sobre a alta rotatividade de funcionários de TTOs, que se deve principalmente ao alto número de bolsistas ou estagiários. Essa característica dificulta a manutenção de pessoal qualificado para as funções requeridas.

Nos aspectos relacionados aos TTOs, outra barreira à eficácia da TT é a natureza dual dos TTOs no contexto de sua competência, em suas relações. Por um lado, eles são apresentados como organizações acadêmicas, em contato próximo com seus membros, por outro são apresentados como instituições de negócios, em suas relações com o setor produtivo. Essa condição confunde tanto a academia quanto os representantes das empresas quanto a legitimidade dos TTOs em suas funções. Além disso, isso compromete a identidade dos TTOs e sua função de conectar a academia com a indústria (O'Kane et al., 2015; Derrick, 2015; Alvarado-Moreno, 2018). Toscano et al. (2017) and Villani et al. (2017) argumentam

que, muitas vezes, a indústria não está ciente dos resultados gerados pela pesquisa acadêmica, desfavorecendo a interação entre a universidade e as empresas, distanciando-os e desfavorecendo a eficácia da TT.

Portanto, a análise das principais barreiras à implementação de TT da universidade para a sociedade mostra que as barreiras estão relacionadas a diferentes dimensões envolvendo sua origem ou o ambiente em que está inserida. Especificamente, essas dimensões podem ser definidas como organizacionais, técnicas, humanas ou culturais. A Tabela 2.2 apresenta as barreiras mencionadas na RSL sobre a eficácia da TT, em ordem decrescente de citação, classificadas de acordo com as dimensões mencionadas.

Tabela 2.2 - Barreiras para a eficácia da TT

| Barreiras | Dimensão | Autores |
|---|--------------------------------|--|
| Cultura organizacional da universidade não alinhada com a TT | Organizacional | Alavi & Håbek, 2016; McAdam et al, 2017; Sengupta & Ray, 2017; Van Horne & Dutot, 2017; Son et al, 2019; Horner et al., 2019; Lafuente & Berbegal-Mirabent, 2019; Alvarado-Moreno, 2018; Hsu et al., 2015; Dias & Porto, 2018; Miller et al., 2016; Villani et al., 2017; Kirchberger & Pohl, 2016; O'Reilly & Cunningham, 2017; Holgersson & Aaboen, 2019 |
| Tecnologias em estágio inicial de maturidade ou muito complexas/sofisticadas | Recursos técnicos | Thursby & Thursby, 2007; Drivas & Panagopoulos, 2016; Bazan, 2019; Kim et al., 2019; Mason et al., 2019; Borge & Broering, 2017; Forouhar et al., 2016; Meijer et al., 2019; Ellingsen, 2017; Kirchberger & Pohl, 2016; Mazurkiewicz et al., 2021; Kochenkova et al., 2016; Mojaveri et al., 2011; Lin & Berg, 2001 |
| Recursos humanos não alinhados com linguagem de mercado ou pessoal insuficiente | Recursos humanos | McAdam et al, 2017; Horner et al., 2019; Lafuente & Berbegal-Mirabent, 2019; Mendoza & Sanchez, 2018; Silva et al., 2017; Alvarado-Moreno, 2018; Dias & Porto, 2018; Jefferson et al., 2017; Kirchberger & Pohl, 2016; O'Reilly & Cunningham, 2017; Cunningham et al., 2020 |
| Indústria com capacidade absorviva deficiente | Recursos técnicos e/ou humanos | Alavi & Håbek, 2016; Azagra-Caro et al., 2017; Pinto & Fernández-Esquinas, 2018; Dias & Porto, 2018; Miller et al., 2016; Forouhar et al., 2016; Khan et al., 2017; Ellingsen, 2017; Davey et al., 2015 |
| Natureza dual do TTO (acadêmico versus negócios) confunde sua competência | Cultural | Derrick, 2015; O'Kane et al., 2015; Alvarado-Moreno, 2018; Sengupta & Ray, 2017; O'Reilly & Cunningham, 2017; Holgersson & Aaboen, 2019 |
| Falta de envolvimento de pesquisadores com TT | Cultural | Alavi & Håbek, 2016; McAdam et al, 2017; Alvarado-Moreno, 2018; Llopis et al., 2018; Dias & Porto, 2018 |
| Excesso de burocracia | Organizacional | Derrick, 2015; Toscano et al, 2017; Silva et al., 2017; Dias & Porto, 2018; O'Reilly & Cunningham, 2017 |
| Dificuldade de valoração das tecnologias universitárias | Recursos técnicos e/ou humanos | Dias & Porto, 2018; Silva et al., 2017 |
| A indústria não está ciente da produção acadêmica | Cultural | Toscano et al., 2017; Villani et al., 2017 |

2.3.2. Estratégias de Transferência de Tecnologia

Algumas das estratégias encontradas apontam para mudanças de paradigmas, ou mudanças culturais institucionais, e outras focadas em questões organizacionais.

Alavi & Håbek (2016) comentam sobre a importância do conhecimento tácito envolvido em tecnologias geradas pela pesquisa acadêmica, que é inerente aos pesquisadores envolvidos. O conhecimento tácito que o pesquisador possui da tecnologia que desenvolveu é um fator importante para a eficácia do processo de TT (Maurseth & Svensson, 2020). Nesse sentido, Sun et al. (2019) comentam sobre a importância de incentivar e engajar pesquisadores que possuem potencial inovador no processo, enquanto Llopis et al. (2018) citam as capacidades individuais, como comunicação, relações multidisciplinares e interpessoais de pesquisadores como fatores a serem levados em conta.

Além do engajamento dos pesquisadores com a TT, também é importante que a indústria participe do processo de desenvolvimento tecnológico, por meio de parceria ou desenvolvimento conjunto entre universidade e empresa (Alavi & Håbek, 2016). Quando o engajamento da indústria ocorre nos estágios iniciais da pesquisa, as chances de tecnologias desenvolvidas na academia atenderem às demandas da sociedade aumentam. Nesse sentido, qualquer forma de financiamento de pesquisa fornecida pelas empresas facilita a TT, uma vez que a ação conjunta gera um envolvimento natural entre as partes e permite a troca de conhecimentos, experiências, infraestrutura e recursos técnicos e humanos. Mikkonen et al. (2018) comentam sobre a necessidade de novos modelos de interação universidade-indústria, que valorizem o papel da cocriação e co-aprendizagem, gerando um processo de aprendizagem mútua e bidirecional entre esses atores, não seguindo o caminho linear da pesquisa acadêmica independente para, então, empresas levarem os resultados para o mercado.

Canais informais como apresentações acadêmicas, publicações científicas, consultoria científica, estágios, reuniões informais, contatos pessoais (Alavi & Håbek, 2016) são considerados de grande importância para a TT (Azagra-Caro et al., 2017; Borge & Broering, 2017; Dingler & Enkel, 2016; Villani et al., 2017; Weckowska, 2015), devido ao seu papel de unir a academia e as empresas. Neste caso, como estratégia para a TT, os TTOs podem desempenhar o papel de influenciador para o uso de canais informais que envolvem esse tipo de interação entre pesquisadores e a indústria.

A formação de novos empreendimentos (spin-off ou startup) é vista como uma estratégia eficiente para transferir certas tecnologias para a sociedade (Alavi & Håbek, 2016; Chang et al., 2016; Festel, 2015; Boh et al., 2016; Dell'Anno & del Giudice, 2015). Dias & Porto (2018) comentam sobre a importância do papel desempenhado pelo pesquisador-empREENDEDOR para impulsionar a tecnologia para o mercado. De acordo com Bazan (2019), embora o foco da pesquisa básica não seja o desenvolvimento prático, pode levar à descoberta de tecnologias disruptivas. A pesquisa aplicada refina os achados da pesquisa básica, tornando-as úteis e aplicáveis, muitas vezes através de aplicações evolutivas ou incrementais. Nesse sentido, as pequenas empresas, que incluem start-ups e spin-offs, estão mais abertas a absorver tecnologias disruptivas (Kassicieh et al., 2002). As grandes empresas consolidadas normalmente preferem tecnologias incrementais, pois evitam muitas mudanças em seus processos e estratégias de negócios. Assim, a avaliação de tecnologias baseadas no tipo de inovação que elas podem gerar (incremental ou radical) pode indicar se ela será preferencialmente absorvida por uma empresa consolidada ou se gerará uma nova empresa (Holgersson & Aaboen, 2019).

As tecnologias geradas pela pesquisa acadêmica geralmente estão em estágio inicial de maturidade tecnológica. Em geral, o potencial de transferência da tecnologia está diretamente relacionado ao nível de maturidade, e tal avaliação é de importância estratégica para aumentar a eficiência da TT (Dias & Porto, 2018; Lee et al., 2018; Lin et al., 2019; Choi et al., 2015). Essa avaliação permite a adoção de uma estratégia de investimento de recursos em tecnologias com maiores possibilidades de transferência, as chamadas "big winners" da TT (Sengupta & Ray, 2017).

Além disso, o marketing desempenha um papel importante para a TT, uma vez que o lançamento de tecnologias geradas por pesquisa possibilita a pesquisa colaborativa e o financiamento de pesquisas por empresas, o que, por sua vez, contribui para aumentar a capacidade de absorção. Os pesquisadores devem participar dessa fase de marketing devido ao conhecimento tácito da tecnologia que possuem, o que pode aumentar as chances de eficácia da TT. Essa divulgação pode acontecer tanto massivamente, utilizando redes sociais ou sites apresentando o portfólio de tecnologias, como de forma direcionada, com o pessoal de TTOs, ou o pesquisador, fazendo contato direto com empresas com potencial de interação e absorção de tecnologias específicas (Choe & Ji, 2019; Alavi & Håbek, 2016; Hsu et al., 2015; Dias & Porto, 2018; Jefferson et al., 2017).

Assim, os resultados indicam que as estratégias para vencer as barreiras da TT, baseadas em ações do TTO, podem ser agrupadas em quatro dimensões principais, a saber: (i)

cooperar, conectando os pesquisadores que possuem as capacidades inovadoras ao setor produtivo, por meio de ações que promovam a troca de informações entre eles; (ii) **disseminar** as tecnologias e competências de pesquisa fora do ambiente acadêmico por meio de canais informais de TT; (iii) **prospectar** as tecnologias com maior potencial de aplicação, bem como prospectar empresas com alto potencial de absorvê-las, e (iv) **favorecer** a formação **de negócios** no ambiente acadêmico, permitindo a TT através da criação de uma empresa baseada na pesquisa acadêmica. Tabela 2.3 apresenta as estratégias para aumentar a eficácia da TT em ordem decrescente de citações.

Tabela 2.3 - Estratégias para aumentar a eficácia da TT.

| Estratégias | Dimensão | Autores |
|---|-----------------------|--|
| Envolver pesquisador na interação com a empresa (fortalecer a conexão) | Cooperar | Alavi & Håbek, 2016; Llopis et al., 2018; Dias & Porto, 2018; Alvarado-Moreno, 2018; Mikkonen et al., 2018; Miller et al., 2016; Sun et al., 2019; Villani et al., 2017; Jefferson et al., 2017; Sjödin et al., 2016; Cunningham et al., 2020; Kirchberger & Pohl, 2016; Maurseth & Svensson, 2020; Olaya Escobar et al., 2017 |
| Incentivar a formação de negócios (start-up ou spin-off) | Favorecer os negócios | Alavi & Håbek, 2016; Chang et al., 2016; Festel, 2015; Boh et al., 2016; Dell'Anno & del Giudice, 2015; Dias & Porto, 2018; Davey et al., 2015; Fai et al., 2018; Gusberti et al., 2018; Kirchberger & Pohl, 2016; Kruger & Steyn, 2020 |
| Facilitar o financiamento de pesquisas por empresas (pesquisa conjunta, inovação aberta) | Cooperar | Alavi & Håbek, 2016; Hsu et al., 2015; Mikkonen et al., 2018; Miller et al., 2016; Giunta et al., 2016; Passarelli et al., 2018; Sun et al., 2019; Villani et al., 2017; Fai et al., 2018; Kirchberger & Pohl, 2016; Kochenkova et al., 2016 |
| Usar canais informais de TT (como apresentações acadêmicas, publicações científicas, consultoria científica, estágios, reuniões informais, contatos pessoais) | Disseminar | Alavi & Håbek, 2016; Azagra-Caro et al., 2017; Borge & Broering, 2017; Dingler & Enkel, 2016; Villani et al., 2017; Weckowska, 2015; Lafuente & Berbegal-Mirabent, 2019; Bozeman et al., 2015; Azagra-Caro et al., 2020; O'Reilly & Cunningham, 2017 |
| Investir em tecnologias de alto potencial (<i>big winners</i>) | Prospect | Sengupta & Ray, 2017; Dias & Porto, 2018; Lee et al., 2018; Lin et al., 2019; Choi et al., 2015; Chang et al., 2017; Markham, 2002; Erzurumlu & Pachamanova, 2020; Kochenkova et al., 2016 |
| Promover o marketing (massivo ou direcionado) | Disseminar | Choe & Ji, 2019; Alavi & Håbek, 2016; Hsu et al., 2015; Dias & Porto, 2018; Markham, 2002; Jefferson et al., 2017 |

2.4. Discussão

Os resultados deste estudo mostram que as principais barreiras aos processos de TT estão relacionadas à dificuldade da universidade em internalizar a cultura da TT na comunidade acadêmica. As "diferentes linguagens" faladas pela academia e pela indústria levam a um distanciamento cognitivo entre ambas as partes. Os TTOs, visam reduzir esse

distanciamento cognitivo, mas os achados também mostram que sua natureza dual (acadêmica e empresarial) também dificulta a TT. Isso ocorre porque os TTOs devem manter competências de mercado e acadêmicas (Alvarado-Moreno, 2018) e isso significa que seu papel não é claramente identificado pelos atores desses dois círculos. Nessa linha, nossos achados também mostram que a cultura organizacional da universidade carece de uma orientação para a TT que leve ao desenvolvimento de tecnologias mais alinhadas com as necessidades das indústrias e ao amadurecimento das tecnologias a um nível pronto para o mercado, que são mais interessantes para a indústria, com menos risco de falha de mercado (Thursby & Thursby, 2007). Por outro lado, tecnologias com alto nível de complexidade, dependendo do alto conhecimento tácito envolvido, podem precisar de simplificações para facilitar sua inserção no mercado (Lin & Berg, 2001; Forouhar et al., 2016; Meijer et al., 2019).

Em relação às estratégias de TT, descobriu-se que, como os TTOs visam reduzir a distância entre universidade e indústria, acabam adotando diferentes estratégias (Fitzgerald et al., 2021) atuando como chaves no estreitamento da fronteira da universidade com a indústria em uma perspectiva de inovação aberta. Os atores dessa fronteira são responsáveis pela ponte entre os "fornecedores" internos (pesquisadores) e os "consumidores" externos (indústria) da tecnologia desenvolvida (Markman et al., 2008). Portanto, os TTOs formam uma das portas de entrada para a interação entre universidade e indústria (Rothaermel et al., 2007; Huyghe et al., 2014). Os resultados mostram que os TTOs geralmente atuam como organização chave para as universidades explorarem o mercado e mapearem as perspectivas de TT, bem como para comunicar sobre tecnologias desenvolvidas na universidade através canais informais de TT (Lafuente & Berbegal-Mirabent, 2019).

Assim, como unidades de estreitamento de fronteiras, o papel dos TTOs compreende permitir os fluxos de inovação aberta internos e externos à universidade (Chesbrough, 2003; Spithoven et al., 2010). Na perspectiva dos TTOs, os fluxos de saída impulsionam a inovação criada dentro da universidade para o mercado. As estratégias externas envolvem pesquisadores na interação com as empresas; e, para usar canais TT informais como apresentações acadêmicas, reuniões e workshops para se comunicar com a indústria (Weckowska, 2015), ajudando a melhorar as capacidades técnicas de ambos os lados. Por outro lado, as estratégias internas de TT estão relacionadas à facilitação do financiamento de pesquisas por empresas externas (Boh et al., 2016). Essa estratégia pode diminuir o impacto do descompasso entre o escopo e a maturidade da tecnologia exigida pela indústria e o do desenvolvimento realizado pelos pesquisadores.

Além disso, estratégias internas de TT, que conectam a indústria com a universidade, por exemplo, durante os estágios iniciais de desenvolvimento de tecnologia, podem aumentar a conscientização das indústrias sobre tecnologias desenvolvidas pela universidade. Como resultado, tal proximidade pode incentivar a indústria a aumentar sua capacidade absorptiva investindo em infraestrutura e recursos, resolvendo uma barreira bem conhecida (Zhou & Wang, 2020). Villani et al. (2017) citam que organizações intermediárias, como os TTOs, são importantes para reduzir a distância cognitiva entre a universidade e as empresas. Isso está alinhado com os achados de Jefferson et al. (2017). Os TTOs podem aumentar o alinhamento das universidades com as necessidades da indústria e com a cultura empreendedora dentro da universidade. Assim, se por um lado, a eficácia da TT é dificultada pelas barreiras impostas a ela, por outro, a universidade, apoiada pelo seu TTO, pode implementar estratégias para diminuir o impacto dessas barreiras. As universidades podem aproveitar a natureza dual de seus NITs (acadêmico vs. negócios, que muitas vezes é considerado uma barreira, pois confunde seus papéis) para implementar estratégias internas e externas para melhorar a eficácia da TT.

Portanto, essa discussão pode ser ampliada, à luz do conceito de estratégias internas e externas para contemplar as relações entre as barreiras identificadas e as estratégias para a TT. Assim, a Tabela 2.4 apresenta um compêndio de estratégias internas e externas para melhorar a TT, explorando (e aproveitando) a natureza dual do TTO – por um lado apresentado como uma organização acadêmica, e por outro, como organização de negócios – para implementar as estratégias para superar ou mitigar as barreiras da TT. Com base nas barreiras classificadas em dimensões (Tabela 2.2) e as estratégias classificadas em abordagens (Tabela 2.3), resultante dos achados da RSL, propõe-se uma relação de estratégias internas e externas que possam ajudar a superar ou mitigar as barreiras da TT, como apresentado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Estratégias internas e externas do TTO para superar ou mitigar as barreiras que dificultam a TT.

| Barreiras para a TT | Estratégias externas | Estratégias internas |
|---|---|---|
| Cultura organizacional da universidade não alinhada com a TT | Conectar pesquisadores com empresas, favorecendo seu alinhamento com a cultura da TT. | Campanha interna para promover o valor da TT entre pesquisadores [sugestão de autores, não encontrada na literatura] |
| Recursos humanos não alinhados com a linguagem de mercado ou pessoal insuficiente | Conectar pesquisadores com empresas e disseminar suas competências através de canais informais de TT, favorecendo seu alinhamento com a linguagem de mercado | Conectar pesquisadores com as necessidades das empresas e disseminar suas competências por meio de canais informais de TT, favorecendo seu alinhamento com a linguagem de mercado |
| Tecnologias em estágio inicial de maturidade ou muito complexas/sofisticadas | Conectar pesquisadores com empresas, aproveitando a estrutura das empresas e sua percepção de mercado para puxar as tecnologias para um nível mais elevado de maturidade ou mais alinhados com o mercado | Realizar atividades de prospecção para identificar tecnologias acadêmicas com alto potencial de TT e empresas com alta capacidade de absorção para apoiar o financiamento de pesquisa das empresas para tecnologias |
| Falta de envolvimento de pesquisadores com a TT | Conecte pesquisadores com empresas, apoiando a pesquisa conjunta e projetos de inovação aberta. Apoiar pesquisadores a formar um negócio baseado em tecnologia (start-up/spin-off), favorecendo seu envolvimento no processo de TT | Facilitar o financiamento da pesquisa por empresas (pesquisa conjunta, inovação aberta, incubadora, parque científico) especialmente em estágios iniciais de desenvolvimento |
| Indústria com capacidade absorptiva deficiente | Disseminar as competências universitárias por meio de canais informais de TT, incentivando a indústria a construir uma melhor capacidade de absorção para as tecnologias desenvolvidas na academia. | Conectar pesquisadores com empresas realizando projetos de inovação aberta, ajudando a indústria a construir uma melhor capacidade de absorção |
| Natureza dual do NIT (acadêmico versus negócios) confunde sua competência | Disseminate TTO's mission and its ambidextrous nature, via marketing programs, to the business sector. Take advantage of TTOs' dual nature to take outbound actions to enhance TT. | Disseminate TTO's mission and its ambidextrous nature, via marketing programs, to the academic community. Take advantage of TTOs' dual nature to take inbound actions to enhance TT. |
| Excesso de burocracia | Não é aplicável | Ações legais para ampliar a independência do NIT da burocracia universitária, padronizações de contratos, entre outros [sugestão de autores, não encontrada na literatura] |
| Dificuldade na valoração das tecnologias universitárias | Apoiar pesquisadores a formar um negócio (start-up/spin-off), favorecendo seu envolvimento no processo de TT | Conectar pesquisadores com empresas, apoiando a pesquisa conjunta e projetos de inovação aberta. |
| A indústria não está ciente da produção acadêmica | Disseminar as competências da universidade e projetos de pesquisa, por meio de canais informais de TT e programas de marketing. | Conectar pesquisadores com empresas, apoiando a pesquisa conjunta e projetos de inovação aberta |
| Arranjo organizacional atomizado da universidade | Não é aplicável | Criação de centros de pesquisa multidisciplinares, reunindo unidades acadêmicas [sugestão de autores, não encontradas na literatura] |

2.5. Conclusões

Este estudo aborda o processo de transferência de tecnologia da pesquisa acadêmica para o setor industrial. Apresentou-se uma compilação de barreiras que dificultam a TT e as estratégias mais recentes destacadas na literatura, que podem ser conduzidas pelos TTOs, ou NITs no caso do Brasil, para superar ou mitigar as dificuldades inerentes ao processo de TT.

Em relação à primeira questão da pesquisa, os achados identificaram barreiras relacionadas a quatro dimensões: organizacional, técnica, humana e cultural. Do lado da universidade, as principais barreiras estão relacionadas ao desalinhamento da cultura organizacional da universidade com TT e questões técnicas ou de recursos humanos. Do lado industrial, as barreiras residem principalmente na capacidade das empresas de absorver conhecimento e tecnologia, também relacionadas a questões técnicas ou de recursos humanos. Em relação ao NIT, nossos achados mostram que sua natureza dual (acadêmica versus negócios) confunde seu papel visto pelas comunidades acadêmicas e do setor produtivo, comprometendo sua função de aproximar a academia e a indústria. Compreender essas barreiras é fundamental para o planejamento e implementação de estratégias que minimizem ou reduzam seus efeitos no processo TT.

Para a segunda pesquisa, os achados identificaram estratégias classificadas em quatro abordagens principais: cooperar, disseminar, prospectar e favorecer os negócios. Com base nessas principais abordagens, elencamos estratégias que podem ser utilizadas para um processo TT mais eficaz. Para isso, propôs-se aproveitar a conhecida barreira à TT, a natureza dual do NIT, para adotar estratégias internas e externas para aumentar as chances de superar as barreiras que dificultam o processo de TT. Essas estratégias envolvem o engajamento do NIT em ações de incentivo aos pesquisadores a interagir com o setor produtivo, facilitando o financiamento de pesquisas e projetos de inovação aberta. Além disso, também vale destacar estratégias para (i) estabelecer centros de pesquisa multidisciplinares, reunindo diferentes unidades acadêmicas e indústria, (ii) disseminação de competências de pesquisa acadêmica para a indústria por meio de canais informais de TT, (iii) incentivo e formação de pesquisador para formar start-ups ou spin-offs, (iv) proatividade na avaliação de tecnologias com alto potencial de transferência, e (v) uso de pessoal qualificado para identificar aplicações e mercados para identificação de aplicações e mercados para essas tecnologias.

As estratégias internas promovem o valor da cultura da TT para a comunidade acadêmica, motivando os pesquisadores a se aproximarem da indústria, levando assim a invenção criada dentro da universidade para o mercado. Na mesma linha, ao disseminar as competências e os resultados da pesquisa acadêmica, as estratégias externas aproximam a indústria da universidade, com suas competências próprias, envolvendo a indústria na geração de pesquisas relevantes.

As estratégias externas da TT indicam a importância da conexão entre o ambiente acadêmico e o ambiente de negócios, envolvendo os NITs (responsáveis pelo processo de TT), os pesquisadores (responsáveis pelo desenvolvimento das tecnologias) e a comunidade acadêmica (como motor de mudança cultural). Como uma organização intermediária, os NITs sozinhos não são capazes de transferir tecnologias para a sociedade, mas podem tomar ações para engajar os pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias e construir confiança e canais para uma colaboração efetiva com a indústria. Para isso, as fronteiras entre a universidade e a indústria devem ser estreitadas para aumentar a probabilidade de sucesso da TT (Bergenholtz & Bjerregaard, 2014).

Portanto, os achados deste estudo mostram que, para conduzir adequadamente o processo de TT, é essencial que os NITs aproveitem sua natureza ambidestra, como organização acadêmica e organização de negócios, para melhor se comunicar e agir nesses dois mundos (Bhullar et al., 2017). Adotando a linguagem correta e utilizando estratégias internas direcionadas aos pesquisadores e estratégias externas destinadas ao setor produtivo, o NIT assume seu papel de estreitar as fronteiras, preenchendo e fazendo a ponte entre universidade e indústria. Pesquisas futuras podem aproveitar os achados aqui apresentados, ampliando as investigações empreendidas com barreiras adicionais e concentrando esforços no desenvolvimento de estratégias mais detalhadas adaptadas a ambientes específicos ou abordando as especificidades de diferentes países em relação às suas leis e políticas públicas de transferência de tecnologia das universidades para a indústria. Recomenda-se também uma análise quantitativa dos estudos apresentados na literatura, envolvendo avaliar a evolução dos principais temas e também medir o efeito dos contextos de aplicação ou diferenças regionais. Tal análise poderia revelar grandes tendências e esclarecer questões inerentes ao processo de TT e às que são dependentes do contexto.

Referências

- Alavi, H., & Håbek, P. (2016). Optimizing Outcome in the University-Industry Technology Transfer Projects. *Management Systems in Production Engineering*, 22(2), 94–100. <https://doi.org/10.2478/mspe-04-02-2016>
- Alvarado-Moreno, F. (2018). The role of the technology transfer offices (TTOs) in universities: A perspective of the last decade. *Journal of Technology Management and Innovation*, 13(3), 104–112. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000300104>
- Analytics, C. (2017). Web of science core collection. *Citation Database. Web of Science*.
- Audretsch, D. B., Bozeman, B., Combs, K. L., Feldman, M., Link, A. N., Siegel, D. S., ... Wessner, C. (2002). The economics of science and technology. *Journal of Technology Transfer*, 27(2), 155–203. <https://doi.org/10.1023/A:1014382532639>
- Azagra-Caro, Joaquín M., Barberá-Tomás, D., Edwards-Schachter, M., & Tur, E. M. (2017). Dynamic interactions between university-industry knowledge transfer channels: A case study of the most highly cited academic patent. *Research Policy*, 46(2), 463–474. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.11.011>
- Azagra-Caro, Joaquin M, Fernandez-Mesa, A., & Robinson-Garcia, N. (2020). 'Getting out of the closet': scientific authorship of literary fiction and knowledge transfer. *Journal of Technology Transfer*, 45(1, SI), 56–85. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9672-6>
- Bazan, C. (2019). "From lab bench to store shelves:" A translational research & development framework for linking university science and engineering research to commercial outcomes. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 53, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2019.05.001>
- Bergenholtz, C., & Bjerregaard, T. (2014). How institutional conditions impact university-industry search strategies and networks. *Technology Analysis and Strategic Management*, 26(3), 253–266. <https://doi.org/10.1080/09537325.2013.850473>
- Bhullar, S. S., Nangia, V. K., & Batish, A. (2017). Channels of interaction and past collaborative experience as imperatives in academia–industry collaboration. *Technology Analysis and Strategic Management*, 29(10), 1210–1224. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1277694>
- Boh, W. F., De-Haan, U., & Strom, R. (2016). University technology transfer through entrepreneurship: faculty and students in spinoffs. *Journal of Technology Transfer*, 41(4), 661–669. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9399-6>
- Borge, L., & Bröring, S. (2017). Exploring effectiveness of technology transfer in interdisciplinary settings: The case of the bioeconomy. *Creativity and Innovation Management*, 26(3), 311–322. <https://doi.org/10.1111/caim.12222>
- Bozeman, B., Rimes, H., & Youtie, J. (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44(1), 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.06.008>

- Bueno, A., & Torkomian, A. L. V. (2018). Índices de licenciamento e de comercialização de tecnologias para núcleos de inovação tecnológica baseados em boas práticas internacionais. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência Da Informação*, 23(51), 95–107. <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2018v23n51p95>
- Calcagnini, G., & Favaretto, I. (2016). Models of university technology transfer: analyses and policies. *Journal of Technology Transfer*, 41(4), 655–660. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9427-6>
- Chang, Xu hua, Chen, Q., & Fong, P. S. W. (2017). University invention disclosure: balancing the optimal stage and type. *Journal of Technology Transfer*, 42(3), 510–537. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9489-0>
- Chang, Xuhua, Chen, Q., & Fong, P. S. W. (2016). Scientific disclosure and commercialization mode selection for university technology transfer. *Science and Public Policy*, 43(1), 85–101. <https://doi.org/10.1093/scipol/scv011>
- Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., & Wright, M. (2005). Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: Parametric and non-parametric evidence. *Research Policy*, 34(3), 369–384. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.01.007>
- Chesbrough, H. W. (2003). The open-innovation model. *MIT Sloan Management Review*, 44(3), 35–41.
- Choe, W. J., & Ji, I. (2019). The performance of supply-push versus demand-pull technology transfer and the role of technology marketing strategies: The case of a Korean public research institute. *Sustainability (Switzerland)*, 11(7), 2005. <https://doi.org/10.3390/su11072005>
- Choi, J., Jang, D., Jun, S., & Park, S. (2015). A predictive model of technology transfer using patent analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 7(12), 16175–16195. <https://doi.org/10.3390/su71215809>
- Cunningham, J. A., Dolan, B., Menter, M., O’Kane, C., & O’Reilly, P. (2020). How Principal Investigators’ Commercial Experience Influences Technology Transfer and Market Impacts. *Research Technology Management*, 63(5), 49–58. <https://doi.org/10.1080/08956308.2020.1790244>
- Davey, T., Rossano, S., & van der Sijde, P. (2015). Does context matter in academic entrepreneurship? The role of barriers and drivers in the regional and national context. *The Journal of Technology Transfer*, 41(6), 1457–1482. <https://doi.org/10.1007/S10961-015-9450-7>
- Dell’Anno, D., & del Giudice, M. (2015). Absorptive and desorptive capacity of actors within university-industry relations: does technology transfer matter? *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-015-0028-2>
- Derrick, G. E. (2015). Integration versus separation: structure and strategies of the technology transfer office (TTO) in medical research organizations. *Journal of Technology Transfer*, 40(1), 105–122. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9343-1>

- Dias, A. A., & Porto, G. S. (2018). Technology transfer management in the context of a developing country: evidence from Brazilian universities. *Knowledge Management Research and Practice*, 16(4), 525–536. <https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1514288>
- Dingler, A., & Enkel, E. (2016). Socialization and innovation: Insights from collaboration across industry boundaries. *Technological Forecasting and Social Change*, 109, 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.05.017>
- Drivas, K., & Panagopoulos, A. (2016). Using the patent term changes in assessing the evolution of patent valuation from filing to maturity. *European Journal of Innovation Management*, 19(4), 528–546. <https://doi.org/10.1108/EJIM-04-2015-0027>
- Echchakoui, S. (2020). Why and how to merge Scopus and Web of Science during bibliometric analysis: the case of sales force literature from 1912 to 2019. *Journal of Marketing Analytics 2020 8:3*, 8(3), 165–184. <https://doi.org/10.1057/S41270-020-00081-9>
- Ellingsen, O. (2017). Commercialization within Advanced Manufacturing: Value Stream Mapping as a Tool for Efficient Learning. *Procedia CIRP*, 60, 374–379. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.01.039>
- Elsevier. (2017). “Scopus content at-a-glance.” *Elsevier*. Retrieved from <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/content>
- Erzurumlu, S. S., & Pachamanova, D. (2020). Topic modeling and technology forecasting for assessing the commercial viability of healthcare innovations. *Technological Forecasting and Social Change*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120041>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Fai, F. M., de Beer, C., & Schutte, C. S. L. (2018). Towards a novel technology transfer office typology and recommendations for developing countries. *Industry and Higher Education*, 32(4), 213–225. <https://doi.org/10.1177/0950422218780614>
- Festel, G. (2015). Technology transfer models based on academic spin-offs within the industrial biotechnology sector. *International Journal of Innovation Management*, 19(4). <https://doi.org/10.1142/S1363919615500310>
- Fitzgerald, C., Cunningham, J. A., Menter, M., & Nyuur, R. B. (2021). Strategy processes in technology transfer offices: Antecedents and consequences. In *FGF Studies in Small Business and Entrepreneurship* (pp. 71–87). https://doi.org/10.1007/978-3-030-61477-5_5
- Forouhar, M., Forouhar, M., Gholami, S., & Arghish, O. (2016). Identify and Rank the Barriers to Technology Transfer-Analytic Hierarchy Process. *Modern Applied Science*, 10(9). <https://doi.org/10.5539/mas.v10n9p142>
- Giunta, A., Pericoli, F. M., & Pierucci, E. (2016). University–Industry collaboration in the

- biopharmaceuticals: the Italian case. *Journal of Technology Transfer*, 41(4), 818–840. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9402-2>
- Giuri, P., Munari, F., Scandura, A., & Toschi, L. (2019). The strategic orientation of universities in knowledge transfer activities. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 261–278. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.030>
- Good, M., Knockaert, M., Soppe, B., & Wright, M. (2019, April). The technology transfer ecosystem in academia. An organizational design perspective. *Technovation*, Vol. 82–83, pp. 35–50. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.06.009>
- Gusberti, T. D. H., Ludvig, V., Zuanazzi, G., Wolff, B., Peretti, A., Vasconcellos, C., ... Dewes, M. de F. (2018). A market for ideas mediator framework for academic spin-off companies: expanding understanding of the commercialization of technology. *Small Enterprise Research*, 25(2), 137–151. <https://doi.org/10.1080/13215906.2018.1480413>
- Holgersson, M., & Aaboen, L. (2019). A literature review of intellectual property management in technology transfer offices: From appropriation to utilization. *Technology in Society*, 101132. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.04.008>
- Horner, S., Jayawarna, D., Giordano, B., & Jones, O. (2019). Strategic choice in universities: Managerial agency and effective technology transfer. *Research Policy*, 48(5), 1297–1309. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.01.015>
- Hsu, D. W. L., Shen, Y. C., Yuan, B. J. C., & Chou, C. J. (2015). Toward successful commercialization of university technology: Performance drivers of university technology transfer in Taiwan. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 25–39. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.11.002>
- Huyghe, A., Knockaert, M., Wright, M., & Piva, E. (2014). Technology transfer offices as boundary spanners in the pre-spin-off process: The case of a hybrid model. *Small Business Economics*, 43(2), 289–307. <https://doi.org/10.1007/s11187-013-9537-1>
- Jefferson, D. J., Maida, M., Farkas, A., Alandete-Saez, M., & Bennett, A. B. (2017). Technology transfer in the Americas: common and divergent practices among major research universities and public sector institutions. *Journal of Technology Transfer*, 42(6), 1307–1333. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9516-1>
- Jensen, R., & Thursby, M. (2001). Proofs and prototypes for sale: The licensing of University inventions. *American Economic Review*, 91(1), 240–259. <https://doi.org/10.1257/aer.91.1.240>
- Kassicieh, S. K., Kirchhoff, B. A., Walsh, S. T., & McWhorter, P. J. (2002). The role of small firms in the transfer of disruptive technologies. *Technovation*, 22(11), 667–674. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(01\)00064-5](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(01)00064-5)
- Kaushik, A., Kumar, S., Luthra, S., & Haleem, A. (2014). Technology transfer: Enablers and barriers - A review. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 14(2), 133–159. <https://doi.org/10.1504/IJTPM.2014.060152>

- Khan, J., Haleem, A., & Husain, Z. (2017). Barriers to technology transfer: A total interpretative structural model approach. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 31(6), 511–536. <https://doi.org/10.1504/IJMTM.2017.089075>
- Kim, P. H., Kotha, R., Fourné, S. P. L., & Coussement, K. (2019). Taking leaps of faith: Evaluation criteria and resource commitments for early-stage inventions. *Research Policy*, 48(6), 1429–1444. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.02.004>
- Kirchberger, M. A., & Pohl, L. (2016). Technology commercialization: a literature review of success factors and antecedents across different contexts. *Journal of Technology Transfer*, 41(5), 1077–1112. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9486-3>
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*.
- Kochenkova, A., Grimaldi, R., & Munari, F. (2016). Public policy measures in support of knowledge transfer activities: a review of academic literature. *Journal of Technology Transfer*, 41(3), 407–429. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9416-9>
- Kruger, S., & Steyn, A. A. (2020). Enhancing technology transfer through entrepreneurial development: practices from innovation spaces. *Journal of Technology Transfer*, 45(6, SI), 1655–1689. <https://doi.org/10.1007/s10961-019-09769-2>
- Kundu, N., Bhar, C., & Pandurangan, V. (2015). Development of framework for an integrated model for technology transfer. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(35). <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i35/74280>
- Lafuente, E., & Berbegal-Mirabent, J. (2019). Assessing the productivity of technology transfer offices: an analysis of the relevance of aspiration performance and portfolio complexity. *Journal of Technology Transfer*, 44(3), 778–801. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9604-x>
- Law No 10.973. (2004). *Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências*. Diário Oficial da União - Brasil.
- Lee, J., Kang, J. H., Jun, S., Lim, H., Jang, D., & Park, S. (2018). Ensemble modeling for sustainable technology transfer. *Sustainability (Switzerland)*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/su10072278>
- Lin, B. W., & Berg, D. (2001). Effects of cultural difference on technology transfer projects: an empirical study of Taiwanese manufacturing companies. *International Journal of Project Management*, 19(5), 287–293. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(99\)00081-2](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00081-2)
- Lin, H.-H., Ouyang, D., & Hu, Y. (2019). Intelligent Classifier: a Tool to Impel Drug Technology Transfer from Academia to Industry. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 14(1), 28–34. <https://doi.org/10.1007/s12247-018-9332-2>
- Lindelöf, P. (2011). Formal institutional contexts as ownership of intellectual property rights and their implications for the organization of commercialization of innovations

- at universities comparative data from Sweden and the United Kingdom. *International Journal of Innovation Management*, 15(5), 1069–1092.
<https://doi.org/10.1142/S1363919611003611>
- Llopis, O., Sánchez-Barrioluengo, M., Olmos-Peñuela, J., & Castro-Martínez, E. (2018). Scientists' engagement in knowledge transfer and exchange: Individual factors, variety of mechanisms and users. *Science and Public Policy*, 45(6), 790–803.
<https://doi.org/10.1093/scipol/scy020>
- Marcon, A., & Ribeiro, J. L. D. (2021). How do start-ups manage external resources in innovation ecosystems? A resource perspective of start-ups' lifecycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120965.
<https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2021.120965>
- Markham, S. K. (2002). Moving technologies from lab to market. *Research Technology Management*, 45(6), 31–42. <https://doi.org/10.1080/08956308.2002.11671531>
- Markman, G. D., Siegel, D. S., & Wright, M. (2008). Research and technology commercialization. *Journal of Management Studies*, 45(8), 1401–1423.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2008.00803.x>
- Mason, K., Friesl, M., & Ford, C. J. (2019). Markets under the Microscope: Making Scientific Discoveries Valuable through Choreographed Contestations. *Journal of Management Studies*, 56(5), 966–999. <https://doi.org/10.1111/joms.12426>
- Maurseth, P. B., & Svensson, R. (2020). The Importance of Tacit Knowledge: Dynamic Inventor Activity in the Commercialization Phase. *Research Policy*, 49(7).
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104012>
- Mazurkiewicz, A., Giesko, T., Poteralska, B., & Tan, K. H. (2021). Crossing the chasm: overcoming technology transfer barriers resulting from changing technical requirements in the process of innovation development in R&D organisations. *Technology Analysis & Strategic Management*.
<https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1950673>
- McAdam, M., Miller, K., & McAdam, R. (2017). University business models in disequilibrium – engaging industry and end users within university technology transfer processes. *R and D Management*, 47(3), 458–472. <https://doi.org/10.1111/radm.12265>
- Meijer, L. L. J., Huijben, J. C. C. M., van Boxstael, A., & Romme, A. G. L. (2019). Barriers and drivers for technology commercialization by SMEs in the Dutch sustainable energy sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 112, 114–126.
<https://doi.org/10.1016/J.RSER.2019.05.050>
- Mendoza, X. P. L., & Sanchez, D. S. M. (2018). A systematic literature review on technology transfer from university to industry. *International Journal of Business and Systems Research*, 12(2), 197. <https://doi.org/10.1504/IJBSR.2018.090699>
- Mikkonen, T., Lassenius, C., Männistö, T., Oivo, M., & Järvinen, J. (2018). Continuous and collaborative technology transfer: Software engineering research with real-time industry impact. *Information and Software Technology*, 95, 34–45.

<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.10.013>

- Miller, K., McAdam, R., Moffett, S., Alexander, A., & Puthusserry, P. (2016). Knowledge transfer in university quadruple helix ecosystems: an absorptive capacity perspective. *R & D MANAGEMENT*, 46(2, SI), 383–399. <https://doi.org/10.1111/radm.12182>
- Mojaveri, H. S.; Nosratabadi, H. E. ., & Farzad, H. (2011). A new model for overcoming technology transfer barriers in Iranian health system. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 2(4), 280.
- Nidhra, S., Yanamadala, M., Afzal, W., & Torkar, R. (2013). Knowledge transfer challenges and mitigation strategies in global software development—A systematic literature review and industrial validation. *International Journal of Information Management*, 33(2), 333–355. <https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2012.11.004>
- Noh, H., & Lee, S. (2019). Where technology transfer research originated and where it is going: a quantitative analysis of literature published between 1980 and 2015. *Journal of Technology Transfer*, 44(3), 700–740. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9634-4>
- O’Kane, C., Mangematin, V., Geoghegan, W., & Fitzgerald, C. (2015). University technology transfer offices: The search for identity to build legitimacy. *Research Policy*, 44(2), 421–437. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.08.003>
- O’Reilly, P., & Cunningham, J. A. (2017). Enablers and barriers to university technology transfer engagements with small- and medium-sized enterprises: perspectives of Principal Investigators. *Small Enterprise Research*, 24(3), 274–289. <https://doi.org/10.1080/13215906.2017.1396245>
- Olaya Escobar, E. S., Berbegal-Mirabent, J., Alegre, I., & Duarte Velasco, O. G. (2017). Researchers’ willingness to engage in knowledge and technology transfer activities: an exploration of the underlying motivations. *R and D Management*, 47(5, SI), 715–726. <https://doi.org/10.1111/radm.12263>
- Oliveira, M. D., & Teixeira, A. (2010). *The determinants of technology transfer efficiency and the role of innovation policies: a survey*.
- Passarelli, M., Cariola, A., & Vecellio, P. (2018). Beyond multidirectional technology transfer: The case of a ‘proof-of-concept network.’ *Industry and Higher Education*, 32(5), 312–325. <https://doi.org/10.1177/0950422218790538>
- Phan, P. H., & Siegel, D. S. (2006). The effectiveness of university technology transfer. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 2(2), 77–144. <https://doi.org/10.1561/0300000006>
- Pinto, H., & Fernández-Esquinas, M. (2018). What do stakeholders think about knowledge transfer offices? The perspective of firms and research groups in a regional innovation system. *Industry and Innovation*, 25(1), 25–52. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1270820>
- Rothaermel, F. T., Agung, S. D., & Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: A taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 691–791.

<https://doi.org/10.1093/icc/dtm023>

Secundo, G., De Beer, C., & Passiante, G. (2016). Measuring university technology transfer efficiency: a maturity level approach. *Measuring Business Excellence*, 20(3), 42–54. <https://doi.org/10.1108/MBE-03-2016-0018>

Sengupta, A., & Ray, A. S. (2017). University research and knowledge transfer: A dynamic view of ambidexterity in british universities. *Research Policy*, 46(5), 881–897. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.03.008>

Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2003). Commercial knowledge transfers from universities to firms: Improving the effectiveness of university-industry collaboration. *Journal of High Technology Management Research*, 14(1), 111–133. [https://doi.org/10.1016/S1047-8310\(03\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S1047-8310(03)00007-5)

Silva, L. C. S., Gaia, S., Ten Caten, C. S., & Facó, R. T. (2017). Technology transfer and innovation management: The Brazilian TTOs challenges. *International Journal of Knowledge Management*, 13(2), 49–64. <https://doi.org/10.4018/IJKM.2017040104>

Sjödin, D. R., Frishammar, J., & Eriksson, P. E. (2016). Managing uncertainty and equivocality in joint process development projects. *Journal of Engineering and Technology Management*, 39, 13–25. <https://doi.org/10.1016/J.JENGTECMAN.2015.12.001>

Son, H., Chung, Y., & Hwang, H. (2019). Do technology entrepreneurship and external relationships always promote technology transfer? Evidence from Korean public research organizations. *Technovation*, 82–83, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.02.005>

Spithoven, A., Clarysse, B., & Knockaert, M. (2010). Building absorptive capacity to organise inbound open innovation in traditional industries. *Technovation*, 30(2), 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.08.004>

Stemberkova, R., Maresova, P., David, O. O., & Adeoye, F. (2020). Knowledge management model for effective technology transfer at universities. *Industry and Higher Education*. <https://doi.org/10.1177/0950422220978046>

Sun, Z., Wang, M., Zhang, W., Li, Y., Wang, D., & Dong, F. (2019). How can we improve the transformation success rate of research results in the pharmaceutical industry? The game theoretic model of technology transfer subjects. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph16091588>

Thursby, J. G., & Kemp, S. (2002). Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research Policy*, 31(1), 109–124. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00160-8)

Thursby, J. G., & Thursby, M. C. (2007). University licensing. *Oxford Review of Economic Policy*, 23(4), 620–639. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grm031>

Toscano, F. L. P., Mainardes, E. W., & Lasso, S. V. (2017). Exploring challenges in

- university technology transfer in Brazil. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 14(4). <https://doi.org/10.1142/S0219877017500213>
- Van Horne, C., & Dutot, V. (2017). Challenges in technology transfer: an actor perspective in a quadruple helix environment. *Journal of Technology Transfer*, 42(2), 285–301. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9503-6>
- Villani, E., Rasmussen, E., & Grimaldi, R. (2017). How intermediary organizations facilitate university–industry technology transfer: A proximity approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 86–102. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.004>
- Weckowska, D. M. (2015). Learning in university technology transfer offices: Transactions-focused and relations-focused approaches to commercialization of academic research. *Technovation*, 41, 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.11.003>
- Zhou, C., & Wang, R. (2020). From invention to innovation: the role of knowledge-intensive business services in technology commercialisation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 32(12), 1436–1448. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1774053>
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: The use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321–335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>

3. ARTIGO 2: DIAGNÓSTICO DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE *PRINCIPAL INVESTIGATORS* EM ECOSISTEMAS ACADÊMICOS

Resumo

Este estudo apresenta uma abordagem para avaliação da transferência de tecnologia e geração de inovações em ecossistemas de inovação acadêmicos. Foi desenvolvido um mecanismo para traçar um diagnóstico do cenário da transferência de tecnologia e inovação (TT&I) em universidades. Este mecanismo envolve: (i) a avaliação da universidade, (ii) a avaliação das competências dos seus pesquisadores e (iii) a avaliação dos recursos e capacidades disponíveis para projetos de TT&I desses pesquisadores. Ainda, o mecanismo desenvolvido permite identificar os *Principal Investigators* (PIs) e *Potenciais PIs* desse ecossistema de inovação e sua classificação em função do nível de maturidade para a efetiva atuação como PI. O mecanismo desenvolvido, aplicado a um caso específico de uma universidade brasileira de grande porte, mostrou-se eficaz para traçar o cenário da TT&I dessa instituição, apontando as forças e as fraquezas do ecossistema de inovação acadêmico, identificando PIs e *Potenciais PIs* e reunindo informações que podem subsidiar ações estratégicas de implementação de melhorias baseadas nesses achados.

Palavras-chave: Transferência de tecnologia, Inovação, Ecossistema de inovação, *Principal Investigator*, Universidade

3.1. Introdução

As universidades possuem um papel fundamental na promoção do progresso da sociedade (Guerrero & Urbano, 2017). Sendo uma das entidades da tríplice hélice da inovação (Etzkowitz, 2003a), ao interagirem com os diferentes atores envolvidos na introdução de inovações na sociedade elas contribuem para a geração de conhecimento e tecnologias, através da sua terceira missão, de interação com a sociedade (Etzkowitz, 2003b; Piqué et al., 2020). A partir dessas interações as universidades são capazes de apresentar soluções para demandas apontadas pelo setor produtivo e introduzir inovações no mercado, impactando na qualidade de vida da sociedade (Bower & Christensen, 1995; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Elas também contribuem para o desenvolvimento de políticas públicas de fortalecimento dos ecossistemas de inovação

regionais, com o desenvolvimento urbano sustentável (Ardito et al., 2019). Da mesma forma, alinhado ao conceito da quádrupla hélice da inovação – onde além de governo, indústria e universidade, considera-se também a sociedade civil organizada como uma das entidades promotoras da inovação (Carayannis et al., 2018; Miller et al., 2018) - o ecossistema de inovação acadêmico de uma universidade empreendedora, quando conectado e atuante, favorece a geração de tecnologias e empreendimentos inovadores (Etzkowitz, 2003b). Segundo Adner (2006), para que o processo de geração de inovações seja eficaz é necessária a adoção de uma estratégia de inovação que esteja integrada e em sintonia com o ecossistema de inovação regional. Idealmente, isso é feito de forma colaborativa, baseado no conceito da inovação aberta (Miller et al., 2016) e cogeração, explorando estratégias de criação de valor e novos negócios que combinem a cooperação e a competição, as chamadas estratégias de coopetição (Theodoraki, Messeghem, & Audretsch, 2020).

Com essas interações desenvolvidas, as universidades assumem um papel preponderante no atendimento de demandas do setor produtivo e da sociedade em geral através dos diferentes mecanismos de transferência de tecnologia (Siegel et al., 2003; Alavi & Håbek, 2016; O’Kane, 2018). A Transferência de Tecnologia (TT) da universidade para a sociedade proporciona o fortalecimento do ecossistema de inovação local e constitui um reconhecido fator de desenvolvimento econômico regional (Breznitz & Feldman, 2012; Sanchez-Barrioluengo & Benneworth, 2019).

Além da sua vocação de atender demandas, as universidades empreendedoras vêm protagonizando a geração de inovações radicais, que envolvem alto impacto na sociedade (Rotolo, Hicks, & Martin, 2015; Chen & Lin, 2017). A introdução de inovações radicais no mercado, através dos mecanismos de transferência de tecnologia, é um fator essencial para o desenvolvimento do ecossistema de inovação regional, proporcionando o progresso econômico (Audretsch et al., 2021), gerando novos empregos, trazendo soluções para problemas e para ineficiências existentes na sociedade.

Porém, a condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade ainda acontece de forma incipiente, principalmente em países com economias em desenvolvimento, em universidades que ainda não possuem um ecossistema de inovação acadêmico desenvolvido (O’Kane, 2018).

Diversos fatores dificultam a transferência de tecnologias e a geração de inovações relevantes das universidades para a sociedade, principalmente em países

emergentes (Siegel et al., 2003; Perkmann et al., 2011; Negri et al., 2013). As universidades dos países com economias emergentes, tais como o Brasil, apesar de terem apresentado avanços na condução dos resultados de suas pesquisas para estágios mais próximos da comercialização nas últimas décadas, com elevação no número de pedidos de depósitos de propriedade intelectual, por exemplo, não têm conseguido converter esses resultados, na mesma intensidade, em efetiva transferência de tecnologia e geração de inovações (Dalmarco et al., 2011; Sousa et al., 2018; Viana et al., 2018).

Para que a universidade esteja voltada à Transferência de Tecnologia e à geração de Inovações (TT&I), é necessário que ela possua um ecossistema de inovação acadêmico robusto, com seus principais atores conectados a todos os setores da quádrupla hélice da inovação, incluindo entidades de fomento à inovação (Piqué et al., 2020). Uma rede de inovação colaborativa, envolvendo indivíduos e organizações, contribui para o desenvolvimento tecnológico, enfrentando o dinamismo e turbulências típicas dos ecossistemas de inovação (van der Valk et al., 2011; Chen & Lin, 2017; Schuelke-Leech, 2018). A partir de um ecossistema de inovação consolidado, utilizando suas competências em pesquisa e desenvolvimento (P&D), a universidade atua como uma fonte de geração de novas tecnologias e de negócios promissores. Essa integração evita que o ecossistema de inovação entre em declínio frente às turbulências típicas dos ambientes de inovação, reorganizando agendas de pesquisa, abordando novos desenvolvimentos em tecnologia e realinhando processos de troca de conhecimento (Heaton, Siegel, & Teece, 2019).

Dentro desse contexto, o pesquisador acadêmico assume uma posição de destaque, devido ao seu conhecimento tácito em relação aos objetos de pesquisa desenvolvidos na universidade, especialmente quando este ostenta características voltadas ao processo de TT&I (O’Kane, 2018; Alavi & Håbek, 2016). Este pesquisador, chamado de *Principal Investigator (PI)*, é capaz de agregar valor aos resultados da pesquisa (Cunningham, Menter, & O’Kane, 2018), conduzindo-os para um estágio mais próximo da entrega para a sociedade.

Apesar dos avanços do tema, observa-se que existem lacunas nos estudos envolvendo a participação da pesquisa acadêmica no ecossistema de inovação regional (Kidwell, 2014; Audretsch et al., 2021), principalmente de estudos que apontem para mecanismos de diagnóstico do ecossistema de inovação acadêmico, com a identificação dos *PIs* dentro do quadro de pesquisadores da universidade e das dificuldades e deficiências que eles enfrentam para a efetiva integração com o ecossistema de inovação

regional. É importante mapear esses pesquisadores para a formação de um ecossistema de inovação acadêmico robusto, que conecta os diferentes atores necessários para seu funcionamento pleno. A partir desse mapeamento, a universidade, por meio dos seus órgãos intermediários de interação com os atores do ecossistema de inovação regional, pode encorajar e engajar estes pesquisadores a atuarem além do campo acadêmico, fortalecendo as competências não desenvolvidas, voltando-as para a TT&I, gerando tecnologias e empreendimentos inovadores (Hsu et al., 2015; Sun et al., 2019). Além disso, também é importante o mapeamento dos *Potenciais PIs*, aqueles que ainda não atuam como *PI*, mas que apresentam potencial para tal. Essa identificação permite a condução destes pesquisadores a uma condição de *PI* plenamente desenvolvido, trazendo benefícios para a integração do ecossistema de inovação acadêmico com o ecossistema de inovação regional.

Considerando a discussão anterior, este estudo apresenta uma abordagem para a realização de um diagnóstico em ecossistemas de inovação acadêmicos, incluindo a identificação dos seus *PIs* e *Potenciais PIs*. Essa abordagem é desenvolvida considerando as competências apontadas como essenciais na literatura para os pesquisadores atuarem como colaboradores do processo de TT&I e sua efetiva atuação como *PIs*.

Este estudo está organizado da seguinte maneira: após esta Introdução, apresenta-se um Panorama Teórico sobre as barreiras e os atores envolvidos na TT&I, elementos importantes para embasar a abordagem proposta. Após, a Seção 3 descreve o Método utilizado no desenvolvimento do diagnóstico e identificação de *PIs*. A Seção 4 apresenta e discute os Resultados obtidos através da aplicação do método em uma Universidade Federal brasileira de grande porte. Na seção 5, é feito um resumo das principais conclusões do estudo e são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

3.2. Panorama teórico

3.2.1. As barreiras para a TT e para a geração de inovações

Apesar dos avanços alcançados nas últimas décadas, a condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade ainda acontece de forma incipiente, tanto no atendimento de demandas como na geração de inovações, principalmente em universidades que ainda não possuem um ecossistema de inovação acadêmico desenvolvido (O’Kane, 2018). Diversos fatores contribuem para o distanciamento

natural entre a pesquisa, a indústria e a sociedade, dificultando a geração e a entrega de resultados de alto valor agregado, tanto de tecnologias como de negócios inovadores (Siegel et al., 2003; Perkmann et al., 2011; Negri et al., 2013).

No caso da interação universidade-indústria, segundo Siegel et al. (2003), um dos pontos fracos reside na distância cognitiva entre os representantes da academia e o mundo dos negócios, havendo um desalinhamento de objetivos entre universidade e empresa, que dificulta o processo de TT&I. Segundo Ingstrup et al. (2020), existe um desalinhamento, tanto nas práticas, nos objetivos, como na percepção da parceria por parte de cada um desses atores. Essas barreiras para efetivação da TT&I mantêm muitas tecnologias geradas na universidade em estágio embrionário, com um nível de maturidade tecnológica baixo e, por isso, não atrativas para a absorção por parte do setor produtivo (Bazan, 2019; Kim et al., 2019; Mason et al., 2019).

Para o caso das inovações radicais, emergentes ou disruptivas, as dificuldades de transferência são ainda mais proeminentes devido às características de incerteza e ambiguidade envolvidas nesse tipo de inovações (Rotolo et al., 2015). Essas características dificultam a avaliação do potencial de sucesso comercial e do possível impacto positivo que ela pode provocar na sociedade. Isto devido a fatores que envolvem a sua viabilidade produtiva e comercial, a dificuldade de avaliação da percepção do seu valor por parte do consumidor e a possibilidade ou não da sua combinação com outras tecnologias (Schuelke-Leech, 2018). Da mesma forma, a identificação de um campo tecnológico a ser explorado e considerado emergente também se apresenta como uma barreira para a geração e desenvolvimento de inovações radicais (Shen et al., 2010). Essas dificuldades também são observadas no uso dos mecanismos de TT&I disponibilizados pelas universidades, tais como as incubadoras tecnológicas, para a seleção de startups que envolvem inovações radicais (Seno Wulung et al., 2018). Devido a essas barreiras, envolvendo suas características, as inovações radicais enfrentam resistência para serem absorvidas por empresas tradicionais, sendo, geralmente, a opção mais favorável para o seu desenvolvimento a trilha do empreendedorismo, através da geração de startup, que incorpore a tecnologia em questão no seu modelo de negócio (Christensen & Christensen, 2003; Schuelke-Leech, 2018). Nessa área, do empreendedorismo inovador, a capacidade de entrega de resultados para o mercado depende em grande parte da capacidade dos seus atores de acompanhar o ritmo dinâmico dos ecossistemas de inovação. Diante da turbulência ambiental, típica dos ecossistemas de inovação, os recursos e competências podem ser

atualizados e reconfigurados em função do desenvolvimento das Capacidades Dinâmicas (Teece et al., 1997; Ambrosini & Bowman, 2009). As Capacidades Dinâmicas, em geral, representam a capacidade da organização de alterar os recursos existentes (Eisenhardt & Martin, 2000; Zahra, Sapienza, & Davidsson, 2006) e sua capacidade de resposta às mudanças em ambientes voláteis (Teece et al., 1997; Sune & Gibb, 2015; Helfat & Raubitschek, 2018). Segundo Heaton, Siegel & Teece (2019), as Capacidades Dinâmicas são um bom parâmetro para a avaliação da influência da universidade no ecossistema de inovação regional.

3.2.2. Os principais atores do ecossistema de inovação acadêmico

Uma questão importante para a TT&I refere-se à identificação dos atores da academia com as competências essenciais para conduzir a aproximação e a interação com os diferentes atores promotores da inovação, de forma a atender demandas e gerar tecnologias e negócios inovadores de forma eficiente. Segundo O’Kane (2018), os principais promotores dessa interação consistem no pesquisador, aquele diretamente envolvido no projeto de pesquisa, e o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da instituição. Em relação ao pesquisador, Alavi & Håbek (2016) apontam a importância do seu conhecimento tácito em relação ao objeto da pesquisa, o que o torna fundamental no processo de TT&I, enquanto o NIT tem suas competências majoritariamente voltadas para a fase formal do processo. Dentro da estrutura burocrática da instituição as competências do NIT estão diretamente relacionadas à proteção da propriedade intelectual, à negociação e à comercialização da tecnologia, apresentando-se como uma organização intermediária de interação entre a universidade e empresas (Siegel et al., 2003; Villani et al., 2017). Conforme Vega-Gomez & Miranda-Gonzalez (2021), o pesquisador, quando treinado para atuar no processo de transferência de tecnologia, principalmente na sua fase informal, é o principal ator deste processo, sendo sua participação fundamental para que o processo seja concluído de forma eficiente.

Segundo O’Kane (2018), o papel do pesquisador é particularmente relevante quando este ostenta um perfil gerencial, voltando seus projetos de pesquisa para a TT&I, mantendo conexões com os atores envolvidos em geração de inovações, tanto internamente quanto externamente ao ambiente acadêmico. Neste perfil, incluem-se a capacidade de comunicação, a multidisciplinaridade e os relacionamentos interpessoais (Llopis et al., 2018). Pelo seu posicionamento na fase de entrada do processo de TT&I, o pesquisador apresenta maior relevância nessa fase, no estreitamento das fronteiras

entre a pesquisa e empresas (Boehm & Hogan, 2014). Wu, Welch, & Huang (2015) argumentam que o sucesso no licenciamento e comercialização de tecnologias acadêmicas patenteadas é mais fortemente influenciado pela atitude individual do pesquisador do que por fatores institucionais. Na questão de atravessar fronteiras, é mais fácil para o pesquisador adentrar no campo de atuação do NIT do que o contrário, podendo a sua participação atravessar todo o processo de TT&I, desde a entrada (pesquisa básica) até a saída (comercialização), de forma proativa e eficaz (O’Kane, 2018). Inclusive, especificamente em relação ao mecanismo de TT&I a ser utilizado, O’Kane (2018) argumenta que essa decisão passa principalmente pelo pesquisador, com o NIT fazendo o papel de orientador, ou influenciador, para a definição do melhor caminho a ser trilhado para a transferência da invenção para a sociedade.

3.2.3. O papel do Principal Investigator no ecossistema de inovação

Conforme Etzkowitz (2003), as universidades têm passado por um processo de transformação na sua dinâmica interna, indo além da sua característica de centro de pesquisa, adentrando no campo do empreendedorismo. Este modelo de universidade empreendedora, que vem crescendo ao longo dos anos, além de fornecer soluções para problemas específicos de empresas e organizações, passou a assumir um papel mais amplo, o de fornecer subsídio cognitivo e prático para a formação de uma sociedade voltada ao empreendedorismo (Audretsch, 2014). Dentro da universidade, muitos laboratórios e grupos de pesquisa passaram a funcionar como células de geração de conhecimento e de tecnologias, atuando muitas vezes como pequenas empresas, ou “*quasi-firms*”, instaladas dentro do ambiente acadêmico (Etzkowitz, 2003b). Por meio de conexões externas são firmadas parcerias, contratos de pesquisa e transferência de conhecimento e de tecnologia.

Em geral, esses grupos de pesquisa empreendedores possuem um *principal investigator (PI)* atuando como gerente, ou gestor desse grupo (O’Kane, 2018). O *PI* é um empreendedor científico que, além de pesquisador, também atua como gerente de projetos, rompendo as fronteiras do seu ambiente, articulando interações entre a academia e empresas de forma multidisciplinar (Mangematin et al., 2014). Os *PIs* dos laboratórios e/ou grupos de pesquisa da universidade costumam se envolver tanto com questões acadêmicas como com questões organizacionais e burocráticas, interagindo com parceiros da indústria e da sociedade, visando a transferência das tecnologias e do conhecimento gerado pelos seus projetos de pesquisa (Cunningham et al., 2015).

Dessa forma, o *PI* estreita as fronteiras entre estes atores, impactando no aumento da eficácia da TT&I da instituição, integrando-a no ecossistema de inovação regional. Segundo Bellandi et al. (2020), o engajamento do *PI*, direcionando seus projetos para o atendimento da terceira missão da universidade, leva a mudanças de paradigma de seu grupo de pesquisa, trazendo um novo olhar para seus resultados, facilitando o encaminhamento da pesquisa na direção do empreendedorismo.

Kidwell (2014) comenta que, devido a sua visão de futuro, o *PI* é capaz de identificar áreas de pesquisa a serem exploradas, buscando recursos e costurando alianças, focando em projetos inovadores para serem levados para o mercado, tal como ocorrido com a nanotecnologia e a biotecnologia.

Nesse sentido, o *PI* também é um potencial gerador de inovações radicais, tais como as chamadas tecnologias emergentes, caracterizadas por apresentar inovações radicais para o mercado, de forma disruptiva, envolvendo elevado grau de incerteza e ambiguidade, com rápido crescimento, causando um impacto proeminente na sociedade (Rotolo et al., 2015). O pesquisador que investe na geração e desenvolvimento de inovações radicais necessita de habilidades que envolvam a capacidade de: (i) antecipar e identificar tecnologias com potencial de mercado frente às tecnologias dominantes, (ii) avaliar sua viabilidade produtiva e comercial e (iii) avaliar o impacto positivo que elas possam causar para a sociedade (Schuelke-Leech, 2018). Assim, esse pesquisador deve ser capaz de desenvolver estudos e atividades prospectivas, que possibilitem prever o panorama tecnológico futuro (*forecasting and foresighting*) para subsidiar a tomada de decisão frente ao rumo das suas pesquisas (Ahlqvist & Kohl, 2016).

A Figura 3.1 apresenta um mapa de co-ocorrências das principais palavras-chave utilizadas em artigos envolvendo o *PI* das universidades. Dentre as principais palavras-chave, e suas interrelações, o *PI* aparece como o principal elo entre as áreas que envolvem a geração de conhecimento na universidade (em verde) e as áreas que envolvem a transferência das tecnologias e a geração de inovações desenvolvidas na universidade, através dos seus diferentes mecanismos (em vermelho). Assim, como pode-se observar, o *PI* é um ator de fundamental importância para o aprimoramento da integração do ecossistema de inovação acadêmico com o ecossistema de inovação regional, visando a melhor performance no processo de condução dos resultados da pesquisa acadêmica para a sociedade.

Em seu estudo mais recente, O’Kane et al. (2020) argumentam que as quatro competências essenciais do *PI*, de **organizador**, **visionário**, **gerente** e **empreendedor**, são construídas através do aprendizado proporcionado pela experiência adquirida e pela quebra das suas próprias barreiras, adentrando em campos até então desconhecidos para ele. Estas competências são identificadas por atividades típicas exercidas pelo pesquisador, envolvendo seu posicionamento dentro do seu grupo de pesquisa, suas conexões profissionais e suas interações com atores internos e externos à universidade, a utilização dos mecanismos de TT&I, a busca de parcerias e financiamentos para pesquisa e o direcionamento dessas pesquisas.

Portanto, o *PI* consiste em um agente transformador, atuando como um catalisador na introdução de inovações voltadas ao desenvolvimento da sociedade. Pelas suas características, ele atua como influenciador de transformações nos quatro setores da quádrupla hélice (Carl, 2020), agregando valor, de forma sustentável, aos resultados da pesquisa acadêmica (Cunningham, Menter, & O’Kane, 2018).

A Tabela 3.1 apresenta uma compilação do perfil, com as atividades típicas que caracterizam um *PI*, em função das competências essenciais.

Tabela 3.1 - Perfil típico do PI em função das competências essenciais (Mangematin et al., 2014; Kidwell, 2014; Cunningham et al., 2015; O’Kane, 2018;2020).

| Competência essencial | Perfil típico |
|------------------------------|---|
| Organizador | O <i>PI</i> conecta, organiza e gerencia equipes de pesquisadores e colaboradores confiáveis, de forma multidisciplinar e colaborativa, angariando e distribuindo fundos para treinar e desenvolver habilidades na equipe. Com isso seu grupo de pesquisa produz pesquisas de alto impacto. |
| Gerente | O <i>PI</i> atua como um gerente de projetos, que visa a produtividade da sua equipe, gerenciando os recursos humanos, as questões burocráticas, adaptando os projetos frente a mudanças de rumo necessárias. Em geral são projetos de interação com empresas. O <i>PI</i> costuma adotar um papel híbrido, dividindo seu tempo entre a liderança da equipe e a produção científica. |
| Visionário | O <i>PI</i> combina posturas estratégicas proativas e reativas ao explorar novos paradigmas de pesquisa, visando a introdução de inovações no mercado e no atendimento de demandas para o mercado existente. Para isso o <i>PI</i> adota estratégias de previsão de panoramas tecnológicos futuros e mobiliza recursos para implementar suas agendas de pesquisa. Suas tomadas de decisão podem ser arriscadas, mas são propositadas. |
| Empreendedor | O <i>PI</i> enxerga os resultados das pesquisas de sua equipe como um negócio, sendo capaz de antecipar necessidades de mercado, concebendo diferentes aplicações de mercado para suas pesquisas, transformando-as em negócio. Isso pode acontecer através do processo de TT, ou através de geração de |

startup ou spin-off. Para isso ele mantém forte interação com o setor produtivo e também atua próximo ao NIT da instituição, participando do processo de TT&I em todas as fases, incorporando o impacto e as intenções de comercialização em suas propostas de financiamento. O *PI* capitaliza sobre a propriedade intelectual desenvolvida na universidade. Isso tudo sem prejuízo das suas atividades acadêmicas.

3.3. Método

O presente estudo propõe uma abordagem para a elaboração de um diagnóstico da TT&I em ecossistemas de inovação acadêmico de universidades, incluindo a identificação dos seus *PIs* e *Potenciais PIs*. Para isso, inicialmente, foi elaborado um mecanismo de levantamento de dados, em forma de questionário, para aplicação ao quadro de pesquisadores da universidade a ser analisada. Este mecanismo avalia o alinhamento da universidade com a cultura da TT&I, sob a perspectiva do pesquisador. Também, avalia as competências essenciais dos pesquisadores, relacionadas ao perfil típico de um *PI*. Por fim, o mecanismo avalia os recursos humanos e físicos disponíveis aos pesquisadores e a capacidade dos seus laboratórios ou grupos de pesquisa de gerar inovações e atender projetos de interação com empresas. Os resultados desse levantamento, além de diagnosticar a situação do ecossistema de inovação da universidade, servem de base para a identificação dos *PIs* e a classificação dos pesquisadores em relação a sua maturidade para projetos de TT&I, considerando as competências essenciais levantadas na literatura.

O questionário utilizou duas escalas de avaliação: (i) para questões que exigiam uma avaliação do nível de concordância em relação ao quesito apresentado foi utilizada uma escala Likert de 7 pontos, com o nível mais baixo (1) representando "*discordo totalmente*", o nível mais alto (7) representando "*concordo totalmente*" e o nível intermediário (4) representando o posicionamento neutro (*não discordo e nem concordo*); (ii) para questões que exigiam uma resposta discreta em relação ao atendimento de critérios, foram disponibilizadas quatro opções de resposta: (i) *Não e não me interessa esse quesito*; (ii) *Não, mas gostaria de atender esse quesito*; (iii) *Sim, mas poderia melhorar esse quesito*; (iv) *Sim, eu atendo esse quesito*. Ao final do questionário foi deixado um campo para comentários, de forma livre.

As Tabelas 3.2, 3.3 e 3.4, apresentam o questionário utilizado, organizado em três blocos: (i) avaliação da universidade, (ii) avaliação das competências do

pesquisador e (iii) avaliação dos recursos e capacidades disponíveis para projetos de TT&I.

A Tabela 3.2 apresenta as questões referentes à avaliação do alinhamento da universidade com a cultura de TT&I, sob a perspectiva do pesquisador.

Tabela 3.2 - Avaliação do alinhamento da universidade com a cultura da TT&I.

| Avaliação da Universidade (percepção do pesquisador) | Opções de respostas |
|---|--|
| U1. Você acha que a cultura organizacional da sua universidade está alinhada com a cultura da transferência de tecnologia e inovação, facilitando a interação com empresas. | Contínua (escala de 1 a 7): 1 = discordo totalmente 4 = não discordo e nem concordo 7 = concordo totalmente |
| U2. Você acha que a sua universidade oferece órgãos intermediários de suporte para a interação da pesquisa com empresas. | |
| U3. Você acha que a sua universidade oferece estrutura física para a instalação e o desenvolvimento de novas empresas de base tecnológica (startups). | |
| U4. Você acha que a sua universidade oferece capacitação ou treinamento para o desenvolvimento de competências voltadas à inovação e empreendedorismo. | |

A Tabela 3.3 apresenta as questões de avaliação do pesquisador em relação às suas competências essenciais. Essas questões envolvem as atividades exercidas pelos pesquisadores relacionadas ao perfil típico de um *PI*, acompanhada de uma avaliação da percepção da posição do próprio pesquisador frente àquela competência.

A partir desse segundo bloco de questões, foi desenvolvido um mecanismo de identificação e classificação dos *PIs*, considerando seu nível de maturidade frente às competências essenciais. Nessa identificação, os pesquisadores foram classificados em quatro níveis: (i) *PI Pleno*, aquele que atua como *PI* e que apresenta as competências essenciais desenvolvidas; (ii) *PI Emergente*, aquele que atua como *PI*, mas que apresenta deficiências nas competências essenciais; (iii) *Potencial PI*, aquele que não atua como um *PI*, mas apresenta potencial para atuar como tal, já que apresenta as competências essenciais em desenvolvimento e demonstra interesse em atuar como *PI*; e (iv) *Não PI*, aquele que não apresenta as competências essenciais para atuar como um *PI* e nem apresenta interesse em desenvolvê-las.

A identificação e classificação dos *PIs* em função das competências essenciais foi realizada a partir das questões O1, G1, V1, E1 e E2 da Tabela 3.3 e obedeceu o seguinte critério: (i) pelo menos uma resposta *Não e não me interessa esse quesito*,

equivale a *Não PI*; senão, se (ii) pelo menos uma resposta *Não, mas gostaria de atender esse quesito*, equivale a *Potencial PI*; senão, se (iii) pelo menos uma resposta *Sim, mas gostaria/poderia melhorar esse quesito*, equivale a *PI Emergente*; senão, se (iv) todas as respostas *Sim, eu atendo esse quesito*, equivale a *PI Pleno*. Para a competência Empreendedor é necessário que o critério atenda pelo menos uma das questões, E1 ou E2.

Dessa forma, foi possível avaliar o quadro de pesquisadores que responderam o levantamento, classificando-os segundo seu nível de maturidade em relação à TT&I.

Tabela 3.3 - Avaliação das competências dos pesquisadores em função das atividades típicas do PI

| Avaliação das competências do pesquisador | | | | |
|--|--|--|---|--|
| Organizador | Gerente | Visionário | Empreendedor | Opções de respostas |
| O1. Você é coordenador ou organizador de laboratório ou grupo de pesquisa? | G1. Você interage com empresas, desenvolvendo projetos conjuntos? | V1. Você utiliza técnicas prospectivas que possibilitem prever panoramas tecnológicos futuros para direcionar suas pesquisas? | E1. Você orienta projetos de pesquisa visando a geração de startups? E2. Você orienta projetos de pesquisa voltados para solucionar demandas do setor produtivo? | (i) Não e não me interessa esse quesito (ii) Não, mas gostaria/poderia atender esse quesito (iii) Sim, mas poderia melhorar/ampliar esse quesito (iv) Sim, eu atendo esse quesito |
| O2. Você considera que possui competências como um organizador de pesquisa. | G2. Você considera que possui competências como um gerente de projetos de interação com empresas. | V2. Você considera que possui competências como um visionário para a geração de inovações?. | E3. Você considera que possui competências como um pesquisador empreendedor. | Contínua (escala de 1 a 7): 1 = discordo totalmente 4 = não discordo nem concordo 7 = concordo totalmente |

A Tabela 3.4 apresenta o bloco de questões dirigidas à avaliação dos recursos e capacidades disponíveis para o pesquisador que coordena laboratórios ou grupos de pesquisa para atender projetos que envolvam TT&I. Essa avaliação conduz a um refinamento da classificação dos pesquisadores previamente identificados e classificados como *PIs Plenos*, *Emergentes* e *Potenciais*.

A classificação em função dos recursos e capacidades obedeceu o seguinte critério, para: (i) todas as respostas *Sim, eu atendo esse quesito* equivale a *PI com recursos e capacidades plenos*; (ii) pelo menos uma resposta *Sim, mas poderia melhorar esse quesito* equivale a *PI com recursos ou capacidades limitados* e (iii) pelo menos uma resposta *Não, mas gostaria de atender esse quesito* equivale a *PI sem recursos ou capacidades*.

Baseado nesses critérios, a classificação final dos *PIs* resultou em *PI (Pleno, Emergente ou Potencial) com recursos e capacidades plenos*, *PI (Pleno, Emergente ou Potencial) com recursos ou capacidades limitados* e *PI (Pleno, Emergente ou Potencial) sem recursos ou capacidades*.

Tabela 3.4 - Avaliação dos recursos e capacidades disponíveis para o pesquisador

| Avaliação dos recursos e capacidades | | Opções de respostas |
|--------------------------------------|---|--|
| Recursos | R1. Seu laboratório ou grupo de pesquisa possui recursos humanos qualificados para projetos de interação com empresas e inovação? | (i) Não e não me interessa esse quesito |
| | R2. Seu laboratório ou grupo de pesquisa possui infraestrutura de espaço e equipamentos para o atendimento de projetos de interação com empresas e inovação? | (ii) Não, mas gostaria de atender esse quesito (iii) Sim, mas poderia melhorar esse quesito |
| Capacidades | C1. Os resultados das suas pesquisas se encontram, em média, em um estágio de desenvolvimento próximo da sua comercialização? | (iv) Sim, eu atendo esse quesito |
| | C2. Você considera que os recursos e competências do seu laboratório ou grupo de pesquisa, de um modo geral, são capazes de acompanhar o ritmo dinâmico dos ecossistemas de inovação, para a introdução de inovações na sociedade? | |

Para testar o método desenvolvido, ele foi aplicado em um levantamento conduzido junto ao quadro de pesquisadores da Escola de Engenharia (EE) e do Instituto de Física (IF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A UFRGS é uma universidade pública federal brasileira, de grande porte, com alto desempenho na produção científica mundial, figurando entre as 10 melhores universidades do país (QS University Rankings 2021). Conforme estudo realizado pela Clarivate Analytics, o Brasil encontra-se na 13ª posição na produção científica global, dentre mais de 190 países, sendo que as universidades públicas federais representam

mais de 95% dessa produção científica (Cross, Thomson, & Sinclair, 2017). A escolha da EE e do IF se deu pelo seu perfil tecnológico e pela elevada produção de pesquisa aplicada dessas unidades acadêmicas da UFRGS, além das afinidades em termos de conteúdo disciplinar, apresentando estudos e espaços compartilhados entre si.

O questionário foi encaminhado, por correio eletrônico, pelas direções de cada uma das unidades, para o seu corpo docente, que representa aproximadamente 320 professores/pesquisadores no total.

3.4. Resultados e discussão

O questionário foi encaminhado para os pesquisadores na data de 26/04/2021, com seu reenvio uma semana após, permanecendo disponível para respostas até a data de 13/05/2021. Durante este período foram coletadas 112 respostas dos 320 pesquisadores visados, representando um total de 35% de adesão.

3.4.1. Avaliação da universidade

A seguir são apresentados os resultados da avaliação do alinhamento da universidade com a cultura da TT&I, sob a perspectiva dos pesquisadores. Os dados estão apresentados na Figura 3.1, na forma de histograma, com a frequência de respostas para cada nível da escala.

Observa-se na Figura 3.1(a) que, em relação à cultura organizacional, além de um número elevado de pesquisadores que preferiu um posicionamento neutro, há um número relativamente elevado de pesquisadores que acreditam que a cultura organizacional da sua universidade não está alinhada com a cultura da transferência de tecnologia, não facilitando a interação com empresas.

Quanto à avaliação dos órgãos intermediários apresentada na Figura 3.1(b), há um número equilibrado de pesquisadores que pensam que a universidade oferece / não oferece órgãos intermediários de suporte para a interação da pesquisa com empresas.

Em relação à estrutura física para o desenvolvimento de startups, apresentada na Figura 3.1(c), há um número relativamente elevado de pesquisadores que pensa que a universidade não oferece estrutura física para a instalação e o desenvolvimento de novas empresas de base tecnológica (startups).

Em relação à capacitação ou treinamento para o desenvolvimento de competências voltadas à inovação e ao empreendedorismo, apresentado na Figura 3.1(d), há um número relativamente elevado de pesquisadores que pensa que a

universidade oferece capacitação ou treinamento para o desenvolvimento de competências voltadas à inovação e empreendedorismo.

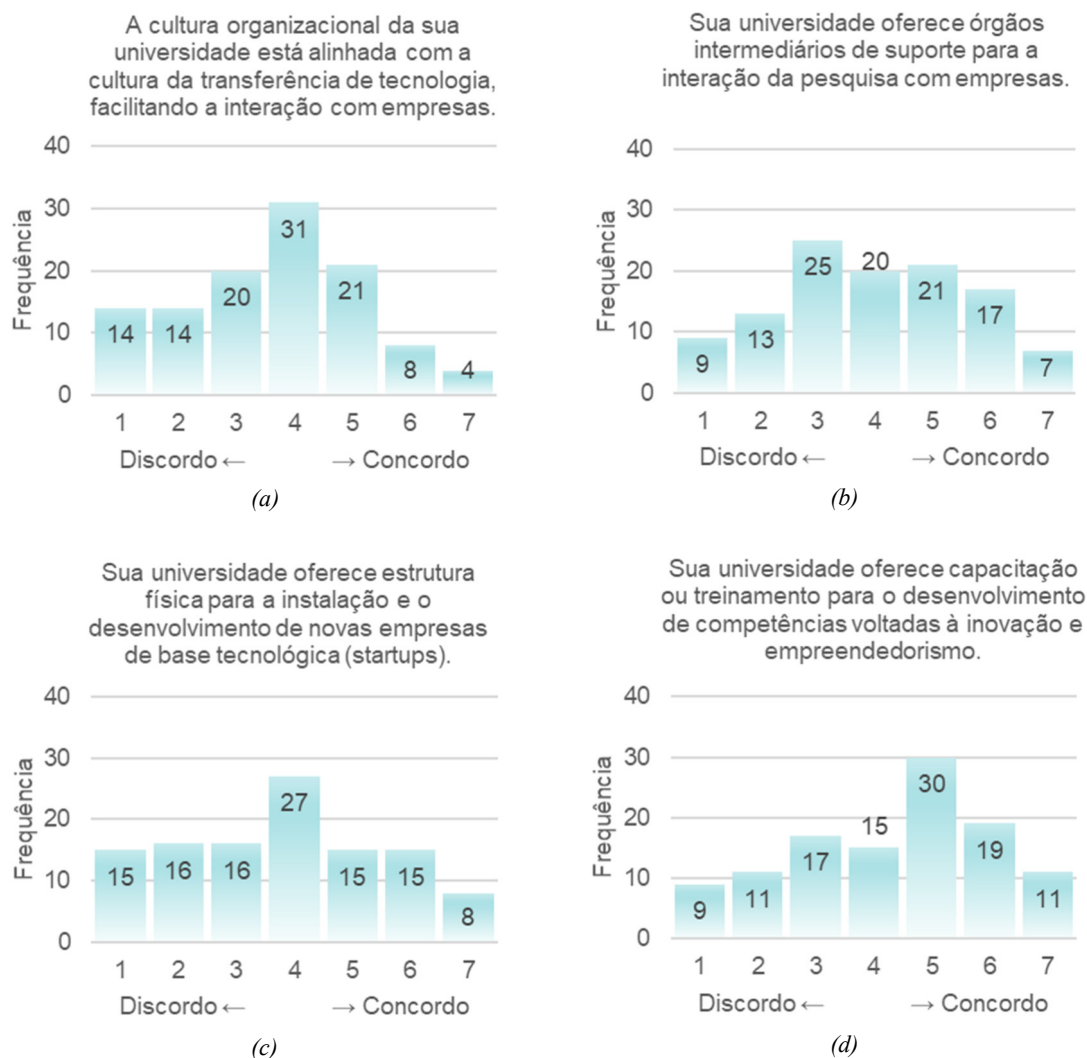


Figura 3.1 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à avaliação da universidade.

Portanto, o fator percebido pelo maior número de pesquisadores como inibidor da interação entre a pesquisa e empresas é a cultura organizacional da universidade. Segundo a maioria dos respondentes, a cultura não está alinhada com as atividades de TT&I. Em segundo lugar, apontado como inibidor de projetos envolvendo TT&I, aparece a falta de espaço físico para a instalação e o desenvolvimento de startups. No caso dos órgãos intermediários de suporte para a interação com empresas, nos quais o NIT da instituição é o principal ator, há um relativo equilíbrio nas avaliações positivas e negativas. Por fim, o fator institucional que se destaca positivamente entre os pesquisadores investigados é o treinamento ou capacitação voltados à inovação e ao

empreendedorismo que a universidade oferece. Observa-se que os programas de empreendedorismo desenvolvidos na instituição são percebidos positivamente pelos seus pesquisadores.

3.4.2. Avaliação das competências essenciais dos pesquisadores

As Figuras 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5 apresentam os histogramas contendo a frequência de respostas para cada nível da escala das questões da avaliação das competências essenciais dos pesquisadores investigados.

A Figura 3.2 apresenta os resultados da avaliação dos pesquisadores em relação à competência essencial **Organizador**. Conforme observa-se na Figura 3.2(a), um elevado número de pesquisadores é coordenador/organizador de laboratório ou grupo de pesquisa. Por outro lado, entre os que não atuam como coordenador/organizador, um número expressivo de pesquisadores demonstra interesse em realizar essa atividade. Ainda, em relação à competência essencial Organizador, a Figura 3.2(b) apresenta um número relativamente elevado de pesquisadores que acredita que possui a competência Organizador de pesquisa desenvolvida.

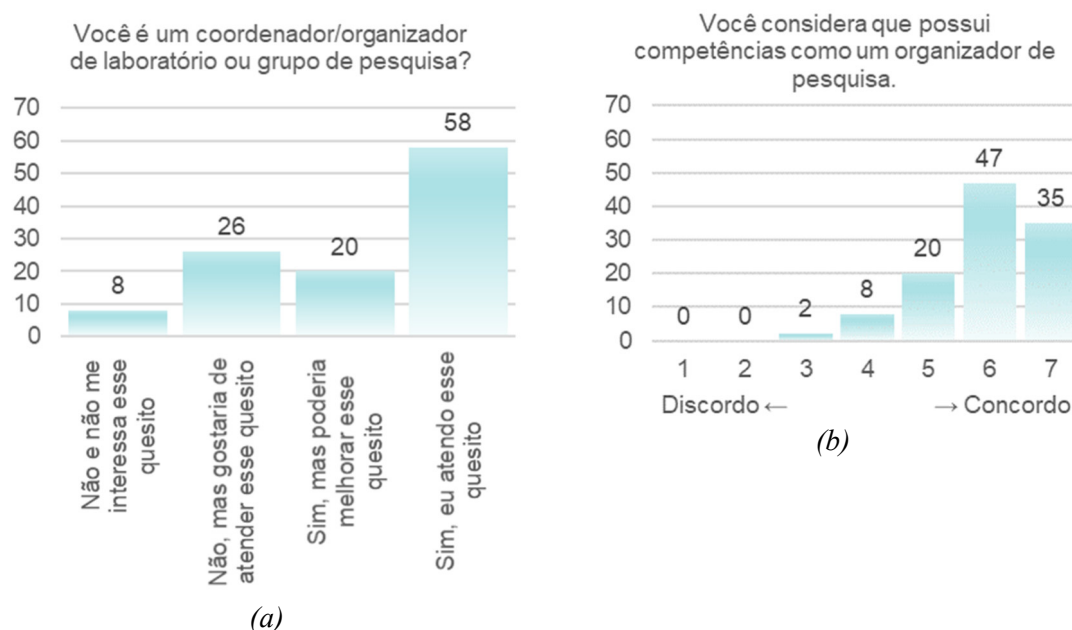


Figura 3.2 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à competência **organizador**.

A Figura 3.3 apresenta o histograma dos resultados da avaliação dos pesquisadores em relação à competência essencial **Gerente**. Na Figura 3.3(a) observa-se que a maioria dos pesquisadores acredita que não possui essa competência plenamente desenvolvida, indicando que esse quesito pode ser melhorado para um efetivo desenvolvimento de projetos de TT&I. Ainda em relação à competência essencial

Gerente, a Figura 3.3(b) indica um número relativamente elevado de pesquisadores que acredita que possui a competência de gerente de projetos de interação com empresas desenvolvida. Porém, a maioria das avaliações concentra-se nas pontuações 5 e 6, indicando que ainda há espaço para reforçar os conhecimentos referentes à gestão de projetos de TT&I.

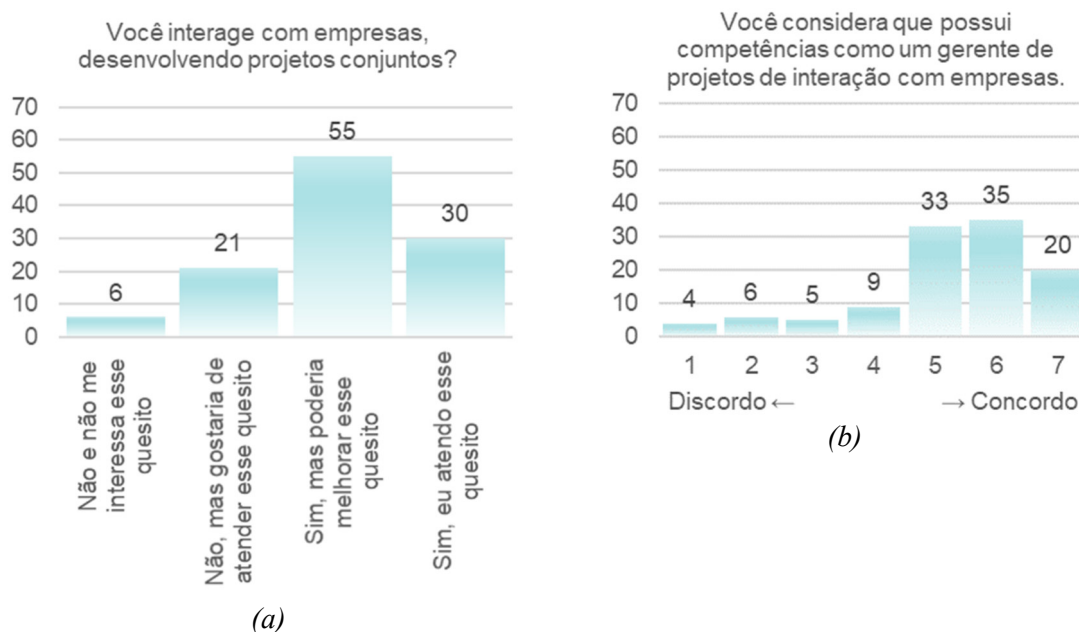


Figura 3.3 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à competência **gerente**.

A Figura 3.4 apresenta os resultados da avaliação dos pesquisadores em relação à competência essencial **Visionário**. Neste caso observa-se na Figura 3.4(a) que a maioria dos pesquisadores não utiliza técnicas prospectivas para previsão de panoramas tecnológicos futuros, mas gostaria de desenvolver competências para esse tipo de atividade. Também, pelo lado dos que responderam que utiliza técnicas prospectivas, a maioria acredita que não possui essa competência plenamente desenvolvida, indicando que gostaria de melhorá-la. Por outro lado, a Figura 3.4(b) indica um elevado número de pesquisadores que acredita possuir a competência de Visionário para a geração de inovações desenvolvida, mas, também neste histograma, observa-se uma tendência de concentração nas pontuações intermediárias da escala, indicando que uma parcela significativa deles entende que não possui essa competência plenamente desenvolvida.

Segundo a literatura, as atividades que envolvem a prospecção de panoramas tecnológicos futuros (*strategic foresight*), típicas de um *PI* Visionário, estão diretamente relacionadas à geração de inovações radicais, tais como as tecnologias emergentes (Ahlqvist & Kohl, 2016; Nascimento et al., 2020). Dessa forma, observa-se uma lacuna na competência dos pesquisadores investigados no sentido de orientar seus projetos para

a geração de inovações radicais. Porém, levando em consideração o fato de que uma parcela expressiva dos que não realiza atividades de prospecção afirmou que gostaria de desenvolver esse quesito, esta competência essencial têm potencial de ser desenvolvida para uma atuação mais efetiva destes pesquisadores como *PIs*.

Portanto, no caso da competência essencial Visionário, esta não se encontra plenamente desenvolvida, mas existe uma forte oportunidade de melhoria nesse quesito junto aos pesquisadores investigados.

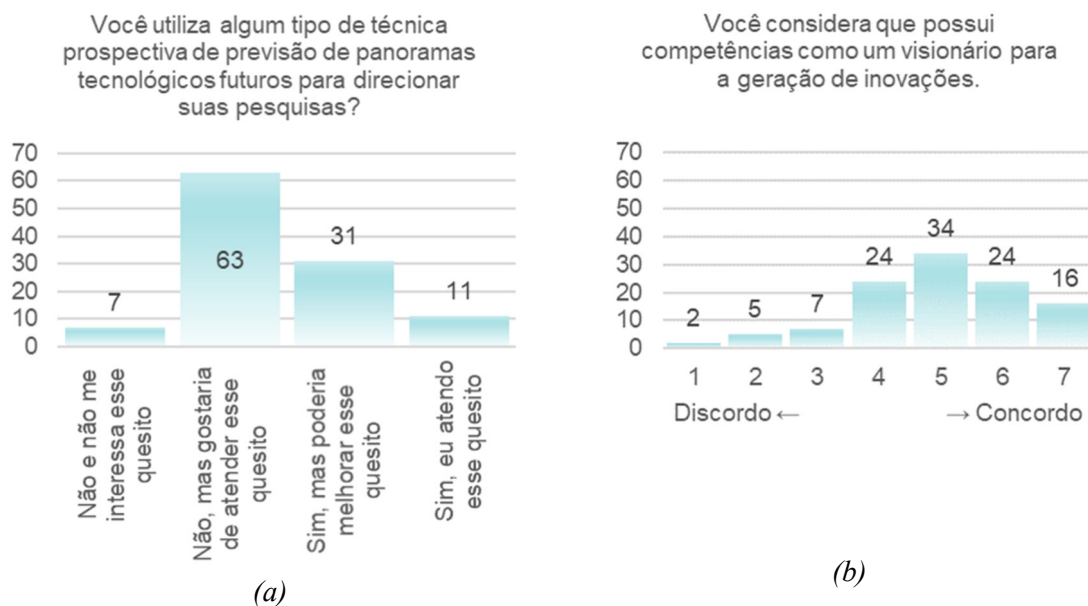


Figura 3.4 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à competência **visionário**

A Figura 3.5 apresenta os resultados da avaliação dos pesquisadores em relação à competência essencial **Empreendedor**. Neste caso a competência essencial está dividida em duas atividades típicas: (i) a orientação de projetos para a geração de startups e (ii) o atendimento de demandas do setor produtivo. Em relação à primeira, observa-se na Figura 3.5(a) que um número relativamente baixo de pesquisadores orienta seus projetos visando a geração de startups. Apesar disso, o histograma mostra que a maioria desses pesquisadores indica que gostaria de orientar seus projetos visando a geração de startups. Em contrapartida, na Figura 3.5(b) observa-se um número relativamente elevado de pesquisadores que orienta seus projetos para a solução de demandas do setor produtivo. Já a Figura 3.5(c) indica um número relativamente elevado de pesquisadores que acreditam que possuem a competência de Empreendedor, porém, as respostas concentradas nas posições intermediárias da escala indicam que muitos deles acham que não possuem essa competência plenamente desenvolvida.

Assim, no caso da competência essencial Empreendedor, observa-se uma forte tendência dos pesquisadores de atuarem na resolução de problemas do setor produtivo, com pouca atuação na geração de empreendimentos inovadores de base tecnológica (startups). Neste caso, assim como na competência essencial Visionário, observa-se uma deficiência junto aos pesquisadores investigados no sentido da sua atuação na geração de inovações radicais, pois, conforme apontado por Christensen & Christensen (2003), este tipo de inovações são mais facilmente conduzidas para a sociedade através de startups do que por empresas tradicionais, já consolidadas.

Portanto, assim como observado anteriormente na análise da competência essencial Visionário, há potencial para o desenvolvimento da competência essencial Empreendedor junto aos pesquisadores investigados, principalmente no campo do empreendedorismo inovador. Dessa forma, apresenta-se neste caso, também, uma forte oportunidade de melhoria na capacidade dos pesquisadores direcionarem seus projetos de TT&I para a geração de startups.

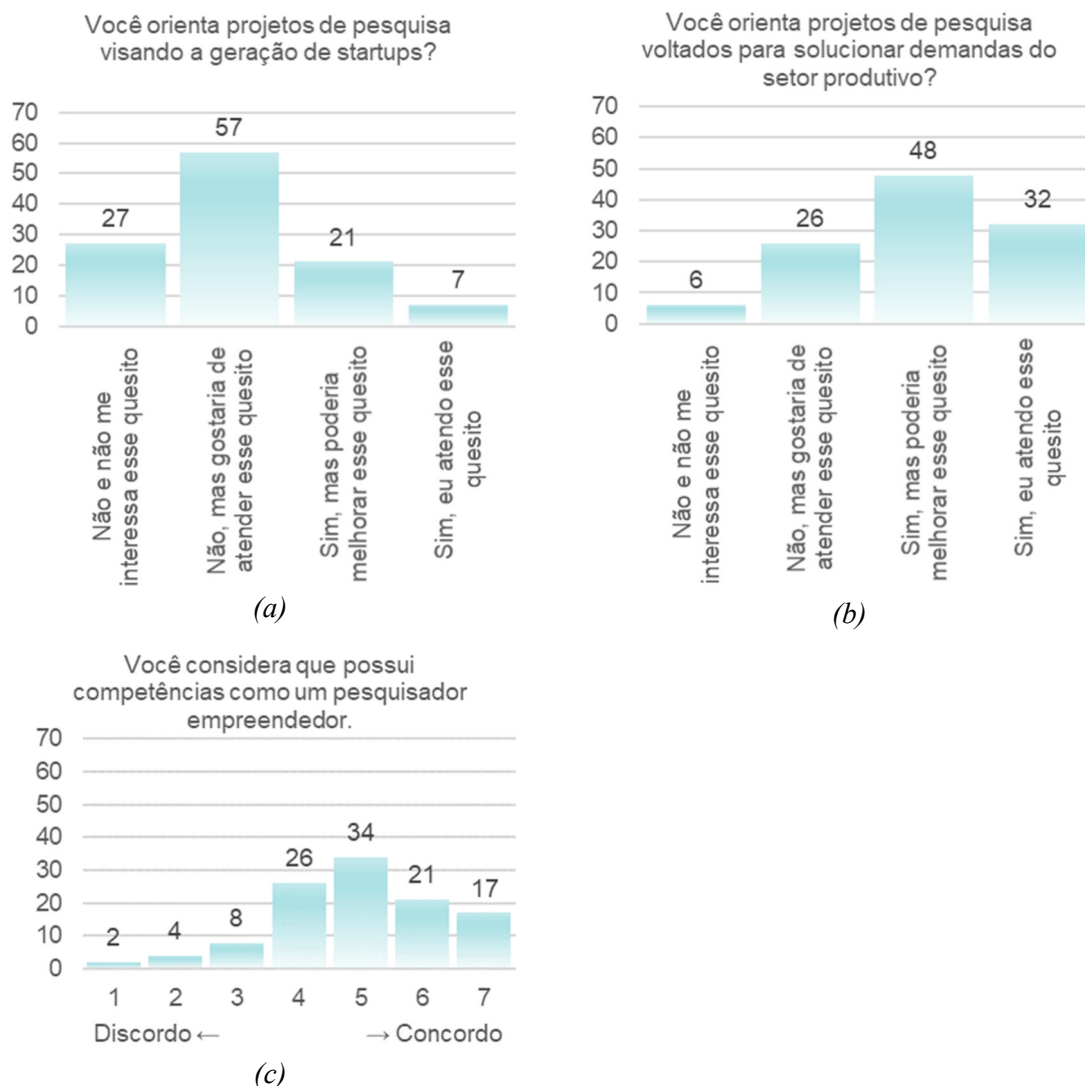


Figura 3.5 - Resultados da avaliação dos pesquisadores, referente à competência empreendedor.

De forma geral, os resultados do bloco da avaliação das competências essenciais dos pesquisadores indica que as quatro competências essenciais apresentam deficiências em algum nível. As competências essenciais Visionário e Empreendedor são as que apresentam maiores deficiências. A competência Gerente ocupa a posição intermediária e a competência Organizador é a mais desenvolvida entre os pesquisadores da universidade estudada. Dessa forma, existem oportunidades de desenvolvimento das competências essenciais dos pesquisadores, o que permitiria um maior engajamento desses pesquisadores no ecossistema de inovação acadêmico.

3.4.2.1. Identificação dos PIs

A identificação e classificação dos PIs foi realizada através da análise dos resultados da avaliação das competências do pesquisador. Aplicando-se o mecanismo

proposto para o universo total dos pesquisadores respondentes à pesquisa obteve-se, dentre estes, um total de 74 pesquisadores identificados como *PIs*. Estes, após a classificação, resultaram distribuídos em função do seu nível de maturidade em 5 *PIs Plenos*, 29 *PIs Emergentes*, 63 *Potenciais PIs* e 15 *Não PIs*. A Tabela 3.5 apresenta os resultados da identificação e classificação dos *PIs* quanto ao nível de maturidade em relação às competências essenciais.

Tabela 3.5 - Identificação e classificação dos *PIs* em função das competências essenciais.

| Classificação | <i>PI Pleno</i> | <i>PI Emergente</i> | <i>Potencial PI</i> | <i>Não PI</i> |
|----------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------|
| Nº de pesquisadores | 5 | 29 | 63 | 15 |

Portanto, dos pesquisadores respondentes ao questionário, a maioria (56,3% dos pesquisadores) aparece como *Potenciais PIs*, que não atuam, mas apresentam potencial para tal, enquanto uma minoria já atua como *PI*, em algum nível (30,3% entre *PIs Emergentes* e *PIs Plenos*). Destaca-se o baixo número de *PIs Plenos*, que apresentam todas as competências essenciais plenamente desenvolvidas e que atuam, com sua equipe, em projetos de TT&I, tanto na orientação de projetos envolvendo o atendimento de demandas de empresas como na geração de startups.

Assim, este bloco apresentou os resultados da aplicação do mecanismo referente à avaliação das competências dos pesquisadores, traçando um diagnóstico do cenário de TT&I da universidade investigada. Além disso, identificou e classificou os pesquisadores dessa universidade, segundo as competências essenciais de um *PI*. Nesse caso, apresenta-se uma oportunidade de melhoria voltada para os *PIs Emergentes* e os *Potenciais PIs*, os quais podem ser o foco de um programa de desenvolvimento de competências para a TT&I organizado pela instituição.

3.4.2.2. Avaliação do acesso a recursos e capacidade de TT&I dos PIs

Esta seção apresenta os resultados do bloco referente à avaliação do acesso a recursos e das capacidades dos pesquisadores para projetos de TT&I. Nesse caso apenas os pesquisadores previamente identificados e classificados na seção 3.4.2.1 como *PIs Plenos*, *PIs Emergentes* e *Potenciais PIs* foram avaliados. A Figura 3.6 apresenta os histogramas com a frequência de respostas para cada opção das questões relativas aos recursos e capacidades dinâmicas dos *PIs*. Os itens (a) e (b) referem-se a recursos para TT&I e os itens (c) e (d) referem-se às capacidades para TT&I.

Observa-se na Figura 3.67 que, apesar do número relativamente elevado de pesquisadores atendidos pelos quesitos avaliados, os histogramas mostram que a maioria deles acha que poderia haver melhorias, indicando deficiências nos recursos e nas capacidades disponíveis para o atendimento de projetos de TT&I.

Como quesito melhor avaliado pelos pesquisadores aparece a disponibilidade de recursos humanos qualificados para o atendimento de projetos de interação com empresas. A maioria dos pesquisadores indica que há disponibilidade de recursos humanos qualificados no ecossistema acadêmico, conforme pode-se observar na Figura 3.6(a). Contudo, mesmo entre os que apresentam recursos humanos qualificados, a maioria acha que podem haver melhorias nesse sentido.

Em contrapartida, a Figura 3.6(c) apresenta a menor avaliação entre os quatro quesitos avaliados, indicando um número equilibrado de *PIs* que conseguem levar os resultados das suas pesquisas para um nível de maturidade próximo da sua comercialização ou entrega para a sociedade. Nesse caso, como pode-se observar no histograma, há um número expressivo de pesquisadores que não apresentam as capacidades dinâmicas que permitam conduzir suas pesquisas para um estágio de maturidade elevado, mas indicam que gostariam de fazê-lo, caracterizando uma clara oportunidade de melhoria.

Em relação ao acesso a recursos de infraestrutura e equipamentos para projetos de TT&I, apresentado na Figura 3.6(b), e a capacidade de acompanhar o ritmo dinâmico dos ecossistemas de inovação, apresentado na Figura 3.6(d), observa-se novamente, em ambos os histogramas, um número expressivo de pesquisadores que acreditam que poderia haver melhorias, tanto na questão da infraestrutura de espaço e equipamentos quanto na capacidade de acompanhar o ritmo dinâmico dos ecossistemas de inovação. Portanto, esses quesitos também revelam oportunidades de melhoria.

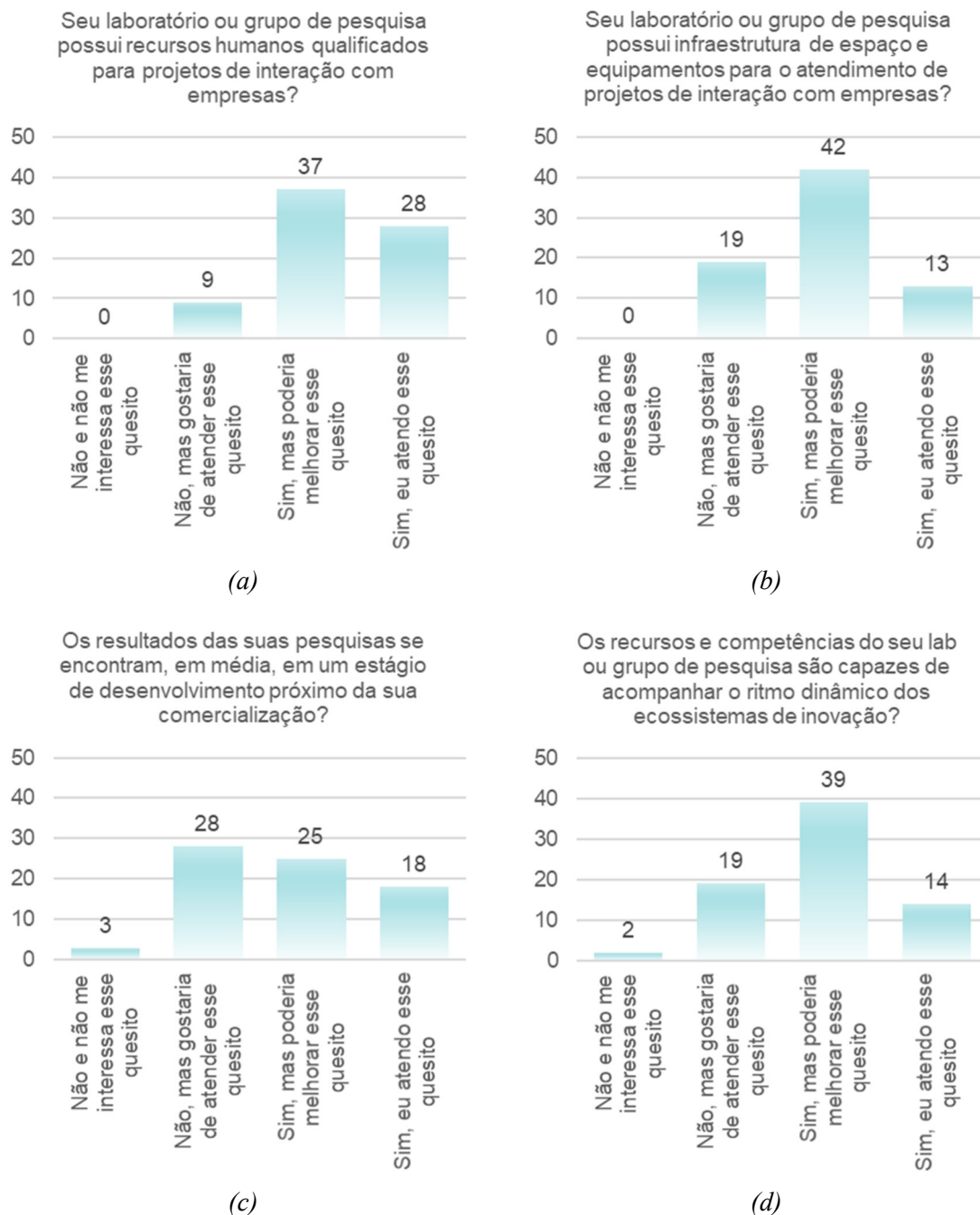


Figura 3.6 - Resultados da avaliação dos recursos e capacidades dos PIs para atendimento de projetos de TT&I.

Portanto, a maioria dos pesquisadores investigados indica que existem deficiências, em algum nível, na questão da disponibilidade de recursos, bem como nas capacidades dinâmicas para o atendimento pleno de projetos de TT&I. Logo, na universidade em estudo, existem oportunidades de melhorias em todos os quesitos referentes ao acesso a recursos e de desenvolvimento das capacidades dinâmicas dos pesquisadores para projetos de TT&I.

3.4.2.3. Classificação dos PIs quanto aos recursos e capacidades

A seguir são apresentados os resultados da classificação dos *PIs* em relação ao acesso a recursos e as capacidades disponíveis para projetos de TT&I. A partir dessa avaliação obteve-se um refinamento da classificação dos *PIs*, passando-se a apresentar (i) *PI (Pleno, Emergente ou Potencial) com recursos e capacidades plenas*, (ii) *PI (Pleno, Emergente ou Potencial) com recursos ou capacidades limitados* e (iii) *PI (Pleno, Emergente ou Potencial) sem recursos ou capacidades*. A Tabela 3.6 apresenta o resultado da classificação, com a distribuição dos *PIs* em função dos recursos e capacidades.

Tabela 3.6 - Distribuição dos *PIs* em função dos seus recursos e capacidades

| | Com recursos e capacidades plenos | Com recursos ou capacidades limitados | Sem recursos ou capacidades |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| <i>PI Pleno</i> | 1 | 3 | 1 |
| <i>PI Emergente</i> | 1 | 15 | 13 |
| <i>Potencial PI</i> | 1 | 9 | 52 |
| Total | 3 | 27 | 66 |

Observa-se um número baixo de *PIs* que apresentam recursos e capacidades plenos para TT&I. Mesmo entre os *PIs Plenos*, chama a atenção o fato de que, além de a maioria dispor de recursos ou capacidades limitados, um deles nem sequer dispõe de recursos ou capacidades para o desenvolvimento de projetos de TT&I. Se esperaria que, pela sua posição de pesquisadores com competências essenciais plenamente desenvolvidas, os *PIs Plenos* estariam satisfatoriamente atendidos por recursos e capacidades necessários para sua atuação plena, o que não se observa. Portanto, além de haver um número relativamente baixo de *PIs Plenos* identificados pelo mecanismo proposto na seção 3.4.2.1, suas competências não estão sendo plenamente aproveitadas para sua efetiva atuação dentro do ecossistema de inovação acadêmico.

Para o caso dos *PIs Emergentes*, a maioria apresenta limitações, em algum nível, nos recursos ou capacidades, com um equilíbrio entre aqueles que possuem recursos ou capacidades limitados e aqueles que não possuem recursos ou capacidades para o desenvolvimento de projetos de TT&I. Portanto, também em relação aos *PIs Emergentes*, que apresentam as competências essenciais parcialmente desenvolvidas, pesa o fato de suas competências não estarem sendo efetivamente aproveitadas para sua

atuação dentro do ecossistema de inovação acadêmico, devido à deficiência nos recursos e capacidades para o desenvolvimento de projetos envolvendo TT&I.

No caso dos *Potenciais PIs*, a maioria deles não possui recursos ou capacidades para o desenvolvimento de projetos de TT&I. Isto é de se esperar, já que estes pesquisadores não atuam como *PIs*, ou seja, não apresentam as competências essenciais desenvolvidas, às quais se inclui a atividade de coordenador de laboratório ou grupo de pesquisa. Porém, como já exposto anteriormente, estes pesquisadores apresentam potencial para atuarem como *PIs*, faltando que suas competências essenciais sejam desenvolvidas e sejam supridos dos recursos necessários para sua atuação.

Assim, o terceiro bloco da avaliação complementa a classificação dos *PIs*, possibilitando analisar de forma mais acurada o cenário do ecossistema de inovação acadêmico e refinar a identificação e classificação dos *PIs*. Esses resultados podem subsidiar a atuação do NIT ou de outro órgão intermediário de interação entre pesquisa e empresas, visando fortalecer as competências essenciais desses pesquisadores que apresentam deficiências. Conforme observado no caso em estudo, além de desenvolver capacidades para projetos de TT&I, também é necessário prestar suporte para o acesso a recursos de TT&I, permitindo assim o fortalecimento do ecossistema de inovação acadêmico da instituição.

3.4.3. Comentários livres dos pesquisadores

Os comentários dos pesquisadores, de um modo geral, ratificaram os resultados da avaliação do questionário, com algumas complementações. Em geral os comentários salientam as dificuldades encontradas pelas universidades públicas na questão da eficácia do processo de TT&I.

A dificuldade no acesso a recursos é o item mais citado entre os respondentes. Há uma percepção entre os pesquisadores de que “*a Universidade precisa se engajar no entendimento de que a busca de recursos é necessária e promove o conhecimento e a ampliação da sua interação com a sociedade*” (pesquisador 46).

Também são citadas as dificuldades impostas pela burocracia para o andamento dos projetos de TT&I, que envolve principalmente as universidades públicas. Segundo o pesquisador 43, “*a burocracia é MUITO¹⁰ grande, sendo esse o principal fator desmotivador*” para um maior engajamento na busca de interações com empresas e desenvolvimento de projetos conjuntos. O pesquisador 01 inclui nesse campo os

trâmites burocráticos envolvendo as *“limitações legais de contratação de pessoal, de remuneração, de aquisição de materiais e equipamentos, entre outros”*.

Também é comentado o descompasso que normalmente ocorre nas relações da universidade com empresas, envolvendo a agilidade requerida pelo setor produtivo. Conforme o pesquisador 108, os órgãos internos *“não tem a agilidade requerida pela iniciativa privada para o desenvolvimento dos projetos”*. Por outro lado, ainda em relação ao descompasso na relação universidade-empresas, é comentado pelo pesquisador 41, que, muitas vezes, há um entendimento enviesado das empresas sobre o papel da universidade na solução de seus problemas. Segundo ele, as *“empresas brasileiras se preocupam prioritariamente com soluções imediatas”*, sendo que este, em geral, não é o papel da universidade na sua terceira missão, sendo *“...difícil sensibilizar as empresas a investir em soluções voltadas a longo prazo,... envolvendo a pesquisa científica”*. Dessa forma, os pesquisadores corroboram a posição de Siegel et al. (2003) e Ingstrup et al. (2020), os quais apontam como um dos pontos fracos na relação universidade-empresas a distância cognitiva e o desalinhamento de objetivos entre os representantes da academia e o mundo dos negócios.

Os pesquisadores também comentaram o papel do NIT e sua atuação como órgão intermediário na interação com as empresas. Existe um entendimento de que este órgão precisa atuar de forma proativa e de forma ágil, fornecendo *“um suporte mais ativo aos docentes...nos processos de registro de software e patentes...com editais menos burocráticos e, no caso dos programas de empreendedorismo, mais práticos”* (Pesquisador 25), trazendo experiências e informações do meio corporativo para dentro da universidade para serem absorvidas pelos alunos que estão em vias de concluir seus cursos.

Portanto, os comentários dos pesquisadores corroboraram os resultados obtidos no questionário, apontando como principais inibidores da TT&I da universidade a sua cultura organizacional, a burocracia interna, a dificuldade de acesso a recursos, e o desalinhamento entre os propósitos da academia e das empresas. Esses elementos limitam a capacidade de desenvolver projetos de interação conjunta.

3.5. Conclusões

O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um mecanismo para o diagnóstico do cenário da transferência de tecnologia e inovação (TT&I) em ecossistemas de inovação acadêmicos. Juntamente com o diagnóstico, o mecanismo

proposto identifica os pesquisadores alinhados à TT&I, os chamados *Principal Investigators (PI)*, e apresenta a sua classificação em função do nível de maturidade para a efetiva atuação como *PI*. O mecanismo desenvolvido neste estudo, baseado em uma avaliação em quatro blocos, mostrou-se eficaz para traçar o cenário da TT&I da instituição e a identificação e classificação de seus *PIs*, quando aplicado a um caso específico de uma universidade pública brasileira de grande porte.

No primeiro bloco, o qual avaliou a universidade sob o ponto de vista dos pesquisadores, detectou-se que a maioria dos respondentes acredita que a cultura organizacional da instituição é o principal inibidor de projetos de interação com empresas e geração de inovações apoiadas em pesquisa acadêmica. Também, detectou-se a falta de espaço físico para a instalação e o desenvolvimento de startups como fator que dificulta a condução de projetos envolvendo TT&I. No caso dos órgãos intermediários de suporte para a interação com empresas, dos quais o NIT da instituição é o principal ator, detectou-se uma percepção de equilíbrio nas avaliações positivas e negativas. Por fim, o mecanismo proposto apontou que o fator de destaque, positivamente percebido pelos pesquisadores, refere-se aos programas de capacitação ou treinamento no campo do empreendedorismo oferecidos pela universidade.

O bloco referente à avaliação dos pesquisadores detectou que, dentre as quatro competências essenciais (organizador, gerente, visionário e empreendedor), a maioria dos pesquisadores investigados encontra-se melhor desenvolvida no quesito Organizador de grupo de pesquisa. A competência de Gerente de projetos também apresenta-se relativamente desenvolvida. As maiores deficiências foram detectadas no campo da geração de inovações (Visionário), indicando que, dentre os pesquisadores investigados, a maioria têm sua competência de Empreendedor voltada para o atendimento de demandas do setor produtivo, com menos ênfase na geração de novos empreendimentos de base tecnológica (startups) e na geração de inovações radicais, tais como as chamadas tecnologias emergentes, ou as inovações disruptivas. Diante disso, o mecanismo de diagnóstico da TT&I proposto apontou uma oportunidade de melhoria a ser implementada pelos órgãos intermediários de suporte a projetos de TT&I, no sentido destes atuarem junto aos pesquisadores no fortalecimento das suas competências voltadas para a geração de inovações, principalmente no que se refere a orientação de seus projetos para a geração de startups. O mecanismo também apontou que a implementação de ações de melhorias nesse sentido não sofreriam resistência por parte dos pesquisadores, já que a maioria indicou que gostaria de desenvolver esses quesitos.

Ainda, o bloco referente à avaliação das competências essenciais identificou os *PIs* dentre os pesquisadores investigados, classificando-os em três níveis de maturidade em função das competências essenciais. Nesse sentido também, a identificação e classificação dos *PIs* possibilita uma atuação por parte dos órgãos intermediários de projetos de TT&I na implementação de melhorias relacionadas às competências essenciais dos pesquisadores, neste caso podendo ser focada e individualizada para cada pesquisador.

O terceiro bloco complementou a classificação dos *PIs*, identificando o acesso a recursos e as capacidades dinâmicas (Teece et al., 1997; Ambrosini & Bowman, 2009) dos laboratórios ou grupos de pesquisa dos *PIs* da instituição desenvolverem projetos de interação com empresas e gerar inovações. Com esse refinamento foi possível observar que poucos pesquisadores estão plenamente atendidos em relação ao acesso à recursos e suas capacidades para o desenvolvimento de projetos de TT&I. Mesmo os pesquisadores com as competências essenciais desenvolvidas, classificados como *PIs Plenos*, em sua maioria, apresentam deficiências no acesso a recursos humanos qualificados e infraestrutura de espaço e equipamentos para o atendimento de projetos de TT&I. Eles também revelam deficiências na capacidade de entrega de resultados prontos para comercialização e no acompanhamento do ritmo dinâmico dos ecossistemas de inovação. Dessa forma, nesse caso também o mecanismo de diagnóstico da TT&I proposto detectou uma oportunidade de melhoria para o fortalecimento do ecossistema de inovação acadêmico. Neste caso, isto pode ser conseguido através de uma atuação focada dos órgãos intermediários de TT&I, mediante o fornecimento de suporte para facilitar o acesso a recursos e o incremento das capacidades dinâmicas para o desenvolvimento de projetos de TT&I.

Por fim, o bloco de comentários livres dos pesquisadores endossou as respostas ao questionário, com alguns pontos sendo enfatizados, tais como a dificuldade adicional que as universidades públicas enfrentam devido à burocracia inerente aos seus procedimentos, o que causa um descompasso no andamento dos processos de TT&I entre a universidade e as empresas, além de impactar na questão do acesso aos recursos e a capacidade dos laboratórios ou grupos de pesquisa desenvolverem projetos de TT&I.

Assim, o mecanismo proposto para o diagnóstico do ecossistema de inovação acadêmico foi capaz de traçar um cenário da TT&I das unidades acadêmicas da universidade investigada, detectando seus pontos fortes e suas fraquezas. Também foi capaz de identificar os *PIs* entre os respondentes ao questionário e classificá-los

segundo seu nível de maturidade frente às competências consideradas essenciais pela literatura para a efetiva atuação de um *PI*. Além disso, o mecanismo possibilitou a identificação dos *Potenciais PIs* entre os respondentes ao questionário, que, mediante o devido suporte, podem ser conduzidos à condição de *PI* efetivo. Como complemento à classificação dos pesquisadores quanto às competências essenciais, o mecanismo proposto foi capaz de traçar um panorama do acesso a recursos e a capacidade desses *PIs* de desenvolverem projetos envolvendo TT&I.

O mecanismo proposto possibilitou um melhor entendimento das forças e fraquezas do ecossistema de inovação acadêmico envolvendo as unidades da universidade investigada para o desenvolvimento de projetos de interação com empresas e geração de inovações. Esses achados possibilitam traçar estratégias visando o fortalecimento do ecossistema de inovação acadêmico investigado, envolvendo eventuais ações de melhoria nos quesitos deficientes e melhor aproveitamento dos quesitos melhor avaliados, conduzindo-o a uma melhor integração com o ecossistema de inovação regional.

Para trabalhos futuros sugere-se avançar os estudos envolvendo a integração do ecossistema de inovação acadêmico com o ecossistema de inovação regional mediante a atuação efetiva dos *PIs*. Neste sentido, sugere-se estudos que apontem para ações estratégicas a serem implementadas pelos órgãos intermediários de TT&I visando suprir as deficiências e fraquezas enfrentadas pelos *PIs*, apontadas neste estudo, bem como para ações estratégicas para conduzir os *PIs Emergentes* e os *Potenciais PIs* para sua atuação como *PIs Plenos*. Estas ações podem contemplar um programa institucional focado no desenvolvimento de competências voltadas para a Transferência de Tecnologia e Inovação, visando a integração do ecossistema de inovação acadêmico da instituição com o ecossistema de inovação regional.

Referências

- Adner, R. (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*, 84(4), 98–107; 148. Retrieved from <https://hbr.org/2006/04/match-your-innovation-strategy-to-your-innovation-ecosystem>
- Ahlqvist, T., & Kohl, J. (2016). Constructing and mobilising futures knowledge in an organisation: foresight as a catalyst of dynamic strategic practice. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28(10), 1138–1151. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1182148>
- Alavi, H., & Håbek, P. (2016). Optimizing Outcome in the University-Industry Technology

- Transfer Projects. *Management Systems in Production Engineering*, 22(2), 94–100.
<https://doi.org/10.2478/mspe-04-02-2016>
- Ambrosini, V., & Bowman, C. (2009). What are dynamic capabilities and are they a useful construct in strategic management? *International Journal of Management Reviews*, 11(1), 29–49. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2008.00251.x>
- Ardito, L., Ferraris, A., Petruzzelli, A. M., Bresciani, S., & Giudice, M. Del. (2019). The role of universities in the knowledge management of smart city projects. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 312–321.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.030>
- Audretsch, D. B. (2014). From the entrepreneurial university to the university for the entrepreneurial society. *Journal of Technology Transfer*, 39(3), 313–321.
<https://doi.org/10.1007/s10961-012-9288-1>
- Audretsch, D., Fornahl, D., & Klarl, T. (2021). Radical innovation and its regional impact—a roadmap for future research. *Small Business Economics*, 1–4.
<https://doi.org/10.1007/s11187-021-00463-y>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Bazan, C. (2019). “From lab bench to store shelves:” A translational research & development framework for linking university science and engineering research to commercial outcomes. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 53, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2019.05.001>
- Bellandi, M., Caloffi, A., & De Masi, S. (2020). Bottom-level organizational changes within entrepreneurial and engaged models of university: insights from Italy. *Journal of Technology Transfer*. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09805-6>
- Boehm, D. N., & Hogan, T. (2014). ‘A jack of all trades’: the role of PIs in the establishment and management of collaborative networks in scientific knowledge commercialisation. *Journal of Technology Transfer*, 39(1), 134–149.
<https://doi.org/10.1007/s10961-012-9273-8>
- Bower, J. L., & Christensen, C. M. (1995). Disruptive Technologies: Catching the Wave. *Harv. Bus. Rev.*, 73 (1), 506–520.
- Breznitz, S. M., & Feldman, M. P. (2012). The engaged university. *Journal of Technology Transfer*, 37(2), 139–157. <https://doi.org/10.1007/s10961-010-9183-6>
- Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., Campbell, D. F. J., Meissner, D., & Stamati, D. (2018). “Mode 3” universities and academic firms: Thinking beyond the box trans-disciplinarity and nonlinear innovation dynamics within cooperative entrepreneurial ecosystems. *International Journal of Technology Management*, 77(1–3), 145–185.
<https://doi.org/10.1504/IJTM.2018.091714>
- Carl, J. (2020). From technological to social innovation – the changing role of principal investigators within entrepreneurial ecosystems. *Journal of Management*

- Development*, 39(5), 739–752. <https://doi.org/10.1108/JMD-09-2019-0406>
- Chen, S. H., & Lin, W. T. (2017). The dynamic role of universities in developing an emerging sector: a case study of the biotechnology sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 283–297. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.006>
- Christensen, C. M., & Christensen, C. M. (2003). *The innovator's dilemma: The revolutionary book that will change the way you do business* (H. Essentials, Ed.). New York, New York, USA: HarperBusiness Essentials.
- Cross, D., Thomson, S., & Sinclair, A. (2017). Research in Brazil: a report for CAPES by Clarivate Analytics. *Clarivate Analytics*, 73.
- Cunningham, J A, O'Reilly, P., O'Kane, C., & Mangematin, V. (2015). Managerial challenges of publicly funded principal investigators. *International Journal of Technology Management*, 68(3–4), 176–202. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2015.069669>
- Cunningham, James A., Menter, M., & O'Kane, C. (2018). Value creation in the quadruple helix: a micro level conceptual model of principal investigators as value creators. *R and D Management*, 48(1), 136–147. <https://doi.org/10.1111/radm.12310>
- Dalmarco, G., Dewes, M. de F., Zawislak, P. A., & Padula, A. D. (2011). Universities' Intellectual Property: Path for Innovation or Patent Competition? *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(3), 159–170. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242011000300012>
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21(10–11), 1105–1121. [https://doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E)
- Etzkowitz, H. (2003a). Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Social Science Information*, 42(3), 293–337. <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- Etzkowitz, H. (2003b). Research groups as “quasi-firms”: The invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32(1), 109–121. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00009-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00009-4)
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Guerrero, M., & Urbano, D. (2017). The impact of Triple Helix agents on entrepreneurial innovations' performance: An inside look at enterprises located in an emerging economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 294–309. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.015>
- Heaton, S., Siegel, D. S., & Teece, D. J. (2019). Universities and innovation ecosystems: A dynamic capabilities perspective. *Industrial and Corporate Change*, 28(4), 921–939. <https://doi.org/10.1093/icc/dtz038>

- Helfat, C. E., & Raubitschek, R. S. (2018). Dynamic and integrative capabilities for profiting from innovation in digital platform-based ecosystems. *Research Policy*, 47(8), 1391–1399. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.01.019>
- Hsu, D. W. L., Shen, Y. C., Yuan, B. J. C., & Chou, C. J. (2015). Toward successful commercialization of university technology: Performance drivers of university technology transfer in Taiwan. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 25–39. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.11.002>
- Ingstrup, M. B., Aarikka-Stenroos, L., & Adlin, N. (2020). When institutional logics meet: Alignment and misalignment in collaboration between academia and practitioners. *Industrial Marketing Management*. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.01.004>
- Kidwell, D. K. (2014). Navigating the role of the principal investigator: A comparison of four cases. *Journal of Technology Transfer*, 39(1), 33–51. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9276-5>
- Kim, P. H., Kotha, R., Fourné, S. P. L., & Coussement, K. (2019). Taking leaps of faith: Evaluation criteria and resource commitments for early-stage inventions. *Research Policy*, 48(6), 1429–1444. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.02.004>
- Llopis, O., Sánchez-Barrioluengo, M., Olmos-Peñuela, J., & Castro-Martínez, E. (2018). Scientists' engagement in knowledge transfer and exchange: Individual factors, variety of mechanisms and users. *Science and Public Policy*, 45(6), 790–803. <https://doi.org/10.1093/scipol/scy020>
- Mangematin, V., O'Reilly, P., & Cunningham, J. (2014). PIs as boundary spanners, science and market shapers. *Journal of Technology Transfer*, 39(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9270-y>
- Mason, K., Friesl, M., & Ford, C. J. (2019). Markets under the Microscope: Making Scientific Discoveries Valuable through Choreographed Contestations. *Journal of Management Studies*, 56(5), 966–999. <https://doi.org/10.1111/joms.12426>
- Miller, K., McAdam, R., & McAdam, M. (2018). A systematic literature review of university technology transfer from a quadruple helix perspective: toward a research agenda. *R and D Management*, 48(1), 7–24. <https://doi.org/10.1111/radm.12228>
- Miller, K., McAdam, R., Moffett, S., Alexander, A., & Puthusserry, P. (2016). Knowledge transfer in university quadruple helix ecosystems: an absorptive capacity perspective. *R & D MANAGEMENT*, 46(2, SI), 383–399. <https://doi.org/10.1111/radm.12182>
- Nascimento, L. da S., Reichert, F. M., Janissek-Muniz, R., & Zawislak, P. A. (2020). Dynamic interactions among knowledge management, strategic foresight and emerging technologies. *Journal of Knowledge Management, ahead-of-p*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2020-0044>
- Negri, D., Cavalcante, L. R., & Alves, P. F. (2013). *Relações universidade-empresa no Brasil: O papel da infraestrutura pública de pesquisa*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10419/91342www.econstor.eu>

- O’Kane, C. (2018). Technology transfer executives’ backwards integration: An examination of interactions between university technology transfer executives and principal investigators. *Technovation*, 76–77(SI), 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.08.001>
- O’Kane, C., Mangematin, V., Zhang, J. A., & Cunningham, J. A. (2020). How university-based principal investigators shape a hybrid role identity. *Technological Forecasting and Social Change*, 159, 120179. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120179>
- Perkmann, M., King, Z., & Pavelin, S. (2011). Engaging excellence? Effects of faculty quality on university engagement with industry. *Research Policy*, 40(4), 539–552. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.01.007>
- Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view. *Strategic Management Journal*, 14(3), 179–191. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140303>
- Piqué, J. M., Berbegal-Mirabent, J., & Etzkowitz, H. (2020). The Role of Universities in Shaping the Evolution of Silicon Valley’s Ecosystem of Innovation. *Triple Helix*, 1, 1–45. <https://doi.org/10.1163/21971927-BJA10009>
- Pisano, G. P. (2017). Toward a prescriptive theory of dynamic capabilities: Connecting strategic choice, learning, and competition. *Industrial and Corporate Change*, 26(5), 747–762. <https://doi.org/10.1093/icc/dtx026>
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. In *Harvard Business Review*.
- QS University Rankings. (2021). Retrieved August 27, 2021, from Top Global Universities | Top Universities website: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2021>
- Rotolo, D., Hicks, D., & Martin, B. R. (2015). What is an emerging technology? *Research Policy*, 44(10), 1827–1843. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.006>
- Sanchez-Barrioluengo, M., & Benneworth, P. (2019). Is the entrepreneurial university also regionally engaged? Analysing the influence of university’s structural configuration on third mission performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 206–218. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.017>
- Schuelke-Leech, B.-A. (2018). A model for understanding the orders of magnitude of disruptive technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 261–274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.033>
- Seno Wulung, R. B., Takahashi, K., & Morikawa, K. (2018). A model for selecting appropriate technology for incubator-university collaboration by considering the technology transfer mechanism. *International Journal of Production Research*, 56(6), 2309–2321. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1374569>
- Shen, Y. C., Chang, S. H., Lin, G. T. R., & Yu, H. C. (2010). A hybrid selection model for emerging technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(1), 151–166.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.05.001>

- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., & Link, A. N. (2003). Commercial knowledge transfers from universities to firms: Improving the effectiveness of university-industry collaboration. *Journal of High Technology Management Research*, 14(1), 111–133. [https://doi.org/10.1016/S1047-8310\(03\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S1047-8310(03)00007-5)
- Sousa, D., Zambalde, A., Souki, G., Veroneze, R., Sousa, D., Zambalde, A., ... Veroneze, R. (2018). Marketing Myopia in Brazilian Public Universities: An Empirical Study Involving Academicians. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13(3), 12–23. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000300012>
- Sun, Z., Wang, M., Zhang, W., Li, Y., Wang, D., & Dong, F. (2019). How can we improve the transformation success rate of research results in the pharmaceutical industry? The game theoretic model of technology transfer subjects. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph16091588>
- Sune, A., & Gibb, J. (2015). Dynamic capabilities as patterns of organizational change: An empirical study on transforming a firm's resource base. *Journal of Organizational Change Management*, 28(2), 213–231. <https://doi.org/10.1108/JOCM-01-2015-0019>
- Teece, D. J. (2012, December 1). Dynamic Capabilities: Routines versus Entrepreneurial Action. *Journal of Management Studies*, Vol. 49, pp. 1395–1401. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2012.01080.x>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Theodoraki, C., Messeghem, K., & Audretsch, D. B. (2020). The Effectiveness of Incubators' Co-Opetition Strategy in the Entrepreneurial Ecosystem: Empirical Evidence From France. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1–14. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3034476>
- UNCTAD. (2021). *Technology and Innovation Report 2021*. Retrieved from <https://unctad.org/webflyer/technology-and-innovation-report-2021>
- van der Valk, T., Chappin, M. M. H., & Gijsbers, G. W. (2011). Evaluating innovation networks in emerging technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(1), 25–39. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.07.001>
- Vega-Gomez, F. I., & Miranda-Gonzalez, F. J. (2021). Choosing between Formal and Informal Technology Transfer Channels: Determining Factors among Spanish Academicians. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 2476. <https://doi.org/10.3390/SU13052476>
- Viana, L., Jabour, D., Ramirez, P., da Cruz, G., Viana, L., Jabour, D., ... da Cruz, G. (2018). Patents Go to The Market? University-Industry Technology Transfer from a Brazilian Perspective. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13(3), 24–

35. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000300024>

- Villani, E., Rasmussen, E., & Grimaldi, R. (2017). How intermediary organizations facilitate university–industry technology transfer: A proximity approach. *Technological Forecasting and Social Change, 114*, 86–102. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.004>
- Wu, Y., Welch, E. W., & Huang, W. L. (2015). Commercialization of university inventions: Individual and institutional factors affecting licensing of university patents. *Technovation, 36*, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.09.004>
- Zahra, S. A., Sapienza, H. J., & Davidsson, P. (2006). Entrepreneurship and dynamic capabilities: A review, model and research agenda. *Journal of Management Studies, 43*(4), 917–955. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2006.00616.x>

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação de mestrado, apresentada no formato de dois artigos, abordou o processo de Transferência de Tecnologia e geração de Inovações (TT&I), envolvendo o movimento que ocorre da pesquisa acadêmica para a sociedade. O estudo foi focado em dois atores principais para a TT&I dentro do ecossistema de inovação acadêmico, o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) e o pesquisador envolvido em projetos voltados para a TT&I, o chamado *Principal Investigator (PI)*.

4.1. RESUMO DOS PRINCIPAIS ACHADOS

O Artigo 1, voltado para o NIT da universidade, apresentou uma compilação das principais barreiras que dificultam a TT e as estratégias mais recentes, destacadas na literatura, para aumentar a eficácia da TT da universidade para o setor produtivo, mitigando as barreiras impostas. Os resultados mostraram que as barreiras para a TT podem estar relacionadas à fatores organizacionais, técnicos, humanos, ou ainda, culturais. Quanto às estratégias, os resultados identificaram a importância da busca pela cooperação entre a universidade e empresas, a disseminação das competências da universidade, a prospecção tecnológica e o incentivo para a formação de *startups*, para o aumento da eficácia da TT. As barreiras e as estratégias para mitigá-las foram identificadas tanto no ambiente acadêmico como no ambiente do setor produtivo. Com isso, os achados levaram à elaboração de um quadro envolvendo barreiras versus estratégias, cujas estratégias fazem uso da natureza ambidestra do NIT, que, de um lado, se apresenta como uma organização voltada para os negócios e, de outro lado, uma organização acadêmica. Esta abordagem permitiu definir estratégias para mitigar as barreiras relacionadas ao ambiente acadêmico (*inbound strategies*) e estratégias para mitigar as barreiras relacionadas ao ambiente do setor produtivo (*outbound strategies*). Com a adoção destas estratégias o NIT pode aperfeiçoar sua função de estreitar as fronteiras entre a universidade e as empresas, promovendo o valor da cultura da TT na comunidade acadêmica e promovendo o aumento da capacidade absorptiva da indústria.

O Artigo 2 explorou a capacidade dos laboratórios e grupos de pesquisa da universidade de desenvolverem projetos voltados para a TT&I, a partir da percepção dos seus pesquisadores. O estudo possibilitou o desenvolvimento de um mecanismo, em forma de questionário, para o diagnóstico do cenário da TT&I em ecossistemas de

inovação acadêmicos. Juntamente com o diagnóstico, o mecanismo proposto possibilitou a identificação dos pesquisadores alinhados à TT&I, os chamados *Principal Investigators (PI)* e aqueles com potencial para atuarem como *PIs*. Quando aplicado ao caso específico das unidades Escola de Engenharia e Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o mecanismo proposto mostrou-se eficaz para traçar o cenário da TT&I da instituição e a identificação e classificação de seus *PIs*. O diagnóstico, que apresentou as forças e as fraquezas do ecossistema de inovação investigado, possibilita traçar estratégias visando o seu fortalecimento, definindo eventuais ações de melhoria nos quesitos deficientes e permitindo melhor aproveitamento dos quesitos bem avaliados. Através de uma atuação focada dos órgãos intermediários de TT&I da instituição, tal como o NIT, estes podem fornecer o suporte necessário para implementar ações que promovam o desenvolvimento das competências essenciais dos pesquisadores para conduzirem projetos voltados à TT&I. Também, a partir do diagnóstico traçado, podem ser implementadas ações que facilitem o acesso a recursos e o incremento das capacidades dinâmicas para o desenvolvimento de projetos de TT&I dos pesquisadores.

Os estudos desenvolvidos nesta dissertação mostraram caminhos a serem trilhados para a melhoria da eficácia da TT&I em ecossistemas de inovação acadêmico. A literatura estudada possibilitou levantar estratégias para isto, baseado em estudos prévios, muitas vezes já implementadas em universidades que possuem seu ecossistema de inovação desenvolvido e integrado ao ecossistema de inovação regional.

4.2. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Os estudos conduzidos nesta dissertação podem ser ampliados, visando melhorias no processo de TT&I através do estreitamento das fronteiras entre um ecossistema de inovação acadêmico e o ecossistema de inovação regional. Para isto recomenda-se avançar as investigações para o desenvolvimento de estratégias mais detalhadas, adequadas a ambientes específicos ou abordando as especificidades de diferentes países ou regiões em relação às suas leis e políticas públicas envolvendo a TT&I. Recomenda-se também uma análise quantitativa dos estudos apresentados na literatura, envolvendo a avaliação da evolução dos temas principais e a medição do efeito dos contextos de aplicação ou diferenças regionais. Tal análise pode revelar as

principais tendências e esclarecer questões inerentes ao processo de TT&I e aquelas que dependem do contexto.

Também, sugere-se avançar os estudos no sentido de identificar e desenvolver ações estratégicas para um programa institucional focado no desenvolvimento de competências voltadas para a TT&I. Estas ações devem visar suprir as deficiências e fraquezas enfrentadas pelos pesquisadores, permitindo uma atuação mais eficaz em projetos voltados para a TT&I.